



PPGENAV

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

**ANÁLISE DA INSERÇÃO DO BRASIL NO MERCADO DE RECICLAGEM DE
EMBARCAÇÕES – ESTUDO DE CASO PARA A AMAZÔNIA**

CAIO MORAES BENJAMIN

**Belém – PA
Abril/2021**

CAIO MORAES BENJAMIN

**ANÁLISE DA INSERÇÃO DO BRASIL NO MERCADO DE RECICLAGEM DE
EMBARCAÇÕES – ESTUDO DE CASO PARA A AMAZÔNIA**

Dissertação de Mestrado Submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da Faculdade de Engenharia Naval da Universidade Federal do Pará como requisito final para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Naval.

Área de Concentração: Transporte Aquaviário

Orientador: Dr. Nelio Moura de Figueiredo

**Belém – PA
Abril/2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

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

B468a Benjamin, Caio Moraes.
ANÁLISE DA INSERÇÃO DO BRASIL NO MERCADO DE
RECICLAGEM EMBARCAÇÕES – ESTUDO DE CASO PARA
A AMAZÔNIADE / Caio Moraes Benjamin. — 2021.
191 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Nelio Moura de Figueiredo
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Naval, Belém, 2021.

1. Reciclagem de Embarcações. 2. Mercado Potencial. 3.
Brasil. 4. Viabilidade . 5. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 623.87

CAIO MORAES BENJAMIN

**ANÁLISE DA INSERÇÃO DO BRASIL NO MERCADO DE RECICLAGEM DE
EMBARCAÇÕES – ESTUDO DE CASO PARA A AMAZÔNIA**

Dissertação de Mestrado Submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da Faculdade de Engenharia Naval do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará Como Parte dos Requisitos Necessários Para Obtenção do Título de Mestre em Engenharia Naval.

Belém-PA, ____ de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Nelio Moura de Figueiredo

Membro Interno: Prof. Dr. Hito Braga de Moraes

Membro Interno: Prof. Dr. Pedro Igor Dias Lameira

Membro Externo USP: Prof. Dr. Rui Carlos Botter

Dedico este trabalho primeiramente à causa primeira de todas as coisas, Deus, sem o qual nada seria possível. Dedico aos meus pais, Marcello e Zilda Benjamin, que sempre me apoiaram e me deram condições de trilhar minha caminhada. Dedico aos meus familiares e amigos, assim como aos meus professores desde o colégio primário ao ensino superior, cada um com seu papel fundamental no meu processo de aprendizagem. Por fim, dedico à todas as pessoas com sonhos e metas para o bem comum.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é fruto de muitas mãos às quais eu agradeço. Sou grato ao meu país, meus familiares e amigos que proporcionaram as condições necessárias para o meu aprendizado. Grato também sou à Escola de Ensino Fundamental e Médio Tente Rego Barros e seus servidores que me ajudaram a formar meu caráter e bases que até hoje me sustentam como ser social. À Universidade Federal do Pará e à Southampton University, bem como aos seus docentes e servidores, reservo meus agradecimentos relativos à ciência, pois, se contribuí para o mundo algo de relevante, devo ao meu ensino superior.

Para além do ser social com caráter formado e humilde contribuinte de gotas ao mar da ciência, sou grato à vida em nome de Deus que, por meio das Leis Naturais e das pessoas que cruzaram meu caminho, me mostra que eu nada sou, nada sei e ainda assim sou parte Dele.

Na minha jornada, o mestrado é um ponto parágrafo que encerra um capítulo e me possibilita iniciar outros. Seguir adiante com o arcabouço de conhecimentos que aqui retive e que agora me permitem enxergar com mais clareza os aspectos da vida.

Por isso, por mais e por tanto, sou grato, inclusive pela continuidade da minha jornada. Que assim seja.

RESUMO

Apesar da grande extensão litorânea e da vasta capacidade de transporte de passageiros e cargas do Brasil, atualmente não há quantidade suficiente de pesquisas relacionadas ao mercado de reciclagem de embarcações neste país, especialmente na Amazônia. Esta pesquisa visa a caracterização deste mercado no Brasil por meio de análise e filtragem de dados da frota nacional e aplicação do método AHP usando critérios que refletem o mercado em questão. Caracterizou-se a posição do Brasil em relação ao mercado internacional de reciclagem, apontando os principais critérios competitivos do Brasil, assim como os critérios chave que precisam ser melhorados para a inserção nesta indústria. Ademais, foi realizada a espacialização quantitativa dos dados da Frota nacional que apresentam o estado atual do potencial deste mercado no país. De acordo com os dados da ANTAQ, no Brasil, existem aproximadamente 3,8 milhões toneladas de aço oriundos de embarcações que são potenciais para reciclagem, este aço é distribuído entre 5319 embarcações. Não existe plano de descarte para estas embarcações, o que gera problemas ambientais e sociais, mas também oportunidades de negócios. Hoje 36% das embarcações existentes estão em operação por mais de 20 anos, estas embarcações estão concentradas em dois polos baseado na quantidade total de aço (LDT) e número de embarcações possíveis para reciclagem: o primeiro no Norte do país, sob a influência da cidade de Manaus (Região Amazônica) atrelado ao transporte fluvial, e o segundo está localizado sob a influência da cidade do Rio de Janeiro e do mercado de petróleo e gás. Por fim, foi concluído sobre a viabilidade da Amazônia e do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações sobre a ótica econômica, ambiental e social.

Palavras-chave: Reciclagem de Embarcações; Mercado Potencial; Brasil; Viabilidade; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Despite the great coastal extension and the vast transport capacity for passengers and cargo in Brazil, currently there is not enough research related to the ship recycling market in this country, especially in the Amazon. This research aims to characterize this market in Brazil by analyzing and filtering data from the national fleet and applying the AHP method using criteria that reflect this market. Brazil's position in relation to the international recycling market was characterized, pointing out the main competitive criteria in Brazil, as well as the key criteria that need to be improved for insertion in this industry. In addition, a quantitative spatialization of data from the national fleet was carried out, which presents the current state of this market potential inside the country. According to ANTAQ data, in Brazil, there are approximately 3.8 million tons of steel coming from vessels that have potential for recycling, this steel is distributed among 5319 vessels. There is no disposal plan for these vessels, which creates environmental and social problems, but also business opportunities. Today, 36% of the existing vessels have been in operation for more than 20 years, these vessels are concentrated in two centers based on the total amount of steel (LDT) and the number of possible vessels for recycling: the first in the North of the country, under the influence of the city of Manaus (Amazon Region) linked to river transportation, and the second is located under the influence of the city of Rio de Janeiro and the oil and gas market. Finally, it was concluded on the viability of the Amazon and Brazil in the international ship recycling market from an economic, environmental and social perspective.

Keywords: Ship Recycling, Potential; Brazil; Viability; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PARTICIPAÇÃO CRONOLÓGICA NO MERCADO DE CONSTRUÇÃO NAVAL POR PAÍS	20
FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DE EMPREGOS X POR VOLUME DE PRODUÇÃO	23
FIGURA 3 – GERAÇÃO DE EMPREGOS DIRETOS NA INDÚSTRIA NAVAL E OFFSHORE	24
FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO NÚMERO DE EMBARCAÇÕES DESMANTELADAS EM 2016	28
FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE ARQUEAÇÃO BRUTA (GROSS TONNAGE) DE EMBARCAÇÕES DESMANTELADAS EM 2016	29
FIGURA 6 – EMBARCAÇÕES EM ABANDONO NA AMAZÔNIA	30
FIGURA 7 – MATRIZ DE TRANSPORTE DO BRASIL	48
FIGURA 8 – REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO NORTE DO BRASIL	51
FIGURA 9 – TIPOS DE EMBARCAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA	52
FIGURA 10 – POTENCIALIDADES PARA A CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL AMAZÔNICO DE RECICLAGEM DE EMBARCAÇÕES	54
FIGURA 11 – FLUXOGRAMA METODOLÓGICO PARA DETERMINAÇÃO DA POTENCIALIDADE DO MERCADO DOMÉSTICO DE RECICLAGEM DE EMBARCAÇÕES	55
FIGURA 12 – FLUXOGRAMA METODOLÓGICO PARA DETERMINAÇÃO DA POTENCIALIDADE DO BRASIL NO MERCADO INTERNACIONAL DE RECICLAGEM DE EMBARCAÇÕES	59
FIGURA 13 – CRITÉRIOS DE JULGAMENTO	61
FIGURA 14 – CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS SELECIONADOS	62
FIGURA 15 – EXEMPLO DE COMPARAÇÃO PARITÁRIA DOS CRITÉRIOS	63
FIGURA 16 – SHAPE FILE BASE PARA ESPACIALIZAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS DADOS	66
FIGURA 17 – ESTRUTURA DO AHP	68
FIGURA 18 – PASSOS METODOLÓGICOS DAS ANÁLISES CENSITÁRIA E OBJETIVA	77
FIGURA 19 – ESTRUTURA HIERÁRQUICA DA PESQUISA PARA A APLICAÇÃO DO AHP	96
FIGURA 20 – RESULTADOS CENSITÁRIOS DA COMPARAÇÃO DOS CRITÉRIOS (NÍVEL I)	97
FIGURA 21 – RESULTADOS CENSITÁRIOS DA COMPARAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS DO CRITÉRIO ECONÔMICO (NÍVEL II)	97
FIGURA 22 – RESULTADOS CENSITÁRIOS DA COMPARAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS DO CRITÉRIO AMBIENTAL (NÍVEL II)	98
FIGURA 23 – RESULTADOS CENSITÁRIOS DA COMPARAÇÃO DOS SUBCRITÉRIOS DO CRITÉRIO SOCIAL (NÍVEL II)	98
FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÃO GEOESPACIAL POR Nº DE EMBARCAÇÕES POTENCIAIS	119
FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÃO GEOESPACIAL POR TONELADA DE PORTE BRUTO (TPB)	119
FIGURA 26 – RELAÇÃO ENTRE LDT (T) EXISTENTE E POTENCIAIS PARA CADA TIPO DE EMBARCAÇÃO (ANO:2017)	120
FIGURA 27 – RELAÇÃO DE QUANTIDADE DE EMBARCAÇÕES EXISTENTES E POTENCIAIS POR TIPO DE EMBARCAÇÃO	123
FIGURA 28 – PROJEÇÃO NO NÚMERO DE EMBARCAÇÕES E LDT PARA OS PRÓXIMOS 20 ANOS NO BRASIL	125
FIGURA 29 – USO APARENTE DE AÇO PER CAPITA (AMÉRICA DO SUL) (WORLD STEEL ASSOCIATION, 2016)	126
FIGURA 30 – ESQUEMA LOGÍSTICO PARA ZONA DE ESTUDO PROPOSTA	128
FIGURA 31 – PRODUÇÃO TOTAL DE AÇO (2015 A 2019)	131
FIGURA 32 – PLOTAGEM DE ROTAS EM EMBARCAÇÕES AO REDOR DA AMÉRICA DO SUL	139
FIGURA 33 – USINAS SIDERÚRGICAS LOGISTICAMENTE VIÁVEIS PARA A ZONA DE CONVERGÊNCIA	140

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MÉDIA DE IDADE DE EMBARCAÇÕES DESMANTELADAS NO GLOBO.....	35
TABELA 2 - REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO BRASIL	49
TABELA 3 - PRINCIPAIS HIDROVIAS DO PAÍS	50
TABELA 4 - RELAÇÃO LDT/TPB POR TIPO DE EMBARCAÇÃO	56
TABELA 5 - TABELA DE DESCRIÇÃO DE JULGAMENTOS POR IMPORTÂNCIA	70
TABELA 6 - MATRIZ DE JULGAMENTOS (EXEMPLO)	71
TABELA 7 - ESCALA DE ÍNDICE RANDÔMICO	75
TABELA 8 - RESULTADO DAS PRIORIDADES LOCAIS E GLOBAIS	98
TABELA 9 - RESULTADO DA HIERARQUIA DE CRITÉRIOS.....	99
TABELA 10 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO E1	101
TABELA 11 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO E1.....	101
TABELA 12 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO E2	102
TABELA 13 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO E2.....	103
TABELA 14 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO E3	103
TABELA 15 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO E3.....	104
TABELA 16 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO E4	105
TABELA 17 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO E4.....	105
TABELA 18 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO A1.....	106
TABELA 19 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO A1	106
TABELA 20 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO A2.....	107
TABELA 21 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO A2	107
TABELA 22 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO A3.....	108
TABELA 23 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO A3	109
TABELA 24 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO A4.....	110
TABELA 25 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO A4	110
TABELA 26 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO S1	111
TABELA 27 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO S1.....	111
TABELA 28 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO S2	112
TABELA 29 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO S2.....	112
TABELA 30 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO S3	113
TABELA 31 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO S3.....	114
TABELA 32 - INFORMAÇÕES LEVANTADAS PARA DEFINIR A HIERARQUIA DO SUBCRITÉRIO S4	114
TABELA 33 - PESOS DE CADA ALTERNATIVA - SUBCRITÉRIO S4.....	115
TABELA 34 - RESULTADOS COMPILADOS NA ANÁLISE OBJETIVA (PESOS DAS ALTERNATIVAS).....	115

TABELA 35 - RANKING DE SUBCRITÉRIOS POR ALTERNATIVA CONSIDERANDO O CÓDIGO E A PRIORIDADE (%).....	117
TABELA 36 – LISTA DE LDT EXISTENTES E POTENCIAIS	121
TABELA 37 – LISTA DE QUANTIDADE DE EMBARCAÇÕES EXISTENTES E POTENCIAIS	123
TABELA 38 - DESEMPENHO DO BRASIL X RESULTADO DA ANÁLISE CENSITÁRIA.....	136

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - <i>DESCRIÇÃO DO INVENTÁRIO DE MATERIAIS PERIGOSO (IHM)</i>	42
QUADRO 2 - <i>VARIÁVEIS DO PROCESSO DE INTERPOLAÇÃO IDP</i>	66
QUADRO 3 - <i>JULGAMENTO DE IMPORTÂNCIA DOS CRITÉRIOS E1 A E4 (CRITÉRIO ECONÔMICO)</i>	78
QUADRO 4 - <i>JULGAMENTO DE IMPORTÂNCIA DOS CRITÉRIOS A1 A A4 (CRITÉRIO AMBIENTAL)</i>	79
QUADRO 5 - <i>JULGAMENTO DE IMPORTÂNCIA DOS CRITÉRIOS S1 A S4 (CRITÉRIO SOCIAL)</i>	79
QUADRO 6 - <i>PRIORIDADES CALCULADAS DOS CRITÉRIOS JULGADOS À LUZ DO OBJETIVO PRINCIPAL A (CRITÉRIO ECONÔMICO)</i>	79
QUADRO 7 - <i>PRIORIDADES CALCULADAS DOS CRITÉRIOS JULGADOS À LUZ DO OBJETIVO PRINCIPAL A (CRITÉRIO AMBIENTAL)</i>	80
QUADRO 8 - <i>PRIORIDADES CALCULADAS DOS CRITÉRIOS JULGADOS À LUZ DO OBJETIVO PRINCIPAL A (CRITÉRIO SOCIAL)</i>	80
QUADRO 9 - <i>VALORES INTERMEDIÁRIOS CONSIDERADOS NO CÁLCULO DA RAZÃO DE CONSISTÊNCIA DO JULGAMENTO DOS SUBCRITÉRIOS À LUZ DO CRITÉRIO IMEDIATO EM NÍVEL SUPERIOR</i>	80
QUADRO 10 - <i>PRIORIDADES (PESOS) GERADAS PELO AHP PARA CRITÉRIOS E ASPECTOS DO GRUPO A</i>	80
QUADRO 11 - <i>HIERARQUIA DE SUBCRITÉRIOS CONSIDERANDO A ANÁLISE CENSITÁRIA</i>	81
QUADRO 12 - <i>PESOS DAS ESCALAS DE CONVERSÕES UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO BASEADA NO GRUPO A DE SUBCRITÉRIOS</i>	82
QUADRO 13 - <i>HIERARQUIA DE SUBCRITÉRIOS CONSIDERANDO A ANÁLISE OBJETIVA</i>	83
QUADRO 14 - <i>HIERARQUIA DE ALTERNATIVAS CONSIDERANDO A ANÁLISE OBJETIVA</i>	83
QUADRO 15 - <i>ALTERNATIVAS DEFINIDAS PELA PESQUISA</i>	93
QUADRO 16 - <i>NÍVEIS DA ESTRUTURA DO AHP</i>	94
QUADRO 17 - <i>CRITÉRIOS, SUBCRITÉRIOS E CÓDIGOS DO AHP</i>	95
QUADRO 18 - <i>ALTERNATIVAS DO AHP</i>	95

LISTA DE SIGLAS

AB	Arqueação Bruta
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AL	Arqueação Líquida
AMD	Análise Multicritério ou Auxílio Multicritério à Decisão
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CHM	Centro de Hidrografia da Marinha
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
ENC	<i>Electronic Navigation Chart</i>
GIS	<i>Geographic Information System</i>
HKC	Convenção de Hong Kong
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDW	Inverse Distance Weighting
IHM	Inventário de Materiais Perigosos ou <i>Inventory of Hazardous Materials</i>
ILO	<i>International Labour Organisation</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
LDT	<i>Light Displacement Tonnage</i>
MAUT	Escola Americana a Teoria de Utilidade Multiatributo
MDMC	Métodos de Decisão Multicritério
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
NKK	<i>Nippon Kaiji Kyokai</i>
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PCB	Bifenilos Policlorados
SRR	Regulamentação de Reciclagem de Navios
ULCC	<i>Ultra Large Crude Carrier</i>
VLCC	<i>Very Large Crude Carrier</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

SUMÁRIO

1. Introdução	15
1.1. Hipótese	18
1.2. Objetivo	18
1.2.1. Objetivo Geral	18
1.2.2. Objetivos Específicos.....	18
1.3. Estrutura da Pesquisa	19
2. Revisão Bibliográfica	20
2.1. O mercado de construção naval	20
2.1.1. Construção naval no Brasil.....	22
2.1.2. O mercado de construção naval na Amazônia.....	24
2.2. A correlação entre o mercado de construção e o de desmantelamento	25
2.3. O Mercado de desmantelamento.....	26
2.3.1. Contexto histórico.....	26
2.3.2. Características atuais do mercado de reciclagem de embarcações	27
2.4. Prática de desmantelamento de embarcações	31
2.4.1. O material reciclado	33
2.5. Aspectos Econômicos	34
2.6. Aspectos ambientais	36
2.7. Aspectos sociais	38
2.8. Regulamentação.....	41
2.9. Análise Multicritério.....	43
2.9.1. Análise Hierárquica de Processos	46
2.10. Área de Estudo da Pesquisa	48
2.10.1. Brasil.....	48
2.10.2. Amazônia	50
3. Materiais e Métodos.....	52
3.1 Inversa Distância Ponderada (IDP ou IDW).....	64

3.2	Método de Análise Hierárquica de Processos (AHP).....	67
3.1.1.	Escala Fundamental	69
3.1.2.	Matriz de julgamentos	70
3.1.3.	Análise de Consistência.....	71
3.1.4.	Aplicação da Metodologia.....	75
3.3	Seleção de critérios para aplicação do AHP	84
3.3.1	Critérios Econômicos.....	85
3.3.2	Critérios Ambientais.....	87
3.3.3	Critérios Sociais	90
3.4	Seleção de Alternativas para aplicação do AHP.....	92
4	Resultados.....	94
4.1	Viabilidade do Brasil no Mercado Internacional de Desmantelamento	94
4.1.1	Análise Censitária	94
4.1.2	Análise Objetiva	100
4.2	Análise do Mercado Interno Brasileiro de Reciclagem de Embarcações	118
4.2.1	Especialização do Mercado Interno	118
4.2.2	Quantitativo por tipo de embarcação.....	120
4.2.3	Projeção.....	124
4.2.4	Estudo de caso da Amazônia.....	125
5	Discussões.....	130
5.1	Discussões baseadas no mercado internacional de reciclagem de embarcações	130
5.2	Discussões baseadas na viabilidade doméstica de reciclagem de embarcações no Brasil.....	137
6	Conclusão.....	141
7	Limitações e Recomendações	144
8	Bibliografia	145

1. INTRODUÇÃO

A indústria de reciclagem de navios tem sido fundamental para as economias de países emergentes e subdesenvolvidos, especialmente em países que não tem minas de ferro domésticas (Sujauddin, et al., 2015), por ser uma commodity extremamente necessária nos tempos modernos, países que não detém minas de extração dependem da flutuação de preços e logística do mercado global. Em escala mundial, esta indústria realiza o manejo de metais na conversão de navios obsoletos em barras, vergalhões, chapas e perfis para a indústria de construção, além de reaproveitar equipamentos e mobílias em geral (Gregson, et al., 2010).

A indústria de reciclagem de navios pode ajudar economias a alcançarem objetivos sustentáveis, uma vez que a reintrodução de aço no mercado reduz a necessidade de mineração de ferro para novos produtos, esta redução também se estende para o alto consumo energético inerente a produção de aço, logo, reduzindo impactos ambientais (Rahman, et al., 2016).

O aço é o material mais reciclado do mundo, mais do que todos os outros materiais combinados. Devido a suas propriedades metalúrgicas alotrópicas o aço pode ser 100% reutilizável para produção de novos materiais e para a composição de ligas metálicas com percentuais oriundos da reciclagem e percentuais de produção mineral (Aço Brasil, 2019).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), por meio de seu comitê especializado no mercado de siderúrgico, afirma que existem três principais matérias primas na produção de aço: o minério de ferro, o carvão e a sucata; sendo que os primeiros dois são para produção direta e o terceiro é oriundo do mercado de reciclagem em geral (OECD, 2011). Portanto, é pacificado que a sucata, produto do mercado de reciclagem, é considerada matéria prima para novas produções.

A indústria de desmantelamento e reciclagem de embarcações (*Ship Recycling Industry – SRI*) é uma indústria que converte embarcações, as quais estejam no final de sua vida operacional, em aço e outros itens resultantes da reciclagem. A reciclagem de embarcações oferece um meio ambientalmente sustentável para o descarte de embarcações obsoletas, com basicamente todas as partes do sistema do casco (estrutural) e do maquinário sendo reutilizado ou reciclado como sucata de aço (Sarraf, et al., 2010).

Embarcações de aço, do ponto de vista global podem ser consideradas potenciais matérias-primas na produção siderúrgica. Para isto, existe o mercado de desmantelamento de embarcações, com processos produtivos e de lógica de preços que atuam em consonância com a relação oferta x demanda (Stopford, 2017).

Ainda segundo Stopford (2017), a indústria naval é composta por quatro grandes componentes mercadológicos: Frete; Construção naval; Quebra ou demolição; e Revenda. Neste estudo, a temática central é de como o mercado de reciclagem de embarcações, no atual momento, está alocado mundialmente e se alterações de regulações, pensamento crítico social e dinamismo de informações macroeconômicas geram oportunidades de negócios sob o ponto de vista econômico, social e ambiental. Para tanto, faz-se necessário entender o histórico deste mercado.

Até o ano de 1960 o desmantelamento de navios era considerado uma operação altamente mecanizada, concentrando-se em países desenvolvidos como Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e Itália. Durante as décadas de 1960 e 1970 as atividades de desmantelamento de navios começaram a ser realizadas em países como Espanha, Turquia e Taiwan devido à menores custos de mão de obra e da acessibilidade do mercado de aço laminado nestes locais (Hossain & Islam, 2006).

Na década de 1990 e anos 2000, as atividades relacionados ao desmantelamento e à reciclagem de navios acontecem nos países ao sul do continente asiático, onde a mão de obra era economicamente atrativa, com poucos avanços na legislação, relacionados a processos de dissolução dos componentes das embarcações, a normas de proteção para os trabalhadores e a melhorias nas técnicas de separação de resíduos tóxicos originados das embarcações (NGO Shipbreaking, 2015).

Este cenário permanece no avançar dos anos 2000, porém, com maiores pressões sociais relacionadas a apelos trabalhistas e sustentabilidade das ações de desmonte. O desmantelamento de navios ao redor do mundo tem gerado preocupação devido ao seu alto impacto ambiental e social. Boa parte dos navios ao chegar ao final de sua vida útil é enviada para países subdesenvolvidos. O grande problema é que nestes locais as leis ambientais e de proteção ao trabalhador são praticamente inexistentes ou ignoradas, tornando o desmantelamento de navios uma prática perigosa (Ribeiro, et al., 2017).

A indústria naval reconheceu que existem grandes questões envolvidas na forma como a reciclagem do navio é realizada em instalações de certos países, que são questões relacionadas à segurança e à saúde do trabalhador, além da possibilidade de dano ambiental. Todos os anos, em perspectiva global, são enviados para quebra e reciclagem, em média, 600 navios em fim de vida. O pico máximo foi atingido em 2010, com 800 navios de casco simples, incluindo navios de guerra (CEC, 2007).

A reciclagem de navios contribui para o desenvolvimento sustentável e é a maneira mais ecológica de descartar navios com praticamente todas as partes do casco e maquinários habilitadas à reutilização. Contudo, enquanto o princípio da reciclagem de navios é somente um, o estado relatado das práticas de trabalho e padrões ambientais em instalações de reciclagem em certas partes do mundo está abaixo das condições mínimas de trabalho e desenvolvimento sustentável (RINA, 2005).

Reconhecendo que vários dos problemas associados à reciclagem do navio podem ser abordados no estágio de projeto e de construção, as novas diretrizes internacionais, as quais regulamentam a indústria em questão, incentivam os projetistas e construtores navais a desenvolverem projetos preventivos quanto à disposição final do navio (RINA, 2005).

Estabelecido a existência e as atuais regulamentações deste mercado, tendo em vista as conferências de Basiléia e de Hong Kong como principais, o Brasil ainda atua de forma singela e com pouca participação neste mercado. Potencialidades brasileiras não foram e não são mapeadas e exploradas. Conseqüentemente, hoje, empresas brasileiras alimentam os mercados de desmantelamento do sudeste da Ásia (NGO Shipbreaking, 2016).

Paralelamente, o Brasil vive um contexto econômico de crise na indústria naval, acarretando uma ociosidade de infraestrutura pesada, alto nível de desemprego, baixa geração de renda e ativos improdutivos (SINAVAL, 2018). Desta forma, do ponto de vista econômico, seria interessante para o Brasil entrar em um mercado novo e em ascensão globalmente.

Nos últimos quatro anos, pelo menos 60 mil empregos, boa parte de mão de obra qualificada, foram eliminados das estatísticas da indústria naval brasileira. Foi consequência do novo declínio do setor, que havia sido revitalizado no início dos anos 2000 com a política de priorizar equipamentos nacionais na exploração e produção de petróleo. De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore, os estaleiros brasileiros empregam atualmente 25 mil trabalhadores no país. Eram 84 mil em 2014. A expectativa da entidade é que esse número seja reduzido ainda mais, para cerca de seis mil pessoas em 2020 (Gazeta Online, 2018).

Navios novos ou não, com arqueação bruta de 500 AB ou acima, portadores de bandeira europeia ou que atraquem um porto da União Europeia (EU), devem estar em conformidade com o SRR (Ship Recycling Regulations) da UE (União Européia) até 2020. Isto se aplica a mais de 50.000 navios. Esta perspectiva gera uma demanda difícil de ser suprida somente pela UE com sítios de reciclagem de navios do continente, mas não só isto, esta regulamentação

tende a se expandir para outros países a medida que a HKC acumular signatários ao redor do globo.

Direcionado pelo histórico do mercado de desmantelamento mundial descrito, faz-se o questionamento: O Brasil tem condições de participar neste contexto global de reciclagem de navios? Caso o Brasil venha a aderir à estas convenções, estamos preparados para atender suas demandas?

Nesta ótica a presente pesquisa evidencia sob os aspectos econômicos, sociais e ambientais, o potencial de inserção brasileiro no mercado mundial de reciclagem de embarcações. Através da verificação de potencialidade, em nível global, nacional e local. Este estudo tem foco na região amazônica e é baseado em dados primários da frota nacional.

1.1. Hipótese

Existe potencial para a inserção da Amazônia no mercado de reciclagem de embarcações, comparativamente com outros mercados, sob a ótica econômica, ambiental e social.

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo Geral

Análise comparativa da viabilidade da Amazônia para o mercado de reciclagem de embarcações, no que tange aos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Ponderar os critérios mais influentes sob os aspectos econômicos, ambientais e sociais, com relação à inserção de um país no mercado de reciclagem de embarcações utilizando a metodologia de análise hierárquica de processo (AHP); e
- Identificar aderência do Brasil no mercado de reciclagem de embarcações, dentre os principais países participantes desta indústria, por meio dos critérios ponderados utilizando a metodologia de análise hierárquica de processos (AHP).

- Analisar potencial do Brasil neste mercado por meio do comportamento da demanda e espacialização da frota brasileira utilizando a metodologia de ponderação do inverso da distância (IDP ou Inverse Distance Weight – IDW);
- Analisar situação da frota e geografia da Amazônia perante o mercado de reciclagem de embarcações;

1.3.Estrutura da Pesquisa

Este trabalho é estruturado em consonância com os padrões científicos e requisitos do programa ao qual este está inserido. Possui 8 capítulos que sustentam e apresentam a pesquisa realizada.

O capítulo 1, este que se encontra, chamado de Introdução, tem o objetivo de apresentar o trabalho de forma inicial. Contempla as justificativas, hipótese e objetivo do trabalho de forma precedente à revisão bibliográfica da pesquisa.

O capítulo 2, denominado Revisão Bibliográfica, é parte integrante dos padrões científicos e metodológicos adotados. Neste capítulo é apresentado o contexto, a temática e os assuntos base para a performance da pesquisa.

O capítulo 3, é chamado de Materiais e Métodos, este capítulo detalha a metodologia utilizada no trabalho para auferir os resultados.

O capítulo 4, denominado Área de Estudo, é a seção que contextualiza geograficamente o trabalho e pontua as características relevantes do espaço geográfico na pesquisa.

O capítulo 5 é o principal desta pesquisa, neste são apresentados os produtos do trabalho de forma detalhada e comentada, denominado Resultados e Discussões, em harmonia com todos os outros capítulos.

O capítulo 6 é o encerramento da dissertação, denominado Conclusão, apresenta as assertivas conclusivas acerca do desenvolvido com o trabalho, de forma sucinta, objetiva e contributiva.

O capítulo 7, é chamado de Limitações e Recomendações. Este aduz sobre as zonas limítrofes das pesquisa, de como elas influenciaram nos resultados e do que é recomendado para futuras investigações.

O capítulo 8, denominado Referências, é a seção que consta todo o material pesquisado, citado e utilizado como base para o desenvolvimento nesta pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

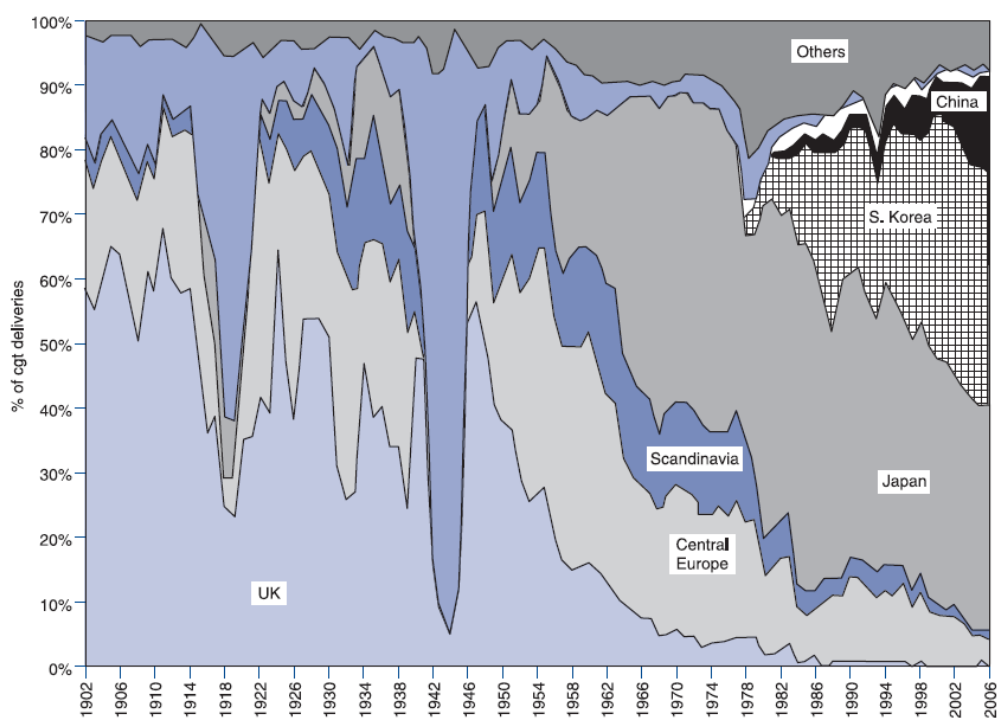
2.1. O mercado de construção naval

A indústria de construção naval provém novas embarcações, enquanto “*shipbreakers*” são os compradores do fim da cadeia de embarcações antigas que não são capazes de operar lucrativamente no mercado de navegação (Stopford, 2017).

O mercado de construção naval é altamente exposto a fatores externos, especialmente às influências políticas dos governos e condições de mercado mundial. Um exemplo notável é o rápido crescimento da construção naval no Japão e na Coreia do Sul, que se beneficiaram de subsídios e programas voltados para o favorecimento de crédito deste mercado (Jiang, et al., 2013).

O mercado de construção naval vem sofrendo mudanças ao longo da história. A produção de navios triplicou de 8,4 milhões t em 1960 a 27,5 milhões t em 1997, depois diminuiu pela metade a 13 milhões gt em 1980 e retomou crescimento a 16 milhões em 1990, ai então mais que dobrou para 44,44 milhões gt em 2005 (Stopford, 2017), conforme pode-se aferir na imagem abaixo que indica a participação dos principais participantes do mercado de construção naval no mundo.

Figura 1 – Participação cronológica no mercado de construção naval por país



Fonte: (Stopford, 2017)

Pode-se observar na Figura 1, que um século atrás, o mercado de construção naval era dominado pela Grã-Bretanha. Gradualmente o continente europeu e a Escandinávia reduziram a parte britânica deste mercado a 40%. Então nos 1950s o Japão tomou grande parte do mercado europeu, conquistando 50% da partilha de mercado em 1969. Nos anos 1980s a construção naval da Coreia do Sul cresceu rapidamente, desafiando o domínio japonês e finalmente estabelecendo o oriente como centro mundial deste mercado. Em 1990 a China começou a ganhar importância de mercado, alcançando 14% em 2006. (Stopford, 2017)

O mercado de construção naval é um mercado de longos ciclos. A embarcação leva anos para ser entregue (grande porte) e uma vez construídas tem uma vida útil que varia entre 25-30 anos. Tendências são desenvolvidas por décadas ao invés de anos. (Stopford, 2017)

Particularmente, custos do mercado de construção naval são considerados fatores críticos para assegurar novas encomendas e determinar posições estratégicas competitivas de estaleiros (Jiang, et al., 2013)

Atualmente, grandes encomendas são esperadas em escala global mesmo em cenários não tão promissores, devido à renovação natural de embarcações. A expansão da economia em longo prazo, usualmente esperada após períodos de recessões, vai aumentar a pressão para novas encomendas. (Hassan, et al., 2017)

O cenário para 2030 prevê perdas de fatias de mercado para Japão e Coreia do Sul, com ganhos para a China. A China deverá assumir a liderança mundial no setor da construção naval (FIRJAN, 2015).

O transporte marítimo é um elo vital na inserção dos países na economia mundial. Cerca de 95% do comércio mundial é realizado por via marítima ou por hidrovias. O crescimento da exploração e produção de petróleo e gás natural em alto mar tornou o segmento offshore, nos últimos dez anos, um importante mercado para o setor. É possível dividir as atividades da indústria naval em três categorias: atividades não voltadas para a navegação, atividades relativas ao produto navio, e a própria construção naval (FINEP, 2012).

Pesquisadores são mais propensos a interpretar a competitividade do mercado de construção naval baseados em fatores internos, como custo, preço, qualidade da embarcação e prazo de entrega, estes itens são diretamente envolvidos com as características de produção diária (Jiang, et al., 2013)

2.1.1. Construção naval no Brasil

Na história Brasileira, a construção e reparo naval têm inícios em 1846 quando foi inaugurado o primeiro estaleiro do país, em Ponta da Areia, Niterói (RJ). O uso do estaleiro inicialmente era militar, já na década de 1930, se iniciaram operações relacionadas a encomendas pontuais e de curta duração (Moreira, 2012).

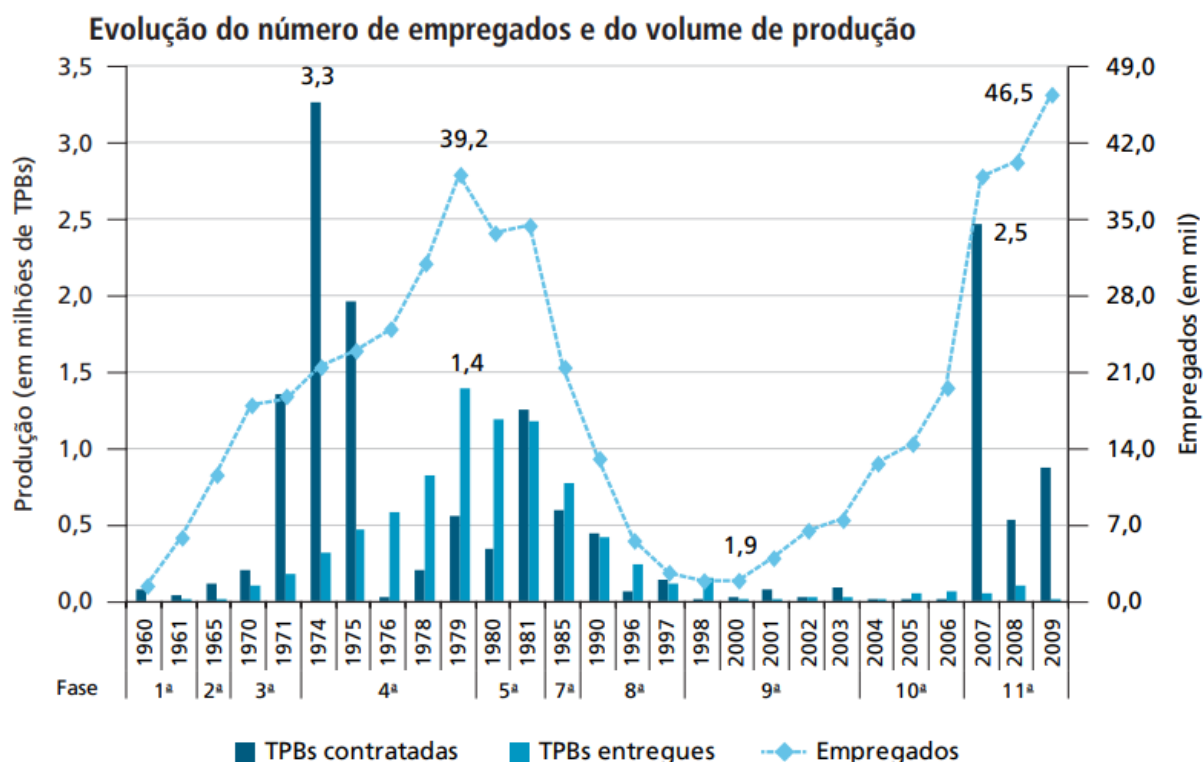
A construção naval acelerou seu crescimento com o parque industrial moderno, isto ocorre no governo do presidente Juscelino Kubitschek (1956-1961) quem cria o “Plano de Metas”, a política industrial esteve fortemente ligada aos propósitos da Marinha Mercante.

Entretanto, em livro do IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada de 2014 somente dezessete anos mais tarde – no governo Kubitschek – foram tomadas medidas concretas para o desenvolvimento do sistema portuário e a ampliação da frota nacional de navios mercantes. Foi na segunda metade dos anos 1950 que se concretizaram os esforços para a recuperação da navegação de cabotagem e dos portos, por meio de duas iniciativas importantes tomadas pelo governo federal (IPEA, 2014):

- Criação, em 1958, do Fundo de Desenvolvimento da Marinha Mercante (FDMM), visando fomentar o desenvolvimento da navegação e da construção naval; e
- Criação, também em 1958, do Fundo Portuário Nacional (FPN), visando dar sustentação, no longo prazo, aos investimentos nos portos

Em síntese, a década de 1970, apesar das ressalvas feitas, foi o período mais produtivo, e o apogeu, da indústria naval brasileira (até seu ressurgimento no início dos anos 2000). O país chegou a deter posição relevante em volume de processamento de aço para a indústria naval (IPEA, 2014). O número total de empregados da indústria naval chegou a aproximadamente 40 mil trabalhadores entre 1978 e 1979, este último ano constituindo o ponto máximo de emprego e entregas (Pasin, 2002).

Figura 2 - Evolução de empregos x por volume de produção



Fonte: (IPEA, 2014)

Pode-se observar na Figura 2 a apresentação de concentração de TPBs contratadas em 1971, 1974, 1975, 1981 e 2007, quando se mantiveram acima de 1,0 milhão de TPBs, chegando a se contratar 3,3 milhões de TPBs em 1974 e 2,5 milhões de TPBs em 2007. Como resultado das primeiras contratações na primeira metade da década de 1970, a quantidade de TPBs entregue aumentou gradativamente até 1979, mantendo-se elevada nos dois anos seguintes, mas se reduzindo drasticamente em seguida até 1997 (IPEA, 2014).

Em relação à quantidade de empregados no setor, em um primeiro momento, a trajetória acompanha aquela verificada na quantidade de TPBs entregues, inclusive mantendo-se em níveis elevados em 1980 e 1981, decrescendo bruscamente em seguida, até atingir o nível mínimo de empregados em 2000 (1,9 mil empregados). A partir desse ano, observa-se sua retomada, crescendo vertiginosamente em 2007, e chegando a 46,5 mil empregados em 2009 – 62 mil empregados em novembro de 2012. Diferentemente do ciclo anterior, em que a quantidade de empregos acompanhou a quantidade de TPBs entregue, desde 2001 a 2006 não se observa um crescimento significativo de TPBs entregues. Cabe notar que este período coincide com a contratação de plataformas marítimas e sondas de perfuração, que têm baixas tonelagens brutas

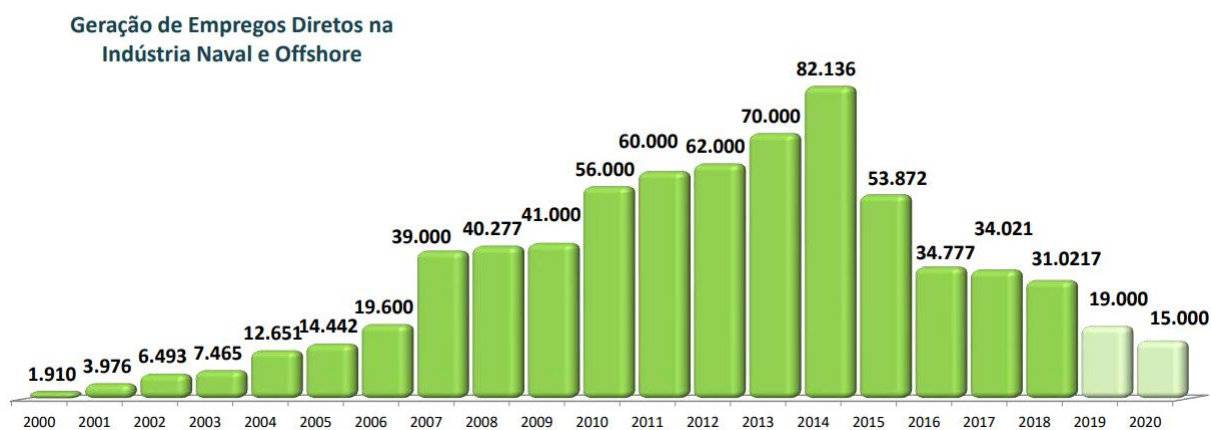
e exigem maior volume de mão de obra, em virtude da grande complexidade na sua montagem (IPEA, 2014).

Ainda na Figura 2 é possível verificar significativo crescimento de geração de empregos até 2009, contudo com crescimento de contratos e poucas entregas sendo realizadas, por diversos motivos.

O mercado de construção naval brasileiro atuou em consonância com o mercado de óleo e gás, crescendo significativamente até meados de 2014. Diante da alta dos preços do barril do petróleo, o crescimento do setor foi bastante acentuado, sobretudo de 2000 a 2014, quando foram lançados os PROREFAMS – Programa de Renovação da Frota de Apoio Marítimo, permitindo a contratação junto a estaleiros brasileiros de mais de 120 embarcações de bandeira brasileira, e investimentos de 6,5 bilhões de dólares (FIRJAN, 2018).

Conforme SINAVAL (2018), após 2014, houve quedas recorrentes em índices do setor, conforme observa-se na Figura 3 com geração de empregos no Brasil relativo à indústria de construção naval.

Figura 3 – Geração de empregos diretos na indústria naval e offshore



Fonte: (SINAVAL, 2018)

2.1.2. O mercado de construção naval na Amazônia

No norte (Brasil), a demanda do transporte fluvial mantém estaleiros ativos, com investimentos liderados por exportadores de grãos e minérios, demanda que também aumenta no Rio Grande do Sul, com políticas para ampliar a operação fluvial, por ser mais econômica para o transporte de cargas (SINAVAL, 2016).

Existe um mercado perene de construção naval no Brasil representado nos segmentos de reparo, apoio portuário, balsas, embarcações, de transporte de passageiros e comboios para transporte fluvial de grãos, minérios, fertilizantes e combustíveis (SINAVAL, 2016).

O Brasil conta com 12 regiões hidrográficas e 41.635 km de vias fluviais, deste total, 20.956 km, ou 50,3%, são operacionais. Seis corredores hidroviários são aproveitados para o transporte de cargas. Portanto, esse cenário apresenta grande potencial de crescimento (FIRJAN, 2015).

A região Norte tem se destacado na construção de embarcações fluviais, entre eles barcaças e empurradores e participa em 2,16% no TPB total do país, isto sem os levantamentos estatísticos do estado do Amazonas. A construção Naval no norte do país promoveu cerca de 9000 empregos diretos em 2016 (SINAVAL, 2016).

2.2. A correlação entre o mercado de construção e o de desmantelamento

O mercado de construção marca o início das relações comerciais de um produto (navio) e o mercado de desmantelamento transforma o ativo de prestação de serviços em produto de comercialização unitária (varável por peso). Desta forma um demarca o início de vida útil deste produto e o outro demarca o fim desta mesma vida útil. Não é por menos que Stopford (2017) afirma que estes dois mercados atuam de maneira cíclica inversa entre si com defasagem equivalente ao tempo de vida útil das embarcações envolvidas na análise, seguindo a lógica de que se houve um pico de construção naval localmente, haverá um pico de embarcações obsoletas num futuro na mesma proporção.

Em contraste com a indústria de construção naval, a indústria de desmantelamento de embarcações é localizada principalmente em países de baixo custo, como o subcontinente indiano, e é a uma das indústrias que necessita de maior grau de força de trabalho humano. Em alguns países a indústria de desmantelamento é realizada em praias com a mão de obra equipada com ferramentas primitivas e equipamentos de corte (Stopford, 2017).

A demanda por novas e mais sustentáveis encomendas de navios podem aumentar caso regulamentações aplicadas à navios existentes entrem em vigor e suas adaptações tragam custos inviáveis, portanto, neste caso, levando ao aumento do desmantelamento de navios (OECD, 2018).

2.3. O Mercado de desmantelamento

2.3.1. Contexto histórico

Shipbreaking representa a indústria de quebra e reciclagem de navios, transformando as embarcações no fim de vida em aço e outros itens recicláveis. A reciclagem dos navios é o modo ambientalmente mais sustentável de descartar navios antigos, com praticamente todas as partes do complexo do casco e maquinário sendo reutilizadas ou recicladas como sucata (Sarraf, et al., 2010).

Até a década de 1960 o desmantelamento de navios era considerado uma operação altamente mecanizada, concentrando-se em países desenvolvidos como Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e Itália. Durante as décadas de 1960 e 1970 as atividades de desmantelamento de navios começaram a ser realizadas em países semidesenvolvidos como Espanha, Turquia e Taiwan devido à existência de mão de obra barata e de mercado de aço laminado nestes locais (Hossain & Islam, 2006).

Na década de 90 e anos 2000, as atividades relacionadas a “quebra” e reciclagem de navios acontecem ainda nos países ao sul do continente asiático, onde a mão de obra continua barata, com uma melhora na legislação relacionada a processos de dissolução dos componentes das embarcações, normas de proteção para os trabalhadores e melhorias nas técnicas de separação de resíduos tóxicos que os navios possuem (NGO Shipbreaking, 2015).

Estima-se que, todos os anos, no mundo, sejam enviados para quebra e reciclagem, cerca de 200 a 600 navios em fim de vida, prevendo-se que o pico máximo foi atingido em 2010, a qual possuiu a quebra de 800 navios de casco simples, incluindo navios de guerra (CEC, 2007).

A reciclagem de navios contribui para o desenvolvimento sustentável e é a maneira mais ecológica de descartar navios com praticamente todas as partes do casco e maquinários capazes de ser reutilizados. Contudo, enquanto o princípio da reciclagem de navios é somente um, o estado relatado das práticas de trabalho e padrões ambientais em instalações de reciclagem em certas partes do mundo, muitas vezes, é insuficiente (RINA, 2005).

Reconhecendo que vários dos problemas associado à reciclagem do navio pode ser abordado no estágio de projeto e construção, as novas diretrizes internacionais que regulamentam a indústria de “*Shipbreaking*” incentivam os projetistas e construtores navais para ter a devida noção quanto à disposição final do navio ao projetar e construir o mesmo (RINA, 2005).

Existe uma notável diferença terminológica quando se fala em tornar uma embarcação construída em unidades de aço. Esta diferença foi esculpida por Legaspi (2000) ao passo que este autor afirma que o termo “scrapping”, mais relacionado com “sucata” em tradução livre, carregava conotação de não sustentável, contrária à emergente ideia de sustentabilidade ambiental propagada no final do século XX. De forma consequente, o termo “Recycling”, relacionado com “reciclagem” em tradução livre, foi cunhado para trazer a conotação de sustentabilidade desejada para estabilidade da indústria.

A terminologia não tem influência nas ações em si, contudo é fato que a comunidade global vem exigindo mais sustentabilidade nas ações desempenhadas por essa indústria. Não cabe no escopo deste trabalho tecer comentários sem bases científicas que não atendam ao objetivo do mesmo. O que há de evidenciar é a pluralidade nos termos empregados neste estudo e a conotação de cada um para buscar maior entendimento sobre o tema.

O termo “demolição” de embarcações trata o tema como conotação de sucateamento sem definir a origem do aço sucateado. O termo “desmantelamento” de embarcações trata o tema com aspecto mecanicista e neutro, sem conotação de origem ou destino do aço desmantelado. O termo “reciclagem” de embarcações trata o tema com aspecto sustentável, cíclico e sem neutralidade de que o material reciclado deve ter origem registrada e destinação garantida para que o termo possa ser integralmente cumprido.

2.3.2. Características atuais do mercado de reciclagem de embarcações

Na literatura atual, o negócio em questão denominado de várias maneiras como mercado de desmantelamento; reciclagem de navios e/ou *Shipbreaking*, com muitas similaridades e algumas diferenças entre si. O mercado de desmantelamento é uma nomenclatura mais antiga e se refere ao mercado estruturado deste negócio. Já o termo reciclagem de navios é mais moderno e se relaciona melhor com os princípios de sustentabilidade. A denominação *Shipbreaking* é tida como a mais popular e frequentemente relacionada com os aspectos negativos, de condições de trabalho e ambientais deste mercado no sul e sudeste da Ásia.

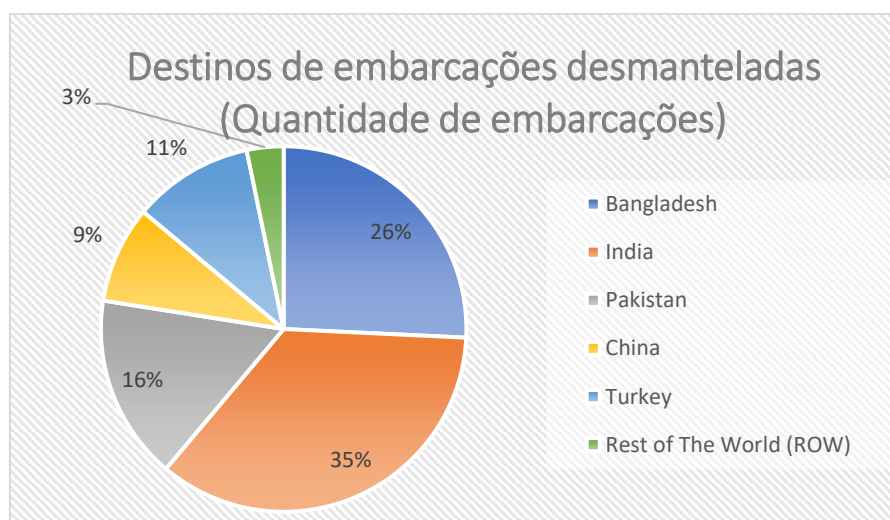
O processo de desmantelamento de embarcações ou “*shipbreaking*”, de acordo com Sujauddin et. al. 2014, sempre ocorreu ao redor de todo o globo terrestre, desde a época das embarcações de madeira. Até a primeira metade do século XX, os países dominantes nesta atividade eram os Estados Unidos da América e o Reino Unido. Entretanto, com o desenvolvimento de leis trabalhistas mais rígidas e regulamentos ambientais mais rigorosos, a

indústria do “descomissionamento” de navios teve seus polos gradativamente transferidos para as regiões do Mediterrâneo.

Ainda de acordo com Sujauddin et. al., 2015, países como China, Índia, Paquistão, Turquia e, principalmente, Bangladesh passaram a ser referência neste setor, por possuírem leis trabalhistas mais flexíveis e, até, incentivos do governo. Na última década, a indústria de “*shipbreaking*” em Bangladesh demonstrou estar caminhando na direção correta para se tornar líder mundial no segmento, haja vista o grande aumento nas suas atividades. Entre outros fatores, isto se dá pela economia favorável no fornecimento e demanda dos materiais fornecidos pelo descomissionamento dos navios.

Como é possível aferir na Figura 4, a destinação de embarcações para a atividade de desmantelamento é concentrada em um grupo de países que compõe este mercado de forma mais significativa. Estes são Bangladesh, Índia, Paquistão, China e Turquia.

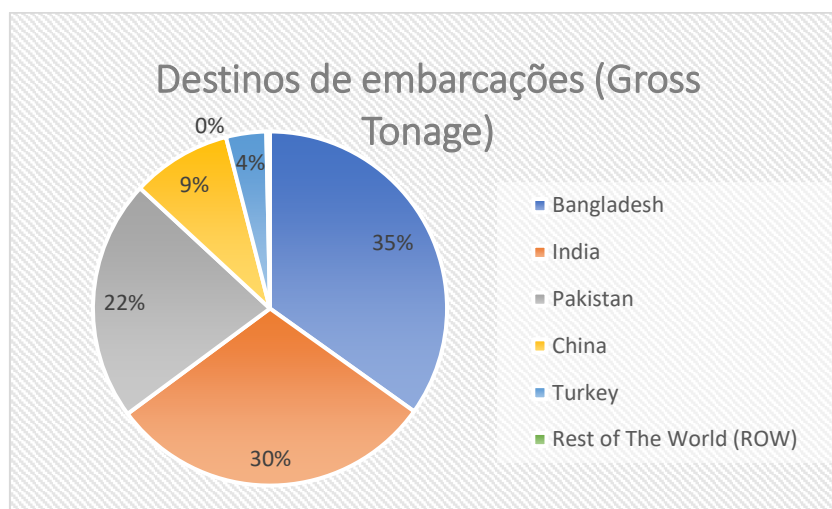
Figura 4 - Distribuição percentual do número de embarcações desmanteladas em 2016



Fonte – Adaptado de NGO Shipbreaking Plataform, 2016

Na Figura 5 é possível observar a distribuição de toneladas no mercado de desmantelamento de navios do mundo. De acordo com a mesma, os maiores movimentadores deste mercado estão na Ásia (Bangladesh, Índia e Paquistão) com 73% do mercado, em toneladas. China e Turquia atuam como secundários na participação do mercado, com 26%. E o resto do mundo com 1%, sendo o Brasil participante minoritário do grupo resto do mundo.

Figura 5 - Distribuição percentual de arqueação bruta (GROSS TONNAGE) de embarcações desmanteladas em 2016



Fonte – Adaptado de NGO Shipbreaking Platform, 2016

O mercado de demolição é mais focado nos lucros obtidos do que onde e como a embarcação é desmantelada. Vários armadores se preocupam o montante a receber dos estaleiros de desmantelamento, pois, mesmo uma pequena variação no preço por LWT terá um grande impacto no lucro da operação (Schøyen, et al., 2017). Este mercado atua na reciclagem de 20,4 milhões de toneladas no total mundial, este trabalho levantou que o Brasil terá um total de 3,9 milhões toneladas potenciais para este mercado até 2037., representando mais de 15% do total atual.

Mikelis (2007) afirma que variações no preço de desmantelamento são reflexos não só de custos de mão de obra e ambientais para reciclagem, mas sobretudo, de variação da demanda interna por aço de embarcações e dos preços obtidos pelos recicladores em economias diferentes. Fato é que muitas variáveis têm influência neste mercado como estrutura e regulamentação da atividade, contudo, este levantamento fornece um potencial positivo para este mercado no Brasil.

De acordo com Chang et. al. (2010), um dos principais fatores que afasta a atividade de “*shipbreaking*” em países desenvolvidos, como os do bloco europeu, deve-se ao fato de que, segundo a Convenção de Basileia de 1989, a maior parte dos navios a serem descomissionados detém materiais perigosos e tóxicos. Estes materiais, em países pertencentes à OECD (Organização pela Cooperação e Desenvolvimento da Economia), são alvos de constante monitoramento e destinação extremamente controlados, onde as exigências ambientais nestes países tornam a atividade economicamente inviável.

No Brasil, embora existam muitas embarcações classificadas e diversos estaleiros de reparo naval que, por sua vez, acabam por realizar o processo de descomissionamento, este tipo de atividade ainda é pouco regulamentado. Atualmente, o foco dos estudos de descomissionamento ao longo da costa Brasileira, recai sobre as plataformas de extração de petróleo. Contrariamente ao setor de petróleo e gás, o desmantelamento de embarcações fluviais e marítimas ficou em segundo plano por parte do governo e do setor privado (Benjamin & Figueiredo, 2020).

Atualmente no Brasil, a atividade de descomissionamento se concentra na Bacia de Campos, com tendências de crescimento, apesar dos obstáculos de regulamentação e de normatização (Martins, 2015). No Brasil, embarcações que operam na navegação fluvial, responsáveis por boa parte do percentual de embarcações potenciais ao desmantelamento, ainda não possuem destinação quando se encontram no final e após a sua vida operacional. Isto faz com que, em diversas cidades onde a navegação fluvial tem peso, o cenário de embarcações abandonadas ao longo da costa se repita, com propensos danos sociais e ambientais.

Figura 6 - Embarcações em abandono na Amazônia.



Fonte: Autor (2020).

É possível exemplificar na Figura 6 a situação da grande maioria de embarcações que encerram seu ciclo de vida na Região Amazônica. Desta forma, acarretam prejuízos ambientais, bem como para a segurança da navegação e consequências sociais.

Estas embarcações, na maioria das vezes, são desmanteladas em “beiradas” de rios e em pequenos estaleiros de reparo na Amazônia, sem que exista controle dos processos sob a ótica social e ambiental. Da mesma forma, não há fiscalização das condições de trabalho nestas atividades, nem controle sobre a destinação dos materiais retirados das embarcações que, em sua maioria, são enviados para sucatas locais para, então, serem recicladas.

2.4. Prática de desmantelamento de embarcações

Em estudo sobre esta prática, Choi et al (2016) aponta três tipos de destinação exequíveis para as embarcações após sua vida útil ter acabado: destinação padrão; destinação precária e destinação para formação de corais. O autor afirma que a destinação escolhida pelo tomador de decisão levará em consideração análise econômica e análise de impactos ambientais.

Este autor estuda somente as duas categorias que envolvem o desmantelamento de navios. De forma que os métodos pertencentes à categoria padrão são considerados capazes de aderir às regulações internacionais e locais que protegem a segurança do trabalhador e minimizam os riscos de impactos ambientais. Métodos pertencentes à categoria precário são considerados incapazes de aderir à tais regulamentações baseadas nas ameaças inerentes ao meio ambiente e riscos à segurança dos trabalhadores associada a cada método particular (Choi, et al., 2016).

No âmbito global, vários métodos são praticados, contudo, existem 4 métodos identificados que englobam bem esta classificação (Schøyen, et al., 2017; Hossain, 2017). Como seguem:

O primeiro é denominado método de “Beaching” é um dos métodos mais comuns, utilizado pela maioria dos estaleiros de reciclagem em Bangladesh, Índia e Paquistão. O navio é transportado para uma praia ou região de águas rasas e demolido manualmente (Hossain, 2017).

Em segundo, é possível citar o método “slipway” onde o navio é rebocado para a terra através de um plano inclinado que adentra ao mar. (NGO Shipbreaking, 2016). Inversamente ao lançamento de embarcações em carreiras de construção, se considerarmos as características de estaleiros de construção naval. Este somente é possível em instalações equipadas e com planejamento realizado para receber esta operação.

O terceiro método é quando a embarcação é atracada em cais de atracação e seus componentes são retirados com auxílio de guinchos e guindastes para um local apropriado. Este processo se inicia com as seções e os elementos mais altos da embarcação, o processo de desmantelamento continua no sentido do fundo, através da praça de máquinas, por último o casco da embarcação. Este pode ser realizado em cais de atracação portuária com auxílio de guindastes disponíveis. Além disso, pode-se viabilizar também como uma etapa no processo de desmantelamento, aventando a possibilidade de destinação posterior à remoção de certos equipamentos dos navios (Hossain, 2017).

O quarto método é o desmantelamento em dique seco, considerado como a forma mais sustentável, segura e apropriada das opções no que se refere à segurança e limpeza do processo, contudo é um método pouco aplicado por ter elevados custos de operação (OECD, 2018). Neste formato, se faz necessário a docagem da embarcação em dique seco e a remoção dos elementos existentes por meio de “desconstrução” planejada, com destinação adequada de resíduos, cálculos estruturais de remoção e demolição, além de muita força humana de trabalho envolvida (Hossain, 2017).

Previamente ao procedimento de reciclagem das embarcações, na categoria padrão, é realizado uma pré-limpeza desta, que leva várias semanas e remove os resíduos perigosos, como resíduos orgânicos, óleos, pintura e materiais isolados. Este procedimento reduz os efeitos nocivos e negativos de materiais perigosos aos trabalhadores e ao ambiente dos estaleiros de reciclagem (Devault, et al., 2017).

Esta prática consiste no desmantelamento das partes constituintes da embarcação, por ser ter superestruturas complexas, o processo de desmantelamento deve se dar por blocos e partes, devendo ser classificadas, separadas e recicladas para futuros encaminhamentos (Dinu & Ilie, 2015).

Existe alta complexidade no manuseio dos materiais componentes das embarcações, por apresentarem altos graus de toxicidade e inflamabilidade. O correto gerenciamento deste aspecto ambiental, de acordo com a regulamentação internacional, requer atividades de classificação, extração e descarte apropriados, de forma a denominá-la reciclagem sustentável de embarcações (Kaiser & Byrd, 2005).

Conjuntamente com o surgimento da conferência de Hong Kong (HKC), em 2009, esta atividade adotou a nomenclatura de “Reciclagem de Navios”, que visa ao correto descarte e à mitigação dos impactos ambientais e sociais originários desta prática. Ademais, outro avanço que a HKC proporcionou foi o maior envolvimento e sensibilidade de organismos

internacionais para esta problemática, conseqüentemente, maior interesse internacional no desenvolvimento de regulamentações voltadas à sustentabilidade desta atividade (Mikelis, 2013; IMO, 2009).

Os principais atores desta atividade, assim como seus ativos, estão alocados na majoritariamente Ásia, como já mencionado. Quatro países acumulam 85% do mercado mundial de desmantelamento (NGO Shipbreaking, 2015). Estes países são Paquistão, Índia, China, Bangladesh (Hiremath, et al., 2015).

No caso de Bangladesh e Paquistão, que ilustram bem as características deste mercado por país, a reciclagem de navios compreende entre 15% e 50% da demanda de sucata de aço das indústrias siderúrgicas destes países, respectivamente (Sarraf, et al., 2010). Caracterizando a demanda interna como diretriz primária para a viabilidade deste mercado.

2.4.1. O material reciclado

Naturalmente, muitas partes do navio são reutilizadas diretamente. Embora a sucata ferrosa e não-ferrosa que está disponível no navio forneça uma receita necessária para os *shipbreakers*, os outros equipamentos a bordo também contribuem com um certo percentual na composição de receitas (Sujauddin, et al., 2015; Benjamin & Figueiredo, 2020).

Na quebra de navios, a sucata ferrosa é o principal produto. Os elementos de aço que são cortados do navio são entregues à indústria siderúrgica para reprocessamento. Dependendo do tipo e qualidade da sucata ferrosa; é normalmente usado na produção de aço e ferro como carga de fusão ou re-laminado como barras de reforço na construção de edifícios de baixa tensão (Legaspi, 2000).

Com a ausência de instalações de reciclagem de resíduos, os *shipbreakers* têm que recorrer aos meios mais fáceis de descartar materiais não comercializáveis. Os materiais restantes que não podem ser vendidos são queimados (Hossain, 2017).

Hossain (2017) fez um estudo do material oriundo de 27 navios reciclados em Bangladesh (maior participante deste mercado) entre 2009 e 2015, a média de retirada de material reutilizado ou reciclado foi entre 1.833.461 MT (mínimo) e 1.989.252 MT (Máximo) anualmente neste país. Este volume de material reciclado com é significativo para a econômica local e nacional desta região.

O documento que é requerimento de acordo regulamentações europeias, que será citado adiante, é denominado Inventário de Materiais Perigosos ou Inventory of Hazardous Materials (IHM) (European Commission, 2016). Este consiste em listar todos os materiais existentes da

embarcação, quantidade e localização, para então, facilitar o processo de desmantelamento de forma sustentável e economicamente viável. Este documento é atrelado à permissão de navegação em toda a união europeia e tende a ser solicitado globalmente com a aderência de novos países à legislações internacionais sobre desmantelamento de navios.

2.5. Aspectos Econômicos

Ao comentar sobre o ciclo de vida do navio, não se pode evitar enfatizar a importância dos fatores conhecidos que influenciam o ciclo de vida de um navio - a obsolescência do navio; não é apenas um único fator que servirá como base primária, mas sim a consolidação de todos os fatores. Esses mesmos fatores estão relacionados entre si e contribuem diretamente para o número de navios que devem ser descartados por um determinado período (Stopford, 2017).

Simploriamente, o navio mercante moderno é um dispositivo de forma plana feito de estruturas de aço soldadas, vigas e placas projetadas para transportar cargas específicas com segurança através do oceano. O corpo dessa estrutura pode variar dependendo da importância da velocidade, capacidade de carga, economia de combustível e rota pretendida que o armador tenha que determinar. A maioria das embarcações comerciais marítimas é movida por motores a diesel e os projetos mudaram consideravelmente de velocidade para economia. O aumento no custo do combustível contribui para a melhoria do projeto do navio, dando ênfase à propulsão econômica, motores principais com eficiência de combustível e melhor design do casco. Navios mercantes modernos são construídos hoje de acordo com regulamentos rigorosos (Legaspi, 2000).

Muitas vezes, o envelhecimento de um navio é um fator significativo que influencia o armador a vender seu navio para o mercado de desmanelamento. Aparentemente, isso não é assim, pois é apenas um fator contributivo. Se a idade fosse usada como a única categoria para os navios serem desmantelados, muitas embarcações bem conservadas de companhias de navegação tradicionais seriam perdidas (NGO Shipbreaking, 2008).

A adequação do navio para futuras negociações devem ser cuidadosamente estudada. O tamanho e a sofisticação crescentes deixaram os navios antigos e menos desejáveis no comércio marítimo internacional para procurar uma área de comércio adequada onde a concorrência é baixa. A velocidade e a capacidade de movimentação de carga de um navio moderno reduzem a competitividade dos navios mais antigos; especialmente, se é uma transportadora especializada projetada para serviço contínuo em um comércio específico. A idade média dos

vários navios que foram demolidos durante o período 1992-1998 varia de 22,5 a 26,7 anos (Legaspi, 2000).

Os navios mais antigos estão sujeitos a desgaste excessivo durante o seu serviço e podem exigir maiores custos de reparo e manutenção. Ao longo da vida econômica de um navio, ele é submetido a pesquisas periódicas projetadas para manter seu casco, máquinas e equipamentos em boas condições. O quarto ou quinto levantamento que o navio tem que sofrer para cumprir as normas de segurança e ambientais geralmente requer gastos massivos. Isso também exige maior cobertura de seguro, que o proprietário tem que pagar (Legaspi, 2000).

Na Tabela 1 é apresentada a média de idade das embarcações que foram desmanteladas nos anos de 2015 a 2019, segundo a NGO Shipbreaking (2019).

Tabela 1 - Média de idade de embarcações desmanteladas no globo

	Média de Idades (anos)	Desvio Padrão (anos)	Mínimo (anos)	Máximo (anos)
2018	31,6	8,6	8	75
2017	28,9	7,9	7	92
2016	25,9	7,2	8	118
2015	28	6,5	7	75

Fonte: Adaptado NGO SHIPBREAKING (2019)

Na Tabela 1 também é possível concluir que a média de idade das embarcações para o desmantelamento está entre 25,9 (mínimo) e 31,6 (máximo) e o desvio padrão dessas amostras é varia de 6,5 (mínimo) a 8,6 (Máximo). Evidentemente, também pode-se aferir que 7 anos é a idade mínima que uma embarcação foi desmantelada neste período e que 118 anos é a idade máxima pro mesmo quesito.

Estes números jogam luz sobre o fato de que as médias de idade flutuam entre 25 e 31 anos e que existe discrepância ou *outliers* nesta série de dados tanto para valores máximos, quanto para valores mínimos.

Para um armador, a condição de mercado é o ambiente para maximizar o lucro. O mercado de navegação é volátil e não há escassez de potenciais compradores. A decisão de vender é muitas vezes mais difícil do que a oportunidade de comprar e cria um problema no equilíbrio entre oferta e demanda, considerando que o navio é tratado como commodity e não como uma unidade de transporte (Legaspi, 2000).

A competitividade operacional de um navio poderia ser mantida enquanto fosse continuamente empregada e estivesse lucrando o suficiente para cobrir suas despesas operacionais. A “reputação” de um navio também exige uma boa imagem; seu desempenho histórico, potencial de ganhos e quantos proprietários o navio atravessou fortaleceriam a competitividade do navio ou dariam algumas dúvidas a um cliente ou comprador em potencial (Legaspi, 2000).

A utilização de navios não confiáveis seria remota, se houvesse um aumento na oferta de tonelagem disponível para um setor de transporte específico. O aumento da oferta de tonelagem pode não garantir o emprego de navios modernos. Quando os mercados de frete são baixos, o emprego do navio é de grande consideração, mesmo os grandes navios recém-construídos teriam um problema para se adequar a um comércio específico de navios. O armador teria que considerar a escolha de acondicionar o navio ou vendê-lo para a sucata. Isso aconteceu no início da década de 1980, quando ULCCs e VLCCs soberbamente especificados foram vendidos para demolição devido à falta de emprego (Drewry Shipping Consultants Ltd, 1996).

Nos últimos anos, foram introduzidas regulamentações mais rigorosas, que exigem grandes reformas em navios já existentes, a fim de obter certificados apropriados e para que eles possam competir no transporte internacional. O custo de manter a classe atual do navio, conforme estabelecido pela sociedade classificadora, e o custo de instalar o equipamento necessário para atender aos padrões nacionais e internacionais, afetarão a receita projetada do navio. O requisito de segurança ambiental, que é de extrema importância, contribuiu para as mudanças no projeto de navios (Legaspi, 2000).

2.6. Aspectos ambientais

A indústria de desmantelamento de embarcações traz consigo vários perigos e consequências que incluem fogo, explosões e falha de objetos em operação. Estes perigos podem ser evitados com operações cuidadosas (Yan, et al., 2018).

Esta atividade gera ao redor do mundo impactos ambientais consideráveis decorrentes da falta de organização e padronização dos responsáveis por tal operação, chamados de estaleiros ou canteiros. (Devault et al., 2016). Em consequência desta falta de manejo adequado uma série de poluentes de diversas naturezas são postos em contato com o meio ambiente. Entre eles poluentes metálicos, gasosos e sólidos (Hossain; Islam, 2006).

Estes poluentes não são identificados previamente nas embarcações, de forma a dificultar o mapeamento dos mesmos no momento de desmantelamento (NGO Shipbreaking, 2015). Muitos destes materiais não metálicos são altamente agressivos ao sistema atmosférico, à saúde humana e ao bioma local.

O processo de desmantelamento de embarcações geralmente contém materiais perigosos envolvidos, como amianto, PCB's, substâncias radioativas, compostos anti incrustante, lubrificantes hidráulicos e produtos químicos, quantia que pode chegar a 1,05% e 2% do LDT do navio (Jain, 2017).

Os resíduos oriundos do processo que são enviados para reprocessamento, de acordo com Rodrigues (2008) são:

- Metais: nem todos os componentes metálicos são considerados sucatas em função da sua qualidade, uma parte segue para corte e moldagem ou laminagem, transformando-se em outras peças reutilizáveis podendo ser usados na construção civil, por exemplo;
- Óleos diversos: são processados/limpos e colocados à venda;
- Minerais: como exemplo o amianto pode ser limpos e transformados em pó para serem vendidos a indústrias
- Cobre: os danificados que não podem ser revendidos são queimados ou o cobre é recuperado.

De acordo com a *NGO Shipbreaking Platform*, cerca de 90% da estrutura do navio é constituído de aço, que varia dependendo do tipo e tamanho da embarcação. Este material tem característica isotrópica, logo a sucata de ferro é o maior componente obtido da reciclagem de navios. Este material, após retirado das embarcações, segue para siderurgias nos casos em que não pode ser aproveitada para laminagem ou reutilização (Rodrigues, 2008).

São mais nocivos ao meio ambiente e saúde humana os elementos que seguem:

- Amianto
- Bifenil Policlorato
- Água de Lastro
- Óleos diversos
- Tintas e revestimentos
- Metais

Além dos materiais perigosos existentes na embarcação, as operações de desmantelamento também causam poluição e emissões. Neste processo, equipamentos de corte são amplamente utilizados, e atualmente, a maioria dos estaleiros de desmantelamento ao redor do mundo usam gás acetileno por meio de gás de corte a quente (Yan, et al., 2018).

Apesar de todos os estaleiros de demolição de embarcações terem impactos ambientais, estaleiros no sul da Ásia possuem parcelas maiores nestas questões, como em Bangladesh, Paquistão e Índia, que detém a maior parte desta indústria. A Europa por sua vez possui uma contribuição menor para estes problemas, desmantelando apenas 3% dos navios no mundo (Por peso). (Science for Environment Policy, 2016)

2.7. Aspectos sociais

Afirma-se frequentemente que as razões pelas quais a indústria de navios se deslocou para os países em desenvolvimento e que não é rentável tê-lo nos países industrializados, deve-se ao alto custo do trabalho (mão de obra) e aos regulamentos rigorosos relativos ao manuseamento de materiais nocivos para os seres humanos e o ambiente (Mikelis, 2013; Benjamin & Figueiredo, 2020).

O lucro pode ser mínimo para alguns dos proprietários dos estaleiros de desmantelamento de navios, quando comparado a outros proprietários que começaram no início deste tipo de negócio, contudo, o número de empregos sendo gerados pela indústria não é menos importante (Legaspi, 2000).

Em Alang, na Índia, o maior cemitério do mundo para navios em que mais da metade da frota mundial está dividida quando o ano fiscal terminou em 31 de março de 1999, foi revelado que a indústria de navios na Índia está viva e prosperando. Mais de três milhões de toneladas de navios foram demolidas, oferecendo empregos muito necessários para cerca de trinta e cinco mil a quarenta mil trabalhadores migrantes dos estados do leste da Índia. Além disso, a indústria também fornece emprego indireto para mais de cem mil pequenos comerciantes, processadores de sucata, trabalhadores da indústria de transporte e re-laminação e funcionários de usinas de oxigênio (Nadkarni, 1999).

O perfil dos trabalhadores desta indústria em Alang-Sosiya são migrantes sazonais de estados vizinhos mais pobres que se deslocam em busca de oportunidades de trabalho e acabam residindo em condições precárias ao redor dos estaleiros expostos ao ambiente insalubre das redondezas (Science for Environment Policy, 2016).

Somente para Sikatunda, uma comunidade em Chittagong, Bangladesh, foi relatado que mais de trinta mil pessoas estavam empregadas na indústria de desmantelamento de navios. Até noventa por cento dos laminadores de aço em Bangladesh dependem do aço que pode ser recuperado da indústria de desmantelamento de navios. Estima-se que o número de pessoas envolvidas chegue a 100.000 (Legaspi, 2000).

O que atraiu a atenção da indústria naval foi como os diferentes relatórios apresentaram o processo em que os navios são quebrados manualmente pelo trabalhador com equipamentos de proteção limitados e, para alguns, nada. Se for necessário fazer uma comparação, a operação de desmantelamento de navios na Índia, Bangladesh e Paquistão é na verdade feita por milhares de trabalhadores. Considerando que a operação de desmantelamento de navios na Coreia do Sul e em Taiwan é altamente mecanizada. Os países exportadores investiram muito em infraestrutura e não empregam centenas de trabalhadores e acham caro recuperar o aço da atividade de desmantelamento de navios neste estágio do tempo. Por outro lado, os três principais países que destroem navios hoje a consideram lucrativa devido à abundância de trabalhadores e a mão-de-obra é barata (Legaspi, 2000).

Além destas condições supracitadas, foi constatado que os trabalhadores desta indústria estão em contato direto com elementos poluentes da natureza e que trazem câncer (Science for Environment Policy, 2016). Esta mesma pesquisa realizada afirma que há relação positiva entre os trabalhadores desta indústria e a probabilidade de desenvolver câncer em função do tempo de exposição aos navios (elementos tóxicos).

Os salários que trabalhadores em Bangladesh recebem variam de acordo com seu status de emprego e com a experiência adquirida. Para o empregado permanente, um salário inicial de *dois mil taka* por mês é oferecido, o equivalente à 23,60 dólares (Cotação de 17/02/2021). Os subcontratados são pagos pelo proprietário do estaleiro a uma taxa de quatrocentos taka, o equivalente à 4,72 dólares (Cotação de 17/02/2021), por cada tonelada de aço cortado em média (Legaspi, 2000).

O salário dos trabalhadores contratados, que realmente fazem o trabalho, é diferenciado de cinco taka por hora para o nível salarial mais baixo, até doze taka por hora, para o supervisor responsável por uma equipe de trabalho que pode ser composta por quinze trabalhadores. O salário médio para um período de trabalho de um mês é relatado para variar de quinhentos a mil e quinhentos taka (Legaspi, 2000), o equivalente à \$5,90 – \$17,69 em cotação de 17/02/2021.

O que está sendo oferecido a esses trabalhadores é padrão mesmo em outros estaleiros em Bangladesh. O princípio de “sem trabalho - sem remuneração” é claramente enfatizado para os trabalhadores e o trabalhador mais jovem empregado tem doze anos de idade, o que está abaixo do padrão internacional reconhecido sobre a prática de trabalho. Na Índia, o representante da Sociedade do Greenpeace observou que o trabalhador mais jovem tinha quinze anos de idade (Legaspi, 2000).

Esta seção foi referenciada nos exemplos existentes onde o mercado é mais intenso atualmente, contudo, buscando extrair as características marcantes deste aspecto e seu comportamento padrão. Não é objetivo deste trabalho propor projetos de implementação, contudo, os exemplos existentes hoje que tem como Índia e Bangladesh como polos, não são exemplos de empreendimento sustentável e inovador (NGO Shipbreaking, 2016).

Os estaleiros de quebra de navios em Alang, Índia e Chittagong, Bangladesh são divididos em vários números de lotes. Um único estaleiro pode ocupar vários lotes, o que pode dar ao proprietário uma vantagem em comparação com outros navios que abandonam a localidade. Ter uma linha costeira mais longa à sua disposição significa uma vantagem comparativa para lidar com navios maiores, mas isso requer uma grande quantidade de capital que os investidores dos países em desenvolvimento são escassos (Legaspi, 2000).

As praias em Chittagong, que são de propriedade das autoridades, são alugadas a pátios de desmantelamento em um contrato de noventa e nove anos, muitas vezes se estendem por vários quilômetros. Com o crescimento da indústria de navios, Bhatiary, uma vila de pescadores que foi anteriormente localizada na parte norte de Sikatunda, foi transferida em 1986 para um local entre dois pátios de desmantelamento de navios na parte sul de Sikatunda. O povo da aldeia ficou com apenas cem a duzentos metros de praia para a área de atracação de seus barcos e redes de pesca. Ao todo no distrito de Chittagong, foi declarado que entre sessenta e setenta aldeias de pescadores foram realocadas (Legaspi, 2000).

A maneira como os navios são quebrados ao longo da praia faz com que seja perigoso para os pequenos pescadores que têm de lançar suas redes onde os navios estão atracados. Os objetos pontiagudos submersos em áreas lamacentas que não são recuperadas representam perigo para esses pescadores. As famílias na aldeia não estão isentas de enormes perturbações que a operação de desmantelamento cria; especialmente quando grandes pedaços de aço que são cortados caem na praia. Há reverberação no chão produzindo grandes rachaduras nos pisos e paredes de casas próximas (Legaspi, 2000).

A diminuição da captura de peixe significa que estes pescadores tradicionais têm que pescar mais longe da praia, o que requer barcos motorizados. O estoque limitado de peixes que deve ser compartilhado entre esses pescadores locais, juntamente com a intrusão de um barco de pesca maior, significa que os ganhos diários desses pescadores se deteriorarão se deixados sem vigilância pelas autoridades. A estrutura social tradicional que o país tem que preservar seria então interrompida (Legaspi, 2000).

Se os pescadores não conseguem sustentar a demanda dos consumidores, a população precisa buscar outra fonte de renda. Não só o volume da captura de peixe será afetado com a atividade de desmantelamento na localidade, mas também a qualidade do peixe como resultado da introdução de poluentes dos navios a serem quebrados. A concentração de poluentes nos sedimentos marinhos nas proximidades do estaleiro destrói, por sua vez, a cadeia alimentar, que provavelmente estará presente nos próximos dez a vinte anos (Legaspi, 2000).

2.8.Regulamentação

A Convenção Internacional de Hong Kong para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Adequada de Navios foi realizada em maio de 2009. Após a sua entrada em vigor, o desenvolvimento e manutenção de Inventário de Materiais Perigosos, que identifica a quantidade e localização de materiais perigosos a bordo do navio, será documento compulsório para navios acima de 500 AB (IMO, 2009). Ademais, navios deverão ser reciclados somente em sítios de reciclagem de embarcações autorizados pela autoridade competente. A convenção entrará em vigor 24 meses após a data que as seguintes condições forem atingidas (IMO, 2009):

- Ratificação da convenção por 15 países;
- Representação de 40% da frota mercante mundial por arqueação bruta;
- Máximo volume de reciclagem de navios não menor que 3% da arqueação bruta total dentre os países que ratificaram a convenção.

Até julho de 2019, 12 países ratificaram Convenção de Hong Kong (HKC), são: Bélgica, Congo, Dinamarca, Estônia, França, Japão, Malta, Holanda, Noruega, Panamá, Sérvia e Turquia. Ademais, com entrada em vigo da Regulamentação da Reciclagem de Navios Européia (SRR) ao final de 2013, espera-se que mais países Europeus e outros, sejam inclinados a ratificar a HKC com o passar dos anos (IMO, 2009).

O Inventário de Materiais Perigosos (IHM) é uma lista de materiais perigosos, resíduos e armazenamento em um navio. Este identifica a quantidade aproximada e suas localizações.

Como mostrado na Quadro 1, o IHM é dividido em 3 partes, a Parte I é desenvolvida nas etapas de projeto e construção do navio, e a Parte II e Parte III são desenvolvidas antes do navio ir para reciclagem. Contudo, há casos de realização da Parte I do IHM para navios já construídos, cujo contrato construtivo for datado de antes da entrada em vigor da convenção, é gerado até o prazo limite de 5 anos após a entrada em vigor da convenção. A informação fornecida pelo IHM é utilizada pelos sítios de reciclagem de navios com o objetivo de proteger e assegurar a vida humana e prevenir poluições ambientais (ClassNKK, 2019).

Segue o Quadro 1 conforme ClassNKK (2019) a composição do IHM.

Quadro 1 - Descrição do Inventário de Materiais Perigoso (IHM)

	Parte I	Parte II	Parte III
	Materiais da estrutura ou equipamentos do navio	Resíduos operacionais	Armazenagem
Período de desenvolvimento	No ato de entrega / *Navios existentes: Não mais do que 5 anos após a entrada em vigor da convenção	Antes da reciclagem	
Itens listados	Tabela A: Materiais proibidos e / ou restritos (Amianto, PCBs, substâncias destruidoras de ozônio, compostos e sistemas antivegetativos) Tabela B: Materiais perigosos (cádmio, cromo hexavalente, chumbo, mercúrio, etc.) * Navios existentes: na medida do possível	Tabela C: Itens potencialmente perigosos (Lixo, resíduos de carga, etc.)	Tabela C: Itens potencialmente perigosos (Armazenagem) Tabela D: Bens de Consumo Regulares que potencialmente contêm Materiais Perigosos (Aparelhos domésticos e de alojamento)

Fonte: (ClassNKK, 2019)

2.9. Análise Multicritério

A análise multicritério caracteriza-se por um conjunto de procedimentos que visa orientar o tomador de decisão através da construção de um modelo (Keeney, 2013), envolvendo a escolha de alternativas. É natural que o processo de tomada de decisão, independente do contexto, seja influenciado através da análise de diversos fatores de forma que as alternativas a serem selecionadas respeitem certos critérios, ou atributos, pré-definidos. Tal problemática é definida como análise multicritério ou auxílio multicritério à decisão (AMD). O objetivo de tal análise é fazer com que o agente de decisão pense de forma sistemática sobre os problemas complexos para melhorar a qualidade das decisões resultantes (Clemen & Reilly, 2004). As metodologias existentes para o exposto desenvolvimento são um ferramental poderoso e de uso crescente no ambiente organizacional, além disso, encontram seu lugar nos mais diversos contextos.

Há muitos anos estuda-se uma maneira de sistematizar o processo de decisão em que muitos atributos e alternativas estão envolvidos. Ao observar a evolução do pensamento humano, fica evidente a capacidade de abstrair as informações de determinadas situações. Tal abstração permite a criação de classes de respostas, sobrepondo a necessidade de respostas individuais. Essa capacidade passa a viabilizar complexos processos decisórios (Saaty, 2010). Em termos históricos, ainda na época dos filósofos Platão e Sócrates, acreditava-se que o método de tomada de decisão poderia ser melhorado através do aperfeiçoamento dos procedimentos mentais que conduziam esse processo. Durante a Segunda Guerra Mundial os métodos multicritérios estruturados começaram a surgir da necessidade da estruturação matemática dos problemas logísticos enfrentados na guerra (Gomes, 2007).

Segundo (Fernandes, 2009) as primeiras metodologias estruturadas surgiram ao longo dos anos 60 e 70, destacando-se os métodos:

- ELECTRE de Bernard Roy na França, que futuramente se tornaria uma família de métodos;
- AHP de Thomas L. Saaty nos Estados Unidos e, por fim;
- MAUT de Keeney e Raiffa, também nos Estados Unidos

A análise multicritério ou auxílio multicritério à decisão (AMD) é uma corrente de pensamento recente que tem como característica a análise de determinado problema sob a luz de vários critérios conflitantes e o reconhecimento da subjetividade inerente aos atores de decisão (Souza, 2013).

A utilização de métodos multicritérios está sujeita ao entendimento de que não existe a melhor alternativa considerando todos os critérios individualmente, e sim para o conjunto destes. Sendo assim, o objetivo é auxiliar o processo decisório por meio da estruturação de um modelo capaz de avaliar a adequação das alternativas consideradas a partir de uma análise de sensibilidade. Portanto, essa metodologia não busca a solução ótima, mas uma solução de compromisso, em que deve prevalecer o consenso entre as partes envolvidas (Gomes & Gomes, 2012).

Estão envolvidas em um processo decisório diversas partes com objetivos e funções específicas. Seu entendimento é de fundamental importância para o decorrer deste estudo. Dessa forma, segue os conceitos básicos de tais partes segundo (Gomes, 2007; Gomes & Gomes, 2012; e Baldioti, 2014 APUD Ribeiro, 2017):

- Decisor: é um indivíduo ou grupo de indivíduos responsável por avaliar as alternativas de acordo com a sua relação de preferência. O decisor tem a responsabilidade de ratificar uma decisão e assumir suas consequências. Para tal função também foi utilizado o termo “especialista” ao longo do texto;
- Analista: é o consultor multicritério formado por uma pessoa ou equipe com conhecimentos específicos no processo de tomada de decisão e tem como função auxiliar o processo decisório, sistematizando o processo e modelando as preferências;
- Facilitador: responsável pelo esclarecimento, negociação e comunicação, conducente à tomada de decisão com os decisores. Deve manter uma postura neutra para não influenciar os julgamentos dos mesmos.

Ainda segundo os mesmos autores, seguindo as definições básicas para o desenvolvimento dos modelos multicritério, no que tange a estruturação dos métodos, três conceitos são necessários para a compreensão do AMD:

- Objetivo – representa a definição da problemática, podendo ela ser de **escolha, classificação, ordenação ou descrição**;
- Alternativas – são as opções para a tomada de decisão, também chamadas de ações potenciais;
- Atributos – são os fatores que influenciam as alternativas, ou seja, permitem a comparação entre as ações potenciais por um dado ponto de vista.

Para sistematizar as etapas em que os atores envolvidos no processo de tomada de decisão devem atuar é sugerido por que se divida o processo em sete fases (Gomes, 2007) :

1. Identificação dos atores envolvidos no processo decisório;
2. Definição e escolha de alternativas viáveis. É necessário que as alternativas escolhidas sejam plausíveis, principalmente se existem muitas opções e deve-se lembrar que quanto mais alternativas, mais julgamentos serão necessários;
3. Definição de critérios. Todos os fatores relevantes devem ser incluídos para análise, sem que se perca a praticidade. É necessário que se analisem os critérios propostos para que se **excluem as redundâncias**;
4. Julgamento das alternativas sob os variados critérios. As alternativas são quantificadas em relação aos critérios para que elas sejam comparáveis entre si;
5. “Determinação da importância relativa dos critérios”. Nessa fase são alocados os pesos, ou índices de importância relativa, nos critérios;
6. Determinação das soluções. É a aplicação do método multicritério em si pela síntese dos resultados;
7. Análise de robustez ou sensibilidade. É a fase em que a sensibilidade do modelo é testada em relação a variações reais no cenário em que se insere o problema de decisão. Em outras palavras, consiste em estudar mudanças nas alternativas devido a variações nos atributos. Pode ser classificado como tendo estabilidade fraca ou forte, dependendo de como a solução se degrada a um nível predeterminado, basicamente a ideia é testar o grau de variação necessário para que haja uma modificação na prescrição da(s) alternativa(s).

É possível notar que o método multicritério surge somente na fase 6, de tal forma que independentemente do método escolhido, o processo de tomada de decisão é generalizado. Ademais, resta claro a importância de se executar as etapas de forma incólume, de forma que o método escolhido não tenha protagonismo na qualidade do resultado final.

Segundo (Gomes & Gomes, 2012) duas escolas de pensamento têm maior relevância no que tange à abordagem multicritério discreta, ou seja, que envolvem um número finito de alternativas. Estas são:

- Escola Americana a Teoria de Utilidade Multiatributo (MAUT) e o Analytic Hierarchy Process (AHP)
- Escola Francesa tem-se as famílias dos métodos ELECTRE e PROMÉTHÉE.

Na Escola Americana assume-se que todos os estados são comparáveis, existe transitividade na relação de preferência e existe transitividade nas relações de indiferença, tal abordagem gera uma função de utilidade para cada alternativa.

Em contrapartida, a Escola Francesa considera a onipresença da subjetividade no processo decisório, o paradigma da aprendizagem pela participação, a convicção do construtivismo e o reconhecimento das limitações do ótimo matemático. Em (Gomes & Gomes, 2012) são explorados mais profundamente os conceitos e características particulares de cada uma das Escolas.

2.9.1. Análise Hierárquica de Processos

O método de Análise Hierárquica de Processos, ou em inglês *Analytic Hierarchy Process* (AHP), pertence à escola Americana, conforme supracitado, e faz parte da análise multicritério discreta. Este método foi desenvolvido por Thomas Lorie Saaty em meados da década de 70 (Saaty, 1991), também é reconhecido como um dos métodos multiatributo mais utilizados no mercado mundial, devido não só ao seu pioneirismo como também ao seu caráter intuitivo, ou seja, é uma metodologia de fácil assimilação e utilização (Ming & Erjiang, 2017), bem como, amplamente utilizado no Brasil (Gomes, 2003).

A praticidade que este método proporciona faz com que sua aplicação se difunda em várias searas no âmbito científico empresária. Este amplo campo de aplicações se deve ao fato de o método ser capaz de incorporar atributos tanto quantitativos quanto qualitativos, bem como trabalhar com a relativa falta de dados (Souza, 2013).

O AHP, como sugere sua denominação, tem um processo metodológico baseado na hierarquização de uma estrutura de critérios que visa analisar uma função, isto é, a estrutura hierárquica serve como veículo para analisar a função e, por sua vez, a função modifica a dinâmica da estrutura (Saaty, 1991).

O processo comparativo faz parte da base metodológica do processo de decisão do AHP, e este constitui-se de comparações paritárias entre os critérios definidos. Koczkodaj (2016) cita exemplo de uma decisão de troca de veículo particular, onde têm-se dois modelos de carro para escolher, um carro de luxo e um carro popular, e o que mais importa em um carro, para o cliente, é o preço e a beleza. Desta forma os dois tipos de carros são as alternativas e os critérios são preço e beleza.

O objetivo é a troca do veículo, as alternativas são os tipos de carro e os critérios ou atributos são preço e beleza. Neste caso fica claro que a escolha entre os carros será baseada na comparação

paritária entre os critérios preço e beleza, de forma que o atributo com mais relevância será mais importante no processo decisório. O AHP é capaz de estruturar tal problema de forma hierárquica para auxiliar o decisor (cliente) em sua escolha. Aprofundada discussão sobre os modelos de comparação pode ser encontrada em uma rica discussão acerca dos modelos de comparação paritárias é apresentada em (Koczkodaj, 2016).

São vantagens do AHP em relação ao ELECTRE e PROMÉTHÉE AHP o seu reconhecimento no meio acadêmico e empresarial, representando a técnica mais utilizada atualmente, devido a sua decomposição hierárquica do problema tornando sua compreensão e estruturação mais fáceis, além de representar claramente as preferências dos decisores principalmente em situações onde predominam restrições qualitativas e o grupo de decisão é composto por pessoas com interesses e visões divergentes (Lopes & Almeida, 2008).

As principais vantagens do ELECTRE, além da atribuição de pesos também existente no AHP, são as definições do relacionamento de dominância, abrindo um maior leque de possibilidade para a análise de sensibilidade, além de que cada versão do ELECTRE possui um resultado específico entre seleção, ordenação e classificação, podendo ou não utilizar peso para os critérios (Acolet, 2008).

São desvantagem do ELECTRE a necessidade de tratamento preliminar de dados, transformação da escala cardinal para a escala ordinal, dificuldade de implementação em alguns tipos de problemas devido à quantidade de informação necessária acarretando também em problemas na definição dos limites de preferência e indiferença, que podem ser atribuídos aleatoriamente comprometendo a modelagem do problema (Guglielmetti; Et al, 2003).

O PROMETHEE, por sua vez, também possui os mesmos tipos de desvantagens supracitadas, todavia, além de possuir uma ferramenta visual própria que facilita o entendimento dos pesos na solução encontrada. há o caráter não compensatório do PROMETHEE, permitindo por meio da análise de sensibilidade o estabelecimento de desvios admissíveis antes da classificação das alternativas, além da necessidade menor de inputs, permitindo o trabalho diretamente com a lógica fuzzy (Macharis & Springael, 2003).

Nesta pesquisa optou-se por utilizar o método AHP, uma vez que não é o objetivo desta tecer metodologias inovadoras. A inovação desta pesquisa jaz no pioneirismo do conteúdo estudado e na qualidade dos resultados alcançados, desta forma, o AHP é a metodologia mais difundida e aceita na academia e na indústria para viabilizar a inovação no campo dos resultados.

Ademais, as relações entre os critérios quando nebulosas favorecem o uso do PROMETHEE (Leite & Freitas, 2012), contudo, entende-se que não é o caso desta pesquisa.

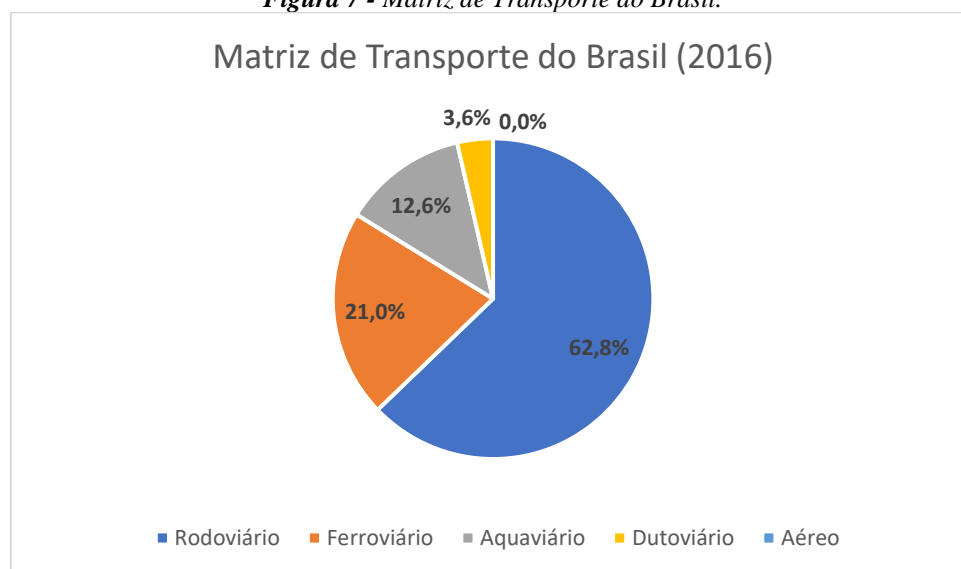
O AHP é o método escolhido e mais adequado para o estudo e será metodologicamente explanado no capítulo 3.

2.10. Área de Estudo da Pesquisa

2.10.1. Brasil

O Brasil, além de sua notória extensão territorial de, aproximadamente, 8.514.876 km² e de sua extensa costa marítima de, aproximadamente, 7.367 km de extensão, tem em seu território uma expressiva quantidade de rios propícios à navegação. Segundo dados da Confederação Nacional do Transporte (2020), estima-se que o Brasil possua uma malha hidroviária de, aproximadamente, 41.795 quilômetros de extensão, sendo que 19.464 quilômetros são economicamente navegáveis. Entretanto, dados do ILOS (2016) estimam que a participação do modal aquaviário na matriz de transporte do país é de, aproximadamente, 12,6% do total, como evidenciado na Figura 7.

Figura 7 - Matriz de Transporte do Brasil.



Fonte: ILOS (2016).

Corroborando com as informações numéricas supracitadas, nota-se que a dimensão continental do país abriga um complexo sistema de rios e vias navegáveis, que estão inseridas em 12 regiões hidrográficas: Amazônica, Tocantins Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste,

Paraná, Paraguai, Atlântico Sul e do Uruguai. Tal configuração das regiões hidrográficas brasileira foi fundamentada segundo a Divisão Hidrográfica Nacional (DHN).

Com o intuito de detalhar as referidas regiões hidrográficas, destaca-se na Tabela 2 os rios pertencentes a cada uma das regiões e suas extensões em quilômetros.

Tabela 2 - Regiões hidrográficas do Brasil

Regiões Hidrográficas		Rios	Extensão*(km)
1	Amazônica	Amazonas, Solimões, Negro, Branco, Madeira, Tapajós, Teles Pires e Guaporé	19.024
2	Tocantins Araguaia	Tocantins, Araguaia, das Mortes e Capim	3.500
3	Atlântico NE Ocidental	Mearim, Pindaré e Itapicurú	2.100
4	Parnaíba	Parnaíba e Balsas	2.520
5	Atlântico NE Oriental	-	-
6	São Francisco	São Francisco, Grande e Corrente	4.100
7	Atlântico Leste	Parnaíba do Sul, Doce e Jequitinhonha	1.094
8	Atlântico Sudeste	-	-
9	Paraná	Tietê, Piracicaba, Paranaíba, Grande, Ivaí e Ivinheima	4.800
10	Paraguai	Paraguai, Cuiabá, Miranda, São Lourenço, Taquari e Juarú	3.095
11	Uruguai	Uruguai e Ibicuí	1.200
12	Atlântico Sul	Jacuí, Taquari, Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim	1.309

Fonte: CNT (2013).

Segundo o Ministério de Infraestrutura (2017), 52% do potencial navegável do país é utilizado para o transporte de cargas ou passageiros. Nesse sentido, destaca-se que em 2018 houve um total de cargas movimentadas de, aproximadamente, 1,1 bilhões de toneladas em portos brasileiros, demonstrando um aumento de 2,71% em relação ao ano anterior (ANTAQ, 2018).

Ao analisar o contexto das principais hidrovias economicamente navegadas, um levantamento realizado pela ANTAQ (2014) destaca seis hidrovias como as principais do país, conforme evidenciado na Tabela 3.

Tabela 3 - Principais Hidrovias do País

Principais Hidrovias do País	
Hidrovia	Extensão
Amazônica	17.651 km
Tocantins-Araguaia	1.360 km
Paraná-Tietê	1.359 km
Paraguai	591 km
São Francisco	576 km
Sul	500 km

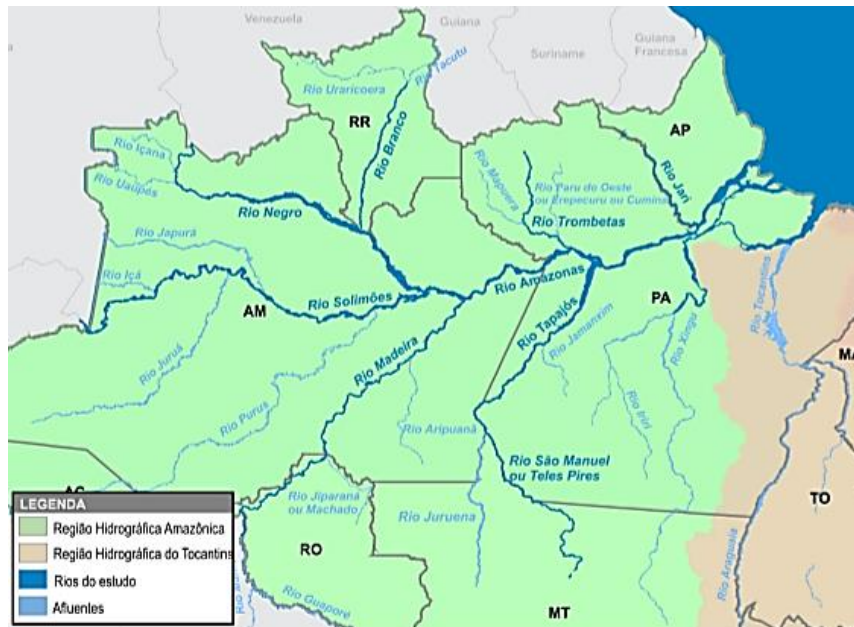
Fonte: ANTAQ (2014)

2.10.2. Amazônia

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2003), por intermédio da Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, define a Região Hidrográfica Amazônica como sendo constituída pela Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas, situada em território nacional, e pelas bacias hidrográficas da Ilha de Marajó e do estado do Amapá. Portanto, a Região Hidrográfica diferencia-se da Bacia Hidrográfica por estar totalmente localizada em território brasileiro, abrangendo os estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima, Pará, Amapá e norte do Mato Grosso, ocupando uma área de 3,8 milhões de quilômetros quadrados (ANTAQ, 2013).

A Região Hidrográfica Amazônica representa cerca de 45% do território brasileiro e possui mais de 60% de toda a disponibilidade hídrica do País. Esta região hidrográfica possui uma ampla rede hidroviária, como evidenciado na Figura 8, que atinge, aproximadamente, 20.000 quilômetros de extensão, o que representa mais de 60% da rede navegável do País, especificamente no complexo Solimões-Amazonas.

Figura 8 - Regiões hidrográficas do Norte do Brasil



Fonte: ANTAQ, 2013.

A Região Hidrográfica Amazônica é formada por uma ampla e densa malha de rios perenes e corpos d'água, sendo necessária a presença de órgãos governamentais para gerir sua rede hidroviária. No contexto da Região Amazônica, o DNIT e suas Superintendências Regionais em cada estado são responsáveis pela gestão dos recursos hídricos desta região.

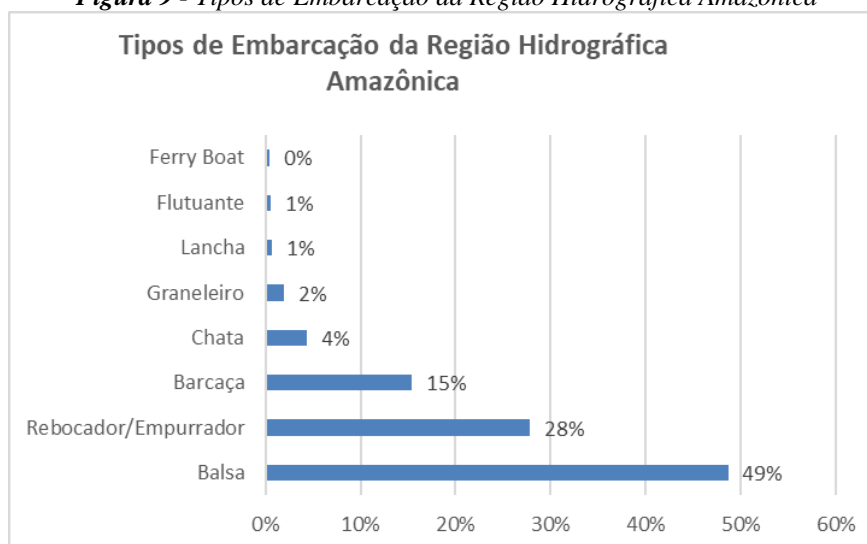
Os rios de maior relevância para este estudo são Rio Solimões (AM), Rio Negro (AM), Rio Branco (RR), Rio Madeira (RO e AM), Rio Amazonas (trecho no estado do Amazonas), Rio Amazonas (trecho no estado do Pará), Rio Trombetas (PA), Rio Jari (AP e PA), Rio Tapajós (AM e PA), Rio Teles Pires ou São Manuel (MT, AM e PA).

A Região Amazônica destaca-se por ter dois rios com características notórias no cenário da navegação no nosso território. O primeiro, sendo o Rio Amazonas que tem como característica principal a sua dimensão, que o define como o segundo rio mais extenso do mundo, com 6.515 quilômetros. E o segundo, sendo o Rio Tapajós, que tem papel de destaque no setor do agronegócio, como importante rota para o escoamento de grãos do centro-norte do estado do Mato Grosso, tornando-se um importante vetor logístico para o país.

No que concerne às características da navegação na Região Hidrográfica Amazônica, deve-se destacar que a utilização do modal hidroviário nesta região tem papel de destaque no transporte de passageiros e cargas (em comboios). Tal fato é evidenciado numericamente ao

analisar a Figura 9, que denota os tipos de embarcações presentes nesta região. Percebe-se também, por meio da Figura 9, que as embarcações da região são, predominantemente, balsas.

Figura 9 - Tipos de Embarcação da Região Hidrográfica Amazônica



Fonte: ANTAQ (2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa lançou luzes sobre a potencialidade de uma atividade produtiva pouco desenvolvida no Brasil e na Amazônia. Com o objetivo de realizar a aferição destas potencialidades abordadas neste estudo, fez-se uso de metodologia de análise hierárquica de processos (AHP), tendo por base o comportamento do mercado de desmantelamento de embarcações já estabelecido em países potenciais, e a geoespacialização pelo método de IDW (Inverse Distance Weighting) de dados da frota brasileira. Portanto, o objetivo principal deste estudo é a comprovação ou não da potencialidade deste mercado no Brasil.

Primeiramente, foi mensurado e analisado o potencial na Amazônia para a sua inserção no mercado de reciclagem de embarcações, haja vista a predominância do modal de transporte hidroviário na região. Em ANTAQ (2018) pode ser observado que anualmente a quantidade de passageiros movimentada pelo modal hidroviário na Amazônia é de aproximadamente 50% do total de passageiros transportados na região Amazônica, e que a construção naval na região vem apresentando níveis estáveis, mesmo com o decréscimo da construção naval nacional, segundo Relatório Semestral (2º Semestre) do Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore (SINAVAL, 2016).

Estas premissas indicaram a grande quantidade de embarcações na região Amazônica. Além de que embarcações abandonadas nas margens de rios, relatos de pessoas que trabalham na área naval amazônica a anos, quantitativo de construção de novas embarcações, quantitativo de embarcações de aço e ausência de política de destinação destes ativos foram elementos fundamentais que impulsionaram o início da pesquisa.

Identificou-se na pesquisa que os estudos acerca do mercado de desmantelamento de embarcações no mundo não eram feitos de forma globalizada pelos países e sim de forma local por cada país, conforme observado nos estudos desenvolvidos por (Sujuddin, et al., 2015; NGO SHIPBREAKING, 2019). Desta forma, identificou-se a necessidade de caracterizar e mensurar mercado de desmantelamento de embarcações no Brasil e no mundo, pois somente assim, seria possível estabelecer bases comparativa confiáveis.

De acordo com Stopford (2017), o mercado de desmantelamento é dependente da indústria de transporte aquaviário, sob esta ótica a cadeia de transporte aquaviária foi utilizada para a caracterização do mercado de desmantelamento no Brasil. Assim sendo, certas perguntas precisavam ser respondidas: Qual o tamanho deste mercado potencial? Como este mercado distribui-se espacialmente no Brasil? Uma vez que por suas dimensões continentais a identificação de regiões com condições favoráveis à esta atividade é indispensável.

O ponto de partida foi a premissa de que o mercado marítimo brasileiro possui uma frota obsoleta operando em todo o seu território que envolve a grande maioria dos tipos de embarcações (Benjamin & Figueiredo, 2020). Ainda segundo este autor, existem dois polos de concentração de embarcações obsoletas no Brasil, a Amazônia e o Rio de Janeiro.

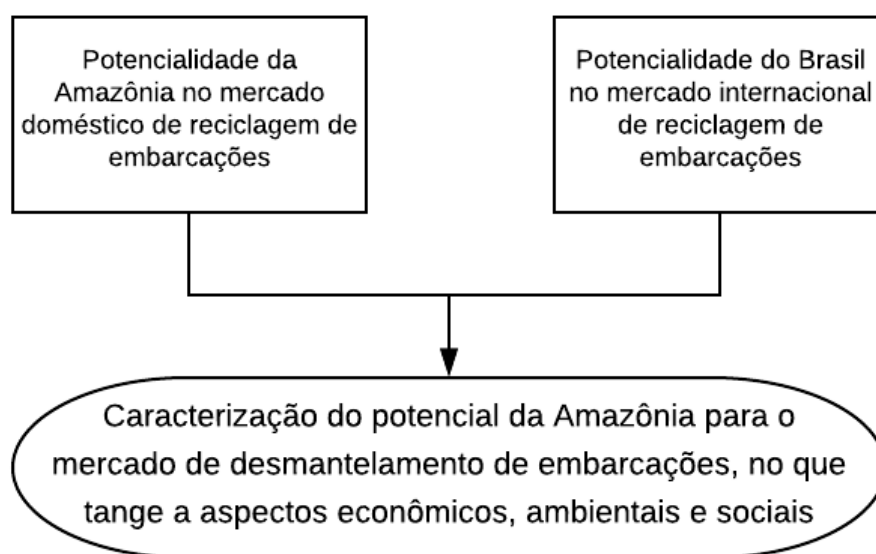
Segundo Benjamin & Figueiredo (2020), 31% das embarcações brasileiras têm tempo de operação igual ou superior a 20 anos, onde este percentual tende a crescer, uma vez que considerando um cenário de não alocação desses navios em “atividades de fim de vida”, esse percentual há de ser da ordem de 50% nos próximos 20 anos, apresentando um crescimento de 700% no LDT obsoleto para o mesmo cenário.

Entre 2005 e 2015, muitos navios foram construídos como resultado da expansão da indústria de construção naval, que implicará em um crescimento significativo e exponencial no mercado de reciclagem de navios a partir de 2025. A viabilidade de implantação do mercado de reciclagem de embarcações na Amazônia depende de forma direta da viabilização deste mercado em nível nacional (Benjamin & Figueiredo, 2020).

Considerando a capacidade instalada da construção naval no Brasil, estaleiros que se encontrem em conformidade com a Regulamentação de Reciclagem de Navios (SRR) são potencialmente capazes de absorver os dois polos de navios domésticos, amazônico e do Rio de Janeiro, e ainda ingressarem no mercado europeu. Isto seria possível, pois desde 1º de janeiro de 2019 a SRR entrou em vigor e três projetos localizados fora da União Europeia já receberam aprovação. Por este motivo, os autores consideram que existe uma oportunidade para a indústria emergente de reciclagem de navios no Brasil de atingir seu grande potencial (Benjamin & Figueiredo, 2020).

A potencialidade da Amazônia no mercado doméstico e a potencialidade do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações foram considerados para analisar o potencial da Amazônia no mercado de desmantelamento de embarcações sob a ótica econômica, ambiental e social, conforme pode ser aferido na Figura 10.

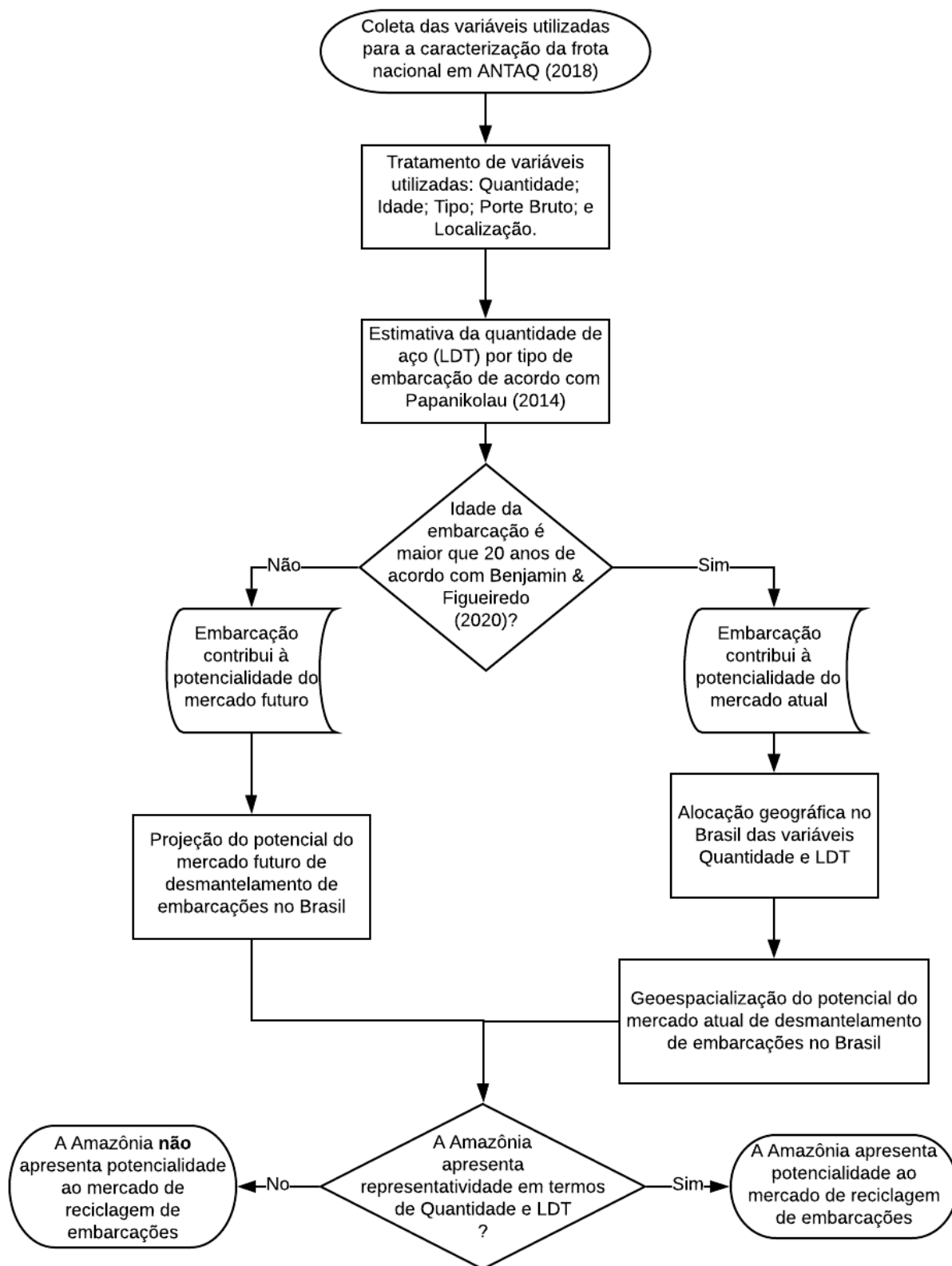
Figura 10 – Potencialidades para a caracterização do potencial Amazônico de reciclagem de embarcações



Fonte: Autor (2020).

Tendo por base o fluxograma da Figura 10, as duas potencialidades foram consideradas como etapas do fluxo metodológico desta pesquisa, conforme foi ratificado por Benjamin e Figueiredo (2020). Adiante no fluxo metodológico da pesquisa, fez-se primeiro o estudo do cenário doméstico do Brasil, como pode-se observar na Figura 11 o fluxograma utilizado na determinação da potencialidade do mercado doméstico de reciclagem de embarcações.

Figura 11 – Fluxograma metodológico para determinação da potencialidade do mercado doméstico de reciclagem de embarcações



Fonte: Autor (2020).

Tendo por base os resultados da sequência metodológica da Figura 11, pôde-se aferir resultados sobre a viabilidade da Amazônia no mercado doméstico de reciclagem de embarcações. Estes resultados foram validados por Benjamin & Figueiredo (2020).

A espacialização das variáveis, quantidade e LDT, permitiu identificar a potencialidade deste mercado na Amazônia. Uma vez que existe uma concentração de embarcações consideradas obsoletas nesta região e o transporte de embarcações para o desmantelamento, para outros polos, possui altos custos logísticos, logo, inviabiliza o desmantelamento destas embarcações em outros lugares (Benjamin & Figueiredo, 2020).

A potencialidade da Amazônia no mercado doméstico de reciclagem de embarcações foi identificada inicialmente com a etapa de coleta de variáveis do anuário estatístico da frota nacional (ANTAQ, 2018). Assim foi formado um banco de dados compostos pelas variáveis: Nome da Embarcação; Ano de construção; Comprimento, Boca, Calado, Tipo de embarcação; Tipo de navegação; Porte Bruto; Potência do motor; e Porto de Registro.

A segunda etapa foi classificada como tratamento de variáveis onde as informações brutas foram tratadas para aferição das variáveis que mais interessavam aos objetivos do estudo: Quantidade; Idade; Tipo de embarcação; Porte Bruto e Localização.

A terceira etapa foi constituída da estimativa de aço, peso leve (LDT), principal unidade de medição de embarcações potenciais ao desmantelamento, presente por tipo de embarcação no montante do banco de dados coletado. Isto foi feito com a metodologia proposta por Papanikolau (2014), neste estudo o autor estabelece relações percentuais entre o porte bruto (TPB) e o LDT para vários tipos de embarcações, de acordo com série histórica própria. Conforme a *Tabela 4*.

Tabela 4 - Relação LDT/TPB por tipo de embarcação

Tipo de Embarcações	LDT / TPB
Carga Geral	73%
Ro-Ro	55%
Graneleiro	80%
Tanqueiro	83%
Containeiro	70%
Passageiros	20%
Rebocadores	44%

Empurradores	30%
Barcaças	25%
Ferries	79%
Supridores	75%

Fonte: (Papanikolau, 2014)

Na *Tabela 4* é possível aferir os valores percentuais que relacionam LDT e TPB por classificação de tipos de embarcação. Estes percentuais foram os valores utilizados para transformar o porte bruto das embarcações, extraídas do banco de dados da ANTAQ, em peso leve (LDT) que é a principal medida utilizada no mercado de reciclagem de embarcações.

A próxima etapa ao seguir o fluxo metodológico, apresentado na Figura 11, é composta pelo processo decisório e classificação em duas categorias diferentes: embarcações com mais de 20 anos de operação e embarcações com menos de 20 anos de operação. Para tanto, o banco de dados bruto após tratamento foi subdividido em outros dois, de acordo a classificação dos elementos (embarcações): Embarcações que contribuem à potencialidade do mercado atual e Embarcações que contribuem à potencialidade do mercado futuro, respectivamente.

O critério de 20 anos foi definido devido a este estudo tratar da potencialidade do mercado em questão e foi validado por Benjamin & Figueiredo (2020). A vida útil média das embarcações definida como o momento da decisão do seu fim de operação, em geral flutua entre 25 a 30 anos (Mikelis, 2008; Hiremath, et al., 2015; Sujauddin, et al., 2015). Considerou-se 20 anos a idade em que os armadores iniciam a considerar a opções de reciclagem.

A partir dos elementos categorizados como potenciais, fez-se como próximo passo a alocação de todos os elementos a referenciais geográficas. A alocação geoespacial seguiu critérios por base no tipo de navegação de cada embarcação. Tal como segue:

1. Embarcações de navegação interior: As embarcações foram alocadas tendo por base o centroide da área da bacia hidrográfica que opera;
2. Embarcações de navegação de cabotagem: Foram alocadas no município do porto de maior incidência de atracação da mesma tendo por base o ano de 2016;
3. Embarcações de navegação de apoio portuário: Foram alocadas no município do porto ao qual operam; e
4. Embarcações de navegação de apoio marítimo: Forma alocadas no município do porto com maior incidência de atracação, com base no ano de 2016.

As embarcações existentes sem referência geográfica e que não se enquadraram aos critérios descritos acima foram desconsideradas, na totalidade, neste estudo.

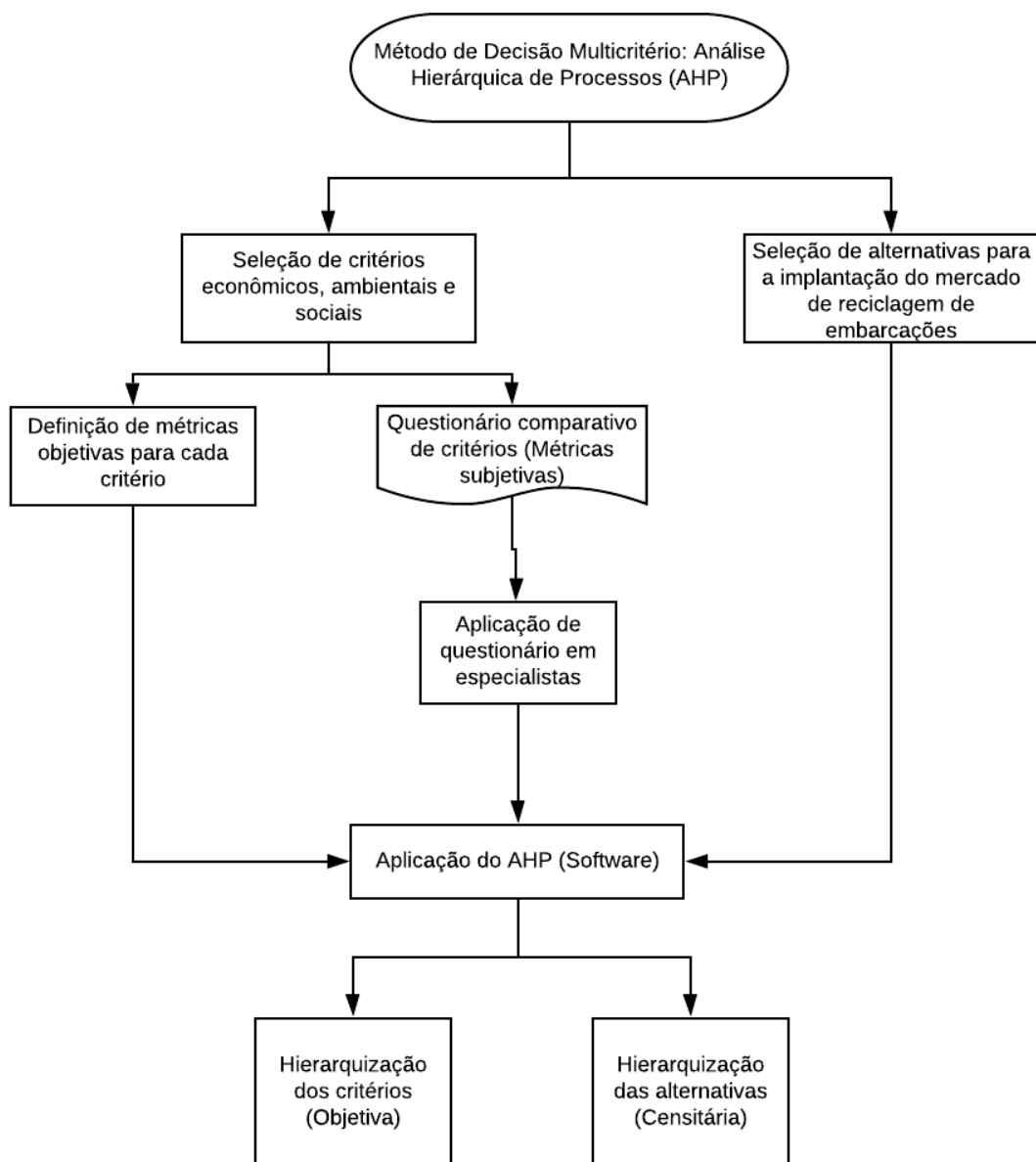
A etapa seguinte da alocação de referências geoespaciais foi composta da geospacialização de todos os elementos (embarcações) existentes e que se enquadraram no critério de 20 anos de vida útil adotado. A geospacialização dos dados foi executada utilizando interpolação pelo Inverso da Distância Ponderada (IDP) ou Inverse Distance Weighting (IDW), este processo foi aplicado para duas variáveis: Quantidade de embarcações e LDT. Nesta etapa foi possível aferir os primeiros resultados da pesquisa, interpretando as concentrações das variáveis ao longo do território nacional e como a Amazônia está figurada nestes cenários.

O detalhamento das equações que regem esta interpolação adotada consta no item 3.1 deste capítulo. Paralelamente à geospacialização dos elementos constituintes do potencial atual de reciclagem de embarcações no Brasil. Fez-se pertinente a projeção quantitativa para os próximos 20 anos dos elementos potenciais futuros de reciclagem de embarcações no Brasil com base no quantitativo existente considerando até as construções navais realizadas em 2018. A projeção ano a ano foi feita para os próximos 20 anos das variáveis: Quantidade de embarcações; e LDT. Desta projeção foi possível aferir novos resultados e conclusões acerca do mercado doméstico de reciclagem de embarcações.

No fluxo metodológico descrito na Figura 11, por fim, seguiu-se o processo decisório concluindo a representatividade da Amazônia como potencial no mercado de reciclagem de embarcações do Brasil (Benjamin & Figueiredo, 2020).

Esta assertiva ensejou novo passo para a presente pesquisa, ao reconhecer a potencialidade Amazônica no Brasil, fez-se um questionamento sobre a potencialidade do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações. Para tanto, observa-se o fluxograma da etapa que caracteriza a potencialidade do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações na Figura 12.

Figura 12 - Fluxograma metodológico para determinação da potencialidade do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações



Fonte: Autor (2020).

Tendo por base os resultados da sequência metodológica da Figura 12, pôde-se evidenciar a potencialidade do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações. Esta seção do estudo embasou-se na hierarquização do Brasil, como alternativa, em conjunto com os países mais atuantes no mercado de reciclagem de embarcações atualmente, hierarquização tal a refletir as prioridades a serem avaliadas pelos especialistas em reciclagem de embarcações.

Ao evidenciar a potencialidade do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações, a primeira etapa deu-se na definição do método a ser utilizado. Uma vez que a ideia central desta etapa é parametrizar os países no que tange às óticas econômica, ambiental e social. Portanto, optou-se pelo formato de decisão multicritério entre os países. Foi possível relacionar os países selecionados como cada alternativa e segmentar os critérios sob óticas distintas predefinidas, uma vez que ficou evidenciado a potencialidade do mercado de desmantelamento de embarcações no Brasil (Benjamin & Figueiredo, 2020).

Após revisitados os métodos de decisão multicritério (MDMC) que constam na literatura, definiu-se pela utilização do método de Análise Hierarquia de Processos (AHP). Este método é consagrado pela comunidade científica por sua praticidade e confiabilidade (Gomes, et al., 2015; Ming & Erjiang, 2017; Souza, 2013) e foi capaz de trazer a solidez necessária aos objetivos desta pesquisa.

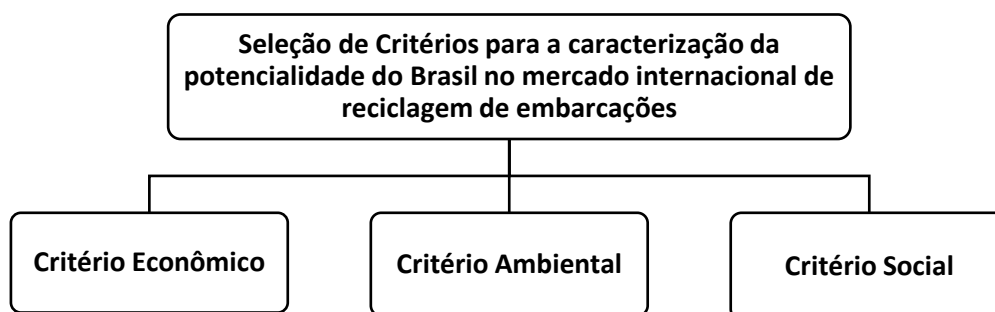
Ao definir o método AHP, o qual está descrito no item 3.2, entende-se que suas etapas lógicas da estruturação requerem a seleção de critérios e a seleção das alternativas. Etapas consecutivas à do método AHP.

A seleção das alternativas apresentou-se mais simples, pois no mercado de reciclagem de embarcações são poucos os países que integram a quase que integralidade do mercado. Portanto, definiu-se os 5 países com maior participação no mercado em questão: Bangladesh, Índia, Paquistão, China e Turquia (Sujuddin, et al., 2016; Kagkarakis, et al., 2016; Ozturkoglu, et al., 2019; NGO SHIPBREAKING, 2019; Choi, et al., 2016). É possível observar a fundamentação da seleção das alternativas no item 3.4 deste estudo.

A seleção dos critérios, paralelamente, foi coordenada pela diretriz do objetivo principal desta pesquisa, segmentou-se então em critérios econômicos, ambientais e sociais. Estes três aspectos foram definidos segundo os pilares de sustentabilidade preconizados pela Organização das Nações Unidas: Econômico, Social e Ambiental (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, 2015).

Desta forma, conforme pode-se observar na Figura 13, segmentou-se os critérios de julgamento utilizados na metodologia AHP em 3 grupos.

Figura 13 – Critérios de julgamento



Fonte: Autor (2020).

Foram selecionados 4 subcritérios para cada critério apresentado na Figura 13. Os critérios foram definidos em função do grau de correlação e influência sob o mercado de reciclagem de embarcações parametrizados para cada país. Os subcritérios formaram a estrutura decisória considerada na hierarquização censitária, alcançada por meio da aplicação de questionário. O detalhamento desta seleção, critério a critério, encontra-se no item 3.3 desta pesquisa. Os critérios e seus subcritérios selecionados podem ser observados na Figura 14.

Figura 14 – Critérios e subcritérios selecionados



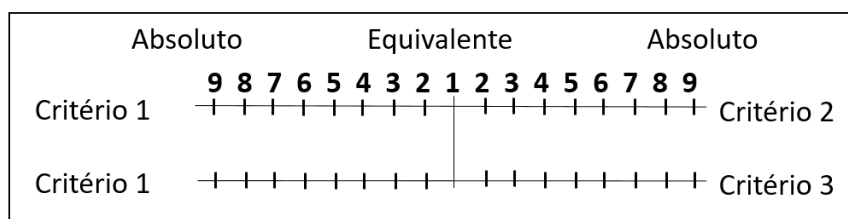
Com observância no fluxo metodológico da Figura 12, nota-se uma bifurcação após a seleção dos critérios e subcritérios. Isto se deve ao fato de termos considerado duas abordagens metodológicas para análise destes critérios: um objetiva e uma censitária.

Na análise objetiva dos critérios, foram definidas métricas, que são descritas no item 3.3.1 desta pesquisa, para correlacionar de forma objetiva as alternativas para cada critério. Para cada critério desenvolveu-se uma escala quantitativa com base na escala de Saaty (1991) para comparação das alternativas. Estas escalas podem ser observadas no item 3.3 deste estudo.

Para a análise censitária dos critérios, foi desenvolvido, posteriormente à seleção dos critérios, um questionário foi aplicado à especialistas com o uso da metodologia AHP, onde os entrevistados puderam emitir suas opiniões, com comparação paritária de todos os subcritérios.

Este questionário desenvolvido e aplicado está disponível no Apêndice I desta pesquisa. A comparações paritárias de cada critério segue mediante exemplo da Figura 15.

Figura 15 - Exemplo de comparação paritária dos critérios



Autor: Saaty (1991).

Com base na escala representada na Figura 15, que o respondente pode escolher entre dois critérios (Ex. Critério 1 ou Critério 2) e qual o grau de influência que exerce em detrimento do outro perante o objetivo do método. Este padrão se repete para todos os julgamentos constantes do questionário, presente no Apêndice 01 deste trabalho.

O preenchimento do questionário foi feito mediante duas etapas: comparação paritária entre os critérios; e comparação paritária entre os subcritérios. Na primeira, foi solicitado aos especialistas que indicassem qual a importância de cada critério sob o outro alocando valor de 1 a 9 em cada escolha, baseado na escala de Saaty (1991), considerando seu grau de importância na implantação de mercado de reciclagem em um país. Na segunda etapa, foi solicitado que o respondente indicasse, de forma paritária para todos os subcritérios, qual o mais importante em detrimento de outro e em qual grau, também baseado na escala de Saaty (1991), que varia de 1 a 9. Desta forma foi possível aferir comparações entre os critérios e subcritérios selecionados.

Os especialistas foram escolhidos com base no seu envolvimento com o tema central desta dissertação: “Reciclagem de Embarcações” e com base na categorização da sua área de atuação. Isto é, este estudo visou balancear especialistas que atuam predominantemente com os aspectos econômicos, ambientais e sociais em níveis nacionais e internacionais. No total o número de respondentes foi de 12, validando o questionário e os resultados obtidos.

O perfil dos respondentes do questionário é composto por dois grupos: acadêmicos e profissionais da iniciativa privada. O perfil dos acadêmicos é baseado em pesquisadores envolvidos diretamente com reciclagem de embarcações ou transporte aquaviário no Brasil, com 1 exceção de fora do Brasil. O perfil dos profissionais da iniciativa privada é composto por maioria de fora do Brasil (Inglaterra e Holanda) com relações profissionais diretas com reciclagem de embarcações.

Após a consecutiva finalização das etapas: seleção de critérios; definição de métricas objetivas dos critérios; aplicação do questionário; e seleção das alternativas, o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) pôde ser aplicado, com a utilização do software AHP-

OS, disponível em [Online Tools – BPMSG](#) (Goepel, 2018). Toda a fundamentação deste método está descrita no item 3.2.

Conseqüentemente à aplicação do método AHP, pôde-se aferir os resultados esperados da aplicação do método AHP. A hierarquização dos critérios e das alternativas fundamentam as discussões e contribuições apresentadas neste estudo.

Os resultados desta pesquisa se tornaram satisfatórios e validados seguindo a estrutura metodológica apresentada no item 3, cumprindo os objetivos propostos por este estudo.

3.1 Inversa Distância Ponderada (IDP ou IDW)

Esta subseção é destinada à descrição da matemática da interpolação pelo Inverso da Distância Ponderada (IDP) utilizada na etapa de caracterização da potencialidade da Amazônia no mercado doméstico de reciclagem de embarcações no Brasil. Esta ferramenta matemática foi utilizada em virtude de distribuição geoestatística dos valores das variáveis (Quantidade e LDT) tratadas de acordo com as referências de localização, foi utilizado o software ArcGIS (Environmental Systems Research Institute – ESRI, Versão 10.1, 2018), com o método de interpolação IDP.

O método IDP é uma interpolação a qual determina valores de células utilizando ponderação linear a partir de valores de um conjunto de pontos localizados em um dado espaço, a ponderação linear é função do inverso da distância. O método adota o alcance de uma variável decrescente de acordo com o aumento da distância em relação aos pontos que originam dentro da superfície proposta. Foi criada uma superfície com duas variáveis resultantes da espacialização pelo método IDP, uma a partir do número de embarcações com mais de 20 anos (a partir da data de sua construção) e a outra da quantidade de aço fornecida por essas embarcações, ambas tendo por base *shapefiles* do Brasil.

A interpolação espacial utilizando a metodologia por ponderação do inverso da distância, denominado neste trabalho IDP, foi criado pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos (Varatharajan, et al., 2017), é um modelo determinista popularmente utilizado por geocientistas e geógrafos e largamente implementado em softwares que utilizam sistemas de Informação Geográfica (*Geographic Information System - GIS*) (Lu & Wong, 2008). O IDP é um método determinista que aloca pesos baseados na região vizinha e seus valores (Lu & Wong, 2008).

Segundo a Johnston et al. (2004), existem dois grupos principais de técnicas de interpolação: deterministas e geoestatísticas. A interpolação determinística cria superfícies a partir de pontos mensurados, baseados na extensão de similaridade (e.g. Inverso da Distância Ponderada) ou no grau de suavização (e.g. Funções radiais). Técnicas de interpolação geoestatística (e.g. Krigagem) utiliza as propriedades estatísticas dos pontos mensurados.

Ainda segundo Johnston, et al. (2004), técnicas de interpolação determinísticas são subdivididas em 2 grupos: global e local. Técnicas globais estimam utilizando todo o banco de dados disponível, por outro lado, técnicas locais estimam valores (repetiu a mesma expressão, seria bom usar outra) baseando-se nos pontos amostrais vizinhos, conformando áreas menores dentro da área de estudo mais ampla.

O IDP é um estimador determinístico, nele são mais representativos os pontos localizados próximos aos pontos amostrados do que os pontos com maior afastamento. A ponderação muda de acordo com a distância linear das amostras aos pontos não amostrados (Amorim, et al., 2011). Segundo Righi & Basso (2016) este método é considerado o mais simples de interpolação, que atribui peso maior ao ponto mais próximo, diminuindo esse peso com o aumento da distância e em função do coeficiente potência “a”, ademais, segundo o mesmo autor a interpolação é obtida por meio do disposto na Equação 1.

$$\hat{Z}(x) = \frac{\sum_{i=1}^N Z(x_i) \frac{1}{d_{ij}^a}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_{ij}^a}} \quad (1)$$

Em que:

- Z são os valores estimados;
- X é o número de amostras;
- x_i são os valores conhecidos;
- d_{ij} são as distâncias entre os valores conhecidos e estimados; e
- a é o Coeficiente de potência

Didaticamente, esta metodologia é uma interpolação de valores em uma dada referência geográfica (Shape File) onde os valores conhecidos são referências para os valores estimados ao longo do plano XY com limitações de uma área, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Ressalta que o método de interpolação dos valores é que os valores estimados são inversamente proporcionais à distância aos pontos conhecidos no plano XY. Quanto mais

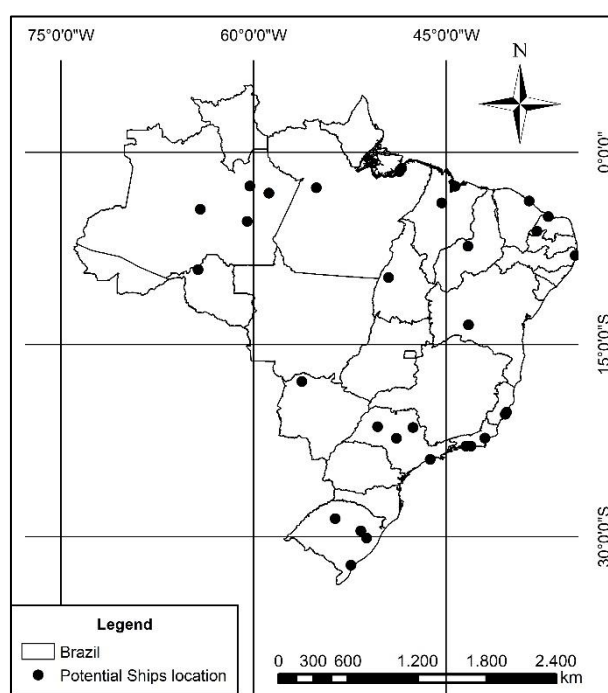
distante dos pontos, menor é o valor considerado da variável em questão (Arqueação Bruta - AB ou Unidade de Embarcação)

Quadro 2 - Variáveis do processo de interpolação IDP

	LDT / Unidade	Localização (Ponto georreferenciado)	Interpolação para compor as concentrações
Valores Conhecidos	x_i	x_i'	$\hat{Z}(x)$
Valores Estimados	y_i	y_i'	$\hat{Z}(x) - \text{Inversamente proporcional àdistância do ponto conhecido.}$

No caso aplicado neste estudo, foi utilizado o *Shape File* do Brasil, fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os pontos foram obtidos junto aos dados fornecidos pela Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ). Observa-se na Figura 16 a base de dados com os valores conhecidos utilizados para a espacialização dos dados.

Figura 16 - Shape File base para espacialização da localização dos dados



É possível verificar na seção de Apêndices deste documento o Apêndice 02 e Apêndice 03, com amostras dos bancos de dados utilizados oriundos da ANTAQ. O Apêndice 02 apresenta amostra de dados para embarcações classificadas como Navegação Interior e Apoio

Marítimo, bem como o Apêndice 03 apresenta amostra de dados para embarcações classificadas como Cabotagem.

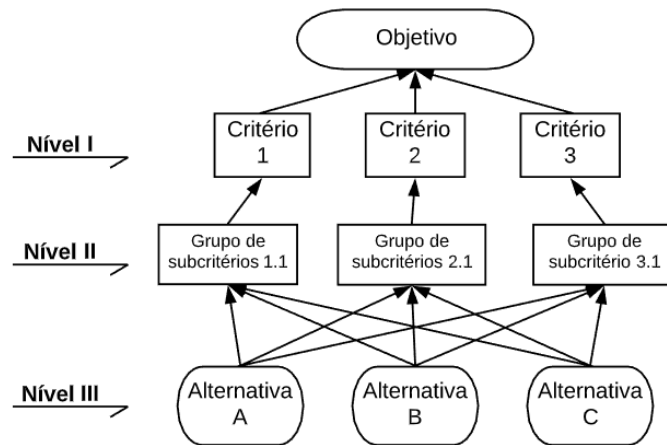
3.2 Método de Análise Hierárquica de Processos (AHP)

Está subseção objetiva descrever logicamente como se deu o processo hierarquização das alternativas e das prioridades (critérios) seguindo as diretrizes descritivas do método AHP. De acordo com (Saaty & Vargas, 2012), a modelagem AHP pode ser dividida em três etapas, são: Decomposição; Julgamentos Comparativos Paritários; e Síntese de Prioridades.

O AHP foi aplicado nesta pesquisa com o objetivo de comparar o Brasil como alternativa sustentável para o mercado de desmantelamento de embarcações. Esta comparação foi feita como parte da análise de inserção do Brasil neste mercado (Benjamin & Figueiredo, 2020), uma vez que o Brasil foi comparado aos países com maior participação neste mercado atualmente. Portanto, a metodologia AHP serviu como ferramenta de análise do mercado internacional de desmantelamento de embarcações com o Brasil.

Decompõem-se o problema em níveis hierárquicos de modo que, segundo a Figura 17, o nível I é ocupado pelo objetivo do problema. Os níveis intermediários (II, III, etc.) são destinados aos atributos do processo decisório ou, também chamados, critérios, podendo ser subdivididos em subcritérios para aprimorar a análise paritária. O último nível, neste caso nível IV, é ocupado sempre pelas alternativas a serem julgadas. Tal hierarquia assume uma dependência vertical entre seus níveis, porém não deve existir dependência horizontal (entre atributos/critérios de mesmo nível) (Saaty, 1991). Na Figura 17 é apresentada a estrutura hierárquica com quatro níveis aplicada neste estudo, sendo eles: objetivo, critérios, subcritérios e alternativas.

Figura 17 - Estrutura do AHP



Fonte – Adaptado de Bidinoto, et al (2015)

Segundo Ribeiro (2017) uma hierarquia, ou árvore de critérios, é considerada bem construída quando é esta é capaz representar a realidade. Esta sistematização é baseada no conceito de que entidades aglutinadas em conjuntos de elementos independentes. Esta estruturação independente não contribui, em vias claras, para o processo de tomada de decisão ou dimensionamento do problema, desta forma se faz necessário identificar as “forças” que compõem a influência entre os elementos.

A próxima é a etapa do desenvolvimento, onde ocorre os julgamentos comparativos. Nesta etapa, os especialistas julgam e ponderam cada critério/subcritério, alocando pesos para cada elemento através de comparações paritárias. Estas comparações se dão entre elementos ligados verticalmente por uma ligação linear, como na Figura 17, o critério 1 será comparado ao critério 2 em relação ao objetivo global, da mesma forma o subcritério 1.1 será comparado ao subcritério 1.2 em relação ao critério 1, e assim por diante. Deve-se identificar qual dos dois critérios é o mais importante e o quanto, tendo como referência o elemento de nível superior. Ao todo são realizadas $n(n-1)/2$ comparações, onde n é a quantidade de elementos a serem comparados (Baldioti, 2014).

Após os resultados da fase de comparações serem computados, é necessária uma análise de consistência dos julgamentos. Objetivando validar os resultados, configurando metodologia para analisar a coerência do julgamento. Dito isto, é analisado probabilisticamente se os julgamentos foram realizados ao acaso, para tanto a medida denominada Razão de Consistência (RC) (Saaty & Vargas, 2012; Baldioti, 2014) é utilizada. Por exemplo, uma $RC= 0,2$ aduz que há 20% de chance do especialista ter respondido aleatoriamente ao questionário feito ponderando e comparando os atributos paritários.

Finalmente, a terceira etapa do processo consiste na priorização, isto é, a composição do valor final para cada alternativa, para que, desta forma, seja factível ranqueá-las em função de sua importância perante à análise feita. Após a composição das matrizes de prioridades, na etapa anterior, multiplicam-se estas matrizes pelos vetores de atributos das alternativas. Sumariamente, para cada alternativa será obtido um valor global que é a soma ponderada da importância relativa de cada atributo. Esta soma apresentará o grau de importância maior para uma das alternativas em relação ao respectivo critério (Souza, 2013). Desta forma, as alternativas que somarem o maior valor serão as preferíveis. Formalizando esta função temos como segue a Equação 2:

$$F(a) = \sum_{j=1}^n w_j v_j(a) \quad (2)$$

Em que:

$F(a)$ é o valor final de alternativa a .

w_j é o peso do j -ésimo critério;

v_j é o desempenho da alternativa a em relação ao j -ésimo critério.

O vetor w , peso dos critérios, é calculado a partir do autor vetor advindo da matriz de comparações paritárias de cada critério. O vetor v , desempenho das alternativas, é obtido de acordo com as características quantitativas destas alternativas. Estes passos serão aprofundados neste estudo. De acordo com a metodologia proposta por Saaty (1991), para agregar julgamentos de diversos especialistas é necessário calcular a média geométrica de cada elemento dos vetores de pesos, gerando assim um único vetor, o qual representará todos os julgamentos.

3.1.1. Escala Fundamental

Todo tipo de escala é um elemento de relativização de parâmetros ou unidades. Considerando o método AHP, este é um elemento de vital importância. De acordo com o idealizador do método, Thomas L. Saaty, a Escala Fundamental é uma ferramenta que torna possível avaliar atributos a princípio intangíveis matematicamente de forma direta e intuitiva. (Gomes & Gomes, 2012). O mesmo autor aduz a organização impositiva de se identificar os atributos por ordem de importância, começando pelo mais importante, em seguida, qual o grau de relação deste atributo em relação a importância do atributo seguinte (julgamentos), seguindo tabela predeterminada da intensidade das importâncias relativas.

A Escala Fundamental do método AHP, é apresentada na *Tabela 5* com as respectivas descrições. Importante ressaltar que a priori os julgamentos são realizados de forma verbal e reativa, somente depois os julgamentos são associados a valores absolutos.

Tabela 5 - Tabela de descrição de julgamentos por importância
 Fonte: Adaptada (Saaty & Vargas, 2012)

Intensidade da Importância	Definição	Descrição
1	Igual importância	Ambos os elementos contribuem igualmente para o objetivo
2	Fraca	
3	Importância moderada	Experiência e julgamento favorecem levemente uma atividade sobre a outra
4	Mais que moderada	
5	Importância forte	Experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade sobre a outra
6	Mais que forte	
7	Importância muito forte	Uma atividade é favorecida fortemente sobre a outra e sua dominância é demonstrada na prática
8	Muito, muito forte	
9	Importância extrema	A evidência favorecendo uma atividade sobre a outra é a maior possível, com o mais alto grau de segurança.
Recíprocos dos números acima	Se a atividade <i>i</i> tem uma das atividades de importância de 1 a 9 quando comparada com a atividade <i>j</i> , então <i>j</i> tem valor recíproco quando comparado com <i>i</i> .	

3.1.2. Matriz de julgamentos

Após a realização das comparações paritárias, as matrizes recíprocas foram realizadas onde as linhas e colunas fizessem referência aos elementos em comparação, esta matriz necessariamente e logicamente deveria ser quadrada. Denominado a_{ii} , o elemento “*a*” que preenche a linha “*i*” e a coluna “*j*”, seu recíproco na posição de linha “*j*” e coluna “*i*” e de forma aritmética $a_{jj}=1/a_{ii}$. Intuitivamente, foi possível construir a matriz em que os elementos superiores e inferiores à diagonal principal fossem, necessariamente, iguais. Esta matriz tem n^2 elementos, sendo conhecidos apenas os $(n(n-1)/2)$, ou seja elementos acima (ou abaixo) da diagonal principal desta matriz, uma vez esperado que o valor da comparação entre os critérios A e B fosse o inverso da comparação entre B e A, logo, os demais $(n(n-1)/2)$ elementos abaixo (ou acima) da diagonal principal foram obtidos através dos recíprocos desses primeiros elementos. Ademais, os elementos da diagonal principal, que comparam os elementos a eles mesmos, são valorados por 1.

É tido, como exemplo, que o critério 1 tem forte importância em relação ao critério 2, ou seja, atribuiu-se o valor 5 (a partir da escala fundamental) para representar esse julgamento. É possível observar na *Tabela 6* a matriz gerada a partir deste julgamento.

Tabela 6 - Matriz de julgamentos (Exemplo)

Objetivo	Critério 1	Critério 2
Critério 1	1	5
Critério 2	1/5	1

Fonte: Adaptada de Ribeiro (2017)

O vetor de prioridades, ou pesos, foi obtido a partir das matrizes de comparações paritárias. Então, calculou-se o autovetor normalizado do máximo autovalor da matriz conforme pode-se aferir na Equação 03.

$$A_w = \lambda_{\max} \cdot W \quad (3)$$

Em que:

A é a matriz de julgamentos ou matriz de comparações paritárias (quadrada, recíproca e positiva, supracitada);

w é o autovetor principal, refere-se à ponderação dos elementos;

λ_{\max} é o autovalor principal de A .

O w , autovetor que corresponde ao máximo autovalor (λ_{\max}) da matriz de julgamentos, sintetizou as ponderações estabelecidas para cada critério, baseado no julgamento feito pelos especialistas, em outras palavras, a ponderação será tão maior quanto o grau de importância julgado pelo conjunto de especialistas em relação aos demais critérios.

3.1.3. Análise de Consistência

Certamente, etapa fundamental da análise multicritério é analisar a consistência dos julgamentos feitos, por meio da avaliação da matriz de julgamentos previamente estabelecida. Nesta etapa é realizada a avaliação probabilística dos julgamentos terem sido feitos ao acaso (aleatoriamente). É utilizado a razão de consistência (RC) para tal objetivo.

Para tanto, podemos utilizar do princípio lógico matemático de que a equação com solução possível não pode atender para valores numéricos que não são parte do conjunto solução. Em exemplo, com base na Figura 17, pode-se compor a coerência do julgamento de forma que a se a atividade 1.1 é 2 vezes mais importante que a atividade 1.2; A atividade 1.1 é

4 vezes mais importante que a atividade 1.3, logo entende-se que o julgamento dos critérios $1.1 = 2 \cdot 1.2$ e $1.1 = 4 \cdot 1.3$. A solução jaz na relação de que $1.2 = 2 \cdot 1.3$, ou seja, $1.2/1.3 = 2$. Qualquer valor numérico matricial que indicar fuga dessa relação é considerado inconsistente. Ademais, limitações da escala fundamental também podem condicionar julgamentos inconsistentes, advindos de relações incoerentes, como por exemplo, 1.2 seja julgado 6 vezes mais importante que 2.2 e 2.2 seja julgado 6 vezes mais importante que 3.2, então 1.2 deverá ser 36 vezes mais importante que 2.2 para que haja coerência no julgamento (Adaptado de Saaty, 1991; Gomes, 2003; Ribeiro, 2017).

Sigamos com o exemplo para melhor entendimento da análise de consistência: supõe-se uma matriz consistente como uma matriz de comparações baseadas em medidas exatas, em outras palavras, suas ponderações são conhecidas $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$, conforme Equação 4:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (4)$$

Em que:

a_{ij} é o elemento que compõe a matriz na linha i e na coluna j .

w_i é a ponderação associada à linha i .

w_j é a ponderação associada à coluna j .

Neste caso, como o julgamento é exato para todas as comparações paritárias, tem-se que os elementos opostos da matriz em relação à diagonal principal são inversos entre si. Conforme apresentado na Equação 5.

$$a_{ji} = \frac{w_i}{w_j} = \frac{1}{w_i/w_j} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (5)$$

Considerando $x = (x_1, \dots, x_n)$ e $y = (y_1, \dots, y_n)$ vetores quaisquer de \mathbb{R}^n , pode-se escrever em notação matricial $A \cdot x = y$, onde A é a matriz de julgamentos conforme a Equação 6.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Algebricamente, a matriz A é apresentada na Equação 7.

$$A = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = y_i \quad \forall i=1, \dots, n \quad (7)$$

A partir da Equação 4 obtém-se as seguintes relações apresentadas nas Equações 8, 9 e 10.

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} = 1 \quad \forall i=1, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \frac{1}{w_i} = n \quad \forall i=1, \dots, n \quad (9)$$

Ou

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = n w_i \quad \forall i=1, \dots, n \quad (10)$$

A Equação 9 é equivalente à Equação 11 (Equação Matricial).

$$Aw = nw \quad (11)$$

Em que:

A é a matriz de julgamentos.

w é o autovetor da matriz A .

n é o autovalor que relaciona A com w .

Na prática a_{ij} são as ponderações atribuídas de forma subjetiva pelo julgamento dos especialistas consultados relativizados pela escala fundamental de Saaty, logo, ao passo que a_{ij} diverge da razão w_i/w_j a equação matricial supracitada passa a ter graus de inconsistência, se tornando inválida para análise. Para avaliar o grau dessa inconsistência serão utilizados dois axiomas da álgebra linear.

O primeiro afirma que caso $\lambda_1 \dots \lambda_n$ sejam os autovalores que satisfazem a Equação 12.

$$Aw = \lambda w \quad (12)$$

Em que:

λ é um autovalor variável de λ_1 a λ_n .

A é a matriz de julgamentos.

w é o autovetor.

Ademais, imperiosamente todos os pesos dos elementos têm de ser iguais, isto é, se $a_{ij} = 1$, para todo i e para todo j . Na Equação 13 é apresentada a relação evidenciada a seguir.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n \quad (13)$$

Em que:

n é o autovalor para $a_{ij} = 1$

Desta forma, supomos que a Equação 13 seja verdadeira, então todos os autovalores serão iguais a zero, exceto um, este será igual a n . Portanto, o maior autovalor de A será igual a n .

O segundo axioma previsto para esta argumentativa é de que ao variar os elementos a_{ij} de uma matriz recíproca positiva A em pequena escala, os autovalores também variam de igual grandeza.

Partindo destes dois axiomas, quando atuantes complementarmente, é possível concluir que se a diagonal principal de uma matriz A possuir todos os seus elementos iguais a 1 e ser consistente, pequenas variações dos elementos a_{ij} resultarão que o autovalor máximo λ_{\max} permaneça próximo de n e os demais autovalores restantes, próximos a zero.

Desta forma, ao calcular o autovetor de prioridade de uma matriz de comparações paritárias A , é necessário que se encontre o vetor w que satisfaça a Equação 5.

Este processo metodológico objetiva a obtenção do autovetor normalizado para que se possa agrupar hierarquicamente todos os atributos de interesse, em outras palavras, o vetor em que a soma de seus elementos totalize 1. Para normalização, todos os elementos w_i deverão ser divididos pelo somatório de w , conforme Equação 14.

$$\text{Autovetor normalizado} = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w} \quad (14)$$

Uma vez provada e conceituada a consistência, ou falta dela, em uma matriz de julgamentos, é preciso mensurá-la. Para tanto, existe o chamado Índice de Consistência (IC), que é utilizado para calcular o desvio entre λ_{\max} e n (autovalores), de forma que o uso da escala para os julgamentos gera variações em a_{ij} , por consequência alterando λ_{\max} . O Índice de Consistência (IC) é calculado conforme a Equação 15:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (15)$$

Em que:

IC é o Índice de Consistência

λ_{\max} é o auto valor máximo obtido da matriz de julgamentos

n é o autovalor para $A = 1$

Faz parte da condição humana produzir inconsistências em julgamentos, portanto, faz-se necessário, para um método quantitativo, estabelecer zona limítrofe de aceitabilidade, trabalhando com as menores inconsistências possíveis. Desta forma, a Equação 16 apresenta o

cálculo da razão de consistência que estabelece tal limite de aceitabilidade quando à inconsistências de julgamentos:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (16)$$

Em que:

RC é a razão de consistência, elemento que vai mensurar a consistência dos julgamentos.

IR é índice randômico oriundo da *Tabela 7*.

IC é o índice de consistência resultado da Equação 14.

Na *Tabela 7* é possível identificar os valores de IR para matriz de ordens variadas, onde N é a ordem da matriz. A *Tabela 7* é sugerida por Saaty & Vargas (2012).

Tabela 7 - Escala de Índice Randômico

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fonte: adaptada Saaty & vargas (2012)

Por fim, neste trabalho foi aderido à avaliação de coerência proposta por Baldioti (2014), em que a análise de consistência deve ter como resultado um julgamento coerente. A seguir as classificações dos julgamentos em função do Razão de Consistência, como segue:

- $RC \leq 0,1$ = Julgamento coerente;
- $0,1 < RC < 0,2$ = Julgamento questionável;
- $RC \geq 0,2$ = Julgamento incoerente.

A análise de consistência da matriz de julgamentos tem dois retornos possíveis, se atende ou não ao critério de consistência que consiste em ter a Razão de Consistência da matriz menor ou igual que 0,1 (Equação 16). Se não atende, retorna-se para revisão dos cálculos ou afastamento de respostas da base de dados considerada consistente. Se o julgamento atende ao critério de consistência, então este se enquadra na relação hierárquica de prioridades sucessivamente.

3.1.4. Aplicação da Metodologia

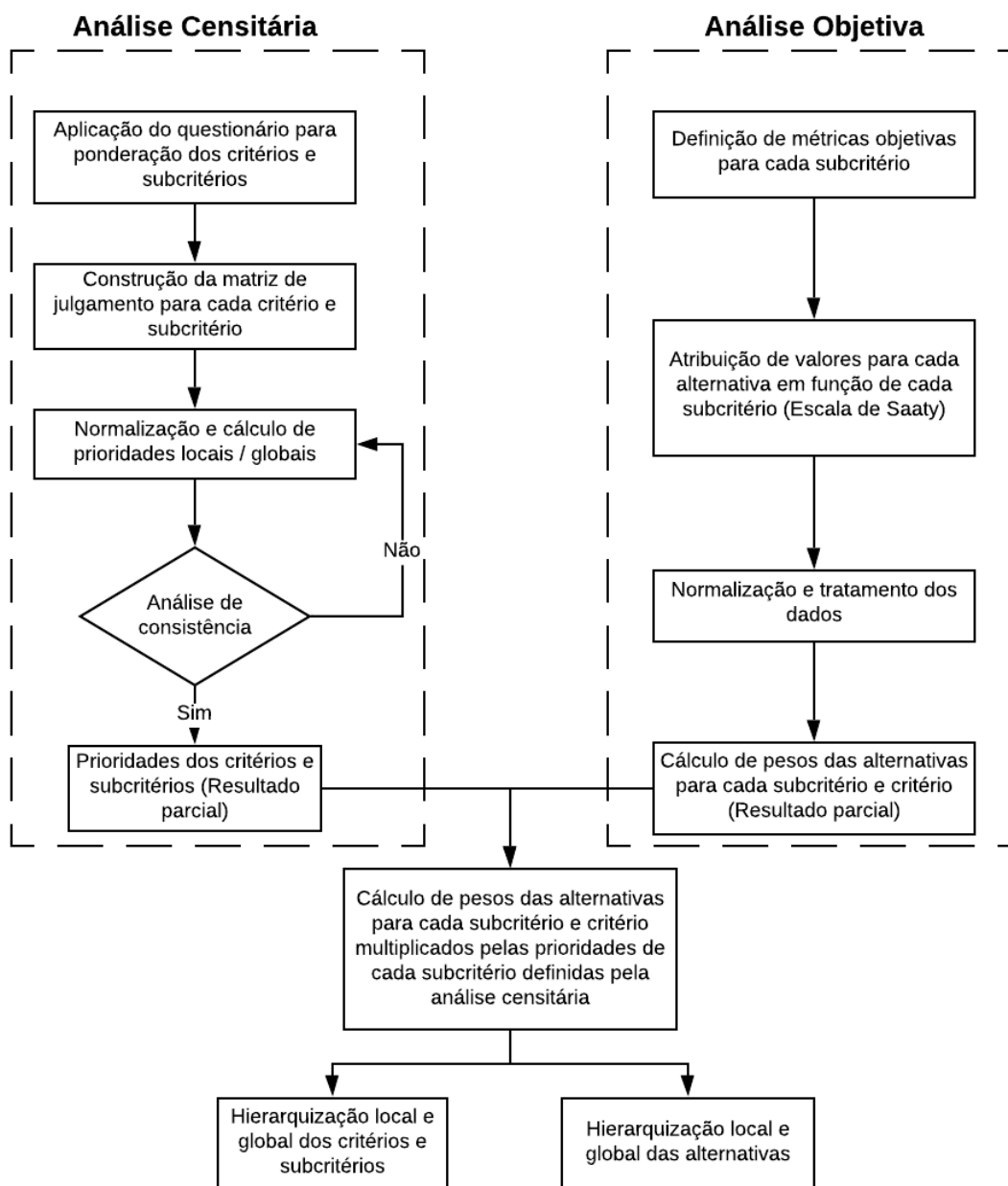
Dentre as alternativas de métodos de análises multicritério optou-se pelo uso do AHP, conforme supracitado. Esta subseção tem como objetivo descrever de forma direta como foi efetuada a aplicação do método AHP no estudo de caso.

Conforme citado na descrição do fluxograma da Figura 12, esta pesquisa considerou a combinação de análise censitária com análise objetiva. A primeira oriunda dos resultados da aplicação dos questionários e finalizada na definição das prioridades de cada critério selecionado; a segunda oriunda dos resultados da aplicação da escala de conversão objetiva dos critérios e finalizada no cálculo das prioridades de cada alternativa em relação a cada critério. Por fim, com a multiplicação das prioridades dos critérios (análise censitária), que teve como produto a hierarquia de importância dos critérios em valores normalizados com base nas opiniões dos especialistas, com as prioridades das alternativas para cada critério (análise objetiva), que teve como produto a hierarquia de importância das alternativas para cada critério em valores normalizados, foi possível aferir hierarquias locais e globais das alternativas.

Esta metodologia de considerar o questionário (análise censitária) e análise objetiva (valores concretos) também foi utilizada por Azevedo (2019) e serve como benchmark do que está sendo desenvolvido nesta pesquisa.

A seguir na Figura 18, é apresentado os passos metodológicos de aplicação da análise censitária e da análise objetiva.

Figura 18 - Passos metodológicos das análises censitária e objetiva



Fonte: Autor (2020).

Desta forma, finalmente, com a combinação das prioridades dos critérios com a ponderabilidade das alternativas para cada critério foi possível concluir a hierarquia dos subcritérios com base na análise censitária (opinião dos especialistas) e a hierarquia dos subcritérios (análise objetiva).

Foi possível estabelecer comparativo entre os resultados da análise censitária e análise objetiva, como forma de validar os resultados e exprimir as conclusões mais assertivas desta pesquisa.

3.1.4.1. Análise Censitária

A análise censitária consiste na aplicação do questionário, Apêndice 01 desta pesquisa, objetivando a comparação paritária dos critérios previamente selecionados. Este questionário foi enviado para especialistas no assunto de desmantelamento de embarcações que atuam em esferas acadêmicas e práticas.

O questionário apresenta um corpo estrutural simples e foi preenchido eletronicamente. Aplicando o método proposto por Thomas L. Saaty (Analytic hierarchy process) foram feitas avaliações realizadas par a par sob a diretriz da hierarquia superior.

Desta forma, o questionário foi dividido em 3 seções. É estruturado como segue:

- A primeira seção é composta de informações do perfil básico do respondente, sem identificação pessoal.
- A segunda seção é destinada a avaliar por comparação paritária cada critério, ao considerar a implantação do mercado de reciclagem de navios em um país, qual o critério mais importante com base no objetivo do AHP e qual o grau de importância de um sobre o outro.
- A terceira seção tem por objetivo avaliar por comparação paritária cada subcritério, qual o subcritério mais importante sob a ótica do critério ao qual se encontra sucessor e qual este grau de importância de um sobre o outro.

Ao tratar os resultados obtidos do questionário por especialistas foi possível montar a matriz de julgamentos para cada critério e subcritério, segue estrutura no Quadro 3, Quadro 4 e Quadro 5 conforme os critérios econômicos (E1 a E4), ambientais (A1 a A4) e sociais (S1 a S4), definidos na Figura 14.

Quadro 3 - Julgamento de importância dos critérios E1 a E4 (Critério Econômico)

Potencialidade do Mercado de Reciclagem de Embarcações	E1	E2	E3	E4
E1	1			
E2		1		
E3			1	
E4				1

Quadro 4 - *Julgamento de importância dos critérios A1 a A4 (Critério Ambiental)*

Potencialidade do Mercado de Reciclagem de Embarcações	A1	A2	A3	A4
A1	1			
A2		1		
A3			1	
A4				1

Quadro 5 - *Julgamento de importância dos critérios S1 a S4 (Critério Social)*

Potencialidade do Mercado de Reciclagem de Embarcações	S1	S2	S3	S4
S1	1			
S2		1		
S3			1	
S4				1

Para cada critério e subcritério selecionado foi definida uma matriz de julgamento com referência ao seu antecessor de nível superior. Isto é, para cada critério (Econômico, Ambiental e Social) foi desenvolvida uma matriz de julgamento em relação ao objetivo (nível I) do processo. Em semelhança, para cada subcritério (Ex. E1) foi definida uma matriz de julgamento em relação ao critério que este está vinculado (Econômico), e assim por diante.

Conseqüentemente, para cada matriz de julgamentos foram calculadas as prioridades locais e globais. Segue estrutura utilizada em cada critério para esta etapa no Quadro 6, Quadro 7 e Quadro 8.

Quadro 6 - *Prioridades calculadas dos critérios julgados à luz do objetivo principal A (Critério Econômico)*

Normalização dos valores						
Peso de A=1	E1	E2	E3	E4	Prioridade Local	Prioridade Global
E1						
E2						
E3						
E4						
				Total:	1	100%

Quadro 7 - Prioridades calculadas dos critérios julgados à luz do objetivo principal A (Critério Ambiental)

Normalização dos valores						
Peso de A=1	A1	A2	A3	A4	Prioridade Local	Prioridade Global
A1						
A2						
A3						
A4						
				Total:	1	100%

Quadro 8 - Prioridades calculadas dos critérios julgados à luz do objetivo principal A (Critério Social)

Normalização dos valores						
Peso de A=1	S1	S2	S3	S4	Prioridade Local	Prioridade Global
S1						
S2						
S3						
S4						
				Total:	1	100%

Posteriormente foi realizada a análise de consistência por meio da avaliação dos valores calculados da razão de consistência de cada matriz de julgamento. Estas razões de consistências não poderiam ser superiores à 0,1 (10%). Em outras palavras, adotou-se o critério de que cada matriz de julgamento aferida não poderia ter 10% de probabilidade de ter sido preenchida aleatoriamente pelos respondentes. Isto foi feito com a estrutura da Quadro 9.

Quadro 9 - Valores intermediários considerados no cálculo da razão de consistência do julgamento dos subcritérios à luz do critério imediato em nível superior

Maior autovalor da matriz de julgamento (λ_{max})	Quantidade de critérios	IC (Índice de Consistência)	IR associado a quantidade de critérios	RC (Razão de Consistência)	Consistente: RC < 0,1
---	-------------------------	-----------------------------	--	----------------------------	-----------------------

Por fim, foi sintetizado na estrutura da Quadro 10 os valores das prioridades locais e globais de cada critério e subcritério seguidos da razão de consistência calculada de todos os critérios e subcritérios.

Quadro 10 - Prioridades (pesos) geradas pelo AHP para critérios e aspectos do grupo A

Critério	Prioridade Local	Subcritério	Prioridade Local	Prioridade Global
Econômico (E)		E1		
		E2		

		E3		
		E4		
Ambiental (A)		A1		
		A2		
		A3		
		A4		
Social (S)		S1		
		S2		
		S3		
		S4		

A ponderabilidade das alternativas foi feita normalizando os valores das matrizes montadas conforme metodologia descrita no item 3.1.3. Após a etapa de normalização de todas os subcritérios, foi possível chegar ao resultado da análise censitária: Hierarquização dos subcritérios, conforme opinião de especialistas.

Verifica-se na Quadro 11 a estrutura de apresentação da hierarquia de subcritérios resultante da análise censitária.

Quadro 11 - *Hierarquia de subcritérios considerando a análise censitária*

Subcritério	Peso da Alternativa
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	

3.1.4.2. Análise Objetiva

A análise objetiva teve como objetivo atribuir valores às alternativas para estabelecer base comparativa entre os países e, posteriormente, com a análise censitária. O objetivo final desta análise foi estabelecer ranking de prioridades de subcritérios para cada país.

Esta análise teve início com atribuição de valores para cada alternativa em relação a cada subcritério. Isto foi feito com escalas de conversão de valores quantitativos intrinsecamente relacionados com cada subcritério para valores da escala de Saaty (1991).

Foi definido, para cada subcritério, como seria a regra de avaliação dos países alternativas. As regras para cada subcritério estão devidamente desenvolvida, fundamentadas e descritas no item 4.1.2 desta pesquisa. Cada regra foi definida com variáveis objetivas que representam o subcritério a ser avaliado, de forma que cada alternativa recebe um peso (1 a 9) conforme seu desempenho nesta variável definida pela regra.

A atribuição de pesos para cada subcritério seguiu a seguinte lógica de avaliação:

- Para subcritérios passíveis de escalonamento objetivo dos valores (Ex. preço do aço varia entre cada país) optou-se por atribuir valores de 3, 5, 7 ou 9, com base na escala de Saaty.
- Para subcritérios que recebem informações binárias (Ex. Se o país é ou não signatário da conferência de Hong Kong), optou-se por atribuir valores de 3 ou 7, com base na escala de Saaty.

Para cada subcritério foram associados valores da escala de conversão, e a disposição de todos os critérios e escalas obedeceu à estrutura da Quadro 12.

Quadro 12 - Pesos das escalas de conversões utilizadas na avaliação baseada no grupo A de subcritérios

Subcritérios	Valor da escala de Saaty								
	Prioridade local (Pesos)								
E1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A4	1	2	3	4	5	6	7	8	9

S1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S3	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S4	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Com base nas informações deste quadro foi possível realizar o cálculo da ponderabilidade das alternativas em referência a cada subcritério, critério e por fim, análise global.

A ponderabilidade das alternativas foi feita normalizando os valores das matrizes montadas seguindo os mesmos passos utilizados para análise censitária, conforme metodologia descrita no item 3.1.3.

Após a etapa de normalização de todas as alternativas para todos os subcritérios, foi possível chegar a dois resultados com esta pesquisa:

- Hierarquia das alternativas para cada subcritério; e
- Hierarquia dos subcritérios para cada alternativa.

Seguem a estruturas das hierarquias concluídas de subcritérios e alternativas no Quadro 13 e Quadro 14, respectivamente.

Quadro 13 - Hierarquia de subcritérios considerando a análise objetiva

Subcritério	Peso da Alternativa
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	
1º a 12º	

Quadro 14 - Hierarquia de alternativas considerando a análise objetiva

Alternativa	Peso da Alternativa
--------------------	----------------------------

1º a 6º	
1º a 6º	
1º a 6º	
1º a 6º	
1º a 6º	
1º a 6º	

Por fim, foi possível estabelecer paralelos entre a hierarquização dos subcritérios oriundos da análise censitária e da análise objetiva, além de conclusões complementares com a hierarquização das alternativas. Estes resultados fomentaram discussão fértil e conclusões sólidas que são pormenorizadas no capítulo 4.

3.3 Seleção de critérios para aplicação do AHP

Esta subseção apresenta o embasamento de definição dos critérios e subcritérios utilizados na pesquisa para aplicação da metodologia AHP, supracitada. Como já explanado, foram selecionados 3 grandes critérios (Econômico, Ambiental e Social) e, dentro destes, foram selecionados subcritérios para cada.

Inicialmente, considerou-se 17 subcritérios com base na literatura existente de forma ampla e lógica. Estes critérios foram:

- Preço do Aço;
- Distância entre os maiores mercados fornecedores de embarcações;
- Importação de Aço (Consumo Interno);
- Custo de mão-de-obra (Média Salarial);
- Participação na IMO/ONU;
- Produto Interno Bruto (PIB);
- Capacidade de Produção de Aço;
- Signatário da Convenção de Hong Kong;
- Signatário da Convenção de Basiléia;
- Ter estaleiros nas listas de compliance (Classificadoras);
- Signatário Rio 92
- Participação na OCDE;
- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH);
- Taxa de Desemprego;
- Condições de Trabalho (OIT/ILO);

- Membro da OIT/ILO;
- Densidade Demográfica Litorânea;

Tais subcritérios foram submetidos à avaliação e testes da equipe participante deste estudo, com vias de não perder consistência e não haver sobreposição nas relações de importância entre os subcritérios.

A descrição dos critérios é apresentada nos tópicos que seguem.

3.3.1 Critérios Econômicos

I. Preço do Aço Reciclado

O primeiro critério definido pelo estudo foi *preço do aço* reciclado praticado nos países alternativos deste estudo. Este influencia diretamente a dinâmica do transporte marítimo mundial, uma vez que o navio ao ser negociado é considerado pelo seu peso leve (LDT) (Yang, et al., 2019). Ademais, existe correção comprovada por Kagkarakis (2016) entre a dinâmica do mercado de demolição de embarcações e o preço de aço reciclado internacional.

O valor de navios no mercado de revenda, que é influenciado diretamente do preço de aço reciclado e a decisão de venda ou demolição, é o segundo principal fator de influência na dinâmica do mercado de transporte marítimo mundial, segundo Stopford (2017).

II. Distância dos maiores mercados

No que concerne ao critério distância aos maiores mercados, o estudo entende por este a distância marítima entre portos das nações que fazem parte das alternativas.

A concentração geográfica em determinadas regiões do mundo não ocorre de maneira acidental, estando intimamente ligada às vantagens locacionais, como a presença de fornecedores à montante e relaminadores à jusante e o fácil acesso ao processamento do aço, bem como à mercados para comercialização de outros itens recicláveis. A localização geográfica da atividade de desmantelamento está intrinsecamente ligada a demanda por produtos reciclados oriundos das embarcações desmanteladas (Sarraf, et al., 2010).

Sabe-se que várias variáveis são capazes de afetar a taxa de descarte. Nesse sentido, Kaiser (2018) afirma que a localização de navios obsoletos e a localização dos principais mercados de desmantelamento são fatores que estão intrinsecamente ligados ao desempenho desse setor.

III. Consumo interno de aço

No que concerne ao Consumo Interno do Aço, pode-se estabelecer uma linha tênue entre este critério e o desenvolvimento do mercado do desmantelamento. Para Sarraf et al. (2010), o crescimento desta atividade ocorre em função de inúmeros fatores, e entre eles, destaca-se a demanda do aço oriundo das embarcações desmanteladas nos países que efetuam o desmantelamento. Ainda segundo Sarraf et al. (2010), Bangladesh e Paquistão são evidências desta afirmação, haja vista que são países que se destacam por ter uma das maiores demandas globais deste material.

O lado financeiro do desmantelamento de navios é governado pela dinâmica do mercado, como as taxas de frete, os preços da sucata de aço e a demanda para este aço nos locais onde ocorre a prática (Taylan, 2013). Para Devoult (2017), a quebra de embarcações fornece aos governos uma forma de reduzir o desemprego e, para a economia local, estabelece uma maneira de conceder acesso aos produtos do desmantelamento, em especial o aço reciclado.

Devoult (2017) cita o subcontinente indiano como sendo a maior nação desbravadora do mundo nesse sentido, com uma demanda local estável para o aço. A taxa de crescimento da urbanização desses países é um fator preponderante para o desencadeamento da necessidade de desenvolvimento da infraestrutura, o que, eventualmente, explica a alta e crescente demanda por aço (Sarraf, et al., 2010).

Mikelis (2013) também caracterizam a demanda local por aço como um fator determinante para a localização geográfica e custos da prática do desmantelamento de embarcações.

IV. Custo de mão de obra

No tocante ao critério “Custo de Mão de Obra”, deve-se destacar este como um dos principais condicionantes para a alocação do mercado do desmantelamento, haja que este fator é um dos determinantes para a margem de lucros deste mercado. Nesse sentido, destaca-se a existência de estudos que correlacionam diretamente este critério com o desenvolvimento do mercado do desmantelamento de embarcações. A mudança de localização em grande escala ou “realocação transfronteiriça” do mercado de desmantelamento de embarcações de um país ou região para outro é geralmente atribuída à redução dos custos de mão de obra.

Para Sarraf et al. (2010), apesar do desmantelamento oferecer a melhor finalidade para navios no final da vida útil, a reciclagem dessas embarcações, embora seja viável do ponto de vista da reutilização, tem se voltado para países com baixos custos trabalhistas, o que evidencia a correlação direta entre a atratividade do mercado de desmantelamento e o fator “custo de mão de obra”.

No que concerne ao momento em que uma embarcação deve ser descartada, tem-se que os custos de mão de obra para este serviço são fundamentais para a economia do desmantelamento. Nesse sentido, os custos de reciclagem de navios diferem consideravelmente de acordo com o preço da mão de obra e custos de infraestrutura para segurança dos trabalhadores e proteção ambiental (Milieu Ltd. e COWI, 2009).

Sabe-se, então, que os custos envolvendo mão de obra são um fator importante no custo da sucata. Segundo Kaiser (2018), países desenvolvidos com altos níveis de custos trabalhistas, exigências ambientais e apoio limitado do governo não podem competir com países que têm mão de obra barata, leis de segurança do trabalhador e ambientais frágeis.

3.3.2 Critérios Ambientais

V. *Signatário da Conferência de Hong Kong;*

Sabe-se que a Convenção de Hong Kong e a Convenção da Basileia regulamentam a maioria das questões relativas à reciclagem de navios e é uma abordagem regulatória abrangente projetada para garantir uma proteção significativa e robusta do meio ambiente e da saúde humana. Nesse sentido, destaca-se a influência direta deste critério no mercado do desmantelamento, haja vista que as regulamentações tornam possível a mudança da localização, do contexto e do forma que tal atividade ocorre atualmente.

Zhao (2014) estabelece uma comparação entre as legislações para reciclagem chinesas e as impostas por intermédio da convenção de Hong Kong de 2009. As conclusões são tiradas em termos dos problemas com a legislação chinesa e sugestões são oferecidas para a reforma da legislação de reciclagem de navios. Concomitante a isso, Zhao (2014) descreve a importância das regulamentações dos países envolvidos no processo de desmantelamento, de modo que a destacar a necessidade destas legislações no sentido de promover a segurança do meio ambiente e das pessoas envolvidas direta e indiretamente na atividade.

Ormond P. (2012) evidencia a capacidade das referidas Convenções em erradicar, modificar e/ou coibir práticas industriais ruins no mercado do Shipbreaking. A abordagem

abrangente é que os navios certificados devem ser reciclados apenas em instalações devidamente autorizadas. E no que concerne às principais exigências, destaca-se a necessidade de que os navios carreguem um Inventário de Materiais Perigosos (IHM) que deve ser certificado e atualizado regularmente, bem como a exigência de que as instalações de reciclagem de navios sejam autorizadas de acordo com a Convenção, para trabalhar em um “plano geral de reciclagem de navios” e desenvolver um “plano de reciclagem de navios” antes do desmantelamento de um determinado navio.

VI. *Signatário da Convenção de Basileia;*

A Convenção de Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e sua Eliminação, também conhecida como Convenção de Basileia, foi adotada em 1989 e entrou em vigor em 1992 (ONU, 2011). A Convenção visava controlar o movimento e a disposição de resíduos perigosos dos países desenvolvidos aos países em desenvolvimento, para evitar o despejo ilegal de resíduos por empresas. A Convenção não proíbe a exportação de resíduos perigosos nos Estados membros. No entanto, exige que as partes sigam um sistema de aviso e consentimento.

Uma emenda à Convenção foi posteriormente acordada, conhecida como Emenda da Proibição de Basileia, que proíbe o transporte de resíduos perigosos de um país da OCDE para um país não pertencente à OCDE (Jain, 2018).

Isto significa que navios (e estruturas offshore) não podem ser exportados de país da UE para qualquer um dos principais países de reciclagem de navios (Índia, Paquistão, Bangladesh, China), exceto a Turquia, porque é membro do grupo da OCDE.

Este estudo indica a relevância de que um país bem avaliado para implantação e desenvolvimento do mercado de desmantelamento seja signatário da conferência de Basileia, mediante seu alto grau de relevância para o objeto da pesquisa, portanto, considerou-se este item na matriz de critérios.

VII. *Índice de Desempenho Ambiental (EPI)*

Bluszcz (2016) publica em seu estudo uma síntese dos índices ambientais mais importantes atualmente e dentre eles consta o EPI (Environment Performance Index). Este

índice é produzido em conjunto pela Universidade de Yale e Universidade de Columbia, em colaboração com o Fórum Econômico Mundial.

Este índice comparativo entre países torna esta pesquisa mais ampla e consonante com as políticas ambientais vigentes globalmente. Devido à sobreposição de fatores e critérios identificados entre as pesquisas, este índice foi selecionado como critério ambiental.

Este índice emite avaliação cuidadosa das tendências e do progresso ambiental além de fornecer uma base para a formulação de políticas eficazes. O Índice de Desempenho Ambiental de 2018 classifica 180 países em 24 indicadores de desempenho em dez categorias de questões que cobrem a condição ambiental e a vitalidade do ecossistema. Essas métricas fornecem um indicador em escala nacional de quão próximos os países estão dos objetivos estabelecidos globalmente para políticas ambientais (Wendling, Z. A., Emerson, J. W., Esty, D. C., Levy, M. A., de Sherbinin, A., et al., 2018).

Da prática de desmantelamento de embarcações decorrem consequências ambientais diretas e indiretas (Ozturkoglu, et al., 2019). Ainda segundo este autor há consequências diretas que estão associadas à poluição atmosférica, poluição marítima costeira e poluição dos sedimentos costeiros do país. Consequências indiretas estão associadas ao ecossistema marinho, poluição da agricultura e algumas doenças humanas.

VIII. Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia

A Europa o continente de origem de onde provém o maior número de embarcações e para o mercado de desmantelamento (NGO SHIPBREAKING, 2019). Desta forma, a União Europeia, por meio do parlamento continental, adotou a regulamentação para reciclagem de navios (EU SRR), em março de 2013, com objetivos de reduzir os impactos negativos oriundos deste mercado.

Desta forma, o bloco econômico (UE) criou uma lista de instalações em condições sustentáveis para a destinação de embarcações com bandeira europeia. A participação na lista de instalações aprovadas pela União Europeia para o desmantelamento de embarcações é um importante marco do ponto de vista organizacional do setor, pois possui critérios objetivos, com viés sustentável, necessários para a participação de quaisquer instalações que desejem aplicar. Estes critérios podem ser acessados por meio do link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/>.

Esta lista europeia é encampada pela única empresa auditora independente do mundo para estabelecimentos de reciclagem de embarcações, ademais trata o gerenciamento de

materiais perigosos oriundos de embarcações e proteção dos direitos trabalhistas fundamentais como requisitos essenciais. Esta lista pode ser acessada, de forma atualizada, através do endereço eletrônico: <https://ec.europa.eu/environment/waste/ships/list.htm>.

A Lista foi criada pela primeira vez em 19 de dezembro de 2016 e é atualizada periodicamente para adicionar instalações compatíveis adicionais ou, alternativamente, para remover instalações que deixaram de cumprir (NGO SHIPBREAKING, 2019).

Foi considerada também a lista de instalações que aplicaram para o processo, portanto demonstram interesse, mas ainda não foram aceitas pelo comitê integrante que atualiza a lista. Essas instalações que demonstram interesse em compor esta lista podem ser identificadas pelo link: <http://ec.europa.eu/environment/waste/ships/pdf/list-of-applicants-2018-12-14.pdf>.

Por fim, a presença de instalações de um país foi considerada como critério ambiental para a composição deste estudo. Vale ressaltar que a presença da nação na lista de instalações que aplicaram para a autorização europeia também foi levada em consideração, mediante grau de relevância intermediário.

3.3.3 Critérios Sociais

IX. Índice de Desenvolvimento Humano

O aspecto distintivo desse índice é que suas três dimensões são básicas para o desenvolvimento Humano. Essas dimensões são a expectativa de vida no nascimento para uma vida saudável, a alfabetização de adultos como um indicador do conhecimento e o valor logarítmico comum da renda nacional bruta per capita, refletindo um padrão de vida (Mangaraj & Aparajita, 2019).

Criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, o IDH pretende ser uma medida geral, sintética, do desenvolvimento humano (PNUD, 2019).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mede o nível de desenvolvimento humano dos países utilizando como critérios indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita) (Mangaraj & Aparajita, 2019; PNUD, 2019).

Desta forma, considerou-se este índice de fundamental correlação com este estudo do ponto de vista de desenvolvimento Humano, portanto, definiu-se como critério social para aplicação da metodologia proposta.

X. *Taxa de desemprego*

Ao analisar os principais países que se destacam nesta atividade, percebe-se que há elevada taxa de desemprego e entende-se que, atualmente, a indústria em questão é considerada, justamente, como uma das mais nocivas ao trabalhador (NGO SHIPBREAKING, 2019). Desta forma, Cairns (2014) conclui em seu estudo que, se nada for feito para alterar as práticas atuais desta indústria, trabalhadores de países com altas taxas de desemprego enfrentarão 4 cenários: riscos de acidentes, doenças, morte ou desemprego.

Nesse contexto, os números alarmantes nas taxas de desemprego condicionam a população desses países a se submeter a empregos independentemente dos riscos associados ao trabalho (Shameen, 2012). Segundo ainda este autor, ocorre um efeito em cadeia, em que o grande crescimento populacional ocasiona os altos índices de desemprego e isso, por sua vez, ocasiona a maior participação da população em atividades laborais atreladas ao desmantelamento de embarcações.

Logo, considerou-se esta taxa comparativa mundialmente como critério social aplicável à metodologia deste estudo.

XI. *Acidentes de trabalho*

Embora a reciclagem de navios seja considerada a maneira mais sustentável e eficiente de descartar um navio no final de sua vida, o desmantelamento de navios é uma das mais perigosas atividades também (Shameen, 2012).

Devido à complexidade do navio estrutura, materiais inerentes anexados à embarcação durante a construção, o processo de trabalho e os locais envolvem inúmeras questões ambientais, de saúde e segurança. Portanto, os trabalhadores são frequentemente expostos a riscos associados ao trabalho com efeitos negativos significativos à saúde humana, se não manuseado corretamente (Shameen, 2012).

Dentre os riscos encontrados no setor de reciclagem de embarcações, quando na dimensão de pessoas, os dois maiores riscos são segurança do trabalho e condições de trabalho. (Ozturkoglu, et al., 2019). O primeiro foi endereçado neste critério e o segundo foi citado no critério a seguir.

Acidente de trabalho é um fator que está citado em grande parte da literatura existente sobre reciclagem de embarcações. Seja por altos índices de acidentes ou pela melhora deles, é sempre um tópico presente em fóruns internacionais e a sua observância compõe algumas das

diretrizes da convenção de Hong Kong (2009) e da convenção de Basiléia (1989). Desta forma, é imprescindível que este critério seja levado em consideração neste estudo, portanto, definiu-se que este seria parte dos critérios sociais.

XII. Condições de Trabalho

Sabe-se que a condição de trabalho é um fator preponderante quando se analisa qualquer atividade laboral. No tocante ao *Ship Recycling*, destacou-se tal critério como fundamental para a tomada de decisão.

Hossain et al. (2008) descreve que maioria dos trabalhadores sofria de múltiplas doenças e riscos para a saúde nesta atividade. De encontro a isso, destaca o fato de direitos trabalhistas serem inexistentes, bem como sindicatos. Nesse sentido, as condições de trabalho e de vida refletem uma total ausência de padrões e normas, evidenciada pela ausência de sistemas de segurança, por condições de trabalho perigosas, pelo uso de métodos tradicionais de corte de navios e pela falta de medidas de precaução.

Rousmaniere (2007) denota que os riscos de saúde associados ao desmantelamento de navios, principalmente na Índia e em Bangladesh, são significativos. Nesse sentido, Rousmaniere (2007) destaca as preocupações mundiais sobre esses riscos, que surgiram no final da década de 1990, e o ativismo das organizações, bem como caracteriza as condições de trabalho e sugere propostas para controlar os riscos de trabalho evidenciados pelas condições de trabalho sub-humanas.

Andersen (2001) afirma que o descarte de navios é vital para economias em desenvolvimento e mover a indústria teria um efeito devastador sobre as sociedades locais. Concomitante a isso, sugere que a solução para essa questão complexa pode não ser realocar o descarte de navios para economias mais bem equipadas, mas desenvolver os locais existentes e os procedimentos aplicados.

3.4 Seleção de Alternativas para aplicação do AHP

A seleção das alternativas a serem aplicadas à metodologia de Análise Hierárquica de Processos (AHP) foi realizada de forma direta e objetiva. Uma vez definido que as alternativas seriam países, a seleção foi composta pelos 5 países mais atuantes no mercado de desmantelamento a nível mundial e o Brasil (objeto de análise).

A china é o país que detém maior infraestrutura de grande porte, como instalações de dique secos, por outro lado os países do subcontinente indiano (Índia, Bangladesh Paquistão) possuem o histórico e *know how* desta atividade validada por anos e a Turquia domina o mercado de embarcações pequenas e médias, com infraestrutura condizente com estas embarcações (Ahuja, 2012).

Os cinco países mais atuantes no mercado de desmantelamento de embarcações a nível mundial são: Bangladesh, Índia, Paquistão, China e Turquia (Sujauddin, et al., 2016; Kagkarakis, et al., 2016; Ozturkoglu, et al., 2019; NGO SHIPBREAKING, 2019; Choi, et al., 2016). Segue Quadro 15 onde é possível aferir a lista das alternativas.

Quadro 15 - Alternativas definidas pela pesquisa

Código da Alternativa	Alternativa
A1	Bangladesh
A2	Índia
A3	Paquistão
A4	China
A5	Turquia
A6	Brasil

4 RESULTADOS

Este capítulo é dedicado exclusivamente aos resultados alcançados neste estudo e interpretações primárias, pois as discussões e análises estão presentes no capítulo 06. Portanto, dividiu-se este capítulo em 2 tópicos principais, conforme cada etapa do estudo. No primeiro tópico, item 4.1, deste capítulo são apresentados os resultados acerca da viabilidade do Brasil no mercado internacional de desmantelamento de embarcações. No segundo tópico, item 4.2, são apresentados os resultados acerca da análise do mercado interno de desmantelamento de embarcações no Brasil, estes resultados foram publicados como parte integrante dos resultados de Benjamin & Figueiredo (2020).

No item 4.1 apresenta-se as análises censitária, oriunda do questionário, e objetiva, oriunda das escalas de julgamentos dos critérios. Neste item foram concentrados os resultados obtidos pela metodologia AHP.

No item 4.2 apresenta-se a espacialização dos dados de embarcações brasileiras processadas, o quantitativo por tipo de embarcação e a projeção desses dados para os próximos anos, contribuindo para compor o cenário e hipótese desta pesquisa,

4.1 Viabilidade do Brasil no Mercado Internacional de Desmantelamento

4.1.1 Análise Censitária

A análise censitária seguiu a metodologia descrita no capítulo 3 e especificamente foi adotada a estrutura de critérios observada na Figura 19 para a execução do método AHP, nesta figura pode-se observar os níveis da análise, que são descritos na Quadro 16.

Quadro 16 - Níveis da Estrutura do AHP

Níveis da Análise	Elementos
Nível I	Objetivo
Nível II	Critérios
Nível III	Subcritérios
Nível IV	Alternativas

Fonte: Autor (2020).

O objetivo, nível I, da análise hierárquica é a Caracterização da Potencialidade do Brasil no Mercado Internacional de Reciclagem de Embarcações, os critérios para esta caracterização, nível II, são primariamente, os Critérios Econômico, Ambiental e Social. Por fim, cada critério de é representado por quatro subcritérios, nível III, os quais são descritos na Quadro 17.

Quadro 17 - Critérios, subcritérios e códigos do AHP

Critério	Subcritérios	Código
Econômico	Preço do Aço	E1
	Distância dos maiores mercados	E2
	Consumo Interno de Aço	E3
	Custo de mão de obra	E4
Ambiental	Signatário da Conferência de Hong Kong	A1
	Signatário da Convenção de Basiléia	A2
	Índice de Desempenho Ambiental (EPI)	A3
	Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia	A4
Social	Índice de Desenvolvimento Humano	S1
	Taxa de desemprego	S2
	Salário mínimo	S3
	Condições de Trabalho	S4

Fonte: Autor (2020).

As alternativas, nível IV, são definidas pelos países que possuem maior participação no mercado internacional de reciclagem de embarcações, somados com o Brasil para efeitos comparativos, conforme segue na Quadro 18.

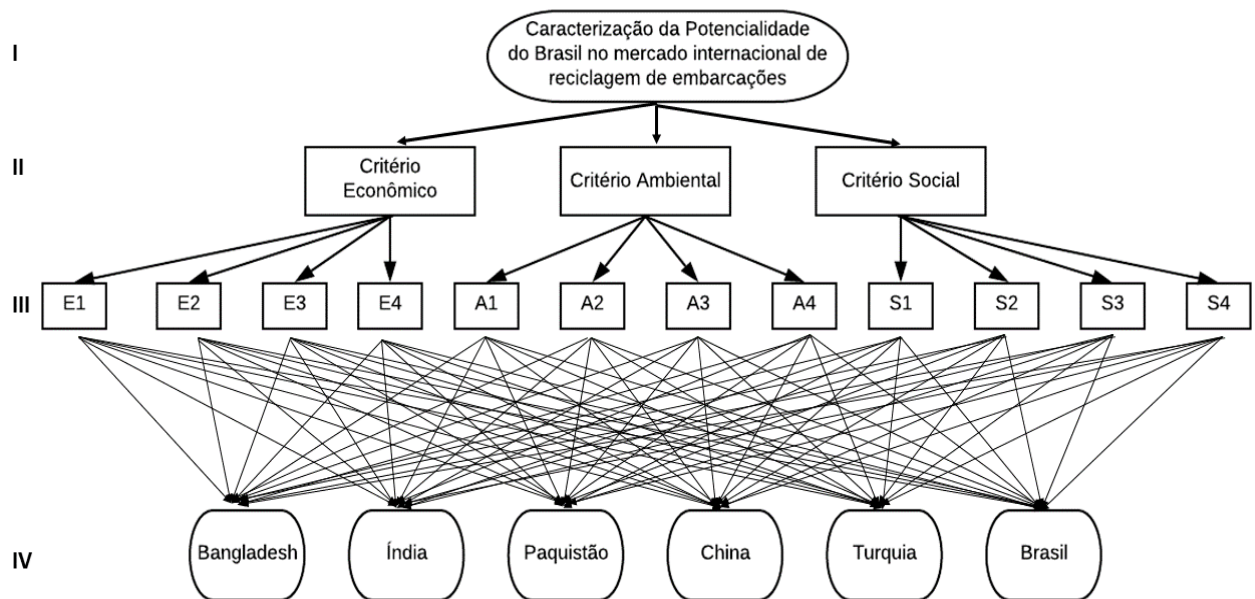
Quadro 18 - Alternativas do AHP

Alternativas (País)
Brasil
Turquia
Índia
China
Bangladesh
Paquistão

Fonte: Autor (2020).

Esta estrutura descrita pode ser observada na *Figura 19*, como segue.

Figura 19 - Estrutura Hierárquica da pesquisa para a aplicação do AHP



Fonte: Autor (2020).

O questionário desenvolvido, constante no Apêndice I deste estudo, foi aplicado à todos os especialistas em reciclagem de embarcações e transporte aquaviário com experiência e domínio nacional e internacional. Nas respostas dos questionários esperou-se que os respondentes optassem pelo critério mais importante, paritariamente entre os mesmos, e que as respostas convergissem para validar os critérios e subcritérios mais importantes para o objetivo da pesquisa.

A seguir são apresentadas os resultados dos critérios e ponderações com as informações obtidas dos resultados do questionário. Foram obtidos 04 grupos de produtos do questionário, são produtos as comparações dos critérios, dos subcritérios do critério Econômico, dos subcritérios do critério Ambiental e dos subcritérios do critério Social.

É possível identificar na *Figura 20* que o critério mais importante do ponto de vista dos especialistas é o critério Econômico, com 61,6% de importância, seguido pelo critério Ambiental com 27% e pelo critério Social com 11,4% de importância considerando o objetivo da pesquisa. Ressalta-se que a variação máxima foi de 17,1% para mais ou para menos do critério Econômico, não influenciando na hierarquia estabelecida.

Ademais, a relação de consistência da matriz formada pelas respostas foi de 8% caracterizando adequada consistência desta matriz de julgamentos.

Figura 20 - Resultados censitários da comparação dos critérios (nível I)

Critério	Descrição	Ponderações	+/-
1	E	Econômico	17,1%
2	A	Ambiental	7,5%
3	S	Social	3,2%
Relação de Consistência:			8,2%

Fonte: Autor (2020).

Os resultados apresentados na Figura 21 evidenciam, para o critério econômico, que o subcritério E4 – Custo de Mão de Obra detém o grau de relevância mais significativo, com 44,3% e também evidenciam baixo grau de relevância para o subcritério E3 – Consumo Interno de Aço, com ponderação de 8,4%. O subcritério E1- Preço de Aço está hierarquizado em segundo lugar na ordem de maior relevância com 32,8%, seguido pelo E2 – Distância para os maiores mercados fornecedores com 14,4%, contudo a variação percentual do subcritério E1, de 7,7%, é grande o suficiente para enquadrar-se em patamar semelhante ao de E2.

A relação de consistência da matriz de julgamentos é de 1,8% e enquadra-se dentro critério de aceitabilidade de 10% (Saaty, 1991).

Figura 21 - Resultados censitários da comparação dos subcritérios do critério Econômico (nível II)

Critério	Descrição	Ponderações	+/-
1	E1	Preço do Aço	7,7%
2	E2	Distância para os maiores mercados	1,5%
3	E3	Consumo Interno de Aço	1,6%
4	E4	Custo de Mão de Obra	7,7%
Relação de Consistência:			1,8%

Fonte: Autor (2020).

Observa-se na *Figura 22* duas são as evidências possíveis de serem extraídas, a primeira é que os subcritérios A4 – Participação da Lista de Instalações Aprovadas pela União Europeia e A1 – Signatário da Conferência de Hong Kong, com 39,4% e 33,9%, respectivamente, possuem relevância clara dentre os demais subcritérios. A segunda é que os subcritérios A2 – Signatário da Conferência de Basileia e A3 – Índice de Desempenho Ambiental possuem pouca relevância com 15,4 % e 11,3%, respectivamente.

A relação de consistência apresentada pela matriz de julgamentos é de 1,5%, valor adequado para o critério de consistência adotado nesta pesquisa.

Figura 22 - Resultados censitários da comparação dos subcritérios do critério Ambiental (nível II)

Critério		Descrição	Ponderações	+/-
1	A1	Sig. Conferência de Hong Kong	33,9%	6,0%
2	A2	Sig. Conferência de Basiléia	15,4%	1,8%
3	A3	Índice de Desempenho Ambiental	11,3%	1,7%
4	A4	Participação da Lista de Instalações Aprovadas EU	39,4%	8,3%
Relação de Consistência			1,5%	

Fonte: Autor (2020).

Por meio da *Figura 23* é possível aferir que os resultados do critério Social foram os mais equilibrados em termos de relevância. Encontra-se a hierarquia das ponderações na seguinte ordem: S4 – Condições de Trabalho com 43,0%; S1 – Índice de Desenvolvimento Humano com 23,5%; Salário Mínimo com 17,3%; e Taxa de Desemprego com 16,2%.

A relação de consistência apresentada na *Figura 23* é adequada para os critérios de relevância adotados nesta pesquisa.

Figura 23 - Resultados censitários da comparação dos subcritérios do critério Social (nível II)

Critério		Descrição	Ponderações	+/-
1	S1	Índice de Desenvolvimento Humano	23,5%	5,4%
2	S2	Taxa de Desemprego	16,2%	2,0%
3	S3	Salário Mínimo	17,3%	4,4%
4	S4	Condições de Trabalho	43,0%	12,6%
Relação de Consistência:			3,0%	

Fonte: Autor (2020).

Na *Tabela 8* é possível aferir os resultados obtidos para as prioridades locais, já apresentadas nas figuras anteriores, e as prioridades globais que foram obtidas pela combinação das prioridades locais dos critérios com as dos subcritérios, atribuindo ponderações combinadas.

A prioridade global máxima, o que evidencia uma clara convergência, foi obtida pelo subcritério Econômico E4 – Custo de Mão de Obra. Opostamente, o subcritério que apresentou a prioridade global menor, ou seja, menor relevância global, foi do critério Social S3 – Salário Mínimo.

Tabela 8 - Resultado das prioridades locais e globais

Critério	Prioridade Local	Subcritério	Prioridade Local	Prioridade Global
Econômico (E)	61,6%	E1	33%	20,20%
		E2	14%	8,87%

		E3	8%	5,17%
		E4	44%	27,29%
Ambiental (A)	27,0%	A1	34%	9,15%
		A2	15%	4,16%
		A3	11%	3,05%
		A4	39%	10,64%
Social (S)	11,4%	S1	24%	2,68%
		S2	16%	1,85%
		S3	17%	1,97%
		S4	43%	4,90%

Fonte: Autor (2020).

Ao prosseguir com a apresentação dos resultados, é possível observar na *Tabela 9* a hierarquização dos subcritérios adotados nesta pesquisa. Esta hierarquia diz muito sobre o objetivo do AHP, uma vez que define claramente o subcritério mais relevante (E4) e o menos relevante (S3).

Ademais é possível aferir, primariamente, que após 5º subcritério hierarquizado E2 – Distância para os maiores mercados fornecedores as prioridades globais possuem pouca variação percentual entre si. Portanto, é possível aferir que após este subcritério a relevância dos outros é pequena e não há distinção clara entre os elementos posteriores.

Tabela 9 - Resultado da hierarquia de critérios

Prioridade Global	Código	Subcritério
27,29%	E4	Custo de Mão de Obra
20,20%	E1	Preço do Aço
10,64%	A4	Participação na Lista de Instalações Aprovadas pela União Europeia
9,15%	A1	Signatário da Conferência de Hong Kong
8,87%	E2	Distância para os maiores mercados fornecedores
5,17%	E3	Consumo Interno de Aço
4,90%	S4	Condições de Trabalho
4,16%	A2	Signatário da Conferência de Basiléia
3,05%	A3	Índice de Desempenho Ambiental
2,68%	S1	Índice de Desenvolvimento Humano
1,97%	S3	Salário Mínimo
1,85%	S2	Taxa de Desemprego

Fonte: Autor (2020).

Apresentados os resultados desta etapa e feitas as devidas assertivas primárias, oriundas dos mesmos, a pesquisa aprofunda a discussão e análise conclusiva no capítulo 6.

4.1.2 Análise Objetiva

A análise censitária seguiu a metodologia descrita no item 3.2 e especificamente foi adotada a estrutura de subcritérios observada na *Figura 19* para a ponderação das alternativas. O objetivo desta análise foi atribuir valores para as alternativas, previamente selecionadas, com base em referências quantitativas e gerar resultados com hierarquias das alternativas.

A etapa de análise objetiva estabeleceu bases comparativas entre as alternativas definidas nesta pesquisa. Para tanto, esta foi iniciada com a definição de métricas para avaliação das alternativa em relação a cada subcritério. Estas métricas seguem descritas no item 4.1.2.1.

Optou-se por utilizar a escala de Saaty, com pontuação de 1 a 9, para padronizar as avaliações de cada alternativa e, posteriormente, tratar os dados para gerar as hierarquias pretendidas.

Após a atribuição de valores às alterativas para cada subcritério, foi possível normalizar os valores e concluir pela hierarquia globais e locais da alternativas. A metodologia de normalização está descrita no item 3.2.

4.1.2.1 Métricas de avaliação e hierarquia por subcritério

A seguir são descritas as métricas de avaliação definidas para cada subcritério desta pesquisa e seus resultados. A escolha de cada métrica foi feita utilizando os princípios da representatividade qualitativa e quantitativa, para garantir que houvesse respaldo técnico e qualidade nos dados levantados.

E1: Preço do Aço

A métrica de avaliação do subcritério E1- preço de aço escolhida foi o preço de mercado de barras de aço enrijecedoras. Ao obter o preço de mercado em cada país, oriundo das mesmas fontes, e garantir que a conversão para a mesma moeda (\$US) fosse feita na mesma data base da cotação foi possível chegar ao preço comparativo de aço entre os países.

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério foi a de atribuir maiores pesos para os países com maior preço de aço, pois foi constatado no item 0 que o preço do aço é um fator favorável ao fomento da indústria de desmantelamento de navios, uma vez que o navio quando é vendido aos estaleiros de desmanche, é vendido por peso de aço a cotação do momento. Ademais, muitos subprodutos desta indústria também são comercializados à preço de aço,

portanto, considera-se a valoração do aço como um fator diretamente proporcional à instalação desta indústria em um país.

Levantou-se informações de preço de aço, conforme pode-se aferir na *Tabela 10*.

Tabela 10 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério E1

País	Data base	Preço do Aço (\$US/ton)
Bangladesh	abr/20	484
Índia	abr/20	444
Paquistão	abr/20	484
China	abr/20	511
Turquia	abr/20	600
Brasil	abr/20	781

Fonte: Autor (2020).

Os dados de preço nos países de Bangladesh e Paquistão não são coletados frequentemente e estão faltantes no banco de dados utilizado, portanto, optou-se por utilizar para estas países o valor médio de preço do aço na Ásia informado pela World Steel Prices Association, mesma fonte dos demais países.

Ademais, as informações para a alternativa Brasil foram levantadas do Instituto Aço Brasi (IAB), que é a entidade fornecedora de preços de aço no Brasil para o site World Steel Prices.

As informações levantadas podem ser encontradas no sítio eletrônico: <https://worldsteelprices.com/>

Na *Tabela 11* é apresentado o peso atribuído à cada alternativa para o subcritério E1.

Tabela 11 - Pesos de cada alternativa - subcritério E1

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	5
Índia	3
Paquistão	5
China	5
Turquia	7
Brasil	9

Fonte: Autor (2020).

E2: Distância para os maiores mercados fornecedores

A métrica de avaliação do subcritério E2 – Distância para os maiores mercados fornecedores levou em consideração a distância entre os portos de maior movimentação anual de cada país para os portos de maior movimentação anual dos dois maiores mercados fornecedores de embarcações para o desmantelamento.

Esta pesquisa evidenciou que os maiores mercados fornecedores do mercado de reciclagem de embarcação são a União Europeia e os Estados Unidos da América, em quantidade de embarcações destinadas para a reciclagem. Os portos de maior movimentação destes mercados são: Porto de Los Angeles e Porto de Rotterdam (Lauriat, 2019).

Portanto, fez-se a verificação das distâncias náuticas entre os portos de maior movimentação de cada país para os portos de Rotterdam, na Holanda, de Los Angeles, nos Estados Unidos da América. O resultado final que originou a hierarquia foi a média entre essas duas distâncias.

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério é de atribuir maiores pesos para os países com menor distância marítima para os grandes centros fornecedores de embarcações, uma vez que foi constatado nesta pesquisa que a viagem que os navios de grande porte fazem para o local de desmantelamento é feita sem carga e com custos operacionais, se tornando um ônus significativo a ser considerado na tomada de decisão do armador. Logo, entende-se que quanto menor for a distância percorrida, menor são os riscos e os custos operacionais desta última viagem.

É possível aferir os valores levantados para a definição da hierarquia do subcritério E2 na *Tabela 12*.

Tabela 12 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério E2

País	Distância para Europa (MN) -Porto de Rotterdam	Distância para EUA (MN) - Porto de Los Angeles	Média (MN)
Bangladesh - Porto de Chittagong	9063	16332	10885
Índia - Porto de Jawaharlal Nehru	7173	14437	8996
Paquistão - Porto de Karachi	7057	14320	8879
China - Porto de Shangai	11999	19270	13817,5
Turquia – Porto de Haydarpassa	3761	11031	5581,5

Brasil - Porto de Vila do Conde	5758	6276	6017
---------------------------------	------	------	------

Fonte: Autor (2020).

Todos os dados apresentados na *Tabela 12* foram levantados do sítio eletrônico Ports.com, especializado em apresentar distâncias marítimas entre os portos internacionais, com endereço eletrônico: <http://ports.com/sea-route>.

Na *Tabela 13* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério E2 com base nas informações levantadas.

Tabela 13 - Pesos de cada alternativa - subcritério E2

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	5
Índia	7
Paquistão	7
China	3
Turquia	9
Brasil	9

Fonte: Autor (2020).

E3: Consumo Interno de Aço

A métrica de avaliação do subcritério E3 – Consumo Interno de Aço levou em consideração o consumo de aço por habitante de cada país, em quilogramas.

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério é de atribuir maiores pesos para os países com maior consumo de aço por habitante, uma vez que foi constatado nesta pesquisa que os produtos da indústria de desmantelamento de embarcações são, também, absorvidos localmente. Entende-se que o consumo interno de aço é uma variável diretamente proporcional à participação de um país nesta indústria.

Pode-se verificar os valores de consumo per capita levantados na *Tabela 14*.

Tabela 14 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério E3

País	Consumo per capita (Kg / hab)
Bangladesh	45
Índia	74
Paquistão	35
China	633
Turquia	313

Brasil	98
--------	----

Fonte: Autor (2020).

Os valores de consumo per capita (kg/hab) de todos os países alternativas foram levantados, assumindo o banco de dados da World Steel Association – World Steel in Figures (2020).

Na *Tabela 15* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério E3 com base nas informações levantadas.

Tabela 15 - Pesos de cada alternativa - subcritério E3

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	3
Índia	5
Paquistão	3
China	9
Turquia	7
Brasil	5

Fonte: Autor (2020).

E4: Custo de mão de obra

A métrica de avaliação do subcritério E4 – Custo de mão de obra levou em consideração a média de receita mensal por trabalhador, em moeda local, de cada país. A data base dos dados levantados é de 2017, logo, para estabelecer uma correlação congruente, optou-se por utilizar as cotações de cada moeda local de dezembro/2017 em dólares americanos (\$US).

As moedas locais são Taka (Bangladesh), Rupia (Índia), Rúpia Paquistanesa (Paquistão), Yuan (China), Lira Turca (Turquia) e Real (Brasil).

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério é de atribuir maiores pesos para os países com menor custo de mão de obra, em dólares americanos, uma vez que no aspecto econômico o custo da mão de obra é fator limitante para a implantação de empreendimentos de larga escala como são os da indústria de desmantelamento de embarcações. Entende-se, então, que o custo de mão de obra é uma variável inversamente proporcional à participação de um país nesta indústria.

Os valores das médias de receita mensal por trabalhador de todos os países alternativas foram levantados, com base no banco de dados e perfil estatístico de países da Organização Internacional do Trabalho (OIT).

Pode-se verificar os valores levantados na *Tabela 16*.

Tabela 16 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério E4

País	Data base	Média de receita mensal Dólar (US\$)
Bangladesh	Dez/2017	151,55
Índia	Dez/2017	72,54
Paquistão	Dez/2017	179,56
China	Dez/2017	832,96
Turquia	Dez/2017	1152,10
Brasil	Dez/2017	721,30

Fonte: Autor (2020).

Todos os dados apresentados na *Tabela 16* foram levantados do sítio eletrônico da Organização Internacional do Trabalho com endereço eletrônico: <https://ilostat.ilo.org/data/country-profiles>.

Na *Tabela 17* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério E4 com base nas informações levantadas.

Tabela 17 - Pesos de cada alternativa - subcritério E4

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	7
Índia	9
Paquistão	7
China	5
Turquia	3
Brasil	5

Fonte: Autor (2020).

A1: Signatário da Conferência de Hong Kong (HKC)

A métrica de avaliação do subcritério A1 – Signatário da Conferência de Hong Kong (HKC) para segura e ambientalmente correta reciclagem de embarcações levou em consideração a participação, ou não, de cada país alternativa nesta conferência. Foi considerada a lista de países signatários atualizada de 2020. Ficou evidente nesta pesquisa que a Conferência de Hong Kong, organizada pela Organização Marítima Internacional (IMO) foi o evento,

relacionado à prática sustentável de desmantelamento de embarcações, mais relevante para futuro desta indústria.

Portanto, considera-se a participação de países nesta conferência diretamente proporcional ao desenvolvimento sustentável desta indústria globalmente.

A base para atribuição de valores utilizada foi binária. Se, sim, o país é signatário da Conferência de Hong Kong atualmente, então o peso atribuído foi de 9. Se, não, o país não é signatário da Conferência de Hong Kong atualmente, então o peso atribuído foi de 3.

É possível verificar as informações levantadas na *Tabela 18*.

Tabela 18 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério A1

País	Signatário da Conferência de Hong Kong (2020)
Bangladesh	Não
Índia	Sim
Paquistão	Não
China	Não
Turquia	Sim
Brasil	Não

Fonte: Autor (2020).

As informações de países signatários desta conferência podem ser encontrados no sítio da IMO com endereço eletrônico: <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/The-Hong-Kong-International-Convention-for-the-Safe-and-Environmentally-Sound-Recycling-of-Ships.aspx>.

Na *Tabela 19* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério A1 com base nas informações levantadas.

Tabela 19 - Pesos de cada alternativa - subcritério A1

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	3
Índia	9
Paquistão	3
China	3
Turquia	9
Brasil	3

A2: Signatário da Conferência de Basiléia

A métrica de avaliação do subcritério A2 – Signatário da Conferência de Basiléia levou em consideração a participação, ou não, de cada país alternativa nesta conferência. Foi considerada a lista de países signatários atualizada de 2020. Ficou evidente nesta pesquisa que a Conferência de Basiléia, foi o evento internacional mais importante quanto à destinação de resíduos sólidos. Como as embarcações quando negociadas para o desmantelamento são enquadradas como resíduos sólidos, entende-se significativa a participação signatária dos países nesta conferência.

Portanto, considera-se a participação de países nesta conferência diretamente proporcional ao desenvolvimento sustentável desta indústria globalmente.

A base para atribuição de valores utilizada foi binária. Se, sim, o país é signatário da Conferência de Basiléia atualmente, então o peso atribuído foi de 9. Se, não, o país não é signatário da Conferência de Basiléia atualmente, então o peso atribuído foi de 3.

É possível verificar as informações levantadas na *Tabela 20*.

Tabela 20 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério A2

País	Signatário da Conferência de Basiléia
Bangladesh	Sim
Índia	Sim
Paquistão	Sim
China	Sim
Turquia	Sim
Brasil	Sim

Fonte: Autor (2020).

As informações de países signatários desta conferência podem ser encontrados no sítio da própria Conferência de Basiléia no endereço eletrônico: <http://www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/tabid/1341/Default.aspx>.

Na *Tabela 21* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério A2 com base nas informações levantadas.

Tabela 21 - Pesos de cada alternativa - subcritério A2

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	9

Índia	9
Paquistão	9
China	9
Turquia	9
Brasil	9

Fonte: Autor (2020).

A3: Índice de Desempenho Ambiental

A métrica de avaliação do subcritério A3 – Índice de Desempenho Ambiental levou em consideração a pontuação deste índice na atualização de 2020 atribuída à cada país alternativa desta pesquisa. Este índice leva em consideração, dentre outras coisas, indicadores de cada país sobre qualidade do ar, saneamento básico, exposição à metais pesados e gerenciamento de resíduos sólidos.

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério é de atribuir maiores pesos para os países com maior valor de indexação, uma vez esta pesquisa aponta que a variável ambiental é uma grande problemática na discussão da indústria sustentável de reciclagem de embarcações. Logo, entende-se que quanto maior for a avaliação do país neste índice, maior é o seu envolvimento, em vias nacionais, para a implementação de práticas ambientalmente sustentáveis na indústria de reciclagem de embarcações.

Portanto, fez-se a verificação da indexação de performance ambiental de cada país e o resultado objetivo originou a hierarquia dos países quanto à este critério, seguindo a metodologia proposta.

É possível aferir os valores levantados para a definição da hierarquia do subcritério A3 na *Tabela 22*.

Tabela 22 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério A3

País	Índice de Desempenho Ambiental – IDA (2020)
Bangladesh	29,0
Índia	27,6
Paquistão	33,1
China	37,3
Turquia	42,6
Brasil	51,2

Fonte: Autor (2020).

As informações levantadas sobre a indexação de cada país e detalhes sobre metodologia desenvolvida pela Universidade de Yale podem ser encontradas no sítio do próprio Índice de

Desempenho Ambiental no endereço eletrônico: <https://epi.yale.edu/epi-results/2020/component/epi>.

Na *Tabela 23* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério A3 com base nas informações levantadas.

Tabela 23 - Pesos de cada alternativa - subcritério A3

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	3
Índia	3
Paquistão	5
China	5
Turquia	7
Brasil	9

Fonte: Autor (2020).

A4: Participação na Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia

A métrica de avaliação do subcritério A4 – Participação na Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia (UE) para a reciclagem de embarcações com bandeira europeia levou em consideração a participação, ou não, de cada país alternativa nesta lista. Foi considerada a lista de países participantes atualizada de 2020.

Ficou evidente nesta pesquisa que a Europa é o maior mercado fornecedor de embarcações para a reciclagem e que os países integrantes da União Europeia (UE) não possuem capacidade instalada para absorver a demanda crescente. Além do viés econômico, as instalações aprovadas precisam aprovar o plano de reciclagem sustentável, adequado plano de destinação de resíduos e estar submetidos a vistorias periódicas para manter esta condição.

Portanto considera-se a participação de instalações aprovadas nesta lista diretamente proporcional ao desenvolvimento com sustentabilidade ambiental da indústria de reciclagem de embarcações.

A base para atribuição de valores utilizada foi binária. Se, sim, o país tem instalação participante da lista aprovada pela UE atualmente, então o peso atribuído foi 9. Se, não, o país não tem instalação participante da lista aprovada pela UE atualmente, então o peso atribuído foi 3.

É possível verificar as informações levantadas na *Tabela 24*.

Tabela 24 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério A4

País	Possui participação na lista de instalações aprovadas pela EU (2020)
Bangladesh	Não
Índia	Não
Paquistão	Não
China	Não
Turquia	Sim
Brasil	Não

Fonte: Autor (2020).

As informações levantadas podem ser encontradas na lista oficial de instalações aprovadas que fica no sítio da própria União Europeia no endereço eletrônico: https://eur-lex.europa.eu/eli/dec_impl/2020/95.

Na *Tabela 25* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério A4 com base nas informações levantadas.

Tabela 25 - Pesos de cada alternativa - subcritério A4

País	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	3
Índia	3
Paquistão	3
China	3
Turquia	9
Brasil	3

Fonte: Autor (2020).

S1: Índice de Desenvolvimento Humano

A métrica de avaliação do subcritério S1 – Índice de Desenvolvimento Humano levou em consideração a pontuação deste índice na atualização de 2019 atribuída à cada país alternativa desta pesquisa. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mede o nível de desenvolvimento humano dos países utilizando como critérios indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB per capita).

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério é de atribuir maiores pesos para os países com maior valor de indexação, uma vez esta pesquisa aponta que a variável social (Direitos Humanos e Direitos Trabalhistas) é uma grande problemática na discussão da

indústria sustentável de reciclagem de embarcações. Logo, entende-se que quanto maior for a avaliação do país neste índice, maior é o seu envolvimento, em vias nacionais, para a implementação de práticas socialmente sustentáveis, de respeito aos direitos humanos, aos direitos trabalhistas na indústria de reciclagem de embarcações.

Portanto, fez-se a verificação da indexação de desenvolvimento humano de cada país e o resultado objetivo originou a hierarquia dos países quanto à este critério, seguindo a metodologia proposta.

É possível aferir os valores levantados para a definição da hierarquia do subcritério A3 na *Tabela 26*.

Tabela 26 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério S1

País	Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2019)
Bangladesh	0,614
Índia	0,647
Paquistão	0,56
China	0,758
Turquia	0,806
Brasil	0,761

Fonte: Autor (2020).

As informações levantadas sobre a indexação de cada país e detalhes sobre metodologia desenvolvida pela Organização das Nações Unidas (ONU) podem ser encontradas no sítio da própria organização no endereço eletrônico: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>.

Na *Tabela 27* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério S1 com base nas informações levantadas.

Tabela 27 - Pesos de cada alternativa - subcritério S1

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	5
Índia	5
Paquistão	3
China	7
Turquia	9
Brasil	7

S2: Taxa de desemprego

A métrica de avaliação do subcritério S2 – Taxa de desemprego levou em consideração desta taxa na atualização de 2019 atribuída à cada país alternativa desta pesquisa. A taxa de desemprego mede a quantidade de pessoas desempregadas no país em relação à população, apta ao trabalho, do país.

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério foi de atribuir maiores pesos para os países com maior taxa de desemprego, uma vez que esta pesquisa aponta que a indústria de reciclagem de embarcações requer grande quantidade de força de trabalho e para manter patamares competitivos, entende-se que quanto maior for a taxa de desemprego, maior será o aproveitamento desta massa de trabalhadores disponíveis e aptos ao trabalho.

Portanto, fez-se a verificação da taxa de desemprego de cada país e o resultado objetivo originou a hierarquia dos países quanto à este critério, seguindo a metodologia proposta.

É possível aferir os valores levantados para a definição da hierarquia do subcritério S2 na *Tabela 28*.

Tabela 28 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério S2

País	Taxa de Desemprego (2019)
Bangladesh	4,40%
Índia	5,30%
Paquistão	4,10%
China	3,00%
Turquia	13,70%
Brasil	11,90%

Fonte: Autor (2020).

Todos os dados apresentados foram levantados do sítio eletrônico da Organização Internacional do Trabalho com endereço eletrônico: <https://ilostat.ilo.org/data/country-profiles>.

Na *Tabela 29* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério S2 com base nas informações levantadas.

Tabela 29 - Pesos de cada alternativa - subcritério S2

País	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	5
Índia	7

Paquistão	5
China	3
Turquia	9
Brasil	9

Fonte: Autor (2020).

S3: Salário Mínimo

A métrica de avaliação do subcritério S3 – Salário mínimo levou em consideração valores levantados de 2018 e disponibilizados pela Organização Internacional do Trabalho atribuída à cada país alternativa desta pesquisa.

Os dados coletados são apresentados em moeda local, portanto, fez-se a conversão com data base de dezembro de 2018, igual para todas as moedas de forma a manter a equidade da metodologia.

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério é de atribuir maiores pesos para os países com menor valor de salário mínimo, uma vez que entende-se que remuneração, embora justa e definida como mínima, deva ser interessante para os interesses de implantação de instalações com grande quantidade de funcionário como foi constatado que é este o caso da indústria de reciclagem de embarcações.

Portanto, fez-se a verificação do salário mínimo de cada país e o resultado objetivo originou a hierarquia dos países quanto à este critério, seguindo a metodologia proposta.

É possível aferir os valores levantados para a definição da hierarquia do subcritério S3 na *Tabela 30*.

Tabela 30 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério S3

País	Data base	Salário Mínimo em Dólar (US\$)/Mês
Bangladesh	Dez/2018	96,50
Índia	Dez/2018	42,89
Paquistão	Dez/2018	129,16
China	Dez/2018	319,76
Turquia	Dez/2018	557,39
Brasil	Dez/2018	257,22

Fonte: Autor (2020).

Todos os dados apresentados foram levantados do sítio eletrônico da Organização Internacional do Trabalho com endereço eletrônico: <https://ilostat.ilo.org/data/country-profiles>.

Na *Tabela 31* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério S3 com base nas informações levantadas.

Tabela 31 - Pesos de cada alternativa - subcritério S3

País	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	9
Índia	9
Paquistão	7
China	5
Turquia	3
Brasil	5

S4: Condições de Trabalho

A métrica de avaliação do subcritério S4 – Condições de Trabalho levou em consideração valores percentuais de empregados trabalhando por mais de 48 horas por semana levantados de 2018 e disponibilizados pela Organização Internacional do Trabalho atribuídos à cada país alternativa desta pesquisa. Entende-se que estes valores percentuais possuem grande representatividade para expressar a condição de trabalho em um dado país.

Ressalta-se que a relação objetiva deste subcritério é de atribuir maiores pesos para os países com menor valor percentual de empregados trabalhando por mais de 48 horas por semana, uma vez esta pesquisa aponta que a variável de exploração dos direitos humanos e trabalhistas são grandes problemáticas na discussão da indústria sustentável de reciclagem de embarcações.

Portanto, fez-se a verificação do percentual de empregados trabalhando por mais de 48 horas por semana de cada país e o resultado objetivo originou a hierarquia dos países quanto à este subcritério, seguindo a metodologia proposta.

É possível aferir os valores levantados para a definição da hierarquia do subcritério S3 na *Tabela 32*.

Tabela 32 - Informações levantadas para definir a hierarquia do subcritério S4

País	Percentual de empregados trabalhando por mais de 48 horas por semana
Bangladesh	50,4%
Índia	40,2%
Paquistão	40,3%

China	29,9%
Turquia	28,6%
Brasil	12,3%

Fonte: Autor (2020).

Todos os dados apresentados foram levantados do sítio eletrônico da Organização Internacional do Trabalho com endereço eletrônico: <https://ilostat.ilo.org/data/country-profiles>.

Na *Tabela 33* é possível verificar os pesos atribuídos à cada alternativa para o subcritério S3 com base nas informações levantadas.

Tabela 33 - Pesos de cada alternativa - subcritério S4

Alternativa	Pesos de cada alternativa
Bangladesh	3
Índia	5
Paquistão	3
China	7
Turquia	7
Brasil	9

Fonte: Autor (2020).

Resultado final: Análise Objetiva

Nesta seção são apresentados os resultados finais da análise objetiva, com valores associados de todas as alternativas compiladas conforme metodologia proposta.

A *Tabela 34* apresenta os resultados compilados dos pesos atribuídos às alternativas x subcritérios, como é possível observar.

Tabela 34 - Resultados compilados na análise objetiva (Pesos das alternativas)

Código	Subcritérios	Bangladesh	Índia	Paquistão	China	Turquia	Brasil
E1	Preço do Aço	5	3	5	5	7	9
E2	Distância dos maiores mercados	5	7	7	3	9	9
E3	Consumo Interno de Aço	3	5	3	9	7	5
E4	Custo de mão de obra	7	9	7	5	3	5
A1	Signatário da Conferência de Hong Kong	3	9	3	3	9	3
A2	Signatário da Convenção de Basiléia	9	9	9	9	9	9

A3	Índice de Desempenho Ambiental (EPI)	3	3	5	5	7	9
A4	Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia	3	3	3	3	9	3
S1	Índice de Desenvolvimento Humano	5	5	3	7	9	7
S2	Taxa de desemprego	5	7	5	3	9	9
S3	Salário Mínimo	9	9	7	5	3	5
S4	Condições de Trabalho	3	5	3	7	7	9

Fonte: Autor (2020).

Na *Tabela 35* é possível observar o ranking final dos subcritérios para cada alternativa expressos em ordem decrescente de 1^a lugar ao 12^a lugar (de cima para baixo). Estes resultados são apresentados em duas colunas por alternativas, a primeira coluna de cada alternativa faz referência ao código do subcritério prioritário do ranking e a segunda coluna de cada alternativa é a prioridade dada pelo estudo à cada subcritério.

Pode-se citar como exemplo de leitura da *Tabela 35*: O subcritério S3- Salário Mínimo é o subcritério mais relevante de Bangladesh, com 22,9% de prioridade em relação aos demais subcritérios para a mesma alternativa. Em outras palavras: Para a reciclagem de embarcações, Bangladesh possui o subcritério S3 como fator mais atraente, com 22,9%, para a tomada de decisão.

Estes resultados substanciais são apresentados como alguns dos resultados finais desta pesquisa e ensejam a discussão comparativa entre análise objetiva e análise censitária. Portanto a *Tabela 35* pode ser comparada à *Tabela 9* que conclui por ranking de prioridades de subcritérios, com base em opinião de especialistas, que irão validar resultados e exprimir conclusões basilares desta pesquisa.

Estas assertivas comparativas são minuciosamente apresentadas no capítulo 5, conforme estrutura deste trabalho.

Tabela 35 - Ranking de subcritérios por Alternativa considerando o código e a prioridade (%)

Bangladesh		Índia		Paquistão		China		Turquia	
Cód. Subcritério	Prioridade (%)	Cód. Subcritério	Prioridade (%)	Cód. Subcritério	Prioridade (%)	Cód. Subcritério	Prioridade (%)	Cód. Subcritério	Prioridade (%)
S3	22,9%	A1	18,2%	E4	14,9%	E3	25,8%	A4	18,0%
E4	14,1%	E4	17,9%	A2	12,8%	S4	12,7%	A1	12,4%
A2	12,2%	S3	15,2%	S3	12,6%	S1	11,9%	S1	12,2%
E1	7,8%	A2	8,1%	E2	11,6%	A2	10,3%	S2	10,3%
S1	7,1%	S2	8,0%	A3	8,9%	A3	7,1%	E2	9,5%
A4	6,6%	E2	7,3%	E1	8,2%	E1	6,6%	E3	7,6%
S2	6,0%	E3	5,6%	A4	7,0%	E4	5,9%	E3	7,6%
E2	6,0%	S4	5,0%	S2	6,3%	A4	5,6%	E1	7,0%
A1	4,6%	S1	4,7%	A1	4,8%	S3	5,1%	S4	6,8%
E3	4,4%	A4	4,4%	E3	4,7%	A1	3,8%	A2	5,5%
A3	4,4%	A3	2,9%	S4	4,2%	S2	2,8%	E4	1,7%
S4	4,0%	E1	2,7%	S1	3,9%	E2	2,4%	S3	1,5%

Fonte: Autor (2020).

4.2 Análise do Mercado Interno Brasileiro de Reciclagem de Embarcações

4.2.1 Espacialização do Mercado Interno

Foi possível alocar um total de 3506 embarcações das 5258 existentes no banco de dados dentro dos critério de potencialidade. Do total 67% das embarcações de bandeira nacional de todos os tipos foram espacializadas através de geoestatística, onde os valores podem ser observados nas Figuras seguintes.

A espacialização dos dados e características das embarcações foi feita com dois atributos diferentes, toneladas de porte bruto e número de embarcações. Desta forma, pôde-se entender onde se encontram as embarcações e qual o seu papel na distribuição da quantidade de aço que compreendem a potencialidade do mercado de desmantelamento de embarcações no Brasil.

Na *Figura 25* é apresentado o resultado da interpolação dos dados de tonelagem de porte bruto (TPB). Pode-se observar que a distribuição geoespacial realizada aponta dois polos potenciais de concentração. O primeiro, ao Norte do País, localizado sob a influência da cidade de Manaus, AM, com 63.165 toneladas, com grande a maioria de embarcações oriunda da navegação interior. O segundo polo centra-se no Estado do Rio de Janeiro, RJ, com 86.837 toneladas, com concentração diretamente relacionada com o polo mercante do Rio de Janeiro e de cidades que operam apoio offshore na Bacia de Campos, especificamente Macaé e região dos lagos).

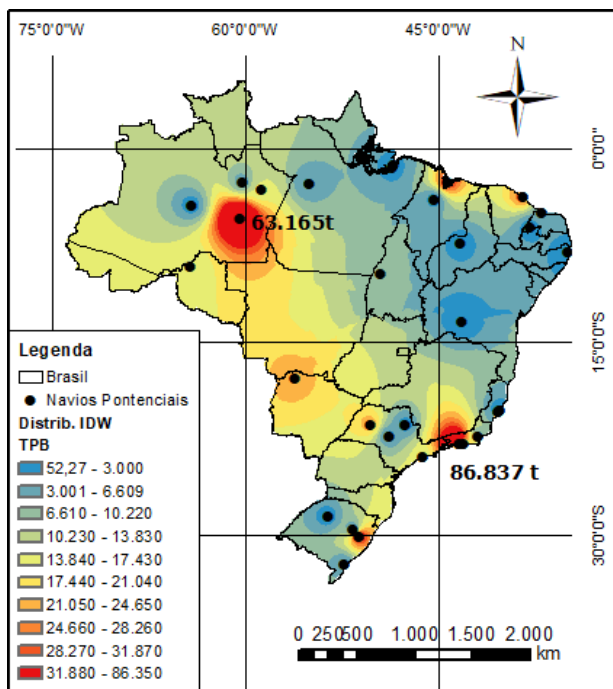


Figura 25 - Distribuição geoespacial por tonelada de porte bruto (TPB)

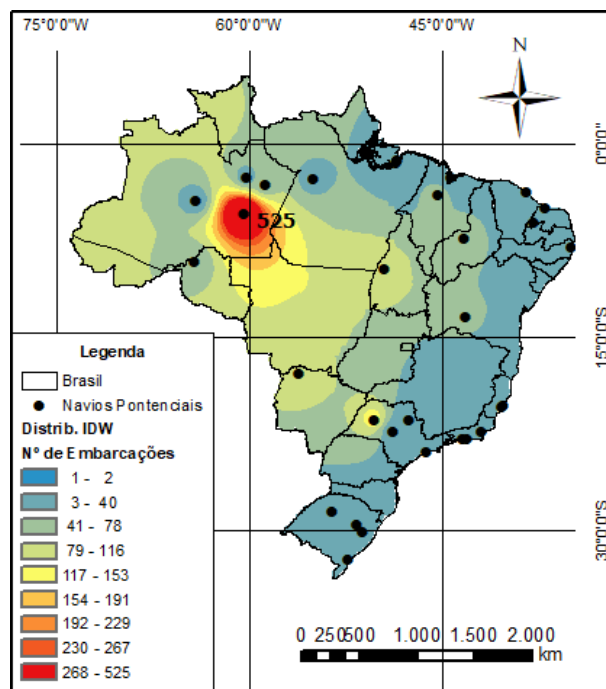


Figura 24 - Distribuição geoespacial por nº de embarcações potenciais

Na *Figura 24* pode-se observar a espacialização da quantidade de embarcações.

A região norte do Brasil, comparativamente às demais regiões do Brasil, apresenta quantidade de embarcações consideravelmente superior que se enquadram no critério de potencialidade do mercado de desmantelamento, que é de embarcações com mais de 20 anos de operação.

Desta forma, conclui-se que existem dois polos concentradores da demanda estudada nesta pesquisa. Uma no Norte do país e outra no Sudeste do Brasil.

A primeira tem a característica de maior quantitativo de embarcações identificadas no Brasil, por região. Na *Figura 24* é possível aferir 525 embarcações que se enquadram no critério de defasagem, com base no centroide amazônico. Assim como este polo também detém parcela significativa de toneladas que se enquadram no critério já citado.

A segunda região, tem a característica de maior aglomeração de toneladas no país. Esta região sofre influência direta do mercado offshore, com investimentos infra estruturais massivos nos últimos anos.

Se faz importante destacar que os números, de quantidade de embarcações e de toneladas, são números considerados relevantes perante o mercado mundial. Isto serve como

prova de que o mercado brasileiro de transporte aquaviário está com seus equipamentos (embarcações) defasados.

Ao considerar este aspecto uma oportunidade, o ideal seria planejar a absorção destes dois polos identificados nesta seção.

4.2.2 Quantitativo por tipo de embarcação

Nesta seção são apresentados dados filtrados e quantitativos das embarcações em analisadas, tais informações convergem e sustentam a hipótese deste trabalho, de que existe a viabilidade do mercado potencial de desmantelamento no Brasil.

A base quantitativa dos levantamentos teve por referência os atributos: peso leve (*light displacement* -LDT), número de embarcações e tipo de embarcações de acordo sua classificação operacional (Barcaça, Ferryboat, Petroleiro etc).

Pode-se verificar na *Tabela 36* e na *Figura 26* que mesmo com um número de navios pequeno, a quantidade de LDT, em toneladas, é muito superior para as embarcações de grande porte (Graneleiros, Petroleiros, por exemplo). Outro fator que chama atenção é a quantidade extremamente superior de embarcações fluviais e a quantidade de toneladas referentes à mesma. Um total de 187,3 mil toneladas e 1906 embarcações somente de balsas, barcaças, chatas e empurradores.

Figura 26 - Relação entre LDT (t) existente e potenciais para cada tipo de embarcação (Ano:2017)

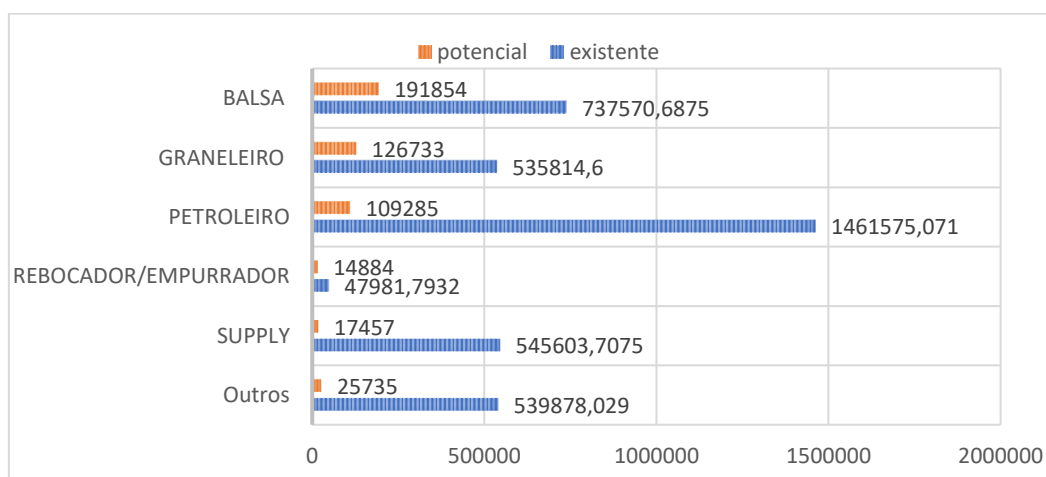


Tabela 36 – Lista de LDT existentes e potenciais

Tipo	LDT (Existentes)	LDT (Potenciais)	% LDT Potenciais
BALSA	737.570,68	191.854	26%
CARGA GERAL	54.088,44	12.313	23%
FERRY BOAT	10.021,60	2.333	23%
GRANELEIRO	535.814,60	126.733	24%
PASSAGEIROS	5.577,71	1.739	31%
PETROLEIRO	1.461.575,07	109.285	7%
PORTA CONTEINER	460.622,68	0	0%
REBOCADOR/EMPURRADOR	47.981,79	14.884	31%
ROLL-ON/ROLL-OFF	9.567,58	9.350	98%
SUPPLY	545.603,70	17.457	3%
TOTAL	3.868.423,88	485.948,12	13%

Fonte: Autor (2020).

Balsas, graneleiros, petroleiros, rebocadores e supridores, também representam uma parcela significativa, uma vez que operam em um mercado que requer alto nível de atualização e tecnologia das embarcações. Estes detém 15 mil toneladas com 32 embarcações.

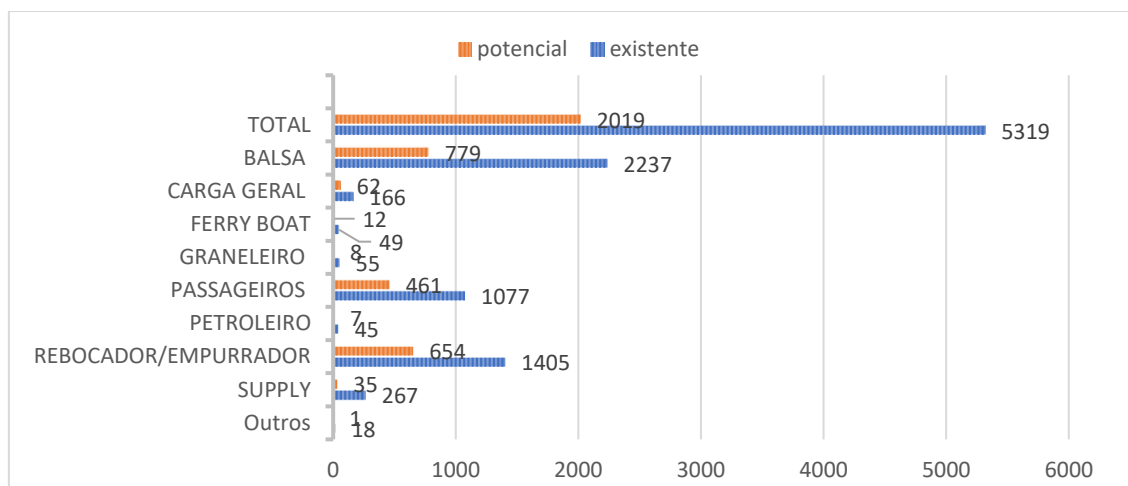
O total de LDT calculado para o mercado interno Brasileiro atual é de 485.948 toneladas, este valor representa cerca de 2% do total desmantelado no mundo em 2016 apenas com mercado interno.

Nas *Figura 26* e *Figura 27* pode-se observar o comparativo entre o total existente e o total disponível para o mercado de desmantelamento de navios, em unidades de número de embarcações e toneladas de LDT, para cada tipo de embarcação, no ano de 2017.

Cerca de 472 mil toneladas de embarcações com mais de 20 anos, referente à 13% do total. Verifica-se a escassez de planejamento para destinação destas embarcações, por parte dos órgãos reguladores e do governo em geral que não tem esta pauta na agenda oficial.

É possível de observar que existem tipos de embarcações que possuem sua frota extremamente defasadas e com mais de 20 anos de operação. Ademais, embarcações fluviais também se enquadram neste aspecto de percentual de embarcações antigas, com um alta percentagem em relação ao total.

Figura 27 – Relação de quantidade de embarcações existentes e potenciais por tipo de embarcação



Fonte: Autor (2020).

Tabela 37 – Lista de quantidade de embarcações existentes e potenciais

Tipo de Embarcação	Nº de Embarcações Existentes	Nº de Embarcações Potenciais	% Nº de Potenciais
BALSA	2.237	779	35%
CARGA GERAL	166	62	37%
FERRY BOAT	49	12	24%
GRANELEIRO	55	8	15%
PASSAGEIROS	1.077	461	43%
PETROLEIRO	45	7	16%
PORTA CONTEINER	16	0	0%
REBOCADOR/EMPURRADOR	1.405	654	47%
ROLL-ON/ROLL-OFF	2	1	50%
SUPPLY	267	35	13%
TOTAL	5.319	2.019	38%

Fonte: Autor (2020).

Pode-se aferir, também, que para o quesito número de embarcações, 36% das embarcações de bandeira nacional (total geral) se enquadram no critério de pertencimento ao mercado potencial de desmantelamento de navios.

No Brasil existem embarcações, de acordo com o banco de dados da ANTAQ, com ano de construção datados da década de 50, 60 e 70 ainda em operação. Este fato é um agravante

da situação com falta de ação governamental que, com certeza, compromete a operação (Passageiros ou Cargas) de forma segura para pessoas e o meio ambiente.

4.2.3 Projeção

O mercado de desmantelamento de embarcações, a nível mundial, assim como o mercado de construção naval, possui características cíclicas devido às relações de oferta e demanda nas mercado marítimo. (Stopford, 2017).

Nesta seção foi feita uma projeção de acordo com o envelhecimento da frota atual no Brasil, desconsiderando as novas encomendas e projeções especulativas do mercado futuro de construção naval.

Na *Figura 28* observa-se projeção de como se comportará o mercado potencial de desmantelamento de navios no Brasil nos próximos 20 anos, a partir de 2017, no caso de não exploração do mesmo, evidentemente.

O número de embarcações disponíveis neste mercado será o dobro até o fim de 2030, ademais até 2037, o mesmo acumulará um acréscimo de 150% neste aspecto. Quanto à quantidade de LDT disponível, o aumento será ainda maior. Em 2030, o valor, em toneladas, será mais que dobrado e até o fim de 2037 o acréscimo será de 700% do valor atual.

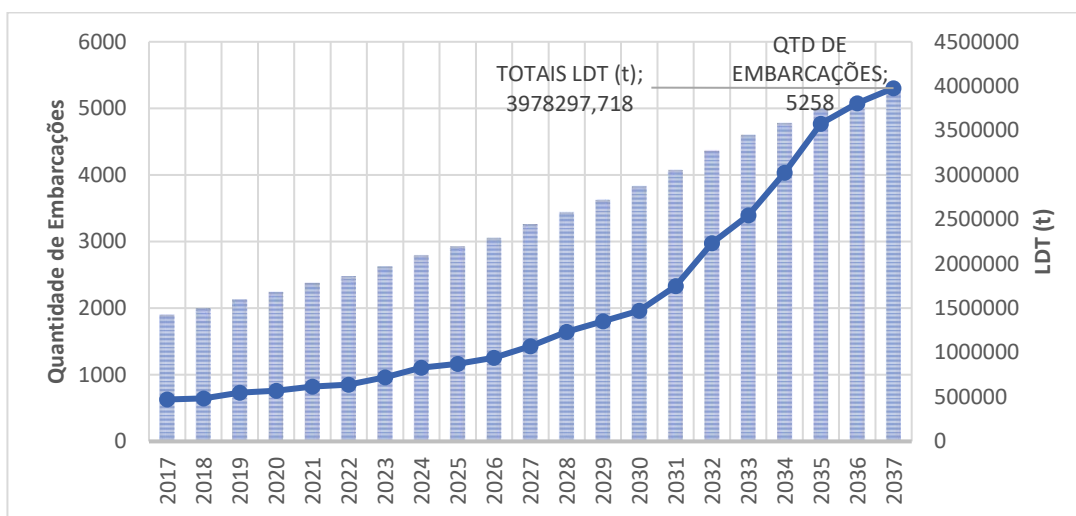
Isto constitui um crescimento de mercado favorável a viabilização estrutural e econômica. Estes números são consequências do crescimento da indústria naval que iniciou no ano de 2008 e terminou em 2015 com a nacional do setor. O mercado de desmantelamento de navios funciona de maneira inversa senoidal ao de construção naval, de acordo com Karlis & Polemis (2016), com a defasagem gráfica proporcional à vida útil média dos navios.

Em 2037, de acordo com as embarcações atualmente construídas e o não aproveitamento desta demanda, o potencial será de 3,978 milhões de toneladas e 5258 embarcações, compondo o mercado brasileiro.

Desta forma o Brasil tem potencialidade de fazer parte do grupo de países que opera no mercado de reciclagem de embarcações mundial.

É importante enfatizar, fato que aumenta a capacidade de inserção do Brasil a nível mundial, que os números considerados foram somente os que constavam no banco de dados da ANTAQ, porém, existe um percentual médio de 15% de informações incompleta neste banco de dados, de forma a permitir uma extrapolação positiva quanto à potencialidade do mercado brasileiro de desmantelamento de navios.

Figura 28 - Projeção no número de embarcações e LDT para os próximos 20 anos no Brasil



Fonte: Autor (2020).

4.2.4 Estudo de caso da Amazônia

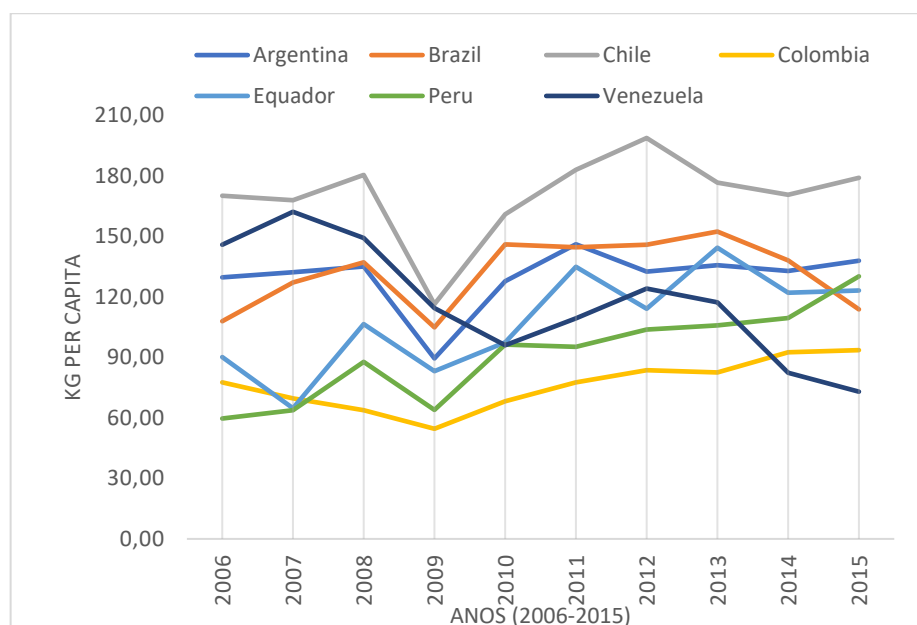
O consumo de aço está relacionado ao patamar de desenvolvimento econômico do país. O produto oriundo da prática de desmantelamento de navios é fomentado e absorvido integralmente pelos mercados internos dos países envolvidos (Sujauddin, et al., 2016; Mikelis, 2008)

Esta pesquisa propõe a exploração do mercado potencial existente na Amazônia, absorvendo conjuntamente, primariamente, o mercado do Brasil e, posteriormente, o da América do Sul. Assim sendo, faz-se necessário entender como se comporta o consumo de aço nos países da América do Sul.

Conforme pode ser observado na *Figura 29*, o consumo de aço per capita (*Crude Steel*) na América do Sul vem se comportando de forma crescente. Países do Mercosul importam cada vez mais aço para consumo próprio (World Steel Association, 2016).

O polo potencial identificado na região Norte (*Figura 24* e *Figura 25*, por tonelada de porte bruto e número de embarcações respectivamente) detém cerca de 57% do LDT e mais de 70% do número de embarcações consideradas. Desta forma representa parcela significativa no marketshare deste mercado, além de deterem o perfil de embarcações de menor complexidade, que gera menores esforços no processo de desmantelamento.

Figura 29 - Uso aparente de aço per capita (América do Sul) (World Steel Association, 2016)



Como pode-se observar na *Figura 29*, a liderança do consumo per capita na América do Sul não é do Brasil, mas sim do Chile (180 Kg/Cpt em 2015). O consumo na Colômbia, Equador e Peru vem em crescente ascensão, 93, 123 e 130 Kg/Cpt em 2015, respectivamente.

O Brasil apresenta queda no consumo per capita de aço, devido à crise econômica, contudo sem perder o potencial de crescimento e recuperação nos anos a seguir. De forma geral, observa-se na *Figura 29* um significativo e moderadamente crescente mercado consumidor de aço na América do Sul.

Conforme pode-se observar nas *Figura 26* e *Figura 27*, os tipos de embarcações que mais se encaixam no critério estipulado para a pesquisa são balsas, empurradores, Rebocadores, supridores, graneleiros e petroleiros.

As embarcações do Norte do Brasil têm características fluviais e de pequeno porte, portanto, difícil acesso à um possível sítio de exploração e desmantelamento com acesso exclusivamente marítimo.

De acordo com Hessel al (2001), o transporte da embarcação para o local de desmantelamento é um fator principal na composição do custo total e viabilidade deste procedimento.

Segundo Mikelis (2008), é também notado que os menores preços oferecidos por recicladores turcos atraem, primariamente, embarcações europeias de pequeno porte, pois a receita de aço por embarcação não cobre o custo da travessia no canal de Suez e de viagens mais extensas para, por exemplo, Índia.

Segundo Pape (2005), o transporte ao local de demolição tem forte influência na decisão de descarte das embarcações, especialmente para embarcações de pequeno porte que não tem material suficiente para justificar a viabilidade.

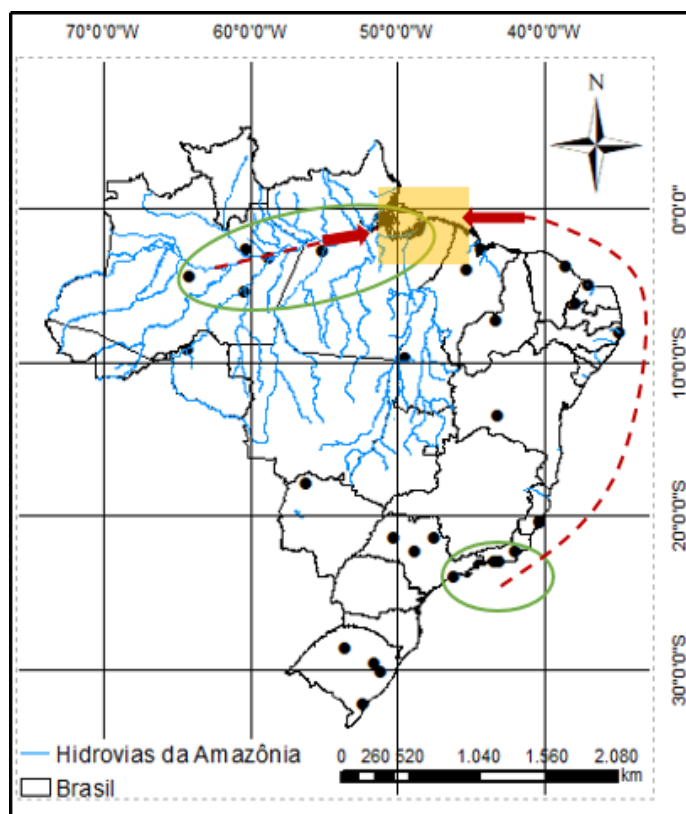
É notório ressaltar que a localização da base de exploração do mercado de desmantelamento de embarcações é um fator crucial para o melhor aproveitamento desta demanda emergente no Brasil, uma vez que embarcações marítimas são capazes de adentrar na região amazônica, onde tal pormenor não se preconiza em outras regiões do Brasil, a navegação fluvial não apresenta padrões e porte de cabotagem.

Na *Figura 30*, é indicado uma zona de convergência logística, em amarelo, para estudo do potencial apresentado. Onde os dois polos circundados em verde e identificados nas *Figura 24* e *Figura 25*, poderão ser absorvidos.

A localidade indicada agrega logisticamente a capacidade de absorção destes dois polos (Norte e Sudestes). Uma vez que as embarcações de dimensões e características oceânicas teriam dificuldades de acesso para adentrar na zona fluvial (polo da região Norte), por outro lado, as embarcações de dimensões e características fluviais teriam dificuldades logísticas para atingir o polo da região Sudeste, devido às suas restrições de navegação definidas pelas Normas da Autoridade Marítima (NORMAN-DPC).

A área em amarelo, zona de convergência logística, identificada na *Figura 30* representa uma zona estuarina onde existem condições de calado e de manobrabilidade ideais para que as embarcações consideradas potenciais sejam exploradas, ou seja, para a implantação de estaleiros de desmantelamento.

Figura 30 - Esquema logístico para zona de estudo proposta



Fonte: Autor (2020).

Este trabalho define, portanto, a potencialidade do mercado de desmantelamento de embarcações que pode ser explorado no Brasil e mais especificamente na Amazônia. A demanda de aço interno é um fator atrativo além do mercado externo sul-americano, que vem demonstrando crescimento em operações de importação no últimos anos (*Figura 30*), sendo a Amazônia uma rota logística factível de concentração e redistribuição para este mercado.

O Brasil detém regulações sólidas e proativas para novos projetos que condizem com as regulações da conferência de Hong Kong e demais que regulamentam este mercado globalmente (Ocampo, 2018). Desta maneira, as aspectos ambientais e sociais desta prática são favorecidos no Brasil, principalmente na Amazônia.

Atualmente estas embarcações são atracadas às margens de rios e bacias de forma irregular, insegura e prejudicial ao meio ambiente, sem gerar valor ao armador ou à sociedade (EBC, 2016).

Existem demandas emergentes no Brasil (Ocampo, 2018). É provável que este fato ocorra devido à falta de políticas públicas voltadas à destinação de embarcações. Este estudo comprova que esta problemática tende a se expandir com passar dos anos, vide *Figura 28*.

Existe incentivo para a construção naval no Brasil, contudo não existe incentivo para a destinação e reaproveitamento das mesmas embarcações, demonstrando claramente um “*gap*” no planejamento do setor naval nacional.

A situação pode ser abordada com incentivos de retroalimentação do mesmo aço reciclado na indústria de construção naval. Em formato de logística reversa do setor e atuação sustentável, que é uma das diretrizes e política do governo federal.

Sob a ótica ambiental os benefícios ambientais da retirada dessas embarcações das encostas seriam muitos. (Du, et al., 2018) afirma que as embarcações em final de vida, usualmente, contém elementos perigosos e químicos, como:

- Amianto;
- Bifenilos policlorados (PCBs);
- Fibra de Vidro;
- Espumas maciças;

Este elementos que causam impactos ambientais e humanos severos, considerados no médio e longo prazo, seriam retirados do cenário.

Sob a ótica econômica e social, estudos comprovam cada vez mais a viabilidade de estaleiros recicladores verdes. Deste a concepção do sítio ao manejo e fluxo de materiais. (Jain, 2017; Sunaryo & Pahalatua, 2015; Vivek & Hiremath, 2018). Um estaleiro de reciclagem de navios geraria emprego e renda local, uma vez que estes estudos apontam, também, a utilização de alto quantitativo de mão de obra.

Além disso, segundo Vivek & Hiremath (2018), existem materiais valiosos dentro de embarcações que agregam valor a esta atividade.

5 DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentadas as discussões dos resultados obtidos nesta pesquisa em alto nível de detalhamento de acordo com as premissas estabelecidas. Este capítulo inicia abordando as discussões baseadas na relação do Brasil com o mercado internacional de reciclagem de embarcações. Posteriormente, este capítulo apresenta as discussões baseadas na viabilidade doméstica de reciclagem de embarcações no Brasil.

Estas discussões trazem elucidações sólidas para caracterizar a existência de potencial para a inserção da Amazônia no mercado de reciclagem de embarcações, comparativamente com outros mercados, sob a ótica econômica, ambiental e social.

5.1 Discussões baseadas no mercado internacional de reciclagem de embarcações

Em posse dos resultados obtidos pela análise censitária, metodologicamente proposta pelo capítulo 3 desta pesquisa, pôde-se obter resultados de hierarquização de subcritérios que caracterizam a viabilidade de um país adentrar no mercado internacional de reciclagem de embarcações sob a ótica econômica, ambiental e social, assomados aos resultados passíveis de aferição quando estas óticas comparadas na mesma amostra.

Inicialmente e de forma generalista, os especialistas opinaram quanto à importância para a inserção no mercado internacional de reciclagem de embarcações comparando os macro subcritérios: Econômico (E), Ambiental (A) e Social (S). Os valores das relevâncias foram 61,6%, 27% e 11,4%, respectivamente.

Claramente, é possível aferir a maior importância do aspecto econômico em detrimento dos outros macro subcritérios. Ademais, é possível concluir que existe uma relação de condicionalidade que um empreendimento do mercado de internacional de reciclagem de embarcações só é viável, se for viável economicamente, com mais de 50% de relevância dentre os subcritérios propostos.

Sob a ótica econômica, observa-se que o critério mais importante para os especialistas é o Custo de Mão de Obra (E4), com 44,3% de relevância em relação aos demais subcritérios. A relevância deste critério é inquestionável, uma vez que é conhecido que a indústria de reciclagem de embarcações é uma indústria que mobiliza grandes contingentes de mão de obra, assim como a construção naval (Legaspi, 2000). A reciclagem de embarcações, utilizando-se de qualquer método, faz uso de grande volume de mão de obra devido à característica

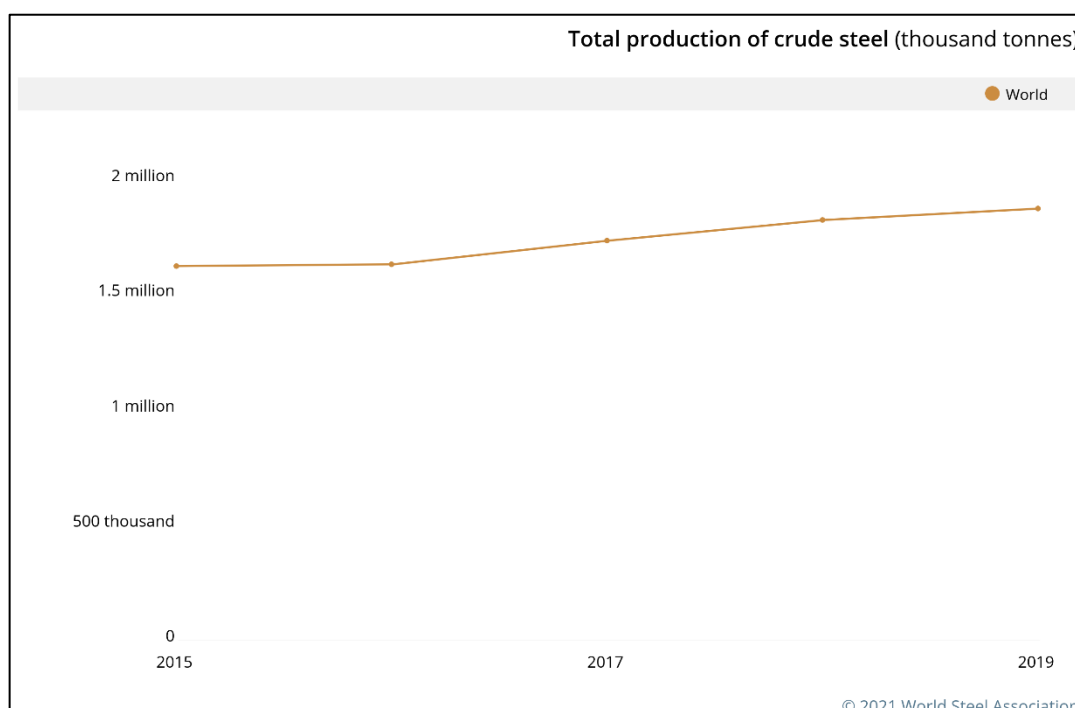
geométrica única de cada embarcação, ou seja vários tamanhos e especificidades, dificultando à repetição das ações e por consequência a mecanização da mão de obra.

O que é de, de certa forma, curioso, é o fato de que o Custo de Mão de Obra (E4) foi considerado mais relevante que o Preço do Aço (E1), em segundo lugar na hierarquia, com 32,8% de relevância em relação aos demais subcritérios.

O aço que é matéria prima da construção de embarcações e produto da reciclagem das mesmas certamente receberia um grau de relevância significativo nesta pesquisa, contudo, ao que parece este detém relevância secundária comparado ao Custo de Mão de Obra (E4). Entende-se que isso se dá pelo fato do aço ser uma commodity internacional e seu preço flutuar de acordo com os preços internacionais, então um país não pode considerar apenas o preço do aço para ter iniciativas favoráveis a este mercado, uma vez que o preço pode variar em curto espaço de tempo.

Além disso, o aço é um material extremamente reciclável (Broadbent, 2016), portanto, com as siderúrgicas produzindo novo aço e a atividade de reciclagem crescente, a oferta deste produto tende a crescer, conforme apresentado na Figura 31. Certamente, isto é considerado na valorização deste ativo.

Figura 31 - Produção Total de Aço (2015 a 2019)



Fonte: World Steel Association (2021).

De forma oposta, a opinião dos especialistas acusa que o critério menos relevante, considerando as opções dadas, é o Consumo Interno de Aço (E3) com 8,4%. A literatura sobre

o tema considera que este critério é importante no contexto da prática de mercado, pois, normalmente o aço oriundo da reciclagem de embarcações alimenta consumidores locais (Sujauddin, et al., 2015). Entende-se que o resultado de baixa relevância deste critério não evidencia a irrelevância, somente que quando comparados a fatores mais decisivos, este se torna menos relevante.

De forma análoga, a Distância para os Maiores Mercados (E2), que aduz sobre a relevância da distância física entre o lugar de reciclagem para o lugar onde as embarcações operam, apresenta relevância de 14,4%, quando comparado aos demais subcritérios econômicos. Interpreta-se deste dado que não é um critério preponderante, contudo, havendo as condições mais relevantes favoráveis, é um elemento considerável na composição de custos logísticos e influi de maneira moderada na tomada de decisão.

A baixa relevância destes dois subcritérios (E2 e E3), que possuem uma característica geográfica maior do que os demais, evidencia a eficiência e custo decrescente do transporte entre países, resultado de um processo de globalização intenso. Indica e corrobora com a tese de “aproximação” geográfica das mercadorias e da ampla concorrência, incentivando a ideia de que economias precisam ser mais globalizadas e competitivas se quiserem prosperar no futuro.

Sob a ótica ambiental, pode-se observar que os especialistas entendem por ser o critério mais importante o de o país, que almeja ser competitivo no mercado internacional de reciclagem de embarcações, ter Participação na Lista de Instalações aprovadas União Europeia (A4) com 39,4% em relação aos demais subcritérios ambientais.

Isto evidencia, claramente, a importância que tem o mercado fornecedor de embarcações para a reciclagem neste contexto, uma vez que a Europa é o maior mercado fornecedor para este fim (NGO SHIPBREAKING, 2019). De acordo com a Ship Recycling Regulation (SRR) de 2013, adotada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho da União Europeia, as embarcações com bandeira Europeia só podem ser recicladas em instalações previamente aprovadas, com rigorosos requisitos de destinação de resíduos e materiais perigosos. Esta lista não requer a localização da instalação seja na Europa, mas precisa ser aprovada pelo Comitê de aprovação nomeado.

É possível aferir, também, que o critério de Participação na Lista de Instalações aprovadas União Europeia (A4) tem alta correlação e causalidade com o critério de o país ser Signatário da Conferência de Hong Kong (A1), pois este segundo teve relevância de 33,9% quando comparado aos demais subcritérios.

A Conferência de Hong Kong para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Adequada de Navios foi adotada em uma conferência diplomática em maio de 2009 e tem como propósito garantir que os navios ao serem reciclados após chegar ao final de suas vidas operacionais não representem qualquer risco desnecessário à saúde humana ou ao meio ambiente, além de dar destinação adequada para uma reciclagem segura e ecologicamente correta dos resíduos desse desmanche. A Conferência também trata de assuntos relacionados às condições de trabalho nos ambientes das instalações de reciclagem de navios.

Dentre as consequências práticas desta Conferência está que as embarcações, com bandeira dos países signatários, devem atender à subcritérios preestabelecidos pelo texto com prazo de atendimento e devem ter destinação para reciclagem seguindo padrões de sustentabilidade. Estes padrões se enquadram nas características das instalações autorizadas pela SRR- EU constantes da lista supracitadas.

Uma das consequências práticas destas regulamentações é a de que, até 2020, embarcações com bandeira europeia (países europeus) devem obter a bordo o Inventário de Materiais Perigosos, ou Inventory of Hazard Materials (IHM), documento que lista e identifica todos os materiais potencialmente perigosos ao meio ambiente existentes na embarcação. Parcela significativa da frota europeia não conseguiu atender ao prazo desta exigência, ocasionando um problema a ser resolvido pelos europeus e gerando uma demanda por esse tipo de serviço.

Este documento (IHM) é fundamental para reciclagem das embarcações de forma sustentável, ao fim da vida útil, pois permite ao reciclador localizar e endereçar todos os materiais perigosos de forma planejada.

Outra consequência prática pertinente é de que a União Europeia, ao definir que as embarcações com bandeira do seu bloco sejam recicladas em instalações aprovadas, gera uma demanda alta para estas instalações listadas e aprovadas, justificando a maior relevância do critério A4 em detrimento dos demais.

O critério Signatário da Conferência de Basileia (A2) obteve baixa relevância para os especialistas, em relação aos demais subcritérios. Acredita-se este fato à grande aderências dos países à esta conferência, que foi um marco de sustentabilidade em 1992, porém como a maioria dos países do mundo já se tornaram signatários, agora não se torna um ponto decisivo para o escopo desta pesquisa.

A Convenção de Basileia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, foi concluída em Basileia, Suíça, em 22 de março de 1989.

Um dos objetivos da convenção é promover o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos perigosos e outros resíduos internamente nos países parte, para que com isto possa ser reduzida a sua movimentação.

A convenção procura coibir o tráfico ilegal e prevê a intensificação da cooperação internacional para a gestão ambientalmente adequada desses resíduos. A convenção foi internalizada na íntegra por meio do Decreto N° 875, de 19 de julho de 1993, sendo também regulamentada pela Resolução Conama N° 452, 02 de julho de 2012.

Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010, foi proibida definitivamente a importação de resíduos perigosos.

A critério de Índice de Desempenho Ambiental (A3) dos países obteve baixa relevância na ótica dos especialistas, quando comparado aos demais subcritérios, com 11,3%. Acredita-se este fato ao caráter generalista do índice em relação às práticas de reciclagem de embarcações, uma vez que este considera variados aspectos ambientais para sua classificação.

Sob a ótica social, pode-se aferir que, dentre os subcritérios selecionados, o que obteve maior relevância foi o de Condições de Trabalho (S4) com 43%, em relação aos demais subcritérios sociais. Entende-se que a importância clara deste critério se dá pelo fato de a atividade de reciclagem de embarcações ser uma atividade que envolve um conglomerado de pessoas significativo e, também, que salubridade e bom condicionamento do trabalho é vital. Esta ótica reflete a obviedade de que a segurança das pessoas deve ser uma prioridade em relação às outras pautas sociais.

Ademais, esta opinião dos especialistas joga luz ainda mais para a discussão internacional que está presente no contexto do mercado de reciclagem de embarcações sobre as atuais condições de trabalho nos estaleiros de desmanche nas praias da Índia e Bangladesh. Atualmente 70% das embarcações e 90% da tonelagem bruta movimentadas neste mercado são desmanteladas nas praias do sudeste asiático com precárias condições de trabalho (NGO SHIPBREAKING, 2019).

Continuando com a ótica social da pesquisa, os demais subcritérios de Índice de Desenvolvimento Humano (S1), Taxa de Desemprego (S2) e Salário Mínimo (S3) foram valorados com índices de importância de 23,5%, 16,2% e 17,3%, respectivamente. Entende-se por isto, que estes subcritérios têm classificação de importância igualada, por serem valores próximos e ainda que são critério pouco relevantes, mas não irrelevantes, considerando que nenhum obteve valor abaixo de 10%.

De forma generalista, é possível concluir que a análise censitária dos subcritérios considera como os mais relevantes e convergentes entre si, os que obtiveram prioridades destacadas dos demais e acima de 5%, logo, os subcritérios elencados como mais importantes, em ordem decrescente, são:

- Custo de Mão de Obra - E4
- Preço do Aço - E1
- Participação na Lista de Instalações Aprovadas pela EU - A4
- Signatário da Conferência de Hong Kong - A1
- Distância para os Maiores Mercados Fornecedores - E2
- Consumo Interno de Aço - E3

Em posse dos resultados obtidos pela análise objetiva, cuja metodologia está proposta no capítulo 3 desta pesquisa, pôde-se obter resultados de hierarquização de subcritérios para cada país (alternativa) considerado.

Desta forma foi possível identificar aderência do Brasil no mercado de reciclagem de embarcações, dentre os principais países participantes desta indústria, por meio dos subcritérios ponderados utilizando a metodologia de análise hierárquica de processos (AHP).

A discussão oriunda da análise objetiva percorre dois subprodutos dos resultados, elencados a seguir:

- Aderência do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações; e
- Aderência do Brasil com os critérios da análise censitária.

O primeiro subproduto dos resultados da análise objetiva aborda a situação do Brasil em comparação com os demais países com base nos subcritérios.

A viabilidade do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações pode ser inicialmente discutida nesta pesquisa com o desempenho dos critérios entre si para alternativa do Brasil. Conforme observado na *Tabela 34*.

Desta forma, os resultados da análise objetiva apresentam que o Brasil é a melhor/uma das melhores alternativa(s) nos subcritérios:

- Distância para os Maiores Mercados – E2
- Preço do Aço – E1
- Índice de Desempenho Ambiental – A3
- Taxa de Desemprego – S2
- Condições de Trabalho – S4

De forma oposta, os resultados da análise objetiva apresentam que o Brasil é a pior/uma das piores alternativa(s) nos subcritérios:

- Signatário da Conferência de Hong Kong – A1
- Lista de Instalações Aprovadas pela União Europeia – A4

Entende-se que os subcritérios em que o Brasil possui alto desempenho são subcritérios primariamente importantes do ponto de vista econômico e social. Além disso, o contexto destes subcritérios é dificilmente mutável, ou seja, não dependem de ações diretas unilaterais de um poder executivo ou comissão.

O Preço do Aço compreende um subcritério de grande importância, obviamente, e que se mostra como uma vantagem para o Brasil na concorrência mundial. Ademais, a Distância para o Mercado Fornecedor também um subcritério que atualmente, com a maioria das embarcações sendo desmantelada no sudeste asiático a altos custos logísticos, pode ser uma vantagem atualmente subvalorizada pelos atores deste mercado.

Por outro lado, os subcritérios que o Brasil é obteve menor desempenho são critérios de contextos mutáveis e, que se fossem alterados, poderiam contribuir ativamente para a viabilidade do país no mercado de reciclagem de embarcações. Ser signatário da conferência de Hong Kong é uma demonstração clara do país de comprometimento com as questões ambientais e sociais envolvidas neste mercado e, ainda seria, seria uma etapa fundamental para a aprovação de instalações brasileiras na lista europeia aprovada para reciclar navios de bandeira deste bloco econômico. Desta forma, entende-se que o Brasil tem ganhos substanciais ao se tornar signatário da conferência de Hong Kong.

Os subcritérios de desempenho intermediário serão abordados em outras análises devido ao rigor necessário aplicado nesta pesquisa e não ser possível aferir conclusões nesta etapa da discussão.

Ademais, pôde-se comparar o desempenho do Brasil com subcritérios descritos como mais importantes pelos especialistas, na análise censitária, conforme observa-se na Tabela 38.

Tabela 38 - Desempenho do Brasil x Resultado da análise censitária

Brasil comparado às demais alternativas		Análise Censitária	
Cód. Subcritério	Prioridade (%)	Cód. Subcritério	Prioridade Global (%)
A3	16,1%	E4	27,3%
E1	15,7%	E1	20,2%
S4	14,4%	A4	10,6%
S2	12,0%	A1	9,2%

E2	11,0%	E2	8,9%
S1	7,4%	E3	5,2%
A2	6,4%	S4	4,9%
E3	4,4%	A2	4,2%
E4	3,7%	A3	3,1%
A4	3,5%	S1	2,7%
S3	3,1%	S3	2,0%
A1	2,4%	S2	1,8%

Fonte: Autor (2021).

O Brasil possui ótima aderência com os subcritérios econômicos, uma vez que está bem qualificado para o Preço do Aço – E1, Distância para os Maiores Mercado Fornecedores – E2, e Consumo Interno de Aço – E3, uma vez que estes fazem parte dos subcritérios mais relevantes elencados pelos especialistas. Contudo, não possui boa aderência aos subcritérios ambientais como ser Signatário da Conferência de Hong Kong – A1 e ter Participação na Lista de Instalações Aprovadas pela União Europeia – A4.

Válido destacar que o desempenho do Brasil não foi bom no subcritério de Custo de Mão de Obra – E4 e este é o subcritério mais relevante elencado pelos especialistas, portanto, entende-se que isso seja uma grande desvantagem competitiva para o Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações.

Desta forma, pode-se afirmar que o Brasil possui condições promissoras e favoráveis para a participação no mercado de reciclagem de embarcações, contudo o seu desempenho pode ser afetado diretamente pelo posicionamento ambiental do País e pela eficiência da mão de obra interna.

5.2 Discussões baseadas na viabilidade doméstica de reciclagem de embarcações no Brasil

Nesta etapa da pesquisa, foi possível aferir informações acerca da viabilidade doméstica de reciclagem de embarcações no Brasil. Isto foi feito de forma a caracterizar o mercado de desmantelamento a nível mundial, nacional e regional (Amazônia), analisar o potencial do Brasil neste mercado por meio de análise de demanda e espacialização da frota brasileira utilizando a metodologia de ponderação do inverso da distância (IDP ou Inverse Distance Weight – IDW) e analisar a situação da frota e geografia da Amazônia perante o mercado de reciclagem de embarcações.

O mercado marítimo Brasil detém uma frota operacionalmente defasada ao longo de seu território (mais de 20 anos de operação), este quadro abre ameaças e oportunidades que foram

estudadas nesta pesquisa. Atualmente, 31% das embarcações brasileiras tem mais de 20 anos de idade, este indicador tende a crescer com os próximos anos. Em um cenário de não destinação destas embarcações, este percentual pode atingir 50% em 20 anos.

As embarcações mais defasadas são classificadas como: Balsas, graneleiros, petroleiros, rebocadores e Supridores (PSV). Em 20 anos, este estudo aponta o crescimento de 700% de LDT de embarcações defasadas no Brasil, em um cenário de não aproveitamento do potencial existente hoje.

Ademais, este estudo aponta a importância do estabelecimento de políticas públicas sólidas para estabelecer idade máxima de embarcações permitidas para navegação em território nacional. A relação de falhas estruturais com aumento da idade das embarcações é conhecida (Akpan, et al., 2002) e atualmente existem discussões acerca deste tema considerando a limitação de idade em águas internacionais devidos à fatores probabilísticos e de defasagem tecnológica, sob o aspecto de segurança e também sob o aspecto ambiental (Riviera Newsletters, 2016).

Não é do escopo deste estudo concluir sobre este tema, contudo, resta claro que as embarcações brasileiras encontram-se defasadas em relação à média mundial e não há política pública, atualmente, que enderece o tema. O estabelecimento de política pública que imponha limites operacionais para embarcações defasadas impactam positivamente na indústria de construção naval, na indústria de reciclagem de embarcações e também aumentam a segurança dos veículos de transporte aquaviário no Brasil.

Entre 2005 a 2015 foram construídas muitas embarcações com a alta do setor de construção naval, estas embarcações irão gerar um crescimento no mercado de desmantelamento de navios a partir de 2025, com uma onda de crescimento proporcional ao crescimento citado da construção naval brasileira.

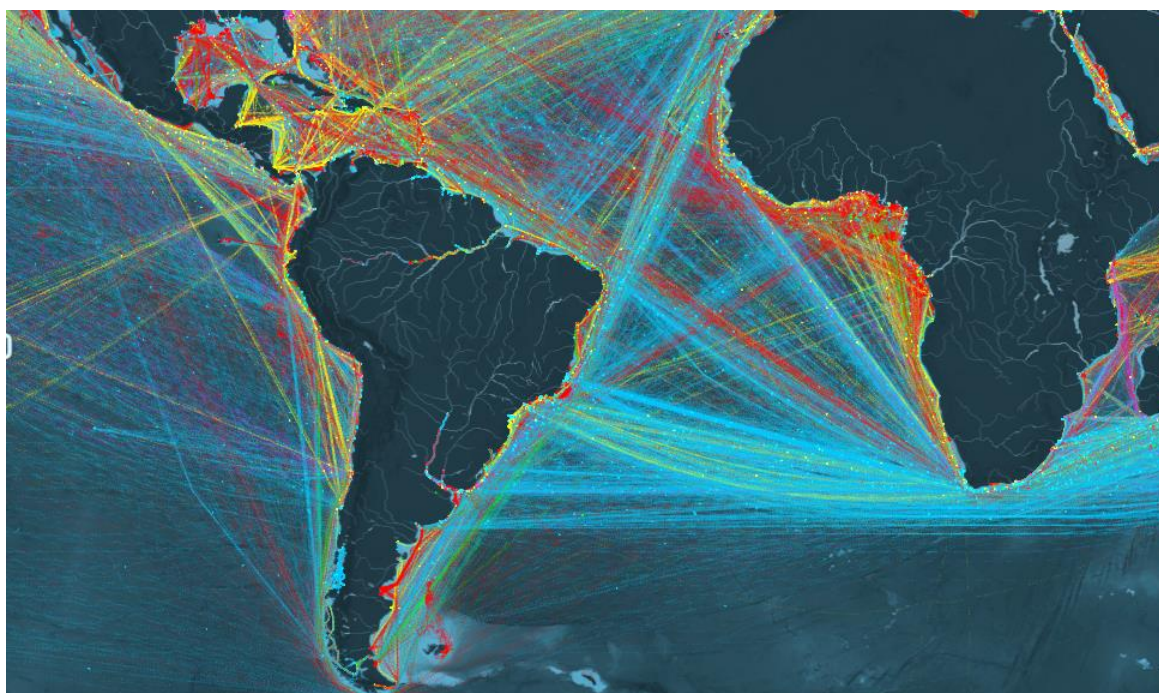
Foi aferido que existem, no Brasil, dois polos concentradores de embarcações potenciais, quanto ao LDT e Quantidade, para desmantelamento, considerando o mercado nacional. Estes são os polos no Norte do país, atrelado ao considerável volume de embarcações na região amazônica e à falta de destinação às embarcações defasadas, e no Sudeste, atrelado ao mercado offshore.

Existe uma zona considerada, por este estudo, habilitada ao aproveitamento dos dois polos descritos. Nomeada zona de convergência logística, esta está localizada no Norte do país, próxima à foz do rio Amazonas. Esta zona possui capacidade geográfica e logística de receber

embarcações do Brasil inteiro, se destacando no estudo como localidade ótima para futuros investimentos.

A atratividade de desta zona de convergência é corroborada pelo acesso logístico facilitado ao corredor de embarcações do oceano atlântico no hemisfério norte, que possui maior densidade de navegação embarcações do que no hemisfério sul, possibilitando a redução de custos logísticos.

Figura 32 - Plotagem de rotas em embarcações ao redor da América do Sul



Fonte: Shipmap.com (2021).

O aço retirado das embarcações precisa passar por processos siderúrgicos para ser efetivamente reciclado. A rede siderúrgica no Brasil é representada por 15 empresas privadas, controladas por doze grupos empresariais e operando 31 usinas distribuídas por 10 estados brasileiros, a indústria do aço no Brasil foi responsável pela produção, em 2019, de 32,6 milhões de toneladas de aço bruto, levando o país a ocupar a 9ª posição no ranking da produção mundial (Aço Brasil, 2019).

Figura 33 - Usinas Siderúrgicas logisticamente viáveis para a Zona de Convergência



Fonte: Adaptada de Aço Brasil (2019).

Pode-se observar na Figura 33 a localização das siderúrgicas brasileiras que são foco de retenção de aço destinado à reciclagem na Zona de Convergência proposta, onde o aço desmantelado das embarcações no Brasil provavelmente iria. Destaca-se o fato de no Pará e no Maranhão existirem duas siderúrgicas que viabilizam a absorção do aço, com capacidade de demanda de sucata de aço de 308 e 360 mil toneladas por ano, respectivamente.

Quanto à demanda, não existem dados consolidados sobre o consumo interno de aço da Amazônia, por isso é difícil afirmar se esse potencial seria consumido por essa região ou diluído pelo consumo interno do País. Pode-se afirmar, claramente, que a projeção atual de 3,9 milhões de toneladas poderia ser integralmente absorvida pela demanda do Pará e Maranhão em cerca de 06 anos, que é de cerca de 300 mil toneladas por ano, conforme supracitado.

Desta forma, este estudo é capaz de assumir que existe viabilidade de fornecimento e absorção para a reciclagem de embarcações apenas com fornecimento do mercado interno. Ademais, existem condições para a viabilidade de implantação do Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações.

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi de conduzir análise comparativa da viabilidade da Amazônia para o mercado de reciclagem de embarcações, no que tange aos aspectos econômicos, sociais e ambientais. Para tanto, utilizou-se das metodologias de especialização pela Inversa Distância Ponderada (IDP) e de Análise Hierárquica de Processos (AHP).

Desta forma, fez-se a caracterização do mercado de desmantelamento a nível mundial, nacional e regional (Amazônia). A caracterização da parcela que representa o comportamento do Brasil com o mercado externo foi feita utilizando o AHP. A caracterização da parcela que representa o comportamento do Brasil com mercado interno foi feita com o IDP.

A metodologia AHP se mostrou suficientemente consistente e aderente aos objetivos da pesquisa. Nenhuma matriz de julgamentos teve relação de consistência acima de 10%, sendo que o máximo foi 8,2% em segundo lugar 3%, para matriz de julgamentos de critérios gerais e do subcritério Social, respectivamente.

Em relação à inserção de um país no mercado de desmantelamento de embarcações, foi possível concluir que os critérios mais influentes sob os aspectos econômicos, ambientais e sociais são:

- Custo de Mão de Obra - E4
- Preço do Aço - E1
- Participação na Lista de Instalações Aprovadas pela UE - A4
- Signatário da Conferência de Hong Kong - A1
- Distância para os Maiores Mercados Fornecedores - E2
- Consumo Interno de Aço - E3

Foi possível identificar aderência do Brasil no mercado de reciclagem de embarcações, dentre os principais países participantes desta indústria. Conclui-se que o Brasil possui maior competitividade quando comparado pelos subcritérios econômicos, de forma que os subcritérios mais relevantes são: Preço do Aço – E1, Distância para os Maiores Mercado Fornecedores – E2, e Consumo Interno de Aço – E3, e estes fazem parte dos subcritérios mais relevantes elencados pelos especialistas.

Contudo, o Brasil não possui relevantes características quando comparado aos subcritérios ambientais. Entende-se que para inserção e alta competitividade do Brasil no mercado internacional, faz-se necessário ser Signatário da Conferência de Hong Kong – A1 e ter Participação na Lista de Instalações Aprovadas pela União Europeia – A4.

Ressalta-se que o desempenho do Brasil não foi bom no subcritério de Custo de Mão de Obra – E4 e este é o subcritério mais relevante elencado pelos especialistas, portanto, entende-se que isso seja uma grande desvantagem competitiva para o Brasil no mercado internacional de reciclagem de embarcações.

Pode-se afirmar, então, que o Brasil possui condições básicas atrativas para a inserção no mercado de reciclagem de embarcações, contudo o seu desempenho pode ser afetado diretamente pelo posicionamento ambiental do País e pela eficiência da mão de obra interna.

Atualmente, 31% das embarcações brasileiras tem mais de 20 anos de idade, este indicador tende a crescer com os próximos anos. Em um cenário de não destinação destas embarcações, este percentual pode atingir 50% em 20 anos.

O Brasil possui 2 polos de embarcações consideradas potencial para o mercado de reciclagem de embarcações, ou seja, defasadas. O primeiro fica na Amazônia com um acúmulo, após geoespacialização das frota, cerca de 525 embarcação e 63 mil toneladas de aço. O segundo, localizado na cidade do Rio de Janeiro, com dados espacializados apresentando cerca de 40 embarcações e 86 mil toneladas de aço.

Esta pesquisa propõe a exploração do mercado potencial existente na Amazônia, absorvendo conjuntamente, primariamente, o mercado do Brasil e, posteriormente, o mercado internacional. Esta exploração, em análise preliminar, é proposta em uma zona de convergência na região da costa marítima do Estado do Pará para absorção dos dois polos potenciais brasileiros.

Ademais, no Brasil existem embarcações com ano de construção datados da década de 50, 60 e 70 ainda em operação. Este é um fato alarmante que, com certeza, compromete a operação (Passageiros ou Cargas) de forma segura, salubre e previsível para pessoas e o meio ambiente.

A defasagem da frota brasileira tem como causa, dentre outras coisas, da falta de regulamentação sobre a idade limite para operação das embarcações no Brasil. Esta defasagem evidencia a necessidade urgente da criação de políticas públicas que estabeleçam idade máxima para embarcações navegarem em águas nacionais.

Caso não haja ações no sentido da limitação ou da reciclagem para estas embarcações, teremos em 2037, de acordo com as embarcações atualmente construídas e o não aproveitamento desta demanda, cerca de 3,978 milhões de toneladas e 5258 embarcações compondo o cenário de embarcações defasadas.

Por fim, conclui-se que existe potencial para a inserção da Amazônia no mercado de reciclagem de embarcações, comparativamente com outros mercados, sob a ótica econômica, ambiental e social.

7 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa teve limitações operacionais significativas, contudo, que não impossibilitaram o alcance de seus objetivos estabelecidos. Pode-se citar como limitações deste estudo:

- Integridade e completude de metadados sobre a frota nacional; e
- Homogeneidade dos critérios de avaliação usados para comparar as alternativas para reciclagem de embarcações.

Esta pesquisa tomou caminhos que extrapolam os objetivos estabelecidos pela metodologia, porém que podem compor outros estudos ricos e valiosos para o arcabolo teórico e prático sobre reciclagem de embarcações.

Cita-se como recomendações desta pesquisa:

- Analisar e simular de forma propositiva fatores chaves para a inserção do Brasil na indústria de reciclagem de embarcações;
- Analisar numericamente a idade operacional ideal limite das embarcações brasileiras com base em critérios técnicos e nas informações sobre a frota nacional e benchmark internacional; e
- Analisar objetivamente possíveis projetos de implantação de estaleiros de reciclagem de embarcações no Brasil, considerando instalações criadas para este propósito e instalações adaptadas de outros negócios (ex. estaleiros de construção naval).

8 BIBLIOGRAFIA

Aço Brasil, 2019. *Instituto Aço Brasil*. [Online] Available at: <https://acobrasil.org.br/site/dados-do-setor/> [Acesso em 07 03 2021].

Acolet, T., 2008. *Modelo de análise de crédito fundamentado no ELECTRE TRI*. Dissertação de Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração das Faculdades Ibmecc ed. Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc.

Ahammad, H. & Sujauddin, M., 2017. Contributions of Ship Recycling in Bangladesh: An Economic Assessment. *IMO NORAD SENSREC Project*.

Ahuja, M., 2012. *Driving Sustainable Ship Recycling*. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.

Akpan, U. O., Koko, T., Ayyub, B. & Dunbar, T. E., 2002. Risk assessment of aging ship hull structures in the presence of corrosion and fatigue. *Marine Structures*, Volume 15, pp. 211 - 231.

Amaro, E. S. D. d. M., 2016. *Capacidades operacionais na cadeia de suprimentos: o caso dos fornecedores da indústria de construção naval brasileira*. Universidade Federal de Pernambuco - Programa de Pós-Graduação em Administração - PROAD ed. Recife: UFPE.

Amorim, R. C. F. d., Ribeiro, A., Leal, B. G. & Sedyama, G. C., 2011. DESEMPENHO DO MÉTODO DO INVERSO DA DISTÂNCIA PONDERADA, NA. *XVII Congresso de agrometeorologia*, Julho.

Andersen, A. B., 2001. Worker safety in the ship-breaking industries. Em: *International Labour Office, SECTORAL ACTIVITIES PROGRAMME*. s.l.:WP.167, pp. 3-36.

ANTAQ, 2013. *Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros da região amazônica*, Brasília: s.n.

Ayres, 2011. *MANUFACTURING Investing in energy and resource efficiency*, s.l.: UNEP.

Azevedo, J. P. L., 2019. *APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO AHP COM OBJETIVO DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO EM GERÊNCIA DE PORTFÓLIOS*. Quixadá: Universidade Federal do Ceará.

Baldioti, H. R., 2014. *Abordagem Multicritério para Avaliação de Modelos Geradores de Cenários Aplicados ao Planejamento da Operação Hidrotérmica de Médio Prazo*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica.

Benjamin, C., 2017. *Caracterização da Cadeia de Fornecedores da Indústria de Construção Naval na Região Metropolitana de Belém*. Belém: Universidade Federal do Pará.

Benjamin, C. & Figueiredo, N., 2020. The ship recycling market in Brazil - The Amazon potential. *Journal of Environmental Management*, 01 01. Volume 253.

Bidinoto, R. S., Lacerda, D. P. & Rodrigues, L. H., 2015. PROPOSIÇÃO DE UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO MULTICRITÉRIO DE UMA AGÊNCIA BANCÁRIA POR MEIO DO MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP). *Revista Base da Unisinos*, Volume 12, pp. 316 - 330.

Bluszcz, A., 2016. A comparative analysis of selected synthetic indicators of sustainability. *19th International Conference Enterprise and Competitive Environment 2016*, 03, pp. 10-11.

BNDES, 2013. *Indústria Naval e Offshore no Brasil*, Brasília: s.n.

Bonavides, P., 1998. *Ciência Política*. 10 ed. São Paulo:: Malheiros.

Brazil Steel Institute, 2016. *Aço Brasil Website*. [Online] Available at: http://www.acobrasil.org.br/site2015/files/Folder_Sustentabilidade_AcoBrasil_2016.pdf. Acesso em: 01 agosto 2017. [Acesso em 2019].

Broadbent, C., 2016. Steel's recyclability: demonstrating the benefits of recycling steel to achieve a circular economy. *Int J Life Cycle Assess*, Volume 21, pp. 1658 - 1665.

Cairns, G., 2014. A critical scenario analysis of end-of-life ship disposal. *Critical perspectives on international business*, Volume 3, p. 10.

CEC, 2007. *Green Paper on better ship dismantling*, Brussels: Commission of the European Communities.

Chang, Y.-C., Wang, N. & Durak, O. S., 2010. Ship recycling and Marine Pollution. *Marine Pollution Bulletin*, pp. 1390-1396.

Choi, J.-K., Kelley, D., Murphy, S. & Thangamani, D., 2016. Economic and environmental perspectives of end-of-life shipmanagement. *Resources, Conservation and Recycling*, pp. 82 - 91.

ClassNKK, 2019. *NKK website*. [Online] Available at: <https://www.classnk.or.jp/hp/en/activities/statutory/shiprecycle/index.html> [Acesso em 05 02 2019].

Clemen, R. T. & Reilly, T., 2004. *Making hard Decissions with DecisionTools*. 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury.

Confederação Nacional do Transporte, 2020. *Anuário da CNT*, Rio de Janeiro: CNT.

Deshpande, P.C., Tilwankar, A.K., Asolekar, S.R., 2012. A novel approach to estimating potential maximum heavy metal exposure to ship recycling yard workers in Alang, India. *Sci. Toal Environ*, Volume 438, pp. 304-311.

Devoult, D. A., Belivert, B. & Winterton, P., 2017. Ship breaking or scuttling? A review of environmental, economic and forensic issues for decision support. *Environmental Science and Pollution Research*.

Dinu, O. & Ilie, A. M., 2015. *Maritime vessel obsolescence , life cycle cost and design service life*. 12067 ed. s.l.:s.n.

DIVEST, 2011. *TRIMIS - Transport Research and Innovation Monitorinf and Information System*. [Online]

Available at: <https://trimis.ec.europa.eu/project/dismantling-vessels-enhanced-safety-and-technology#tab-outline>

[Acesso em 01 06 2019].

Dores, P. B. d., Lage, E. S. & Processi, L. D., 2012. A Retomada da Indústria Naval Brasileira. Em: *60 anos Perspectivas Setoriais*. s.l.:s.n., pp. 274 - 299.

Drewry Shipping Consultants Ltd, 1996. *Ship scrapping: Locations, activity, price,.* Londres: Drewry Shipping Consultants Ltd.

Du, et al., 2018. Hazardous materials analysis and disposal procedures during ship recycling. *Resources, Conservation & Recycling*, Volume 131, pp. 158 - 171.

Du, Z. et al., 2018. Hazardous materials analysis and disposal procedures during ship recycling. *Resources, Conservation & Recycling*, Issue 131, pp. 158-171.

Du, Z., Zhu, H., Zhou, Q. & Wong, Y. D., 2017. Challenges and solutions for ship recycling in China. *Ocean Engineering*, 137(june 2017), pp. 429 - 439.

EBC , 2016. *Agência Brasil*. [Online]

Available at: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-03/barcos-abandonados-na-orla-de-manaus-poluem-ambiente-e-geram-riscos-navegacao>

[Acesso em 05 09 2018].

Eleftheria, E., Apostolos, P. & Markos, V., 2016. Statistical analysis of ship accidents and review of safety level. *Safety Science*, pp. 282 - 292.

European Commission, 2016. *Financial instrument to facilitate safe and sound ship recycling - final report*, Brussel: European Commission.

Fernandes, J., 2009. *Seleção de uma Aeronave para Atividades de Charter Regional: Uma Abordagem Multicritério Baseada no Método NAIADE*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, IBMEC.

FINEP, 2012. *Otimização da Produção e Planejamento em um Estaleiro de Construção Naval*, Belém: FINEP.

FIRJAN, 2015. *O Mapeamento da Indústria Naval - Plano de ação para o seu desenvolvimento*, Rio de Janeiro: Relatório Específico - FIRJAN.

FIRJAN, 2018. *Panorama Naval do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro: Relatório Anual - Sistema FIRJAN.

Gazeta Online, 2018. *Gazeta Online*. [Online] Available at: [Para compartilhar esse conteúdo, por favor utilize o link https://www.gazetaonline.com.br/noticias/economia/2018/09/setor-naval-fechara-quase-80-mil-vagas-ate-2020-1014146661.html](https://www.gazetaonline.com.br/noticias/economia/2018/09/setor-naval-fechara-quase-80-mil-vagas-ate-2020-1014146661.html) ou utilize os recursos oferecidos na página. Textos, fotos, artes e vídeos [Acesso em 24 09 2019].

Goepel, K., 2018. Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 10(3 2018), pp. 469-487.

Gomes, L., 2003. Avaliações de estratégias com múltiplos critérios: porque o método AHP deve continuar a ser usado. *Visão Estratégica*, Volume 1, p. 22.

Gomes, L., 2007. *Teoria da Decisão*. São Paulo: Thompson.

Gomes, L. & Gomes, C. F. S., 2012. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. 4ª ed. São Paulo: Atlas.

Gomes, L., Machado, M. & Rangel, L., 2015. The Multiple Choice Problem with Interactions Between Criteria. *Pesquisa Operacional*, 35(3), pp. 523 - 537.

Gregson, N. et al., 2010. Following things of rubbish value: End-of-life ships, ‘chock-chocky’ furniture. *Geoforum*, pp. p. 846 - 854.

Guglielmetti; Et al, 2003. Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios. *XXIII Encontro Nacional de Engenharia De Produção*, 23 e 24 outubro.

Hassan, K. R., Rahaman, M. M., Alamgir, M. Z. & Akimoto, H., 2017. Foreign Direct Investment and the Shipbuilding Industry: A Bangladesh Perspective. *10th International Conference on Marine Technology, MARTEC 2016*, p. 218 – 223.

Hess, R. W., Rushworth, D., Hynes, M. V. & Peters, J., 2001. Disposal options for ships. *RAND's National Security Research Division Monography*. ISBN/EAN: 0-8330-3014-0.

Hiremath, A. M., Pandey, S. K. & Asolekar, S. R., 2015. Developmente of ship specific recycling plan to improve health safety and environment in ship recycling yards.. *Journal of Cleaner Production*, 116(February), pp. 279-298.

Hossain, K., 2017. Ship Recycling Practice and Annual Reusable Material Output from Bangladesh Ship Recycling Industry. *J Fundam Renewable Energy*, Abril.p. 238.

Hossain, M. & Islam, M., 2006. *Ship breaking activities and Word*. Chittatong, Advocacy & Publication Unit, pp. 55 p. cap. 2, p. 02 - 04.

Hossain, M. M. & Islam, M. M., 2006. *Ship Breaking Activities and its Impact on the Coastal Zone of Chittagong, Bangladesh: Towards Sustainable Management*.. Chittagong, Bangladesh.: Young Power in Social Action (YPSA).

IMO, 2009. *Convenção Internacional de Hong Kong para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Adequada de Navios*. Hong Kong: s.n.

IPEA, 2014. *Ressurgimento da indústria naval no Brasil : (2000-2013)*. Brasília(Distrito Federal): s.n.

Jain, K. P., 2017. *Improving the Competitiveness of Green Ship Recycling*. s.l.:Delft University of Technology.

Jain, K. P., 2018. *The Maritime Executive*. [Online] Available at: <https://www.maritime-executive.com/editorials/ship-recycling-the-relevance-of-the-basel-convention>

[Acesso em 12 03 2020].

Jiang, L., Bastiansen, E. & Strandenes, S. P., 2013. The international competitiveness of China's shipbuilding industry. *Transportation Research Part E*, pp. 39 - 48.

Johnston, K., Hoef, J. M. V., Krivoruchko, K. & Lucas, N., 2004. Chapter 5: Deterministic methods for spatial interpolation. Em: *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. New york: ESRI.

Kagkarakis, N. D., Merikas, A. G. & Merika., A., 2016. Modelling and forecasting the demolition market in shipping. *Maritime Policy & Management*, Volume 43:8, pp. Pages 1021-1035.

Kaiser, M. J. & Byrd, R. C., 2005. The non-explosive removal market in the Gulf of Mexico.. *Ocean & Coastal Management*, Volume 48, pp. 525-570.

Karlis, T. P. D., 2016. Ship demolition activity: A monetary flow approach. *Scientific Journal of Maritime Research* , pp. 128-132.

Keeney, R. L., 2013. Foundations for Group Decision analysis. *Deciccion Analysis. Articles in Advance*, 10(2), pp. 103 - 120.

Koczkodaj, W. e. a., 2016. Important Facts and Observations about Pairwise Comparisons. *Fundamenta Informaticae XX*, 144(3 - 4), pp. 291 - 307.

Lauriat, G., 2019. *American Journal of Transportation*. [Online] Available at: <https://www.ajot.com/premium/ajot-ajots-top-100-containerports-a-to-z/P0> [Acesso em 11 12 2020].

Legaspi, R. D., 2000. *Ship Recycling: Analysis of the shipbreaking countries in Asia*. Malmo: World Maritime University.

Leite, I. & Freitas, F., 2012. Análise Comparativa dos Métodos de Apoio Multicritério à Decisão: AHP, ELECTRE e PROMETHEE. *XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO*, 15 a 18 Outubro.

Lopes, Y. G. & Almeida, A. T. D., 2008. Enfoque Multicritério para a Localização de Instalações de Serviço: Aplicado do Método Smarter. *SISTEMAS & GESTÃO*, 3(2), pp. 114-128.

Lu, G. Y. & Wong, D. W., 2008. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. *Computers & Geosciences*, Volume 34, p. 1044– 1055.

M., S. & Stuer-Lauridsen, F., 2010. *SHIP BREAKING AND RECYCLING INDUSTRY IN BANGLADESH AND PAKISTAN*, s.l.: s.n.

Macharis, C. & Springael, J., 2003. PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*.

Magalhães, I. A. A. K. L. et al., 2013. Análise de métodos de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na região Norte do estado do Espírito Santo, Brasil.. *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*.

Mangaraj, B. K. & Aparajita, U., 2019. Constructing a generalized model of the human development index. *Socio-Economic Planning Sciences*.

Martins, C. F., 2015. *O Descomissionamento de Estruturas de Produção Offshore no Brasil*. Vitória: UFES.

Mikelis, N. E., 2006. Developments and Issues on Recycling of Ships. *The East Asian Seas Congress*, 12-16 December.

Mikelis, N. E., 2007. A statistical overview of ship recycling. *International Maritime Organization, International Symposium on Maritime Safety, Security & Environmental Protection.*, September.

Mikelis, N. E., 2008. A statistical overview of ship recycling. *International Maritime Organization, International Symposium on Maritime Safety, Security & Environmental Protection.*, September.

Mikelis, N. E., 2013. International Conference on Ship Recycling. *SHIPREC 2013.*

Ming, Y. & Erjiang, E., 2017. *STATISTICAL ANALYSIS OF APPLICATION OF AHP IN POSTGRADUATE THESIS OF TSINGHUA UNIVERSITY*. 1 ed. Beijing: Tsinghua University .

Moreira, M. R. T., 2012. *A Construção Naval no Brasil: Sua Gênese, Desenvolvimento e o Atual Panorama da Retomada do Setor – 1990-2010*. Tese de Doutorado em Geografia ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Nadkarni, S., 1999. Shipbreaking in India – the graveyard shift. Em: *Lloyd's List Maritime Asia*. s.l.:s.n., pp. 9-11.

NGO Shipbreaking, 2008. *The NGO Platform's Green Ship Recycling Standard*. s.l.:NGO Shipbreaking.

NGO Shipbreaking, 2015. *Annual Report* , Brussels: NGO Shipbreaking.

NGO Shipbreaking, 2016. *Annual Report*, Brussels: NGO Shipbraking.

NGO Shipbreaking, 2016. *List of all ships dismantled all over the world (2012-2016)*, Brussels: NGO Shipbreaking.

NGO SHIPBREAKING, 2019. *Shipbreaking Platform*. [Online] Available at: <https://www.shipbreakingplatform.org/resources/annual-lists/> [Acesso em 26 11 2019].

Ocampo, E. S., 2018. *Análise Quali - Quantitativa do Mercado de Reciclagem de Navios*. Volta Redonda: UFF.

Ocampo, E. S. & Pereira, N. N., 2019. Can ship recycling be a sustainable activity practiced in Brazil?. *Journal of Cleaner Production*.

OECD, 2011. *Steelmaking raw - 70th Steel Committee Meeting*, Paris: s.n.

OECD, 2018. *Environmental and climate change issues in the shipbuilding industry*.
[Online]

Available at: www.oecd.org

OECD, 2018. *Shipbuilding Market Developments Q2 2018*, Paris: s.n.

ONU, 2011. *basel.int*. [Online]

Available at: <http://www.basel.int/>

[Acesso em 12 03 2020].

Ormond, T., 2012. Hong Kong Convention and EU Ship Recycling Regulation: Can they change bad industrial practices soon?. *Eleni Review*, Volume 2.

Ozturkoglu, Y., Kazancoglu, Y. & Ozkan-Ozen., Y. D., 2019. A sustainable and preventative risk management model for ship recycling industry. *Journal of Cleaner Production*, p. 238.

Papanikolau, A., 2014. Chapter 2 Selection of Main Dimensions and Calculation of Basic Ship Design Values. Em: *Ship Design Methodologies of Preliminary Design*. s.l.:s.n., pp. 69 - 78.

Pape, T., 2005. *Navy Reefing Program: ex-Forrestal (AVT-59)*, s.l.: Integrated Ship Design.

Pasin, J. A. B., 2002. Indústria naval do Brasil: panorama, desafios e perspectivas. *Revista do BNDES*, v. 9(n. 18), p. 121 a 148.

PNUD, 2019. *Human Development Report 2019*, Nova York: PNUD.

Rahman, S. M. M., Handler, R. M. & Mayer, A. L., 2016. Life cycle assessment of steel in the ship recycling industry in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, pp. vol 135 p. 963 - 971.

RECYSHIP, 2013. *Layman Report*, s.l.: s.n.

Ribeiro, B., 2017. *Proposta para revelar as preferências de comitês de especialistas a partir do método AHP: uma aplicação ao setor elétrico*. 1 ed. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica.

Ribeiro, B. A. & Baldioti, H. R., 2014. Multicriteria Approach for Evaluation of Scenarios Generation Models Applied to the Medium-Term Hydrothermal Operation Planning. *Proceedings on The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*.

Ribeiro, N. S., Ocampo, E. S. & Pereira, N. N., 2017. Reciclagem de Navios e Embarcações: um mal necessário. *Congresso Panamericano de Engenharia Naval*, Outubro.

Righi, E. & Basso, L. A., 2016. Aplicação e análise de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, jan/abr.12(1).

RINA, 2005. *Recycling of Ships & Other Marine Structures*, London, UK: RINA (Royal Institution of Naval Architects).

Riviera Newsletters, 2016. *Age limit would enhance safety and reduce overcapacity*. [Online]

Available at: <https://www.rivieramm.com/opinion/opinion/age-limit-would-enhance-safety-and-reduce-overcapacity-32353>

[Acesso em 07 03 2021].

Rodrigues, A. S. d. A., 2008. *Desmantelamento de Navios*. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

Rousmaniere, P. & Raj, N., 2007. Shipbreaking in the Developing World: Problems and Prospects. *International journal of occupational and environmental health*.

Saaty, R. W., 1987. The Analytic Hierarchy Process - What is it and How it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), pp. 161 - 176.

Saaty, T. L., 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, Volume 15, pp. 234 - 281.

Saaty, T. L., 1991. *Método de Análise Hierárquica*. 1ª ed. São Paulo: McGrawHill.

Saaty, T. L., 2010. *Principia Mathematica Decernedu: Mathematical Principles of Decision Making*. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. L., 2012. *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. 3ª ed. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. L. & Peniwati, K., 2012. *Group decision Making: Drawing out and Reconciling Differences*. 2ª ed. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. L. & Vargas, L. G., 2007. Dispersion of group judgments. *Mathematical and Computer Modelling*, Volume 46, pp. 918 - 925.

Saaty, T. L. & Vargas, L. G., 2012. *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. 2ª ed. New York: Springer.

Sarraf, M. et al., 2010. *Ship breaking and recycling industry in Bangladesh and Pakistan*. [Online]

Available at: <http://siteresources.worldbank.org/SOUTHASIAEXT/Resources/223546->

[1296680097256/Shipbreaking.pdf](#)

[Acesso em 01 agosto 2017].

Schøyen, H., Burki, U. & kurian, S., 2017. Ship-owners' stance to environmental and safety conditions in ship recycling. A case study among Norwegian shipping managers. *Case Study on Transport Policy*.

Science for Environment Policy, 2016. Ship recycling: reducing human and. *Issue produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE*, Issue Thematic Issue 55.

Shameen, K. A. B. M., 2012. *The Role of the Ship Breaking Industry in Bangladesh and its future with special emphasis on capacity building through Education and Training*. (MARITIME SAFETY AND ENVIRONMENTAL ADMINISTRATION) ed. Malmö: World Maritime University.

Ship Technology, 2015. Market analysis: ship recycling in China. *Ship Technology Global Magazine*.

Shipmap, 2021. *Shipmap*. [Online] Available at: <https://www.shipmap.org/> [Acesso em 07 03 2021].

SINAVAL, 2016. *Cenário da Construção Naval – 2º Semestre de 2016*, Rio de Janeiro: SINAVAL.

SINAVAL, 2018. *Cenário da instrútria naval 2018 (apresentação RIDEX 2018)*, Rio de Janeiro: Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e Offshore.

Souza, C., 2013. *Modelo de Previsão de Despacho de Usinas Termelétricas por meio do Método Multicritério ANP*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado, IBMEC.

Steel Recycling Institute, 2017. *steelsustainability*. [Online] Available at: <https://www.steelsustainability.org/recycling> [Acesso em 13 11 2019].

Steelbenchmarker, 2019. *Price History (Table and Charts)*, s.l.: s.n.

Stopford, M., 2017. *Economia marítima / Martin Stopford ; tradução de Léo Tadeu Robles, Ana Cristina Ferreira Castela Paixão Casaca..* 3ª ed. São Paulo: Blucher.

Stopford, M., 2017. *Economia marítima / Martin Stopford ; tradução de Léo Tadeu Robles, Ana Cristina Ferreira Castela Paixão Casaca..* 3ª ed. São Paulo: Blucher.

Sujauddin, M. et al., 2015. Characterization of ship breaking industry in Bangladesh. *Journal of Material Ciclyes and waste managment*, pp. 17:72-83.

Sujauddin, M. et al., 2016. Ship Breaking and the Steel Industry in Bangladesh - A Material Flow Perspective. *Journal of Industrial Ecology*.

Sunaryo, S. & Pahalatua, D., 2015. Green Ship Recycle Yard Design SHIP RECYCLE YARD DESIGN. *Journal of Naval Architecture and Marine Engineering*, Issue ANAME Publication, pp. 1813-8235 (Print), 2070-8998 (Online).

Taylan, M., 2013. An Insight into Ship Recycling: Facts and Figures. *Journal of Economics and Business*, 63(3-4), pp. 5-14.

Varatharajan, R. et al., 2017. Visual analysis of geospatial habitat suitability model based on inverse distance weighting with paired comparison analysis. *Science Business Media*.

Vivek, J. M. & Hiremath, A. M., 2018. *Circular Economy in Ship Recycling: An Indian Perspective*. s.l.:Indian Institute Technology of Bombay.

Weisza, H., Suhc, S. & Graedeld, T. E., 2015. Industrial Ecology: The role of manufactured capital in sustainability. *PNAS*, 19 may.pp. vol. 112, no. 20, p. 6260 - 6264.

Wendling, Z. A., Emerson, J. W., Esty, D. C., Levy, M. A., de Sherbinin, A., et al., 2018. *2018 Environmental Performance Index*, New Haven: CT: Yale Center for Environmental Law & Policy.

World Steel Association, 2016. *STEEL STATISTICAL YEARBOOK*, s.l.: WSA.

World Steel Association, 2019. *Worldsteel*. [Online] Available at: <https://www.worldsteel.org/> [Acesso em 04 Maio 2019].

Yang, Z., Jiang, Z., Notteboom, T. & Haralambides, H., 2019. The impact of ship scrapping subsidies on fleet renewal decisions in dry bulk shipping. *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review*, Volume 126, pp. Pages 177-189.

Yan, H., Wu, L. & Yu, J., 2018. The environmental impact analysis of hazardous materials and the development of green technology in the shipbreaking process. *Ocean Engineering*, Volume 161, pp. 187 - 194.

Yellishetty, M., Mudd, G. M., Ranjith, P. & Tharumarajahc, A., 2011. Environmental life-cycle comparisons of steel production and recycling: sustainability issues, problems and prospects. *Environmental Science & Policy*, pp. Volume 14, Issue 6, October 2011, P. 650-663.

Zhao, Y. & Chang, Y., 2014. A Comparison of Ship-Recycling Legislation Between Chinese Law and the 2009 Hong Kong Convention. *Ocean Development & International Law*, 45(1), pp. 53-66.

Lista de Apêndices:

- **Apêndice I – Questionário da Pesquisa (AHP)**
- **Apêndice II – Banco de Dados da Frota Brasileira –
Navegação Interior e Apoio Marítimo**
- **Apêndice III – Banco de Dados da Frota Brasileira –
Cabotagem**

Consulta sobre a importância e comparação paritária dos critérios que caracterizam o mercado de reciclagem de navios (Ship Recycling)

Prezado Respondente,

Agradecemos a sua disposição e deixar valiosas contribuições.

Esta ação faz parte de investigação acadêmica sobre a potencialidade do Brasil no mercado de reciclagem de navios. Posto isto, esta pesquisa quer saber qual a relação entre os critérios selecionados para o objetivo: Importância de cada critério em um país que almeja receber o mercado de reciclagem de navios.

Como parte importante para o alcance dos resultados e para análises sensitárias do escopo do assunto, fez-se este questionário para consultar especialistas sobre a importância e hierarquização dos critérios que caracterizam o Mercado de Reciclagem de Navios (Ship Recycling).

O presente formulário apresenta um corpo estrutural simples. Aplicando o método proposto por Thomas L. Saaty (Analytic hierarchy process) serão feitas avaliações realizadas par a par sob a diretriz da hierarquia superior.

Desta forma, o questionário é dividido em 3 seções e não levará demasiado tempo do respondente. É estruturado como segue:

- A primeira seção é composta de informações do perfil básico do respondente, sem identificação pessoal.
- A segunda seção é destinada a avaliação da grau de importância de cada critério, previamente selecionado, ao considerar a implantação do mercado de reciclagem de navios em um país.
- A terceira seção tem por objetivo avaliar a comparação paritária entre cada critério, indicando qual o critério mais importante e qual é este grau de importância entre um critério e outro.

Segue lista de Critérios:

- I. Preço do aço;
- II. Distância para os maiores mercados consumidores;
- III. Consumo interno de aço;
- IV. Custo de mão de obra;
- V. Signatário da Conferência de Hong Kong;
- VI. Signatário da Convenção de Basiléia;
- VII. Índice de Desempenho Ambiental;
- VIII. Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;
- IX. Índice de Desenvolvimento Humano;
- X. Taxa de desemprego;
- XI. Salário Mínimo;
- XII. Condições de Trabalho;

***Obrigatório**

Informações do Perfil Básico do Respondente

Informações a serem preenchidas sem identificação pessoal

1. Endereço de E-mail

2. Área de Atuação Profissional

Importância
dos
Critérios

Sabe-se que para a metodologia adotada na presente pesquisa (Análise Hierárquica de Processos - AHP), a importância de cada critério individualmente é fulcra. Para tanto, com auxílio do nível de importância orientado no início do questionário, faça o preenchimento do grau de importância para cada critério descrito na seção anterior.
Para preenchimento correto, selecione o grau de importância de cada critério
Nível 1- Igualmente
Nível 3- Moderadamente
Nível 5- Fortemente
Nível 7- Muito fortemente
Nível 9- Absolutamente
Sendo Nível 2, 4, 6 e 8 intermediários dos citados anteriormente.

3. Na sua opinião, qual o grau de importância de cada critério, previamente selecionado, ao considerar a implantação do mercado de reciclagem de navios em um país: *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6	Nível 7	Nível 8	Nível 9
Preço do Aço Reciclado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Distância para os maiores mercados consumidores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo interno de aço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Custo de mão de obra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Signatário da Conferência de Hong Kong	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Signatário da Convenção de Basiléia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Índice de Desempenho Ambiental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Índice de Desenvolvimento Humano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Taxa de desemprego	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Salário Mínimo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Condições de Trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Na sua opinião, há outro critério importante na escolha? Se sim, qual importância você daria para ele?

Comparação
e
Importância

Nesta etapa do questionário far-se-á a comparação de todos os critérios entre si, sendo necessária a escolha do mais importante e, em seguida, dado o grau o importância deste, conforme o explicado no início do formulário.

Para preenchimento correto: Primeiramente, selecione o critério que julga mais importante em relação ao outro mostrado e, posteriormente, selecione o grau de importância a partir da seguinte escala:

1- Igualmente
3- Moderadamente
5- Fortemente
7- Muito fortemente
9- Absolutamente
Sendo 2, 4, 6 e 8 intermediários destes respectivos valores.

Caso haja o julgamento de que os dois critérios apresentados sejam igualmente importantes deve-se, obrigatoriamente, marcar qualquer um dos critérios apresentados e em seguida o grau de importância 1.

5. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Distância para os maiores mercados consumidores;

6. Quanto este critério é mais importante?

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

7. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Consumo Interno do Aço;

8. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

9. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Custo de Mão de Obra;

10. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

11. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Signatário da Conferência de Hong Kong;

12. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

13. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Signatário da Convenção de Basiléia;

14. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

15. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Índice de Desempenho Ambiental

16. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

17. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;

18. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

19. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Índice de Desenvolvimento Humano;

20. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

21. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Taxa de desemprego;

22. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

23. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Salário Mínimo;

24. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

25. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Preço do Aço;
- Condições de Trabalho;

26. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

27. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Consumo interno de aço;

28. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

29. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Custo de mão de obra;

30. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

31. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Signatário da Conferência de Hong Kong;

32. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

33. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Signatário da Convenção de Basiléia;

34. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

35. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Índice de Desempenho Ambiental;

36. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

37. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;

38. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

39. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Índice de Desenvolvimento Humano;

40. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

41. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Taxa de desemprego;

42. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

43. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Salário Mínimo;

44. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

45. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Distância para os maiores mercados consumidores;
- Condições de Trabalho;

46. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

47. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Custo de mão de obra;

48. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

49. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Signatário da Conferência de Hong Kong;

50. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

51. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Signatário da Convenção de Basiléia;

52. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

53. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Índice de Desempenho Ambiental;

54. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

55. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;

56. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

57. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Índice de Desenvolvimento Humano;

58. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

59. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Taxa de desemprego;

60. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

61. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Salário Mínimo;

62. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

63. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Consumo interno de aço;
- Condições de Trabalho;

64. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

65. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Custo de mão de obra;
 Signatário da Conferência de Hong Kong;

66. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

67. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Custo de mão de obra;
 Signatário da Convenção de Basiléia;

68. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

69. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Custo de mão de obra;
 Índice de Desempenho Ambiental;

70. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

71. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Custo de mão de obra;
- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;

72. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

73. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Custo de mão de obra;
- Índice de Desenvolvimento Humano;

74. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

75. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

Custo de mão de obra;

Taxa de desemprego;

76. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

77. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

Custo de mão de obra;

Salário Mínimo;

78. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

79. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

Custo de mão de obra;

Condições de Trabalho;

80. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

81. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Conferência de Hong Kong;
- Signatário da Convenção de Basiléia;

82. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

83. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Conferência de Hong Kong;
- Índice de Desempenho Ambiental;

84. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

85. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Conferência de Hong Kong;
- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;

86. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

87. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Conferência de Hong Kong;
- Índice de Desenvolvimento Humano;

88. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

89. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Conferência de Hong Kong;
- Taxa de desemprego;

90. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

91. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Conferência de Hong Kong;
- Salário Mínimo;

92. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

93. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Conferência de Hong Kong;
- Condições de Trabalho;

94. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

95. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Convenção de Basiléia;
 Índice de Desempenho Ambiental;

96. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

97. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Convenção de Basiléia;
 Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;

98. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

99. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Convenção de Basiléia;
 Índice de Desenvolvimento Humano;

100. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

101. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Convenção de Basiléia;
- Taxa de desemprego;

102. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

103. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Convenção de Basiléia;
- Salário Mínimo;

104. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

105. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Signatário da Convenção de Basiléia;
 Condições de Trabalho;

106. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

107. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desempenho Ambiental;
 Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;

108. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

109. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desempenho Ambiental;
 Índice de Desenvolvimento Humano;

110. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

111. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desempenho Ambiental;
- Taxa de desemprego;

112. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

113. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desempenho Ambiental;
- Salário Mínimo;

114. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

115. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desempenho Ambiental;
- Condições de Trabalho;

116. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

117. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;
- Índice de Desenvolvimento Humano;

118. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

119. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;
- Taxa de desemprego;

120. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

121. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;
- Salário Mínimo;

122. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

123. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Participação da Lista de Instalações aprovadas pela União Europeia;
- Condições de Trabalho;

124. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

125. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desenvolvimento Humano;
 Taxa de desemprego;

126. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

127. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desenvolvimento Humano;
 Salário Mínimo;

128. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9

129. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Índice de Desenvolvimento Humano;
 Condições de Trabalho;

130. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

131. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Taxa de desemprego;
- Salário Mínimo;

132. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

133. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Taxa de desemprego;
- Condições de Trabalho;

134. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

135. Dentre os critérios descritos abaixo, selecione o mais importante *

Marcar apenas uma oval.

- Salário Mínimo;
- Condições de Trabalho;

136. Quanto este critério é mais importante? *

Marque todas que se aplicam.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Apêndice II -

A geoespacialização dos dados da Frota Brasileira foi feito com base no banco de dados fornecido pela ANTAQ. Este banco de dados foi fornecido contendo as informações associadas, em formato de colunas, à uma embarcação, em formato de linha.

Para as embarcações de Navegação Interior e Apoio Portuário, os dados associados a cada embarcação registrada são:

- Nome
- Ano de Construção
- Tipo de Embarcação
- Tipo de Navegação
- Comprimento (m)
- Boca (m)
- Calado (m)
- TPB (t)
- Arqueação Bruta
- Região Hidrográfica

Em posse dessas informações foi possível extrair características de demanda de reciclagem de embarcações e atribuir localidades para geoespacialização dos dados.

A planilha com dados processados para esta pesquisa reflete a disposição das informações contidas por amostragem na Tabela 1A

Tabela 1A - Amostra do Banco de dados para Navegação Interior e Apoio Marítimo

Nome da Embarcação	Ano Construção	Tipo de Embarcação	Tipo de Navegação da Embarcação	Comprimento (m)	Boca (m)	Cachdo (m)	TPB (t)	Arqueação bruta (AB)	Região Hidrográfica
ACIV	2013	BALSA	Interior	47,85	13,5	2,15	915	349	Região Hidrográfica Amazônica
ACARI	2012	BALSA	Interior	54	18,5	1,63	1.465	833	Região Hidrográfica Amazônica
ACHEURUNA XXV	1991	BALSA	Interior	36,5	9,8	1,16	300	120	Região Hidrográfica Amazônica
ACREPABA	1977	BALSA	Interior	37,1	8	2,1	300	169,06	Região Hidrográfica Amazônica
ADL II	2005	BALSA	Interior	69,95	16	2,34	1.903	735	Região Hidrográfica Amazônica
ADRANA	1977	BALSA	Interior	40	9	1,5	239	272	Região Hidrográfica do Paraguai
ADRANA	1977	BALSA	Interior	40	9	1,5	239	272	Região Hidrográfica do Paraná
AGUAPÉ	1995	BALSA	Interior	10	2,3	0,4	2	3	Região Hidrográfica Amazônica
ÁGUAS CLARAS SE II	2011	BALSA	Interior	32,17	5,6	2,4	56	42	Região Hidrográfica Amazônica
ALAGOAS	2013	BALSA	Interior	75	16,5	2,5	387	1664	Região Hidrográfica Amazônica
ALEXANDRA	1975	BALSA	Interior	36	9,1	2,3	387	216,89	Região Hidrográfica do Paraguai
ALIANÇA COM DEUS	1997	BALSA	Interior	29	9,5	1,2	60	99	Região Hidrográfica Amazônica
ALINE	1986	BALSA	Interior	54	13	2,2	1.102	398	Região Hidrográfica Amazônica
ALINE II	1981	BALSA	Interior	67,5	12,5	2,6	421	421	Região Hidrográfica Amazônica
ALMIRANTE GUILHEM	1981	BALSA	Apoio Portuário	163,2	42,4	6,35	28.440	12456	Região Hidrográfica Amazônica

Apêndice III -

A geoespacialização dos dados da Frota Brasileira foi feito com base no banco de dados fornecido pela ANTAQ. Este banco de dados foi fornecido contendo as informações associadas, em formato de colunas, à uma embarcação, em formato de linha.

Para as embarcações de Cabotagem, os dados associados a cada embarcação registrada são:

- Nome
- Ano de Construção
- Tipo de Embarcação
- Tipo de Navegação
- Portos Frequentados

Em posse dessas informações foi possível extrair características de demanda de reciclagem de embarcações e atribuir localidades para geoespacialização dos dados.

A planilha com dados processados para esta pesquisa reflete a disposição das informações contidas em amostra na Tabela 2A.

Tabela 2A - Amostra do Banco de dados para Cabotagem

Nome da Embarcação	Ano de Construção	Tipo de Embarcação	Tipo de Navegação	Porto Frequente
ALIANÇA MANAUS (REB)	2004	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
ALIANÇA SANTOS (REB)	2003	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
AMÉRICO VESPÚCIO	2013	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
BARTOLOMEU DIAS	2014	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
FERNÃO DE MAGALHÃES	2013	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
LOG-IN AMAZONIA (REB)	2007	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
LOG-IN JACARANDA	2011	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Ipojuca
LOG-IN JATOBÁ	2009	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Ipojuca
LOG-IN PANTANAL (REB)	2007	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
MERCOSUL ITAJAI	2015	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Ipojuca
MERCOSUL MANAUS (REB)	2008	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Ipojuca
MERCOSUL SANTOS	2008	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Ipojuca
MERCOSUL SUAPE	2008	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Navegantes
PEDRO ALVARES CABRAL	2013	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
SEBASTIÃO CABOTO	2012	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos
VICENTE PINZON	2014	PORTA CONTAINER	Cabotagem/LC	Santos