



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PROPOSTA DE MÉTODO DE CÁLCULO À
OBTENÇÃO DE VALOR DE REFERÊNCIA
DO CUSTO DE CONSTRUÇÃO DE
EMBARCAÇÃO: APLICAÇÃO DE MODELO
DE REGRESSÃO**

Elisa da Cunha Boina

Orientadora:

Prof^a. DSc. Marta Monteiro da Costa Cruz

Vitória

Julho de 2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PROPOSTA DE MÉTODO DE CÁLCULO À
OBTENÇÃO DE VALOR DE REFERÊNCIA
DO CUSTO DE CONSTRUÇÃO DE
EMBARCAÇÃO: APLICAÇÃO DE MODELO
DE REGRESSÃO

Dissertação de Mestrado da aluna Elisa da Cunha Boina, apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Monteiro da Costa Cruz

Vitória
Julho de 2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Bibliotecária: Ilane Coutinho Duarte Lima – CRB-6 ES-000348

B681p Boina, Elisa da Cunha, 1986-
Proposta de método de cálculo à obtenção de valor de
referência do custo de construção de embarcação: aplicação de
modelo de regressão / Elisa da Cunha Boina. – 2017.
80 f. : il.

Orientador: Marta Monteiro da Costa Cruz.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Construção naval - Custos. 2. Regressão linear -
Econometria. 3. Construção naval. 4. Barcos - Construção. I.
Cruz, Marta Monteiro da Costa. II. Universidade Federal do
Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

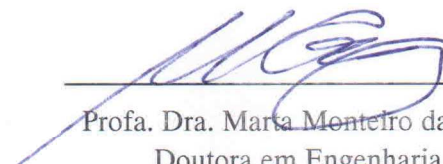
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROPOSTA DE MÉTODO DE CÁLCULO À OBTENÇÃO DE VALOR DE REFERÊNCIA DO CUSTO DE CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÃO: APLICAÇÃO DE MODELO DE REGRESSÃO

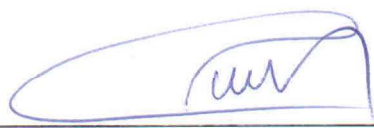
Elisa da Cunha Boina

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Transportes.

Aprovada no dia **10 de julho de 2017** por:



Profa. Dra. Marta Montelro da Costa Cruz
Doutora em Engenharia Transportes
Orientadora - UFES



Prof. Dr. Gregório Coelho de Marais Neto
Doutor em Engenharia Transportes
Examinador Interno - UFES



Prof. Dr. Floriano Carlos Martins Pires Junior
Doutor em Engenharia Oceânica
Examinador Externo – UFRJ

Vitória – ES, julho de 2017

"Bem-aventurados os pobres de espírito, porque deles é o reino dos céus;

Bem-aventurados os que choram, porque eles serão consolados;

Bem-aventurados os mansos, porque eles herdarão a terra;

Bem-aventurados os que têm fome e sede de justiça, porque eles serão fartos;

Bem-aventurados os misericordiosos, porque eles alcançarão misericórdia;

Bem-aventurados os limpos de coração, porque eles verão a Deus;

Bem-aventurados os pacificadores, porque eles serão chamados filhos de Deus;

Bem-aventurados os que sofrem perseguição por causa da justiça, porque deles é o reino dos céus;

Bem-aventurados sois vós, quando vos injuriarem e perseguirem e, mentindo, disserem todo o mal contra vós por minha causa" (Mateus 5: 1 - 11)

Aos meus pais, João Bosco Boina e Lais
Gomes da Cunha Boina, pela compreensão e
o apoio incondicional.

Elisa da Cunha Boina

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos à todos que de forma direta ou indireta participaram na sua conclusão.

À Universidade Federal do Espírito Santo – UFES – Brasil, pelo valioso suporte institucional proporcionado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, pela infraestrutura disponibilizada que me permitiu desenvolver este trabalho.

À Professora D. Sc. Marta Monteiro, pela sua competência e sua importante participação orientando e direcionando os trabalhos; e pelo seu imenso apoio à finalização deste mestrado.

Aos membros da banca: Prof. D. Sc. Gregório Coelho de Moraes Neto, D. Sc. Marta Monteiro da Costa Cruz e Prof. D. Sc. Floriano Carlos Martins Pires Junior por todo tempo disponibilizado à orientação e críticas que vieram a fundamentar a estrutura deste trabalho.

Aos meus amigos de trabalho Andre Araujo, Romulo de Oliveira e Leonardo de Azevedo e Souza que tiveram participação fundamental à escolha do tema e elaboração deste trabalho.

Ao Professor D.Sc. Floriano Carlos Martin Pires Junior pelo conhecimento em engenharia naval e que destinou parte de seu precioso tempo para participar deste trabalho.

Ao Professor Ricardo Gomes de Oliveira pela sua maestria em avaliações de imóveis, colaborando enormemente a montagem do modelo avaliando.

À todos os colegas de curso e demais professores da área de Transportes do PPGEC por todo apoio e suporte dados.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da Produção Mundial de Navios.....	14
Figura 2 - Comparação da idade da frota brasileira e mundial.....	16
Figura 3 - Distribuição percentual do preço do navio médio no mercado mundial (%)	17
Figura 4 - Distribuição percentual do preço de navios, realizada a partir de uma amostra de navios no Brasil (estimativa em fase de projeto) (%).....	17
Figura 5 - Custo médio de mão-de-obra na construção naval por hora (em US\$), 2008	18
Figura 6 - Produtividade do trabalho.....	19
Figura 7 - Mapa dos Estaleiros no Brasil	27
Figura 8 – Carteira de Encomendas 1º Semestre de 2016.....	31
Figura 9 - Dimensões Principais.....	32
Figura 10 - Superestrutura de um navio mercante.....	34
Figura 11 - Intervalo Confiança.....	37
Figura 12 - PSV - Plataform Supply Vessel	45
Figura 13 - PSV 4500	45
Figura 14 – Diagrama da Metodologia.....	52
Figura 15 - Valor Projeto x Data Base	54
Figura 16 - Valor Projeto x Capacidade	54
Figura 17 - Valor Projeto x Comprimento Total	55
Figura 18 - Valor Projeto x Calado	55
Figura 19 - Valor Projeto x Boca.....	55
Figura 20 - Valor Projeto x LBD.....	56
Figura 21 - Valor Projeto x Peso Chapa / Peso	57
Figura 22 - Valor Projeto x Preço Perfil/Peso	57
Figura 23 - Valor de Projeto x Valor do Aço/Peso do Aço.....	58
Figura 24 - Valor Projeto x (CD + ODP)/Capacidade	59
Figura 25 - Valor Projeto x (CD + ODP)/Capacidade - remoção outliers	60
Figura 26 - Valor de Projeto x Quantidade de Homem-Hora.....	60
Figura 27 - Correlações Isoladas para Valor Projeto.....	62
Figura 28 - Correlações com Influência para Valor Projeto.....	63
Figura 29 - Resíduos da Regressão	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ranking de Produção de Navios por Países	15
Tabela 2 - Valores Típicos de Coeficiente de Bloco	34
Tabela 3 - Propriedades do Software Sisren.....	44
Tabela 4 - Relações de Colinearidade	62
Tabela 5 - Significância Individual	66
Tabela 6 - Coeficientes Resultado do Modelo.....	67
Tabela 7 - Fundamentação do Laudo	69
Tabela 8 - Grau de Precisão.....	70

SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
1.1. Objetivos gerais e específicos	21
2. Revisão Bibliográfica	24
2.1. A Indústria Naval Brasileira.....	24
2.1.1. Histórico da Indústria Naval no País.....	24
2.2. Características Principais dos Navios.....	27
2.2.1. Tipos de Navio	28
2.2.1.1 Navios de Guerra	28
2.2.1.2 Navios Graneleiros	28
2.2.1.3 Navios Tanques.....	29
2.2.1.4 Navios de Carga Geral.....	29
2.2.1.5 Navios Conteineiros.....	30
2.2.1.6 Navios de Apoio Marítimo	30
2.2.1.7 Outros Navios	31
2.2.2. Características do Casco.....	31
2.3. Princípios de Valoração.....	35
2.3.1. Colinearidade ou Multicolinearidade	36
2.3.2. Intervalo de Confiança	36
2.3.3. Significância.....	37
2.3.4. Campo de Arbítrio.....	37
2.3.5. Precisão e Fundamentação do Laudo de Avaliação	38
2.3.6. Procedimentos da Avaliação	38
2.3.6.1 Método Involutivo	39
2.3.6.2 Método Evolutivo	40
2.3.6.3 Método da Renda	40
2.3.6.4 Método Comparativo Direto de Dados de Mercado	41
3. Aplicação da Metodologia.....	42
3.1. Descrição da Metodologia.....	42
3.2. Software utilizado.....	43
3.3. Tipologia da embarcação estudo de caso	44
3.4. Entrada de Dados.....	45

3.5. Coleta de Dados.....	46
3.6. Tratamento dos Dados.....	48
3.7. Definição das Variáveis Independentes.....	50
3.7.1. Gráficos Auxiliares	50
3.8. Análise de Dados.....	50
4. Estruturação do Modelo de Regressão	53
4.1. Do Tratamento dos Dados.....	53
4.2. Análise de Correlação.....	53
4.3. Análise das variáveis do modelo	61
5. Modelo de Regressão Proposto	64
5.1. Análise do modelo.....	65
5.2. Precisão e Fundamentação do Laudo de Avaliação	68
5.2.1. Fundamentação do Laudo	68
5.2.2. Precisão do Laudo	70
5.3. Dificuldades e Considerações.....	70
6. Conclusões.....	73
6.1. Discussões e Propostas de Trabalhos Futuros	74
Referências	74

RESUMO

O custo de construção de uma embarcação no Brasil é considerado mais oneroso do que se comparado à construção de mesma embarcação realizada em estaleiros no exterior.

Para incentivar a indústria naval brasileira é admissível pagar e financiar uma embarcação a um preço maior, uma vez que há benefícios como a geração de emprego e impostos. No entanto, bases fundamentadas não tem sido adotadas até o momento para arbitrar valores de referência que possam ser considerados aceitáveis para se definir o custo navio do projeto pelos órgãos de controle governamentais e agentes financeiros.

Esta dissertação apresenta uma metodologia para o cálculo do valor de referência para a composição do valor de construção de uma embarcação adotando para realização dessa análise, o modelo de regressão linear. A metodologia proposta se baseou em uma analogia ao método e as normas comumente utilizados na avaliação imobiliária para o encontro de um intervalo aceitável de valores de referência para a construção civil.

Os cálculos estatísticos são realizados com apoio do programa SISREN – Sistema de Redes Neurais, Regressão Linear e Inferência Estatística, e os resultados para o caso aplicado se apresentaram satisfatórios e com coeficientes estatísticos que conferem aderência ao modelo.

Palavras-Chave

Custos da Construção Naval, Regressão Linear, Avaliação de Embarcação

ABSTRACT

A vessel construction cost in Brazil is higher when compared to other countries.

To encourage the Brazilian shipbuilding industry, it is permissible to pay and finance a vessel at a higher price, since there are benefits such as job creation and taxes. However, grounded bases have not been adopted so far to arbitrate reference values that may be considered acceptable in order to define the ship's cost of the project by government control bodies and financial agents.

This work presents a methodology for the calculation of the reference value for the composition of the construction value of a vessel adopting for this analysis, the linear regression model. The proposed methodology is based on an analogy with the method and norms commonly used in the property valuation market to find an acceptable range of reference values for civil construction.

The statistical calculations are carried out with the support of the SISREN program - Neural Networks System, Linear Regression and Statistical Inference, and the results obtained were satisfactory and with statistical coefficients that give adherence to the model.

Keywords

Shipbuilding's Costs, Linear Regression, Vessel Assessment

1. Introdução

Os investimentos na indústria naval brasileira se tornaram prioritários após a descoberta da camada do pré-sal, com garantia de encomendas da Petrobras/Transpetro provocando uma demanda de encomendas nos estaleiros (JESUS, 2013). A expectativa de encomendas nos estaleiros brasileiros nos segmentos do setor, navios, embarcações de apoio e *offshore*, é que venham a movimentar 100 bilhões de dólares até 2020. (HSBC, 2014). No entanto, a indústria naval no país não está preparada para a demanda existente, carecendo de expertise em seu processo de produção.

Devido à baixa atividade da indústria naval no país por um período prolongado, o Brasil não possui mão-de-obra qualificada para o atendimento ao incremento da demanda, que precisa de reciclagem e renovação (VERAX, 2007).

A Figura 1 apresenta a evolução da produção mundial de navios por ano de 1961 a 2005. Podemos observar na figura um crescimento expressivo dessa produção mundial a partir de 2000.

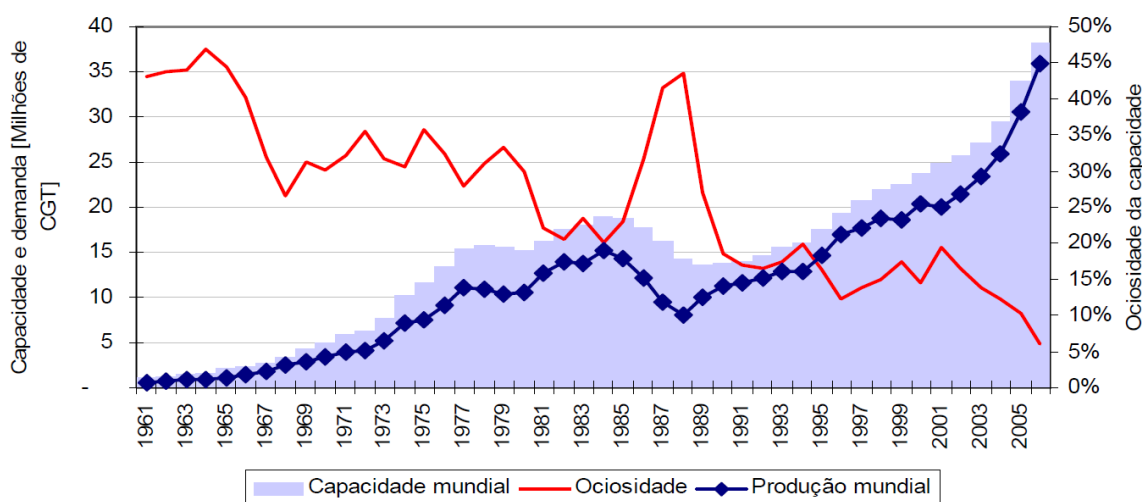


Figura 1 - Evolução da Produção Mundial de Navios
Fonte: (VERAX CONSULTORIA, 2009)

No final da década de 90, o governo brasileiro atuou em conjunto com a Petrobras/Transpetro delineando políticas para a retomada da indústria naval no país. As empresas efetuaram grandes encomendas e o governo definiu políticas de conteúdo local

mínimo na produção de navios e concessões de créditos aos agentes financeiros do FMM (JESUS, 2013). A partir desse período, a produção naval brasileira teve um aumento gradativo e em 2014 foi classificado em 4º lugar no ranking da produção naval mundial pela *Clarkson Shipping Intelligence* (<https://sin.clarksons.net/Register#/Builders/Top-Builders/Builder-Country/>). Atualmente, o Brasil se encontra no 21º lugar nesta classificação, tendo China, Japão e Estados Unidos respondendo por 37,44 % do total do mercado da construção naval. (SINAVAL, 2017)

País	Nº de navios produzidos	%
China P.R.	706	18,22%
Japan	373	9,63%
United States	372	9,60%
Indonesia	259	6,68%
Netherlands	202	5,21%
Norway	160	4,13%
Germany	130	3,35%
United Kingdom	126	3,25%
Turkey	119	3,07%
Vietnam	117	3,02%
Malaysia	108	2,79%
South Korea	103	2,66%
Italy	96	2,48%
Singapore	92	2,37%
India	79	2,04%
Spain	78	2,01%
France	73	1,88%
Russia	70	1,81%
Australia	58	1,50%
Canada	56	1,45%
Brazil	52	1,34%
Greece	50	1,29%
Philippines	36	0,93%
Sweden	35	0,90%
Poland	34	0,88%
Finland	34	0,88%
Denmark	32	0,83%
Romania	22	0,57%
U.A.E.	19	0,49%
Taiwan	18	0,46%
Soviet Union	18	0,46%
Croatia	18	0,46%
Egypt	18	0,46%
Argentina	17	0,44%
Bangladesh	17	0,44%
Thailand	17	0,44%
Ukraine	16	0,41%
Iran	16	0,41%
Belgium	15	0,39%
Hong Kong	14	0,36%
Total	3.875	100,00%

Tabela 1 - Ranking de Produção de Navios por Países
Fonte: (SINAVAL, 2017)

A Figura 2 apresenta a comparação entre a idade da frota de embarcação brasileira e entre a frota mundial. A análise mostra que a frota brasileira é em média 8% maior de idade do que a frota mundial, o que destaca a necessidade da modernização de nossos navios. (GALLARDO, et al., 2008)

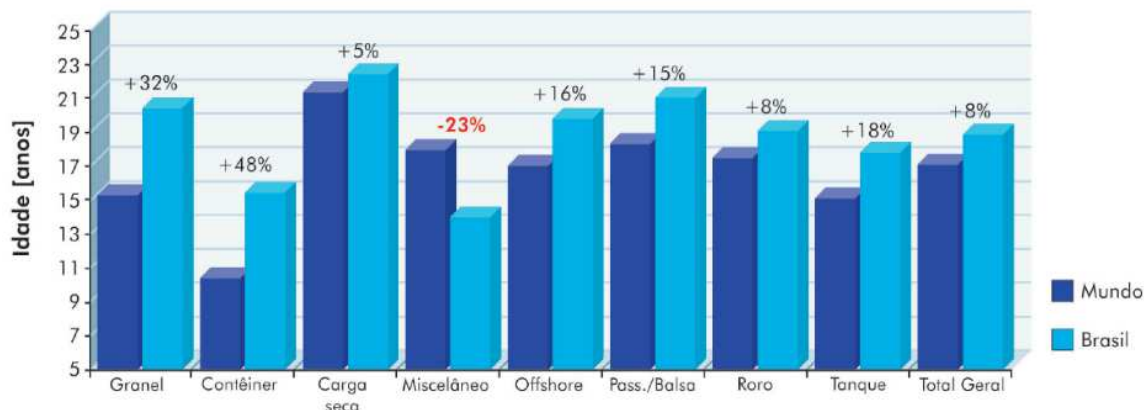


Figura 2 - Comparação da idade da frota brasileira e mundial

Fonte: (GALLARDO, et al., 2008) retirado do GECN (2006b, p 72, figura 33)

Diversos são os fatores que contribuem para desfavorecer a indústria naval brasileira, em especial pode-se citar a falta de economia de escala, dada a pequena quantidade de navios em construção e o baixo nível de investimento no setor e na qualificação da mão-de-obra. Com isso, o custo de construção de uma embarcação no Brasil é mais oneroso quando comparado a uma embarcação construída no exterior (CEMBRA, 2012).

As Figuras 3 e 4 abaixo comparam a proporção de insumos na construção naval mundial (excluindo as embarcações de apoio, militares e reparos), e apresentam a distribuição de insumos para a construção naval. A estimativa para a proporção dos insumos da construção naval brasileira foi retirada do documento padronizado OS-5 do Fundo da Marinha Mercante quando da concessão do financiamento (GALLARDO, et al., 2008)./

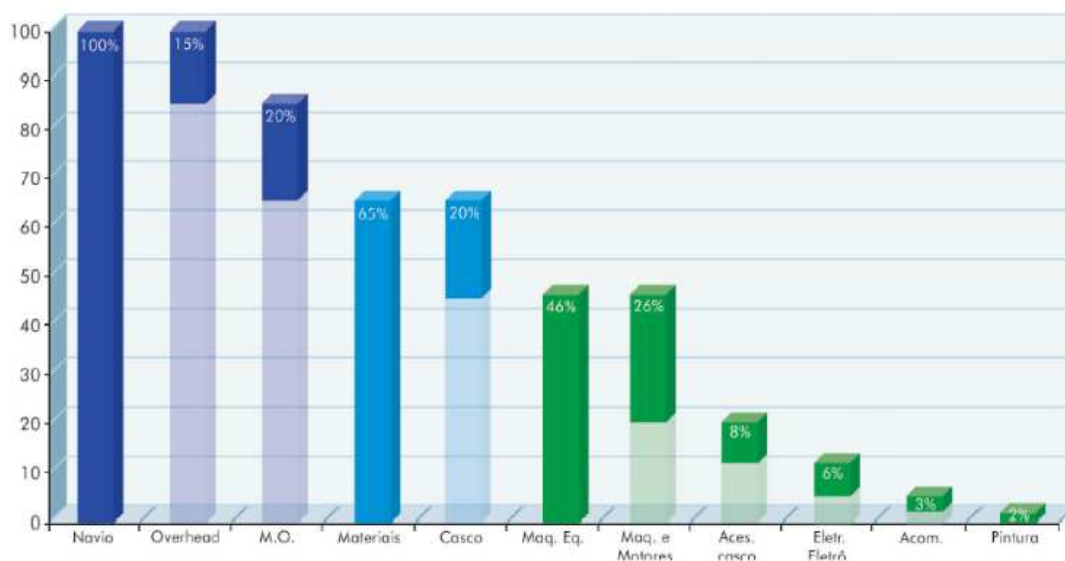


Figura 3 - Distribuição percentual do preço do navio médio no mercado mundial (%)
 Fonte: (GALLARDO, et al., 2008)

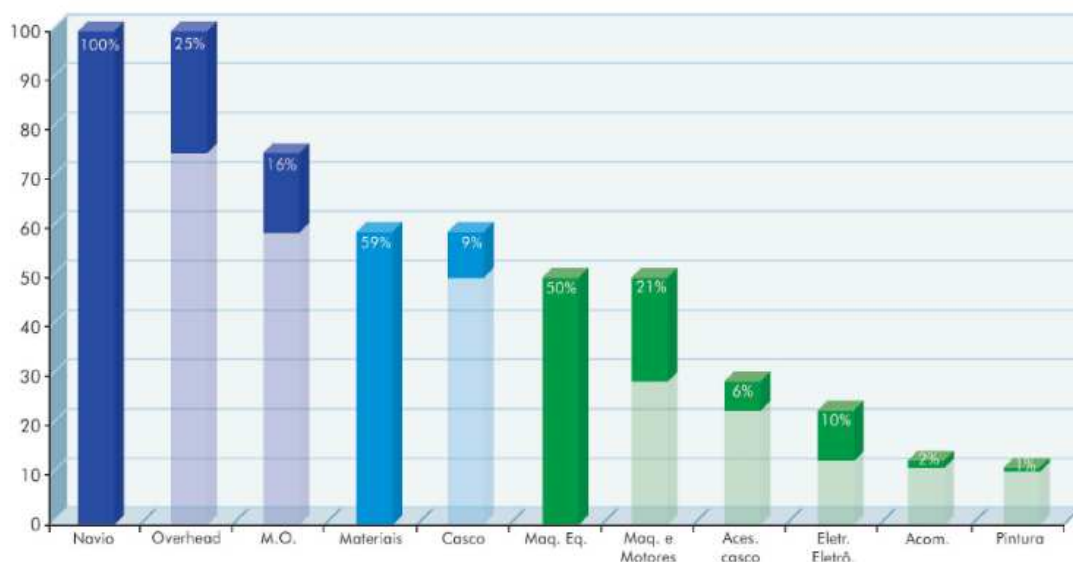


Figura 4 - Distribuição percentual do preço de navios, realizada a partir de uma amostra de navios no Brasil (estimativa em fase de projeto) (%)
 Fonte: (GALLARDO, et al., 2008)

Observe que o custo de mão-de-obra médio no mundo é de 20%, enquanto no Brasil é de 16,4%. Em países referências da indústria naval como Japão e Coreia do Sul, observou-se o aumento dos níveis salariais como resultado do ciclo de desenvolvimento econômico. No entanto, a competitividade com relação aos custos está atrelada a eficiência e produtividade com a mão-de-obra qualificada. Com o emprego de tecnologia avançadas, o estaleiro requer menos mão-de-obra, mas qualificada.

	Mínimo	Melhor Estimativa	Máximo
Europa	27,0	30,0	36,0
Japão	22,0	25,0	30,0
Coreia do Sul	11,5	13,0	17,0
China	1,0	1,4	4,0
Brasil	6,0	8,0	10,0

Figura 5 - Custo médio de mão-de-obra na construção naval por hora (em US\$), 2008
Fonte: (JESUS, 2013)

Conforme se observa na Figura 5, o custo da mão de obra brasileira é relativamente baixa comparada a outros países que são referências na construção naval. Ocorre que a presença de mão-de-obra qualificada compensa pela baixa quantidade de trabalhadores. A quantidade de trabalhadores na atividade de construção naval japonesa, por exemplo, é muito baixa comparada com a nossa, chegando a gastar 10% do que gastamos para fazer a mesma coisa (JESUS, 2013).

Os custos salariais é um importante fator na determinação da competitividade e rentabilidade das operações. Uma abordagem utilizada pelas indústrias para reduzir custos trabalhistas é subcontratando partes do processo de produção. Para o setor naval como um todo, cerca de 25% do valor total da produção é adicionado pela própria construção naval, e o restante, são compras e importações. O valor total adicionado como percentagem do valor total da produção é maior na China (29%) e menor na Coréia do Sul (19%). Ou seja, a subcontratação e o fornecimento de outros setores é maior na Coréia e na Europa do que na China (ECORYS, 2009). Ou seja, a necessidade de reduzir custos com a mão-de-obra é menor na China, porque já detém de mão-de-obra barata.

Para complementar os dizeres acima, observe a Figura 6, em que compara o valor agregado por trabalhador e o valor produzido por trabalhador. O indicador de produtividade mostra que a China tem uma taxa de produção baixa por empregado. O valor produzido pelo empregado na Coréia é mais que o dobro da China. Aparentemente o valor salarial possui grande impacto na produtividade (ECORYS, 2009).

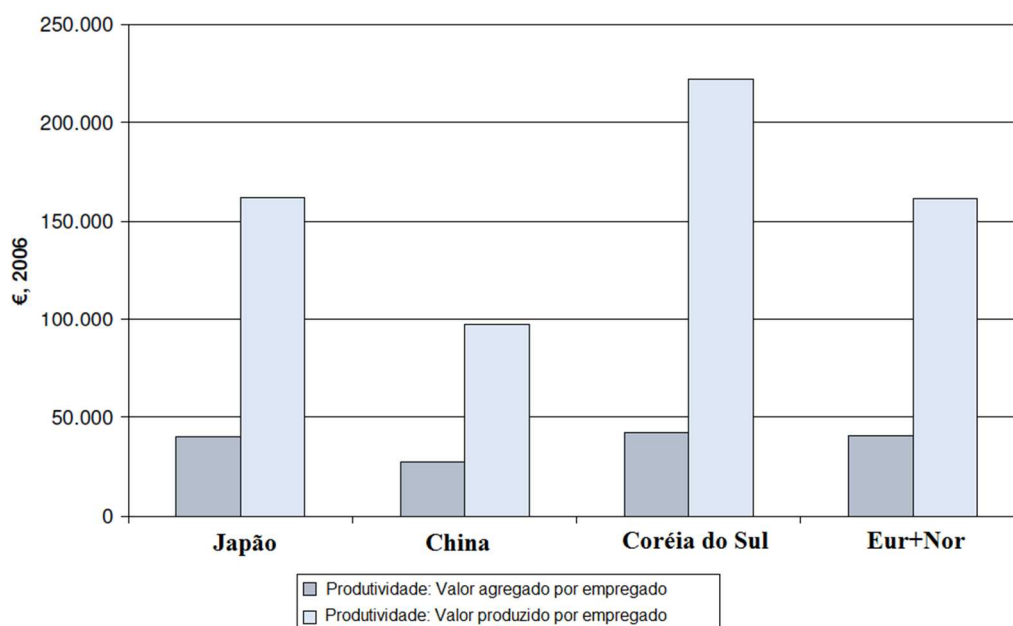


Figura 6 - Produtividade do trabalho
 Fonte: Adaptado de (ECORYS, 2009 p. 100)

O custo da mão-de-obra não é atributo de competitividade, mas sim, a produtividade (STOTT, 2013).

Assim, para suprir a baixa produtividade no setor pela necessidade de mão-de-obra qualificada, a estratégia dos estaleiros brasileiros é a contratação de mais trabalhadores (GIELFI, et al., 2012).

Apesar dos custos relativamente baixos da mão-de-obra brasileira, ainda assim, a construção naval brasileira encontra dificuldades para buscar a competitividade almejada. Dentre elas estão a falta de gestão dos estaleiros, defasagem tecnológica, falta de capacitação de mão-de-obra, alta rotatividade, salários inflacionados e a recente desaceleração da atividade (SINAVAL, 2014).

Ao comparar a indústria da construção naval Brasileira com a Coreana, ressalta-se que, entre a crise da indústria naval brasileira em meados dos anos 90 e a sua recuperação em 2000, a “defasagem tecnológica” se elevou em 15 a 20 anos (GIELFI, et al., 2012).

Em (GIELFI, et al., 2012) a situação explicada acima é abordada como a necessidade de ‘endogeneização’ do aprendizado, que contribui para ampliação das competências do estaleiro. Essa ‘endogeneização’ pode ser traduzido como a incorporação da aprendizagem.

As políticas visando a retomada do crescimento da indústria naval no país contribui em muito para a aquisição desse *know how* e avanço da curva de aprendizado.

Para incentivar o setor naval brasileiro, a favor de um incremento de emprego e melhor arrecadação tributária, torna-se admissível pagar e financiar uma embarcação a um preço maior (OM - Agência Camara, 2016). No entanto, aceitar um custo maior apresenta dificuldades pela não comprovação dos reais custos, tornando-se um desafio arbitrar valores que possam ser considerados aceitáveis para se definir o custo navio do projeto. Reforçando essa preocupação, o alto nível de risco do construtor, em conduzir o projeto de construção com sucesso, percebido pelos proprietários e, principalmente, pelos bancos, seguradoras e outras partes interessadas, é provavelmente o mais crítico. O principal instrumento para manter o risco em níveis aceitáveis é um controle rigoroso sobre o andamento da construção (PIRES JR, et al., 2013).

A indústria de transportes é uma das mais intensas no mundo. Portanto, a escolha de financiamento é imprescindível para o sucesso de novos investimentos. A volatilidade dos lucros e do valor dos ativos contribuem para uma indústria emocionante para os armadores e ao mesmo tempo desafiadora para os credores que buscam estabilidade e transparência (LILLAND, et al., 2013).

A avaliação do navio é um serviço vital para o setor de transporte e financiamento de navios, na fundamentação de valor para compradores, vendedores, instituições financeiras e proprietários de navios. As estimativas de valor dos navios são tradicionalmente baseadas em dados de vendas recentes entre um "comprador disposto e um vendedor disposto a pagar" (WANNER, 2014).

O transporte marítimo desempenha um papel fundamental na economia mundial, sendo um facilitador e um promotor do comércio. A facilitação do acesso do valor da embarcação aos investidores, constitui um fator importante para a competitividade do mercado (RENAUD, 2008).

No Brasil, os contratos de construção de navios novos são financiados pelo Fundo da Marinha Mercante (FMM), que representa no Brasil o principal financiador da indústria naval, com a função de prover recursos para o desenvolvimento do setor, podendo

financiar até 90% do valor de um navio. A análise dos projetos pelo FMM e pelos agentes financeiros é baseada em documentos padronizados. No entanto, na composição do preço, os custos indiretos e o lucro são apresentados sem informação sobre sua estimativa ou composição (PIRES JR., et al., 2010).

Isso dificulta a valoração dos custos, uma vez que há uma prática consolidada por parte dos estaleiros de não divulgação de seus reais custos de construção. O contrato de construção de um navio é firmado a um determinado preço, e para fins de acompanhamento da execução e para fins de pagamento do contrato são utilizados como base uma EAP (Estrutura Analítica do Projeto).

Neste contexto, a preocupação do contratante, dos órgãos de controles e dos agentes financeiros é o quanto seria admissível ser pago para a construção de uma determinada embarcação no Brasil. É esperado que o valor seja maior em virtude dos custos significativos da indústria naval Brasileira. No entanto, é necessário definir um parâmetro de referência, um intervalo plausível para se ter controle e mitigar os riscos de forma a obter embasamento a um aval financeiro ao contrato de construção de embarcação.

O presente trabalho visa definir um valor de referência para a composição do valor de construção de uma embarcação adotando para realização dessa análise, o modelo de regressão linear. Essa definição de um valor de referência é extremamente importante para que os contratantes e os agentes financeiros tomem decisões para a formação de contratos de construção de embarcações, o que propicia o desenvolvimento da indústria naval brasileira, já que uma série de contratos poderão ser viabilizados através de comparação e aceitação de estudos e referências publicadas e consolidadas no setor naval brasileiro.

1.1. Objetivos gerais e específicos

A metodologia proposta se baseia em uma analogia com o método e normas comumente utilizados na avaliação imobiliária para o encontro de um intervalo aceitável de valores de referência para a construção civil.

Como o método já se encontra consolidado no mercado da construção civil, utilizaremos as recomendações das normas ABNT de avaliação imobiliária para estruturar e fundamentar o modelo de cálculo estatístico proposto neste trabalho.

O questionamento fundamental deste trabalho é se podemos definir um valor de referência para a composição do valor de construção de uma embarcação adotando para realização dessa análise, o modelo de regressão linear da mesma forma que é feito no mercado da construção civil.

Portanto, o objetivo deste trabalho é validar a metodologia de cálculo já muito utilizada no campo das avaliações imobiliárias para obtenção de um valor de referência na construção naval.

Os cálculos estatísticos são realizados com apoio do programa SISREN – Sistema de Redes Neurais, Regressão Linear e Inferência Estatística desenvolvido pela empresa Pelli Sistemas Engenharia Ltda apresentado no seguinte site: <http://www.pellisistemas.com/novo/index.php/software/sisren>.

Pretende-se que o contratante ou o agente financeiro, de posse de um banco de dados confiáveis e com amplo prospecto, possam se beneficiar do método para determinar com rapidez e qualidade quanto será o seu aval financeiro à construção de determinada embarcação, sem precisar para isso, dispor de recursos humanos e tempo em demasia para se orçar a construção.

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

O Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica dos temas abrangidos para o objetivo final desse trabalho. Assim, são abordados os seguintes conceitos: (a) Breve introdução da Indústria Naval Brasileira, demonstrando a relevada importância desse tema no cenário econômico Brasileiro; (b) Tipos e características principais dos navios com o intuito de demonstrar que algumas características e conceitos são similares à maioria das embarcações, mas que características distintas entre embarcações apontam diferenças expressivas nas análises de custos. A intenção é explicar que cada tipo de navio possui determinada arquitetura e requisitos dimensionais que interferem diretamente na composição dos custos de construção naval; (c) Em conceitos estatísticos fundamentais na avaliação imobiliária, uma vez que devemos entender as recomendações sugeridas e

conhecimentos apropriados pela prática para aplicar e estruturar o modelo a que o tema deste trabalho se propõe.

O Capítulo 3 apresenta o objetivo essencial desse trabalho, demonstrando como são aplicados os conceitos abordados na Seção 2 a essa formação de valor, sendo exemplificado em um estudo de caso de uma embarcação de apoio *offshore*.

O Capítulo 4 apresenta a conclusão do trabalho desenvolvido, as dificuldades encontradas e fundamenta a extrema importância do tipo de análise desenvolvida.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. A Indústria Naval Brasileira

2.1.1. Histórico da Indústria Naval no País

Entre os anos de 1880 a 1930, o Brasil era um país exportador de produtos primários, como o café. Nesse período, a necessidade de se implantar uma estrutura ferroviária e portuária era voltada à exportação agrícola. (IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2014)

Essa infraestrutura fora concedida às sociedades anônimas – em sua maior parte estrangeira – marcando assim um período econômico caracterizado por: (IPEA, 2014)

- Economia aberta pautada pelo liberalismo econômico
- Predominância de recursos privados externos para financiamento de investimentos
- Expansão das concessões

Ainda segundo o (IPEA, 2014), esse crescimento foi estacando pela crise mundial de 1930; e assim, entre o período de 1930 a 1980, o país fez uma transição de uma economia aberta para uma economia fechada.

Nesse período, a exploração do serviço público passaram a ser realizadas por estatais, e quase todas as sociedades anônimas ora criadas para a realização desse serviço público foi estatizada nesse período pós-guerra.

A partir da década de 50, com o Plano de Metas lançado na era do presidente Juscelino Kubitschek, a indústria naval brasileira foi impulsionada para uma era de industrialização e modernização. Nesse período foram criados o Fundo da Marinha Mercante (FMM) e a Taxa de Renovação da Marinha Mercante (TRMM).

No final da década de 60 e início da década de 70, o presidente Costa e Silva criou medidas protecionistas para o desenvolvimento da indústria naval no país, dentre uma delas cita-se a criação da SUNAMAM – Superintendência nacional da marinha Mercante em substituição à CMM – Comissão da Marinha Mercante, em que foi concedido poderes

para gerir os recursos destinados a tais atividades, permitindo assim, os armadores terem acessos a financiamentos subsidiados (FOSTER et al., 2013).

Entre esse período de 1970 a 1980, houve o esgotamento dessa proteção estatutária no modelo de desenvolvimento da indústria naval (IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2014). Tal crescimento foi abafado em virtude de fatores como:

- _ a crise internacional do petróleo (em 1973 e 1979 – alta do petróleo),
- _ o colapso das finanças públicas e,
- _ o endividamento externo.

Segundo (FOSTER et al., 2013), a alta do petróleo provocou a retração do comércio marítimo internacional e consequente redução dos valores dos fretes praticados.

Assim, ocorreu um período de desarticulação das empresas estatais, impactado ainda, na redução significativa de arrecadação e aplicação de recursos pelo FMM – Fundo da Marinha Mercante. Esse período marca a recessão generalizada da economia do país.

Segundo o (IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2014), o período de 1980 – 2000 é conceituado como sendo um período em que o estado se afasta da economia, inclusive da provisão de serviços públicos essenciais, em função de sua capacidade financeira limitada.

Segundo (FOSTER et al., 2013), no final da década de 90, houve alguns posicionamento de incentivo que permitiram a retomada desse crescimento, como a Lei do Petróleo, lei n.º 9.478/1997, que instituiu a Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e biocombustíveis (ANP), que permitiu que empresas brasileiras pudessem atuar em todo ciclo da cadeia de petróleo; e com a promulgação da Lei de Transporte Aquaviário, lei n.º 9.432/1997, que garantiu às empresas de bandeira brasileira a preferência nas contratações de fretes e serviços de apoio em operações marítimas.

Em 2000, o governo brasileiro, como medida para aliviar seu setor econômico, delegou os serviços públicos, principalmente de infraestrutura através de concessões à particulares.

Assim, em 2000, houve uma ligeira mudança na economia brasileira, impulsionada com o processo de concessões e aporte de recursos privados. Ocorre que a economia Brasileira ficou estagnada durante 25 anos, e em meados de 2000, houve uma tentativa para

recuperar essa indústria naval brasileira. (IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2014)

Essa tentativa de retomada da indústria naval é reforçada no período do governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso quando do anúncio do primeiro Plano de Renovação da Frota de Embarcações de Apoio Marítimo (Prorefam). (FOSTER et al., 2013)

Em 2003, o presidente Luiz Inácio da Silva criou o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (Prominp) que objetivava criar ações para a participação da indústria nacional de bens e serviços para implantação de projetos no setor de petróleo e gás natural no Brasil e no exterior. A partir desse período, iniciou exigências para a contratação de empreendimentos com um conteúdo local mínimo que abrange uma cadeia diversa de insumos e serviços correlatos à construção naval e *offshore*. Nessa década, o país presenciou a retomada da indústria naval com a Petrobrás sendo a principal demandante por contratos de construção de embarcações (FOSTER et al., 2013) e (PROMINP, 2017)

Em 2004 foi lançado o programa Promef – Programa de Modernização e Expansão da Frota visando revitalizar a indústria naval brasileira e tornar os estaleiros competitivos mundialmente (PROMINP, 2012).

Com a atual crise na Petrobras e do escândalo da Lava-jato, em 2016 o número de trabalhadores nos estaleiros brasileiros girou em torno de 37 mil, quase metade dos empregados no auge do setor em 2014 (DRUMMOND, 2016).

Atualmente, o Brasil tem 34 estaleiros operando conforme a Figura 7. Não há encomendas previstas, os que se mantêm em operação, o trabalho consiste em reparos e conclusão de projetos antigos. (ROSA, et al., 2016)



Figura 7 - Mapa dos Estaleiros no Brasil
Fonte: (SINAVAL, 2016)

Apesar do atual cenário, a perspectiva é de um novo crescimento na indústria naval. As projeções otimistas tem como base nas negociações para concessão da exploração do pré-sal com a diversificação do mercado e novas políticas de conteúdo local (CARVALHO, 2016).

O Brasil já possui sinais de melhora com a contratação de construção de novos navios, o que abre perspectivas para o setor. De modo geral, a base industrial é satisfatória para atender uma demanda futura; o desafio ainda, é a competitividade, como a necessidade de mão-de-obra qualificada e processos produtivos testados (PORTOS E NAVIOS, 2016).

2.2. Características Principais dos Navios

O projeto de um navio varia conforme o tipo de navio e o tipo de carga a que se destina transportar. Cada tipo de navio possui características e elementos estruturais próprios, os quais interferem diretamente na composição do custo da construção naval.

A forma do casco do navio determina a hidrodinâmica do navio e contribui com os requisitos de resistência, de potência, de manobrabilidade, de navegabilidade, de velocidade e de capacidade de carga (TUPPER, 2013). Por exemplo, navios cargueiros geralmente apresentam uma estrutura do casco mais robusta para suportar uma carga maior, no entanto, essa estrutura oferece uma resistência maior ao movimento, e portanto, são de velocidade lenta. Já os navios de guerra geralmente possuem a estrutura do casco mais esbelto, contribuindo assim, para a sua velocidade mais rápida.

2.2.1. Tipos de Navio

Segundo (FONSECA, 1960) os navios são classificados quanto:

- ao fim que se destinam: guerra, mercantes, recreio ou serviços especiais
- tipo de material do casco: madeira, ferro ou aço, etc.
- sistema de propulsão: vela, remos, com ou sem propulsão mecânica.

2.2.1.1 Navios de Guerra

São aqueles destinados a fins militares.

Os navios de guerra são classificados em navios de combates e navios auxiliares. (FONSECA, 1960)

Os navios de combates são aqueles destinados a ações ofensivas, dotados de armas para combater seus inimigos.

Os navios auxiliares são aqueles de apoio aos navios de guerra, como por exemplo, aqueles empregados no suprimento, manutenção e reparos.

2.2.1.2 Navios Graneleiros

Conhecidos como ‘*dry bulk carrier*’, são aqueles destinados ao transporte de cargas sólidas a granel, incluindo tipos como minareiros e combinados. (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2002)

Cinco mercadorias predominam fortemente o mercado de graneis, são eles o minério de ferro, carvão, grãos, rocha fosfática e bauxita/alumina. São os chamados *major bulks*. Os demais produtos, são chamados de *minor bulks*. (ASSIS, 2008)

Os navios graneleiros foram favorecidos pela necessidade de transporte de grandes volumes com baixo valor agregado após a Segunda Guerra Mundial. Assim, foi verificada uma rápida evolução dos navios graneleros ao longo dos anos, e pelo aprimoramento dos sistemas de cargas/descargas e versatilidade. (ASSIS, 2008)

Os graneleiros possuem como características principais suas formas cheias, otimizando o acondicionamento das cargas granéis, baixa velocidade (entre 13 a 15 nós) e casco duplo. (ASSIS, 2008)

2.2.1.3 Navios Tanques

Os Navios Tanques são projetos para o transporte de cargas líquidas, principalmente os derivados de petróleo, chamados petroleiros. A sua estrutura difere dos navios de graneis sólidos por apresentarem estruturas celulares como ‘porões’ de cargas e são dotados de sistema de bombeamento para transferir a carga para a terra ou para outros navios. (COSTA, 2013)

Com grande abrangência, citam-se dentre esses, os gaseiros que transportam GLN – Gás Liquefeito Natural e GLP – Gás Liquefeito de Petróleo.

2.2.1.4 Navios de Carga Geral

Os navios cargueiros transportam cargas gerais, variadas pela forma, densidade, características, propriedades e etc.

A quase totalidade dos cargueiros são limitadas pelo porte, situadas abaixo de 25.000 tpb. Durante a Segunda Guerra Mundial, houve uma necessidade enorme pelo aumento do transporte de cargas, o que impulsionou a construção de muitos navios. A partir da década de 60, o mercado para os navios cargueiros foi reduzindo, pois surgiram um número crescente de navios especializados para o transporte, como navios graneleiros e contêineres (ASSIS, 2008).

São navios não especializados, que podem transportar qualquer tipo de carga através de escotilhas de convés. Hoje em dia, chamados de navio universal ou *multi-purpose* ou polivalente que mantem certa versatilidade na capacidade de transportar qualquer tipo de carga, tornando-se em certo ponto, um navio especializado. (COSTA, 2013)

2.2.1.5 Navios Contêineiros

Os contêineiros ou porta-contêiners são também classificados como navio de carga geral, porém, com a especialidade de cargas unitizadas em contêineres.

A introdução do container impulsionou o transporte marítimo, pois permitiu reduzir custos de transportes, uma vez que facilitou o manuseio da carga e a redução da mão-de-obra portuária (ASSIS, 2008).

Hoje, o contêiner é solução logística, e seu tráfego mundial tem crescido historicamente a uma taxa média de cerca de três vezes mais rápido do que os navios de carga e petroleiros (CLARKSONS RESEARCH, 2016).

2.2.1.6 Navios de Apoio Marítimo

A navegação de apoio marítimo fornece apoio logístico às embarcações e unidades de explorações, levando insumos necessários às operações, aos serviços de manutenção, transporte de pessoas e materiais e abastecimento de suprimentos.

O aumento da exploração *offshore* impulsionou a retomada da indústria naval no Brasil pelas encomendas da Petrobras, como a demanda por plataformas e embarcações de apoio. A partir de 2000, o governo federal lançou o Programa Navega Brasil alterando condições de crédito para armadores e estaleiros e assim, estimular o setor de encomendas na indústria brasileira tendo em vista, a necessidade crescente da Petrobrás por embarcações de diversos tipos, dentre as quais, aquelas destinadas ao apoio marítimo, à conversão de navios petroleiros em unidades de produção e até construção de plataformas de produção (IPEA, 2014).

No período de 2003 a 2007, as embarcações de apoio responderam por 70% de recursos do FMM – Fundo da Marinha Mercante. (COSTA, et al., 2008)

A Figura 8 apresenta a carteira de encomendas no 1º semestre de 2016 da construção naval brasileira.

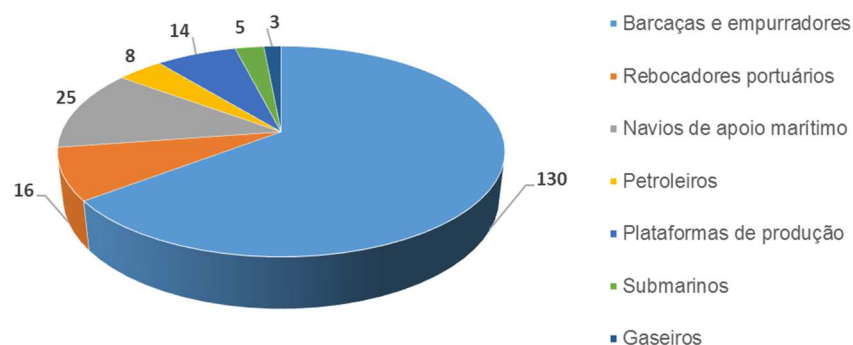


Figura 8 – Carteira de Encomendas 1º Semestre de 2016
 Fonte: (SINAVAL, 2016)

As embarcações de apoio marítimo são indispensáveis à extração de óleo de reservas submarinas (MATHEDI, 2010). Entre os tipos de embarcação de apoio *offshore*, os mais comuns são o AHTS e o PSV. O tipo mais comum no Brasil é o PSV. O crescimento da frota de PSV foi superior a 90% no período 2000–2007, ou seja, um crescimento de 9,6% a.a. (COSTA, et al., 2008)

2.2.1.7 Outros Navios

A literatura traz outros tipos de classificações de navios com os navios Roll-on/Roll-off, Combinados, da Apoio Portuário, entre outros. Este trabalho cita os principais com a intenção de explicar que cada tipologia traz suas características principais, como formato de casco e projeto, velocidade e necessidade de equipamentos especializados. Tais características interferem diretamente na composição de custos da construção naval, uma vez que requer determinado tipo de insumo e mão-de-obra especializada.

2.2.2. Características do Casco

- a) Comprimento entre perpendiculares ou *The lenght between perpendiculars* (LBP ou *Lpp*)

Conforme (TUPPER, 2013) é a distância medida ao longo do plano de flutuação da água de verão entre as perpendiculares a vante e a ré. A perpendicular de ré geralmente é tomada como aquela que passa pela linha do leme, e a perpendicular de vante é a linha que intercepta a proa com a linha da água.

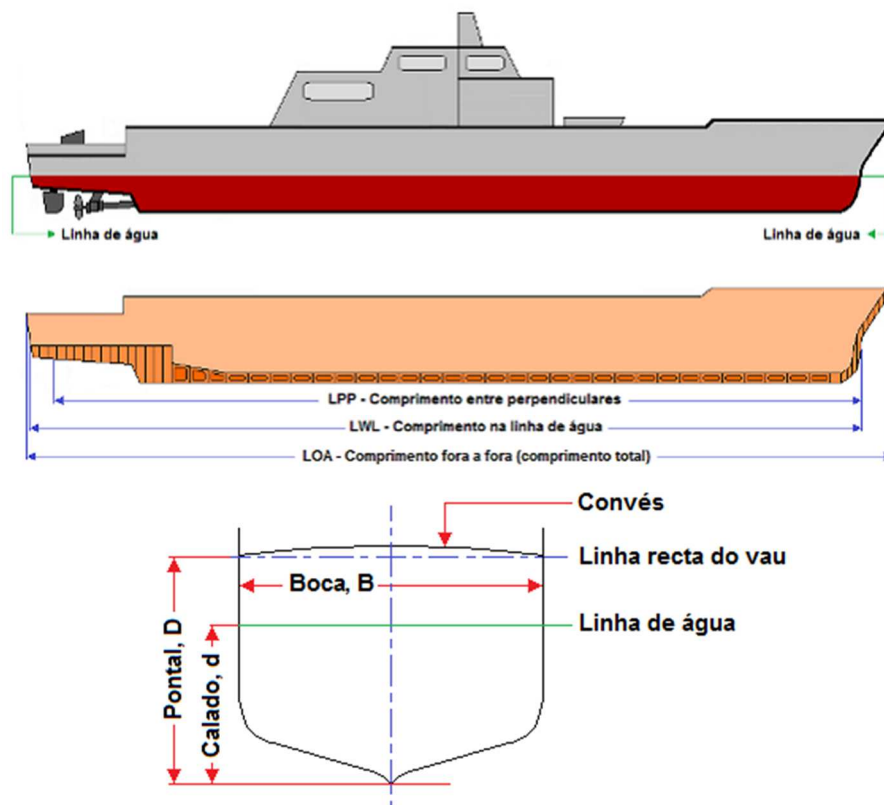


Figura 9 - Dimensões Principais
 Fonte: (CAETANO, 2015)

b) *The length overall (LOA)*

De acordo com (COLLYER, et al., 2002) é o comprimento total do navio. A maior medida entre a extremidade de vante e de ré.

c) *The length on the waterline (LWL)*

É o comprimento da linha d'água no plano de flutuação do navio entre as intersecções de vante e de ré. (TUPPER, 2013)

d) *Calado (Draught ou Draft)*

É a distância vertical entre a linha d'água e a linha mais baixa de fundo da embarcação. Assim, quando a embarcação está totalmente carregada, tem-se a medida de calado máximo. (ASSIS, 2008)

e) *Pontal (Depth)*

O pontal é a distância vertical entre a linha de convés e a quilha, e varia ao longo do comprimento do navio, mas geralmente é marcado à meia-nau. (TUPPER, 2013)

f) Boca (*Beam* ou *Breadth*)

Corresponde a maior distância entre as bordas da embarcação. (ASSIS, 2008)

g) Deslocamento

Deslocamento equivale à massa de volume deslocado pela embarcação. O deslocamento máximo corresponde ao deslocamento quando o navio está em plena carga. (ASSIS, 2008)

h) Porte Bruto ou *Deadweight*

É o peso que o navio pode transportar, incluindo tudo que necessita para a operação do navio, como tripulantes, carga, combustível, víveres, sobressalentes, aguada e etc. (COLLYER, et al., 2002).

É uma medida usada como capacidade de carga, *deadweight*, ou *deadmass*, é a diferença entre o deslocamento em plena carga e o deslocamento de carga mínima permitida pela borda livre, deslocamento leve (TUPPER, 2013).

i) Arqueação Bruta (*Gross Tonnage*)

Gross Tonnage ou *Gross Registered Tonnage* é a tonalegem bruta de arqueação de registro, sendo contabilizado como o volume de todos os espaços internos do navio. Baseia-se na relação de que 100 pés cúbicos correspondem a uma tonelada de arqueação (COLLYER, et al., 2002).

j) Coeficiente de Bloco ou *Block Coefficient* (C_b)

Segundo (ASSIS, 2008), o coeficiente de bloco é a relação entre o volume deslocado correspondente à parte imersa da embarcação ou obras vivas pelo volume das dimensões máximas das obras vivas ($LOA \times Boca \times Calado$) ou volume do paralelepípedo.

Observa-se que quanto mais próximo de 1, o formato do navio mais se assemelha a uma “caixa de sapato”, e assim, terá formas mais cheias, terá uma estrutura mais robusta e resistência ao movimento.

Quanto mais baixo o valor de C_b , o navio será mais esbelto, terá formas mais finas, e tenderá a menor resistência ao movimento.

A Tabela 2 apresenta valores indicativos de C_b conforme o tipo da embarcação.

Tipo de Navio	Coeficiente de Bloco (C_b)	Velocidade
Graneleiro	0,80 - 0,85	12 a 17 nós
Petroleiro	0,80 - 0,85	12 a 16 nós
Cargueiro	0,55 - 0,75	13 a 22 nós
Porta-Contêiner	0,50 - 0,70	14 a 26 nós
Ferry Boat	0,50 - 0,70	15 a 26 nós

Tabela 2 - Valores Típicos de Coeficiente de Bloco

Fonte: (ASSIS, 2008 p. 9)

k) Superestrutura

A superestrutura é resumida como a construção realizada acima do convés principal, podendo se estender de um bordo a outro da embarcação.

A cobertura dessa superestrutura é também um convés (FONSECA, 1960). A Figura 10 apresenta as diferentes denominações na superestrutura de um navio mercante.

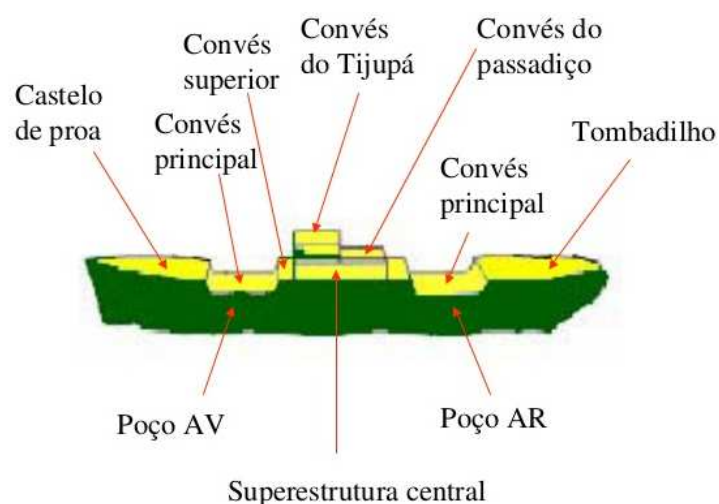


Figura 10 - Superestrutura de um navio mercante

Fonte: Adaptado de (FONSECA, 1960 p. 6)

2.3. Princípios de Valoração

Segundo Wanner (2014), a valoração do valor de um navio é necessária para diversos agentes e em diversas ocasiões, tais como:

- Para as instituições financeiras para avaliação do valor de financiamento;
- Para as companhias de seguros para a avaliação do valor segurado, bem como para a validação do valor segurado em caso de perda;
- Para os proprietários de navios em caso de venda e compra de navios;
- Para os proprietários de navios e conselheiro fiscal quando da estimativa de fração para cálculo da taxa de tonelage de transporte;
- Para investidores para o estudo de viabilidade e taxa de retorno;

A NBR 14.653 – Avaliação de bens é hoje um guia para o mercado de perícias e avaliações de bens no Brasil, consolidando os conceitos, aprendizados, métodos e procedimentos para a avaliação de um bem e construção do laudo de avaliação. A NBR 14.653 é constituída pelas seguintes partes:

- Parte 1: Procedimentos gerais;
- Parte 2: Imóveis urbanos;
- Parte 3: Imóveis rurais;
- Parte 4: Empreendimentos;
- Parte 5: Máquinas, equipamentos, instalações e bens industriais em geral;
- Parte 6: Recursos naturais e ambientais;
- Parte 7: Patrimônios históricos.

A NBR 14.653 é muito ampla com relação à natureza do bem avaliando, incorporando conceitos e recomendações eficazes na estruturação de qualquer laudo de avaliação.

Assim, este capítulo traz uma breve introdução aos conceitos estatísticos principais que são levados em consideração na montagem do modelo de avaliação de um bem e apresenta conceitos da NBR 14.653 – Avaliação de bens.

Uma vez que a proposta deste trabalho é aplicar o método de avaliação normatizado pela NBR 14.653, conceitos normativos e experiências obtidos no mercado imobiliário

também serão levados em consideração na estruturação do modelo para obtenção de valor de referência do custo de construção de embarcação.

2.3.1. Colinearidade ou Multicolinearidade

Colinearidade é definida pela existência de correlações entre variáveis independentes. A colinearidade ou multicolinearidade geralmente é detectada pela matriz de correlação entre as variáveis independentes (SANTOS, 2007).

Multicolinearidade é a correlação entre três ou mais variáveis independentes. Busca-se variáveis independentes que possuem baixa colinearidade entre si, mas que possuam uma correlação elevada com a variável dependente (MILOCA, et al., 2008).

É inevitável que as variáveis independentes apresentem correlações entre elas, no entanto, quando essa correlação é muito alta, teoricamente, pode-se retirar uma das variáveis à composição do modelo, uma vez que a explicação para a mudança de valor da variável independente já está sendo explicada por uma dessas variáveis.

A NBR 14653-2:2011 orienta verificar a coerência entre variáveis que possuem alta correlação linear; sendo vedada a utilização no modelo em caso de incoerência da existência dessa correlação.

Também considera que uma forte dependência linear entre as variáveis pode limitar a utilização do modelo e recomenda atentar para valores acima de 80% para as correlações entre variáveis independentes, uma vez que indica a colinearidade. Recomenda ainda, a utilização de regressões auxiliares à identificação da correlação entre variáveis.

A forte correlação entre variáveis independentes, acima de 80%, pode denegrir o modelo, e caso essa alta correlação não tenha explicação, recomenda-se avaliar a sua massa de dados à identificação dos dados que ocasionam tais distorções, para que assim, esses possam ser retirados da amostra ou tratados.

2.3.2. Intervalo de Confiança

Intervalo de confiança é o intervalo de valores de determinado parâmetro estar contido dentro de um intervalo com determinada confiança. (ABNT, 2011)

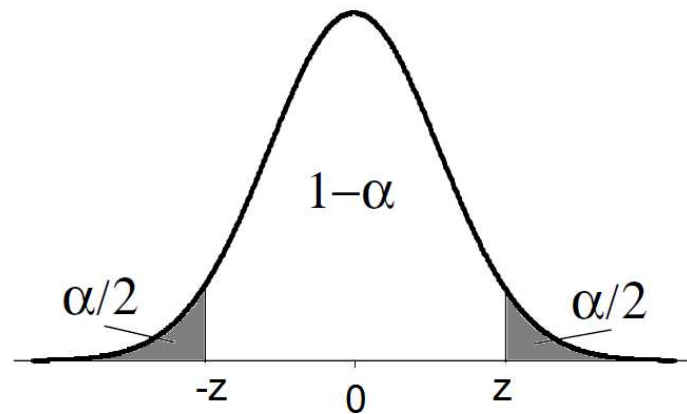


Figura 11 - Intervalo Confiança
 Fonte: Adaptado de (PARENTE, 2000)

A probabilidade da média estar contida em determinado intervalo conforme o número de desvios padrões é apresentada abaixo. (VIEIRA, 2006)

- 68% dos dados observados estão dentro do intervalo $\mu \pm \sigma$
- 95% dos dados observados estão dentro do intervalo $\mu \pm 2\sigma$
- 99% dos dados observados estão dentro do intervalo $\mu \pm 3\sigma$

2.3.3. Significância

A significância está relacionada ao nível de confiança de se rejeitar uma hipótese quando esta poderia ser verdadeira. O nível de significância adotado está atrelado ao erro tolerável. (PAES, 1998)

Conforme Dantas (2005), para testar a significância global de modelos de regressão, a distribuição de Snedecor é muito usada em Engenharia de Avaliações, utilizando um teste de análise de variância; e para testar a significância individual de um parâmetro é muito utilizada o teste *t*-isolado que tem distribuição *t-Student*. (SILVA E SÁ, 2012)

2.3.4. Campo de Arbítrio

O campo de arbítrio segundo a NBR 14653-1 é definido como o intervalo de variação adotado na avaliação em torno do estimador pontual para justificar características existentes e variáveis relevantes ao valor do bem que não foram contemplados no modelo (ABNT, 2001).

A utilização do campo de arbítrio é aplicada desde que devidamente fundamentada pelo engenheiro de avaliações pela existência de características relevantes e singulares do bem avaliado que não puderam ter sido contempladas nos elementos amostrais (IBAPE, 2011).

Na NBR 14653-2 (ABNT, 2011) essa amplitude para o intervalo é definido em 15% para mais e para menos, em torno da estimativa de tendência central utilizada na avaliação.

2.3.5. Precisão e Fundamentação do Laudo de Avaliação

A NRB 14.653 estabelece requisitos a serem seguidos na coleta e uso de dados do laudo, avaliando a qualidade dos dados utilizados, associando aos resultados dos coeficientes estatísticos do modelo, medindo esse atendimento através uma pontuação. Ressalta também que a qualidade e especificação das informações utilizadas está correlacionada com o desempenho do engenheiro de avaliações e com o mercado e as informações dele extraídas.

Existem três graus de fundamentação e de precisão: Grau I, Grau II e Grau III, sendo o Grau I o menor e o Grau III o maior.

Assim, o modelo é classificado em graus de fundamentação, que levam em consideração o empenho do engenheiro, e em graus de precisão, que consideram as características da amostra coletada, o que não representa garantia de alcance de graus elevados.

2.3.6. Procedimentos da Avaliação

Há uma grande diferença entre laudos de avaliação baseados em uma pesquisa da embarcação e laudos produzidos sem uma pesquisa. Existem três tipos de relatórios de avaliação. Os primeiros são aqueles que incluem uma pesquisa da embarcação de acordo com as condições técnicas reais do navio. Os segundos são aqueles produzidos através de informações disponíveis sobre o navio, presumindo que a embarcação está em condições adequadas de uso. Os terceiros são aqueles sem avaliações técnicas, também chamados de "*Desk-Top-Appraisals*". Baseia-se exclusivamente nos dados de mercado, sem avaliações técnicas (WANNER, 2014).

A NBR 14653-2:2011 – Avaliação de bens – Parte 2 apresenta quatro métodos para identificar o valor de um bem, são eles:

- a) Método comparativo direto de dados de mercado
- b) Método involutivo
- c) Método da renda
- d) Método evolutivo

A escolha do método que será aplicado depende de fatores como: (IBAPE, 2011)

- _ da natureza do bem avaliando;
- _ da finalidade da avaliação
- _ da disponibilidade, qualidade e quantidade dos dados de mercado
- _ do prazo para elaboração do laudo de avaliação.

2.3.6.1 Método Involutivo

As NBR 14653-1 e NBR 14653-2 conceituam o método involutivo como aquele que identifica o valor de mercado de um bem considerando cenários viáveis para execução e comercialização do bem (ABNT, 2001) e (ABNT, 2011). De forma sucinta, ele é definido através das seguintes etapas:

- a) Concepção de um projeto hipotético em que deve ser feito um aproveitamento eficiente do bem avaliando;
- b) Pesquisa dos valores utilizando o método comparativo direto de dados de mercado;
- c) Previsão da receita da venda do projeto hipotético;
- d) Levantamento de todos os custos de produção e despesas adicionais do projeto;
- e) Margem de Lucro;
- f) Prazo de execução e de venda;
- g) Taxas; tais como como taxas de capital investido, taxa mínima de atratividade e outras;
- h) Montagem do modelo de avaliação, que pode ser realizada através de fluxos de caixas específicos, modelos simplificados dinâmicos e aplicação de modelos estimativos. (ABNT, 2001) e (ABNT, 2011)

O método involutivo é um estudo de viabilidade técnica-econômica para apropriar o valor de um terreno, não construído, baseado em um projeto eficiente de um empreendimento futuro (CREA-RJ & UFF, 2010). Portanto, não é um método indicado a proposta deste projeto.

2.3.6.2 Método Evolutivo

As NBR 14653-1 e NBR 14653-2 definem o método evolutivo como a identificação do valor do bem através da soma de todos os custos de reprodução das benfeitorias do projeto acrescentado de um fator de comercialização (ABNT, 2001) e (ABNT, 2011). O método evolutivo deve ser usado no caso em que o mercado não apresente condições necessárias da utilização do método comparativo direto de dados de mercado. (LEMOS, et al., 2014)

A composição de um orçamento de modo a explicitar a soma de todos os custos demandaria tempo e recursos. Assim, o método evolutivo não é a primeira opção deste trabalho ao encontro do valor de referência de uma embarcação.

2.3.6.3 Método da Renda

A NBR 14653-2 resume o método da renda como o valor do bem com base na capitalização da renda prevista, baseado em cenários viáveis (ABNT, 2011). A NBR 14653-4 explica que o método da renda é aquele que apropria o valor do imóvel, através do valor presente do fluxo de caixa projetado dos resultados futuros, reais ou previstos, descontando as taxas que reflitam a remuneração do capital e riscos do empreendimento. (ABNT, 2002)

O método de avaliação proposto é definido sucintamente através das seguintes etapas:

- a) Previsão de todas as despesas necessárias e receitas provenientes daquele bem;
- b) Montagem de fluxo de caixa com base nessas despesas e receitas estimadas;
- c) Definição de taxa mínima de atratividade baseada em função de oportunidades de investimentos;
- d) Definição do valor do bem, representado pelo valor presente do fluxo de caixa gerado descontado pela taxa mínima de oportunidade. (ABNT, 2011)

Observe que este método nada mais é do que definir o valor presente de um fluxo de caixa, tendo estimado os gastos e receitas.

2.3.6.4 Método Comparativo Direto de Dados de Mercado

O método comparativo direto de dados de mercado é o mais popular no mercado de avaliações imobiliárias. Consiste em comparar valores de uma amostra significativa de ativos com características semelhantes a do bem avaliando para a sua formação de valor de referência, utilizando para essa comparação a inferência estatística.

Essa amostra de dados deve conter informações precisas das características e atributos que contribuem à formação de valor do bem em análise.

A NBR recomenda preferentemente a aplicação do método comparativo direto de dados de mercado para a identificação do valor do mercado (ABNT, 2001).

Segundo (WANNER, 2014), existem três procedimentos de avaliação aplicáveis aos navios que são:

a) **Método do valor de referência**

O método do valor de referência é o procedimento tradicional para a avaliação dos valores dos navios. Resulta da análise de transações recentemente praticadas de embarcações semelhantes.

b) **Avaliação de ativos materiais**

A avaliação de ativos materiais baseia-se nos preços de mercado das partes do navio (por exemplo, motor principal, casco, equipamentos, etc.), pois é mais fácil avaliar o valor das peças. As somas dos valores calculam para se tornar o valor geral do navio.

c) **Avaliação da taxa de rendimento**

Método que normalmente não muito aplicado para a avaliação de embarcações. Este método baseia-se na idéia de que um ativo reflete a receita futura descontada até a data da avaliação. Assume-se que um valor se origina do potencial das receitas futuras.

Observem que (WANNER, 2014) apresenta os 3 métodos descritos na NBR 14.653, que são o (a) Método comparativo direto de dados de mercado, (b) Método evolutivo e (c) Método da renda.

3. Aplicação da Metodologia

3.1. Descrição da Metodologia

Conforme (DAMODARAN, 2002), cada ativo, seja real ou financeiro, pode ser valorizado. Alguns ativos são mais fáceis de avaliar do que outros, e a avaliação varia de caso para caso.

A proposta deste trabalho se baseia na valoração de uma embarcação utilizando a mesma metodologia que é aplicada no mercado de avaliação imobiliária, como apartamentos, terrenos, lojas e etc., que segue as orientações pertinentes à Norma Brasileira Registrada - NBR 14653, e portanto, suas recomendações também serão consideradas na estruturação e fundamentação do modelo para obtenção do valor de referência do custo da construção de uma embarcação.

Conforme comentado anteriormente, A NBR 14653-2:2011 – Avaliação de bens – Parte 2 apresenta quatro métodos para identificar o valor de um bem, que são:

- a) Método comparativo direto de dados de mercado
- b) Método involutivo
- c) Método da renda
- d) Método evolutivo

Em comparação com o método comparativo direto de dados de mercado, que se apresenta como o mais preciso e confiável, e portanto o mais utilizado; o método da renda e o método involutivo são mais indicados quando a intenção é fazer uma avaliação econômica-financeira se o investimento do imóvel é rentável ou não. (MACANHAN, et al., 2000)

O objetivo desse trabalho é encontrar o valor de referência de uma embarcação de maneira rápida, eficaz e barata com a escolha de um método simples e confiável que possa embasar as tomadas de decisões na formação de contratos.

A composição de um orçamento de modo a explicitar a soma de todos os custos como sugere o método evolutivo, e a montagem de um fluxo de despesas, planilha de custos e análise econômica-financeira como sugerem o método involutivo e o método da renda, demandariam tempo e recursos demasiados para o trabalho. Assim, os métodos renda,

evolutivo e involutivo não são as primeiras opções deste trabalho ao encontro do valor de referência de uma embarcação.

A NBR recomenda, preferentemente, a aplicação do método comparativo direto de dados de mercado para a identificação do valor do mercado (ABNT, 2001). Dessa forma, este será o método a ser empregado neste trabalho para a composição do valor de referência de construção de embarcação, uma vez que não faz muito sentido aplicar os demais métodos, tendo ainda certa dificuldade em obter os custos de construção de uma embarcação.

3.2. Software utilizado

O método comparativo direto de dados de mercado baseia-se no uso de regressão linear, e para a aplicação da regressão linear proposta será utilizado o software SISREN, Sistema de Redes Neurais, Regressão Linear e Inferência Estatística (PELLI, 2016), que é aplicado no mercado de avaliações imobiliárias, muito utilizado em avaliações comparativas para a montagem dos gráficos e análise do modelo, bem como a obtenção da equação da reta de regressão.

A Tabela 3 indica as propriedades do sistema:

Metodologias	Inferência Estatística - Regressão Linear Múltipla e Redes Neurais Artificiais.
Redes Neurais Artificiais	Algoritmo Back-Propagation.
Métodos de cálculo da Regressão Linear	Mínimos Quadrados Ordinários e Máxima Verossimilhança
Ajuste de regressores	Módulo de linearização de variáveis.
Recursos	Técnicas de Simulação de Monte Carlo. Simulação de Variáveis Aleatórias. Algoritmo de agrupamento de dados - K-Médias. Análise de Variância. Tabela ANOVA Análise de Componentes Principais. Módulo de resíduos da variável. Distância de Cook.
Tamanho da amostra e variáveis	Até 60.000 dados e 40 variáveis.
Importação de modelos	

	Modelos gerados pelos aplicativos Sisdat e SisReg Windows.
NBR 14.653-2	Módulo de Fundamentação. Adequação integral às obrigatoriedades e sugestões da norma. Apresentação do quadro de Fundamentação.
Relatórios	Estruturação do laudo descritivo, incluindo tabelas e gráficos.
Demais características	Permite desabilitar dados no módulo de resíduos e exibir variáveis. Maior precisão no cálculo do intervalo de confiança.

Tabela 3 - Propriedades do Software Sisren

Fonte: (ENGENHARIA, 1996)

3.3. Tipologia da embarcação estudo de caso

Cada tipo de navio possui características singulares em seu projeto.

Para a análise de custos por regressão linear a que este trabalho se propõe foram coletados dados de uma determinada tipologia de embarcação para permitir maior aderência ao modelo.

Conforme estudado nas referências bibliográficas, as embarcações de apoio marítimo vem sendo impulsionadas pela exploração *offshore* com a descoberta da camada do Pré-Sal. Assim, optou-se pelo estudo de caso de uma embarcação de apoio marítimo, tipo PSV – *Plataform Supply Vessel*.

Existe um grande variedade de embarcações de apoio. O natio do tipo PSV é projetado para navegar em diversas condições meteorológicas. Possuem elevada capacidade de manobrabilidade e contam com sistema de posicionamento dinâmico avançado. (MATHEDI, 2010). Ressaltam-se como características comuns, contemplados em seus diversos tipos, a grande área de convés, a superestrutura a vante, a capacidade para diversas cargas e a alta capacidade de manobrabilidade; e diferenciados pela presença ou ausência de elementos como propulsores, lemes, guindastes e etc.

A Figura 12 ilustra uma embarcação do tipo PSV – *Plataform Supply Vessel*.

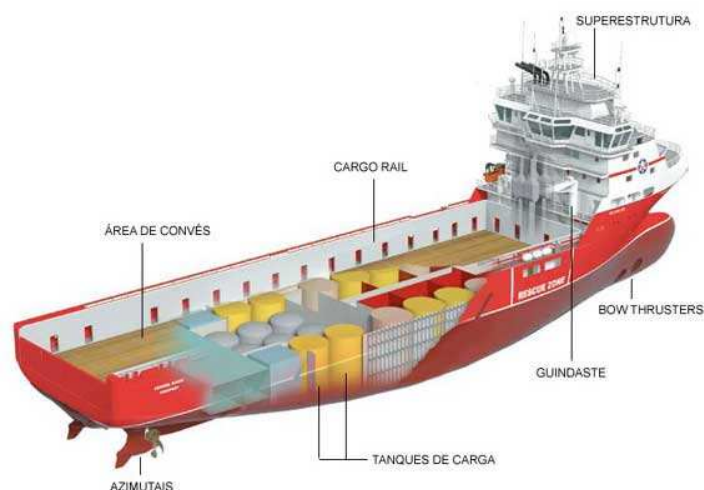


Figura 12 - PSV - Plataform Supply Vessel
 Fonte: (MATHEDI, 2010 p. 19)

O caso hipotético então, baseou-se numa embarcação do tipo PSV 4500, Figura 13.



Figura 13 - PSV 4500
 Fonte: Fotografada pela autora

3.4. Entrada de Dados

Como comentado, o Fundo da Marinha Mercante representa no Brasil o principal financiador da indústria naval. Conforme a Lei n.º 10.893 de 2004, o FMM – Fundo da Marinha Mercante terá como agente financeiro o BNDES e os bancos oficiais federais.

Para garantir os recursos financeiros, o FMM analisa os projetos propostos através de documentos padronizados como o Documento para Apresentação do Preço de Construção (OS-5), Cronograma de Construção, Estrutura Analítica de Produção (EAP), e Quadro de

Usos e Fontes – QUF, que estabelece a necessidade de recursos financeiros ao longo do tempo (PIRES JR., et al., 2010).

De todos esses documentos, a OS-5 é o documento fundamental à composição do banco de dados utilizado para o modelo de regressão linear para a análise de custos realizada neste trabalho. Foram utilizadas informações de 58 navios do tipo PSV para a análise da embarcação PSV 4500 modelo.

3.5. Coleta de Dados

Segundo a NBR 14653-2:2011 – Avaliação de bens – Parte 2, na estrutura da pesquisa elegem-se as variáveis que em princípio são relevantes para explicar as variações de valores da variável independente, que no caso, é o valor de referência para a formação do contrato de construção da embarcação.

Assim, a definição das variáveis independentes é consoante ao tipo de embarcação objeto de análise. Cada arquitetura sugere uma maior necessidade de aporte de determinada quantidade e especificidade de equipamentos, área do casco, quantidade de aço, área de pintura, etc.

Este trabalho vem definir o valor referência para a construção de uma embarcação. Portanto, a coleta de dados tem que apresentar informações do custo da embarcação. Caso, o objetivo de quem queira montar o modelo seja diferente, como por exemplo, obter o valor de referência para a venda do bem avaliando, os dados utilizados no modelo devem ter a informação do valor de venda do objeto.

Conforme a NBR 14653-2:2011 – Avaliação de bens – Parte 2, as variáveis independentes são aquelas que se referem às características físicas e econômicas.

Dos documentos OS-5 que foram utilizados para a composição do banco de dados, podem ser extraídas informações para a entrada de dados como variáveis independentes do modelo, como:

- a) Data Base
- b) Lucro (US\$)

- c) Custo Direto (US\$)
- d) Outras Despesas (US\$)
- e) Valor do Projeto (US\$)
- f) Peso do Aço (ton)
- g) Custo de HH - Homem-Hora
- h) Quantidade de HH – Homem-Hora
- i) Dimensões da Embarcação:
 - ✓ Comprimento (m)
 - ✓ Calado (m)
 - ✓ Boca (m)
 - ✓ LBD (m³)
- j) Capacidade (TPB)
- k) Potência das Turbinas Principais (BHP)
- l) Outras informações

Em que:

TPB – tonelada de porte bruto

CD – custo direto

ODP – outras despesas

LBD – comprimento x boca x calado

BHP – Potência do Equipamento

VP – Valor do Projeto

HH – Homem-Hora

Para a composição de custo de um navio, uma série de variáveis devem ser levadas em consideração. Uma vez que os valores em análise estão em ordem de grandeza expressiva, oscilações de mercados, inflação e variações cambiais, acarretam mudanças significativas nas variáveis que compõe o custo do navio.

Os preços dos navios dependem fortemente dos ganhos futuros esperados, tendendo a acompanhar as grandes flutuações das taxas de frete (RENAUD, 2008).

Para evitar os efeitos de tais distorções, buscou-se manter dados em um mesmo período de tempo, e a análise de uma embarcação em período próximo. Optou-se também, por inserir na estruturação do modelo, a variável data-base ou data de referência da proposta

de construção, para que essa possa refletir as variações de valor que ocorrem conforme a oferta-procura.

Uma amostra representativa de dados é fundamental para se ter uma boa avaliação estatística. A NBR 14653 estabelece requisitos mínimos para a identificação dos dados, quantidade de dados efetivamente usados, e se do uso de extrapolação desses dados.

3.6. Tratamento dos Dados

A NBR 14653-2 (ABNT, 2011) define o processo de tratamento de dados em seu item 8.2.1.4. Assim, apesar da obviedade do tratamento da amostra de dados visando sua consistência, este trabalho vem ressaltar sua necessidade em virtude dos altos valores envolvidos inerentes ao objeto da avaliação, uma vez que qualquer distorção envolvida no processo representa em variações expressiva no valor de referência do custo da embarcação.

A NBR 14653-2:2011 menciona que o modelo é uma representação simplificada do mercado, e não são consideradas todas as informações. Portanto, cuidados devem ser tomados na sua elaboração, desde a preparação até o exame final dos resultados.

Coletados os dados de diversas embarcações, há a necessidade de proceder com o tratamento da massa de dados disponível, conduzindo uma análise crítica se aquelas informações disponibilizadas guardam coerência com o tipo de embarcação objeto do contrato; permitindo assim, agregar informação adequada à consolidação do modelo de regressão linear.

A necessidade de maior atenção ao tratamento de dados depende do nível do preenchimento das informações disponíveis para aquelas embarcações modelos.

Da mesma forma, não adianta comparar valores de embarcações diferentes, uma vez que embarcações de outros tipos possui parâmetros que não há coerência técnica ao que está sendo proposto. Portanto, a montagem do modelo, de nada exclui a necessidade de conhecimento prévio e análise crítica do avaliador para propor os *inputs* adequados àquela análise em questão.

Outro ponto importante, é que nem todos os proponentes ao requererem recursos do fundo preenchem todos os campos requeridos no formulário proposto, ora por não dispor daquelas informações no dado momento, ora por falta de entendimento do que está sendo requisitado.

Portanto, se há omissão, ou divergência em determinada informação alimentada, de nada adiantaria compor o indicador que foi definido por esta informação na análise em questão.

Na embarcação modelo utilizada para análise do custo definida neste trabalho, verificam-se algumas divergências nas informações de composição das horas trabalhadas de homem-hora trabalhadas, no custo da mão de obra, e nas horas de estrutura. Portanto, tais indicadores foram excluídos da análise em questão.

Os valores ora cotado em moeda nacional, foram transformados em dólar, uma vez que a influência da variação cambial e da inflação é menor.

A cotação do dólar foi obtida através do site do Banco Central do Brasil, obtida no seguinte link: <http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>

Uma vez definida a série de parâmetros a serem utilizados, a escolha das variáveis independentes depende do nível do preenchimento das informações disponíveis para aquela embarcação modelo. Alguns parâmetros podem não propor adequada compatibilização para determinada variável. Por exemplo, caso o modelo a ser elaborado seja para avaliar uma embarcação do tipo balsa, não seria coerente considerar a potência de turbina como variável independente do modelo; da mesma forma como considerar capacidade de carga para estruturação de modelo de avaliação de embarcação do tipo rebocador. Assim, as variáveis devem guardar compatibilidade com as características do projeto de embarcação em análise.

Da mesma forma, não é indicado comparar determinado parâmetro com parâmetros de embarcações de outros tipos, por não haver coerência técnica ao que está sendo proposto. Portanto, para a montagem do modelo é necessário o conhecimento prévio e análise crítica do avaliador para propor os inputs adequados àquela análise em questão.

Outra questão a ser considerada é a variação dos preços ao longo do tempo. Assim, para a montagem do modelo, a data-base dos orçamentos foram levadas em consideração, mas como em sua forma numérica, por representar um número de grande dimensão

provocando com isso uma angulação visual não perceptível, para cada mês de determinado ano, foi correlacionado a uma unidade numérica.

Para evitar distorções do modelo devido a uma grandeza numérica, o valor do projeto foi reduzido em casas decimais; e o valor do preço do aço foi reduzido a um indicador do valor do aço ao parâmetro peso do aço; da mesma forma com outros indicadores suportados na análise.

3.7. Definição das Variáveis Independentes

Conforme a NBR 14653-2, as variáveis são escolhidas baseadas em conhecimento adquirido, senso comum e outros atributos relevantes. Algumas variáveis consideradas no planejamento podem se mostrar pouco relevantes na explicação do comportamento da variável dependente e vice-versa. (ABNT, 2011)

3.7.1. Gráficos Auxiliares

Como recurso à definição das variáveis, são construídos gráficos auxiliares que permitirão visualizar se determinada variável possui poder de explicação na variação do valor da variável dependente, que no caso é o valor de referência para o custo da construção.

Com a definição das variáveis independentes, e com o banco de dados disponível, é permitida a montagem de modelo de regressão linear para análise de custo das embarcações

3.8. Análise de Dados

Escolhida as variáveis independentes, o próximo passo é a análise de colineariedade entre as variáveis escolhidas, de forma que a sua existência não afete o modelo a ser criado.

Se houver colinearidade entre variáveis, e essa correlação não for explicada, deve-se eliminar uma das variáveis ou verificar as informações coletadas que compõe a amostra de dados.

É inevitável que as variáveis independentes apresentem correlações entre si, no entanto, há dois pontos de atenção:

- _ Quando essa correlação é muito alta, as duas variáveis vão explicar duas vezes a mudança de valor da variável independente no modelo, e portanto, pode-se retirar uma das variáveis à composição do modelo.
- _ Quando a correlação entre as variáveis for muito alta e não houver explicação da correlação entre elas, há uma necessidade de se verificar e entender o comportamento dos dados que compõe a amostra, para verificar se há *outliers* no modelo que caucionam essa correlação.

A NBR 14.653-2 solicita atenção também para a existência de pontos atípicos que podem influenciar o modelo, chamados de ‘*outliers*’ e que podem ser verificados pelo gráfico dos resíduos *versus* cada variável independente, como também por outro método estatístico.

Uma vez montado o modelo, analisam-se as interferências dos *outliers* no modelo, e caso os mesmos impactam significativamente no valor do desvio-padrão, a mesma análise é feita sem o incremento desses *outliers*, para assim, obter uma reta de regressão mais aderente ao modelo.

A amplitude do modelo foi definida conforme analogia à (ABNT, 2011) através da NBR 14653-2, item 9.2.3, considerando amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa para medir a precisão do modelo.

De posse dos atributos que explicam a variação de valor da variável dependente foi montado o modelo de inferência estatística, em que os indicadores que pertencem à amostra de dados são comparados, de forma a obter a equação estimativa do modelo.

Foi utilizada o programa SISREN para a montagem dos gráficos e análise do modelo, bem como da obtenção da linha e equação de regressão.

Para a definição do valor de referência para o custo da construção de determinada embarcação, os indicadores do bem avaliando são inseridos na equação de regressão.

Como consolidação dessa metodologia, foi elaborado um diagrama com todas as etapas que devem ser seguidas para aplicação deste método em diferentes embarcações apresentado na Figura 14.

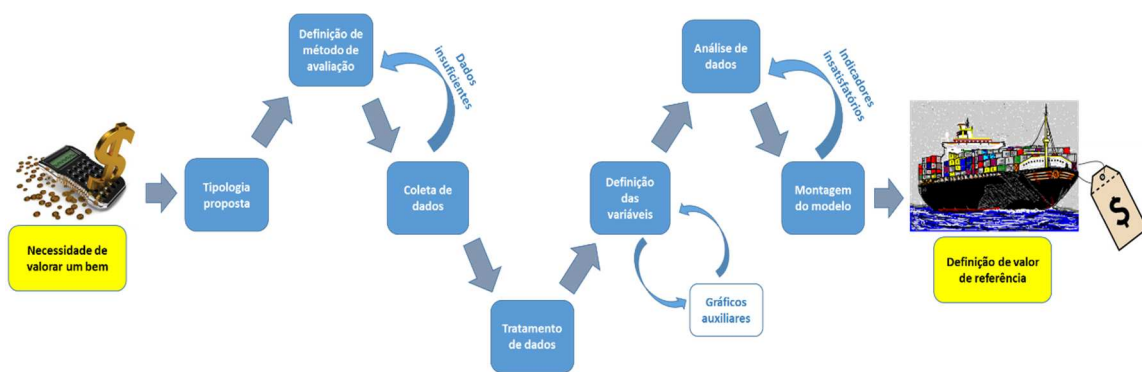


Figura 14 – Diagrama da Metodologia

4. Estruturação do Modelo de Regressão

4.1. Do Tratamento dos Dados

Dentre a massa de dados de 58 navios disponíveis coletados, com data-base (data de referência do dado) de análise da proposta de financiamento da construção variando entre os anos de 2008 a 2011, vários apresentavam inconsistências em suas informações, restando uma amostra de 37 dados a serem utilizados no modelo.

4.2. Análise de Correlação

Para a definição das variáveis independentes que sustentem o modelo a ser criado, foi montado gráficos auxiliares entre as variáveis, que servem como ferramenta de apoio para compreender a existência de determinada correlação de determinado parâmetro para a entrada de dados, e com isso, identificar a melhor transformação a ser utilizada no modelo.

Da massa de dados em estudo, PSV – *Plataform Supply Vessel*, o valor do projeto da embarcação foi correlacionado com uma série de variáveis como se segue:

Na Figura 15, a variável data-base foi correlacionada com a variável valor de projeto. O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e o gráfico do lado direito apresenta a relação de forma polinomial.

Observe que o coeficiente de determinação para a forma polinomial encontrado foi de 0,62, o que mostra uma correlação relativamente alta. Essa correlação já era esperada, uma vez que a data-base do projeto está atrelada a fatores que impactam o custo, como o valor da moeda, inflação no período, câmbio da moeda, períodos de demanda e procura.

Essa correlação na maioria das vezes é positiva. Quanto maior a data-base do projeto, maior o valor do seu custo. Comparando ao que vivenciamos no dia-a-dia, isto significa que 1 real há 5 anos tinha um poder de compra maior do que 1 real hoje.

Assim, a entrada de dados no modelo está coerente, e sua transformação indicada é a polinomial.

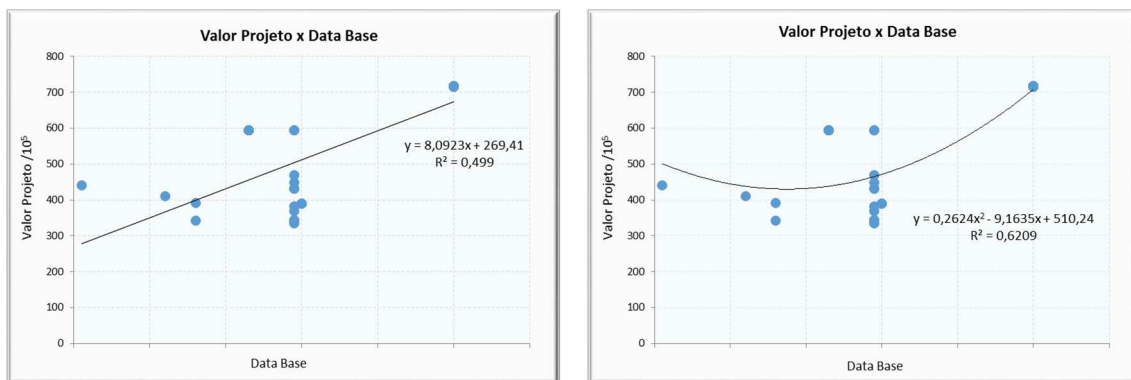


Figura 15 - Valor Projeto x Data Base

Na Figura 16, o valor de projeto foi correlacionado com a variável capacidade da embarcação. O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e o gráfico do lado direito apresenta a relação exponencial, transformação matemática que apresentou uma ligeira melhoria no valor do coeficiente de determinação.

Observe que o coeficiente de determinação encontrado foi em torno de 0,6. Isso demonstra que quanto maior a capacidade da embarcação, maior o valor de projeto. Fazendo uma analogia a um caminhão, quanto maior a capacidade deste, maior seu custo.

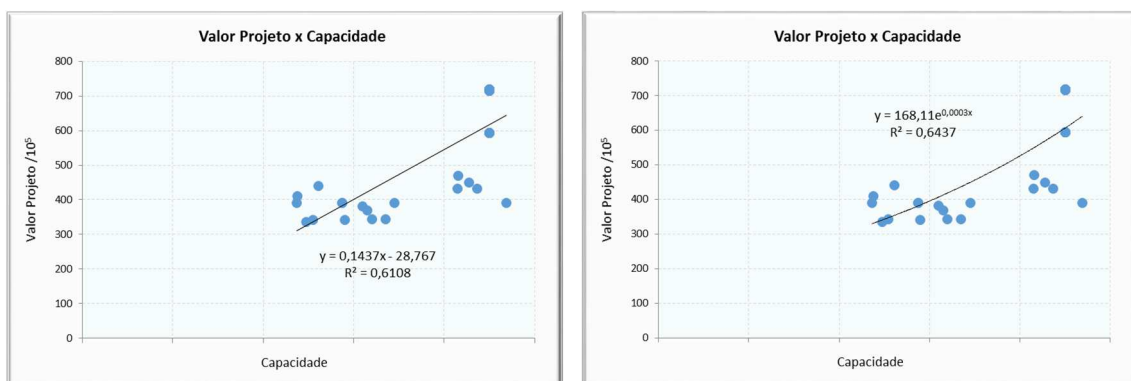


Figura 16 - Valor Projeto x Capacidade

As Figuras 17 a 19 correlacionam as dimensões comprimento, calado e boca do navio com o valor do projeto. As correlações apresentadas entre o comprimento e o valor de projeto e o calado e o valor de projeto foram uma correlação caráter médio a fraco.

Já a correlação apresentada entre a boca e o valor de projeto, foi uma correlação fraca.

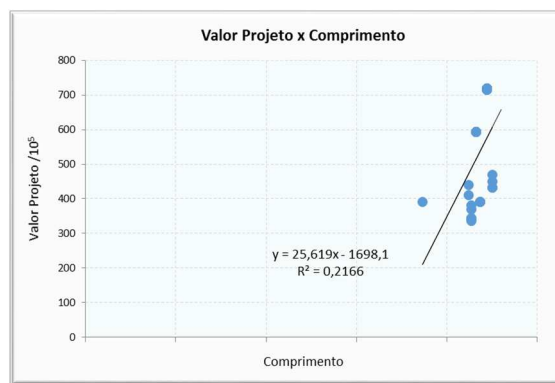


Figura 17 - Valor Projeto x Comprimento Total

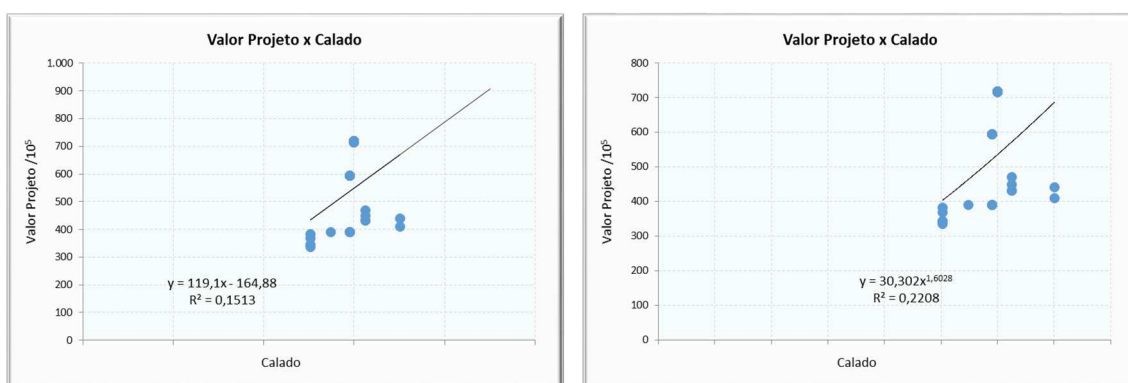


Figura 18 - Valor Projeto x Calado

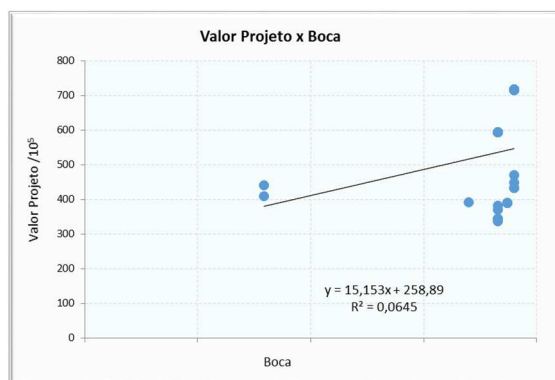


Figura 19 - Valor Projeto x Boca

Essa situação causa estranheza, uma vez que se espera que quanto maior as dimensões do navio, maiores serão as despesas com pintura, com aço, mão-de-obra e etc., e portanto, maior o custo do navio. Da mesma forma quanto maior a capacidade e potência de um navio, maior o custo gasto do projeto. Ocorre que os gráficos apresentados nas Figuras 17 a 19 não invalidam tal proporção, pois estão sendo comparados dados de embarcações de mesma tipologia, *PSV – Platform Supply Vessel*, de dimensões padronizadas.

Os projetos concebidos das embarcações em análise possuem configurações dimensionais similares, o que confere a falta de variabilidade das dimensões da embarcação dentre a amostra de dados em análise; e portanto, a variação dessas características individuais por serem pequenas, não se enquadra como fator predominante na explicação da variação do valor de projeto.

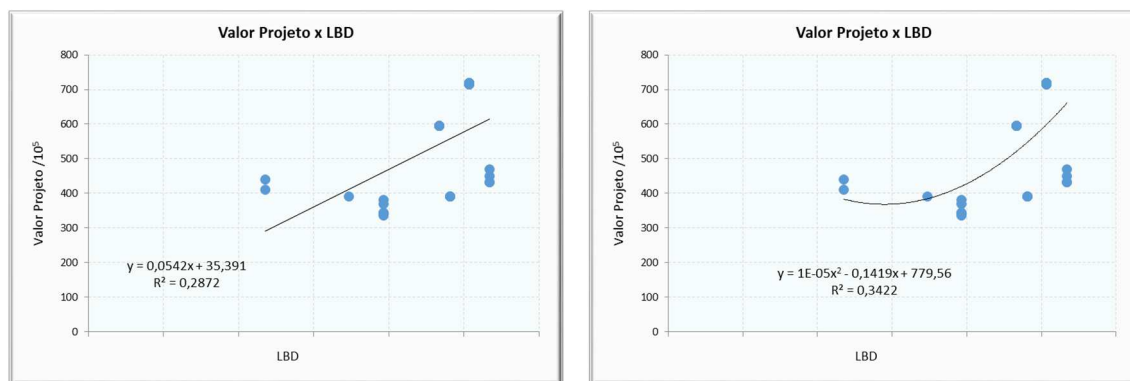


Figura 20 - Valor Projeto x LBD

A Figura 20 apresenta a correlação entre as variáveis LBD e o valor de projeto. O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e o gráfico do lado direito apresenta a relação de forma polinomial, transformação que apresentou um incremento no valor do coeficiente de determinação.

A variável LBD consiste na combinação das variáveis comprimento total, boca e calado. O coeficiente de determinação encontrado, em torno de 0,34, apresenta uma correlação de grau médio, indicando que os 3 parâmetros combinados possui relevância para a formação do modelo em análise.

A Figura 21 apresenta a correlação entre as variáveis relação preço da chapa por seu peso e valor de projeto. O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e o gráfico do lado direito apresenta a relação de forma logarítmica, transformação que apresentou uma melhoria no valor do coeficiente de determinação.

Espera-se que a medida que o preço do aço por unidade de medida aumente, o valor de projeto também aumente.

O coeficiente de determinação encontrado no valor de 0,14 indica que 14% da variação do valor de projeto é explicado pela variação da variável preço da chapa pelo peso. Essa variação não é grande, mas também não é insignificante para que possamos decidir

excluir do modelo, uma vez que tratamos de uma valoração de uma embarcação, cujos valores são de ordem expressivas.

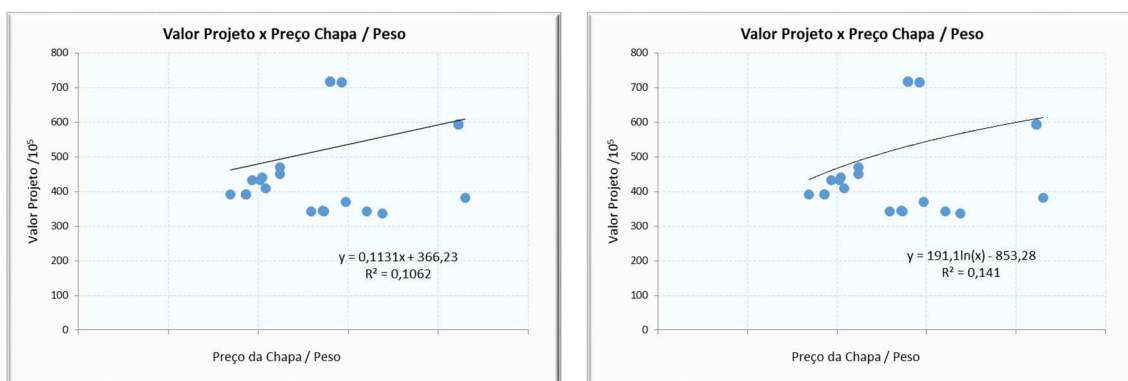


Figura 21 - Valor Projeto x Peso Chapa / Peso

A Figura 22 apresenta a correlação entre as variáveis valor de projeto e preço do perfil pelo peso. O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e não houve uma transformação gráfica que pudesse apresentar uma correlação mais aderente.

Esperava-se que a medida que o preço do perfil por unidade de peso aumente, o valor de projeto também aumente. No entanto, essa expectativa não foi retratada graficamente, uma vez que as variáveis não apresentaram interação entre si.

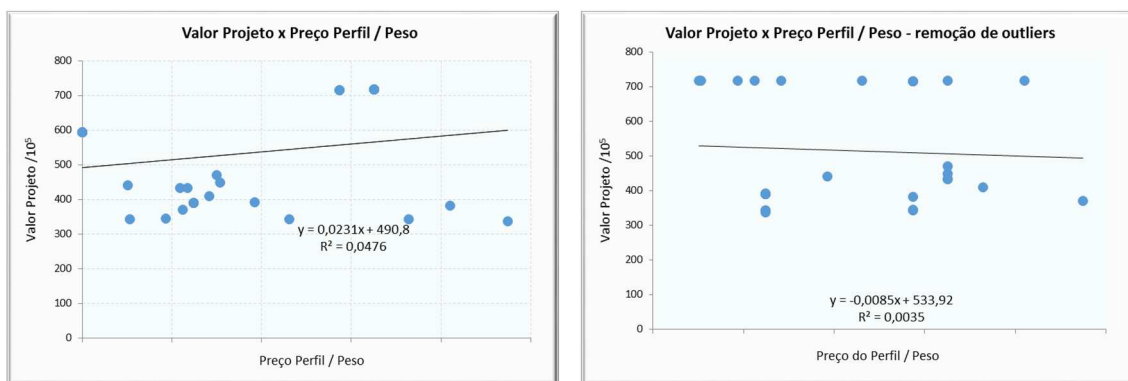


Figura 22 - Valor Projeto x Preço Perfil/Peso

O gráfico do lado direito da Figura 22 apresenta a interação entre as variáveis com a remoção de 'outliers' do modelo. No entanto, a baixa correlação entre as variáveis permaneceu, considerando inviável para se aplicar ao modelo.

Em uma análise mais criteriosa, recorreu-se à amostra de dados e observou que alguns dados possuem informações inconsistentes, e com isso, invalidou a variável preço do perfil em relação ao peso para ser inserida no modelo.

Essa inconsistência na informação dos dados do perfil foram identificadas na etapa de tratamento de dados. No entanto, optou-se por prosseguir com esses dados no modelo à título de ilustração de forma a demonstrar que a ferramenta utilizada em se montar gráficos auxiliares que correlacionam as variáveis independentes com a variável dependente vem muito a contribuir na verificação da informação da amostra.

A Figura 23 correlaciona as variáveis valor de projeto com o valor de aço pelo peso do aço. O gráfico apresentado possui transformação linear e o coeficiente de determinação obtido possui valor em torno de 0,43; o que indica que 43% da variação do valor do projeto pode ser explicada pela variação do valor do aço em relação ao seu peso.

O aço é um dos principais insumos na construção naval. Constitui insumo fundamental no arcabouço arquitetônico da embarcação. Portanto, o custo da tonelada do aço representa uma parcela significativa na variação de valor no projeto de uma embarcação. Quanto maior esse custo, maior o valor do projeto e portanto, a correlação valor de projeto com relação ao valor do aço pelo peso do aço é esperada e pode ser inserida no modelo.

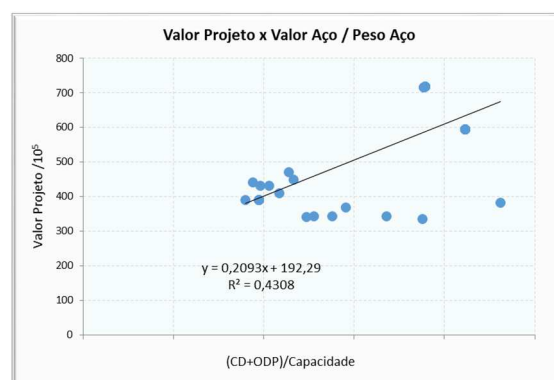


Figura 23 - Valor de Projeto x Valor do Aço/Peso do Aço

Como é redundante a inclusão no modelo da relação valor do aço sobre o peso do aço e valor da chapa sobre o peso, optou-se pela inserção no modelo de apenas uma dessas variáveis.

A Figura 24 correlaciona a variável valor de projeto e a variável custo direto e outras despesas pela capacidade. O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e o

gráfico do lado direito apresenta a relação de forma polinomial, transformação que apresentou uma melhoria no valor do coeficiente de determinação.

Neste caso cabe uma análise crítica com relação às informações geradas. Esperava-se que a medida que o custo pela capacidade aumente, o valor de projeto também sofresse aumento.

Assim, avaliou-se a disposição gráfica dos valores e as informações de valores da amostra de dados, e observou-se a presença de *outliers* nessa amostra de dados, pontos estes que apresentaram valores atípicos, se afastando da série de dados.

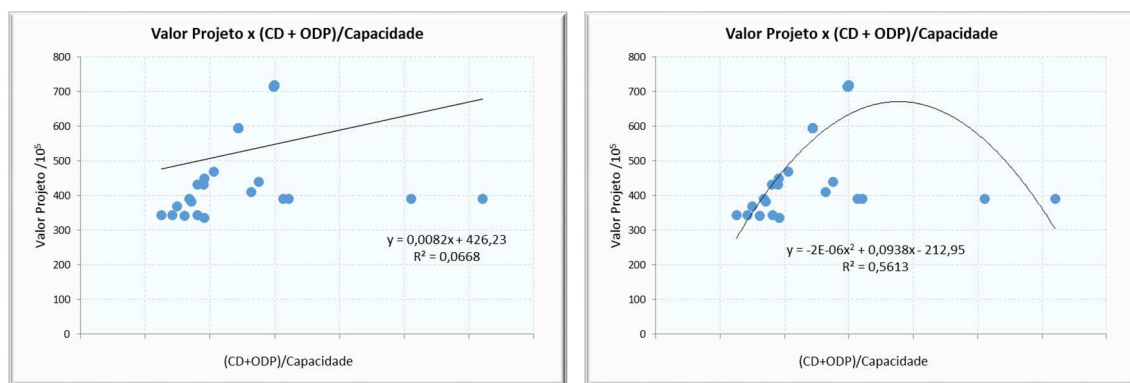


Figura 24 - Valor Projeto x (CD + ODP)/Capacidade

A figura 25 apresenta a correlação, com a retirada dos *outliers*, entre a variável valor de projeto e a variável custo direto e outras despesas pela capacidade.

O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e o gráfico do lado direito apresenta a relação de forma exponencial, gráfico em que apresentou uma melhoria expressiva no valor do coeficiente de determinação.

Observe que o coeficiente de determinação encontrado apresenta o valor de 0,74, demonstrando uma correlação forte e positiva entre as variáveis.

É de se esperar que o custo do projeto e outras despesas impactam fortemente na variação do valor do projeto, uma vez que o valor de projeto é composto por parcela de custo direto, custo indireto, taxas e lucro.

Apesar de termos informações do custo na amostra de dados coletada, a intenção deste trabalho é reproduzir as dificuldades que ocorrem no dia-a-dia. Obter informações de custo e ainda compor os valores de custo do bem avaliando para comparação torna o trabalho um pouco mais árduo, e portanto, apesar de ser uma variável que pode ser introduzida no modelo, optaremos pelas informações de custos diretos e outras despesas não compor o modelo, sendo os gráficos apresentados apenas a título de ilustração para

exemplificar a possibilidade de introdução de mais variáveis no modelo à critério do avaliador.

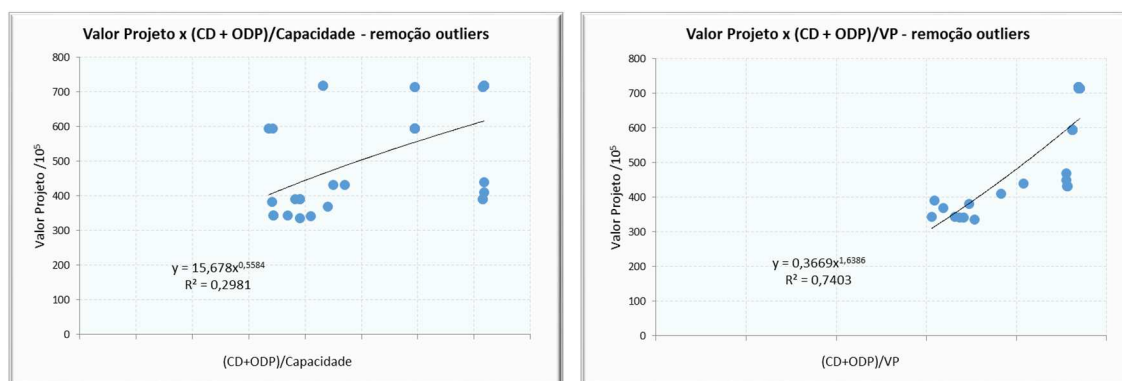


Figura 25 - Valor Projeto x (CD + ODP)/Capacidade - remoção outliers

A figura 26 apresenta a correlação entre as variáveis valor de projeto e custo pela quantidade de homem-hora.

O gráfico do lado esquerdo apresenta a relação linear, e o gráfico do lado direito apresenta a relação de forma polinomial, transformação que apresentou uma melhoria expressiva no valor do coeficiente de determinação.

O coeficiente de correlação obtido no valor aproximado de 0,84 apresenta que há uma correlação forte e positiva entre as variáveis.

Quanto maior o custo por homem-hora maior o custo do projeto de construção.

Portanto, a correlação existente é esperada e a variável é adequada para ser inserida no modelo.

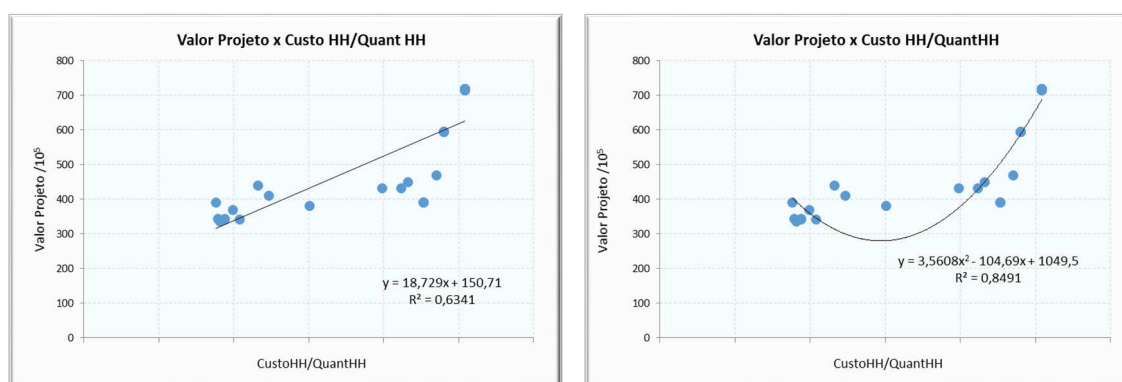


Figura 26 - Valor de Projeto x Quantidade de Homem-Hora

Escolhida as variáveis independentes que irão compor o modelo, a próxima etapa é a análise da interação entre as variáveis independentes, e a análise do comportamento dos

dados inseridos no modelo, verificando a existência por exemplo de colinearidade entre variáveis e *outliers* que possam denegrir o modelo.

4.3. Análise das variáveis do modelo

Deve-se observar a presença de colinearidade entre variáveis de modo a interferir negativamente no modelo.

Algumas variáveis possuem correlações explicadas entre si, e inevitáveis; por exemplo entre área de terreno e frente de terreno, e entre área de apartamento e número de quartos. Quanto maior a área do terreno, maior a frente do terreno, e quanto maior a quantidade de quartos em um apartamento, maior a área desse apartamento (MATTA, 2007). Em caso de correlação alta entre as variáveis, faz-se a inserção de apenas uma no modelo, caso contrário, estarão explicando repetidamente a mudança de valor da variável independente no modelo.

Fazendo uma analogia ao campo de embarcações, é explicado que haja forte correlação entre variáveis como área do casco e pintura ou peso do aço, custo direto e valor de projeto; capacidade e peso do aço. Quanto maior a área do casco, maior a área que deve ser pintada, e maior a quantidade de aço que tenha que ser utilizado na embarcação, e consequentemente maior o custo gasto. Quanto maior a capacidade de uma embarcação, maior volume a embarcação possui disponível, maiores são as dimensões da embarcação, e consequentemente, maior aço será gasto para construir um navio maior.

Conforme a recomendação da NBR (ABNT, 2011), deve-se analisar a matriz de variáveis de forma a verificar a presença de uma forte dependência linear que pode provocar degenerações no modelo, com especial atenção para correlações de valores acima de 80%.

O software utilizado permite observar as correlações entre variáveis numericamente e graficamente, de forma a identificar se há correlação entre variáveis que não podem ser explicadas.

A Tabela 4, gerada pelo programa SISREN, Sistema de Redes Neurais, Regressão Linear e Inferência Estatística aplicada a avaliações comparativas, apresenta as correlações entre as variáveis.

	Forma	Variável	Data Base	Valor Aço/Peso	Capacidade	Guindaste	Helice Prop...	Custo HH/Q...	Valor Projeto
1	x	Data Base		36	56	40	16	12	73
2	x	Valor Aço/Peso	36		60	9	71	45	67
3	x	Capacidade	56	60		63	17	31	83
4	x	Guindaste	40	9	63		-33	-29	64
5	x	Helice Propulsores	16	71	17	-33		38	38
6	x ²	Custo HH/Quant HH	12	45	31	-29	38		21
7	ln(x)	Valor Projeto	73	67	83	64	38	21	

Tabela 4 - Relações de Colinearidade

Observe que não existe uma relação de colinearidade acima de 0,80 entre variáveis independentes, valor que a norma recomenda forte atenção.

As correlações com influência indicam a correlação entre duas variáveis na presença das demais variáveis no modelo. As Figuras 27 e 28 apresentam os valores das correlações isoladas e os valores das correlações com influência, respectivamente, para o valor de projeto. Estas figuras informam o quanto cada variável escolhida contribui para a variação de valor da variável dependente.

Observe que a variável ‘Custo de Homem-Hora em relação à Quantidade de Homem-Hora’ contribui isoladamente e sob influência de outras variáveis relativamente pouco para explicar a variação de valor da variável independente, podendo a mesma, ser excluída do modelo.

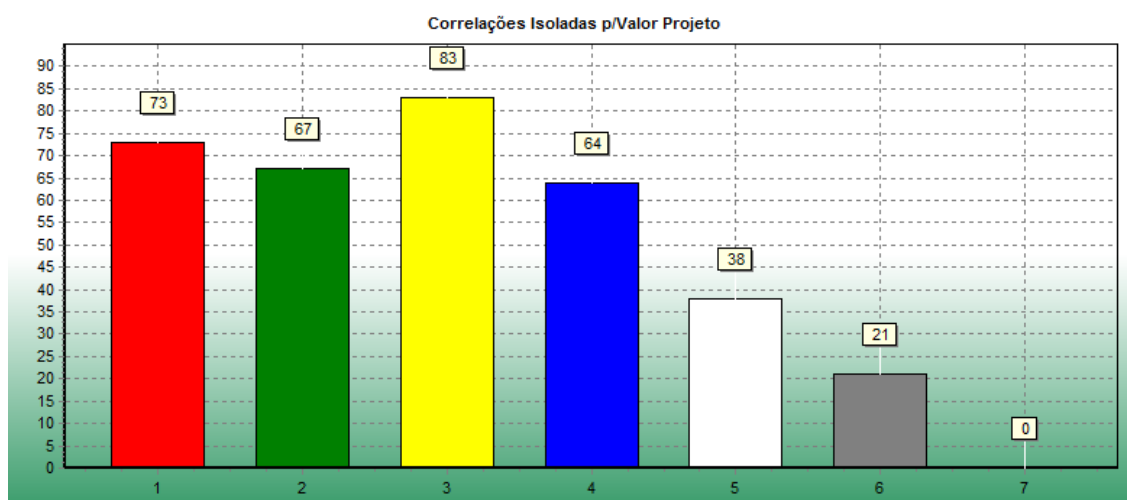


Figura 27 - Correlações Isoladas para Valor Projeto

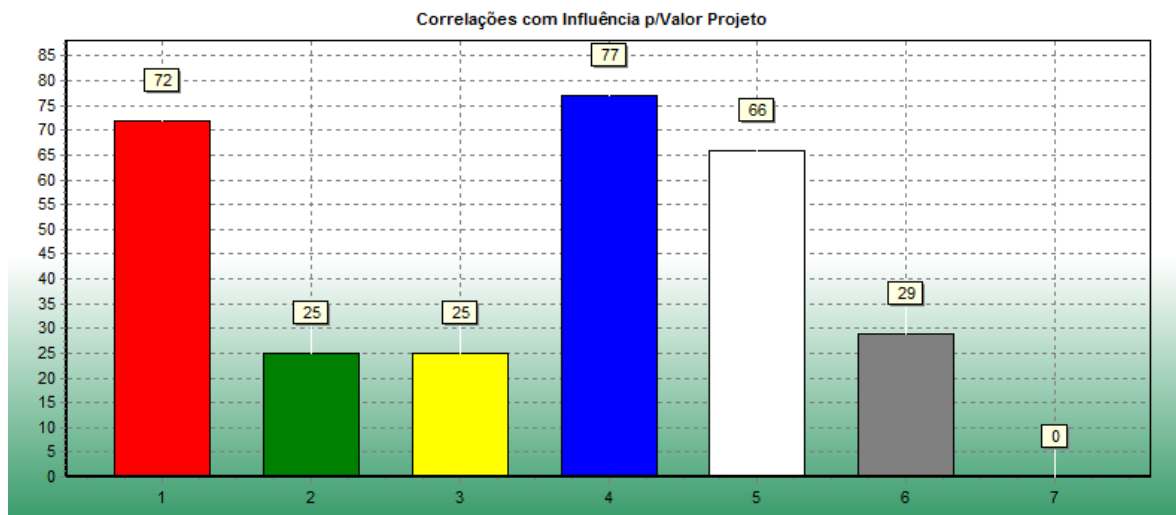


Figura 28 - Correlações com Influência para Valor Projeto

Em que,

- 1 – Data Base
- 2 – Valor Aço/Peso Aço
- 3 – Capacidade
- 4 – Ausência ou Presença de Guindaste (variável dicotômica)
- 5 – Ausência ou Presença de Hélices Propulsores (variável dicotômica)
- 6 – Custo de Homem-Hora em relação à Quantidade de Homem-Hora
- 7 – Valor do Projeto

5. Modelo de Regressão Proposto

Através da análise dos dados realizada com o *software* SISREN, chega-se ao modelo de regressão proposto, cuja função é descrita na **Equação 1**:

$$y = e^{\left(c1 + c2.DB + c3 \left(\frac{ValorAço}{PesoAço} \right)^{1/2} + c4.Capac + c5.(Guindaste) + c6.Helice + c7.CustoHHQuantHH^2 \right)}$$

Equação 1 – Função estimativa do valor de referência para composição do custo de construção de embarcação

Em que,

- a) y é valor de referência para composição do custo de construção de embarcação (US\$)
- b) Os valores das constantes são:
 - $c1 = +4,5507$
 - $c2 = +0,0074$
 - $c3 = +7,4191.e^{-5}$
 - $c4 = +4,8219.e^{-5}$
 - $c5 = +0,3737$
 - $c6 = +0,2381$
 - $c7 = +0,0001$
- c) *DB* é a Data Base - data de referência do dado de análise (variável proxy)
- d) *ValorAço*, o Custo de Aço (US\$)
- e) *PesoAço*, o Peso de Aço
- f) *Cap*, a Capacidade da embarcação (dwt)
- g) *CustoHH*, o Custo de Homem-Hora
- h) *QuantHH*, a Quantidade de Homem-Hora
- i) *Helice*, a Ausência ou Presença de Hélice Propulsores
- j) *Guindaste*, a Ausência ou Presença de Guindastes

Para obter o valor de referência para a construção da embarcação PSV 4500, insere-se os dados da embarcação em análise na equação obtida da análise de regressão.

Portanto, para uma embarcação PSV 4500 com os seguintes dados:

- a) Data Base = Setembro/2011. Como a Data Base é uma variável proxy, o valor adotado para o mês e ano de referência é 50.
- b) Valor do Aço/Peso do Aço = \$1.886,81/t
- c) Custo do Homem-Hora / Quantidade de Homem-Hora = 15,03

- d) Comprimento = 85,3 m
- e) Boca = 18 m
- f) Calado = 5 m
- g) LBD = 7.677 m³
- h) Capacidade = 4.500 dwt
- i) Presença de Guindaste
- j) Presença de Hélice Propulsores

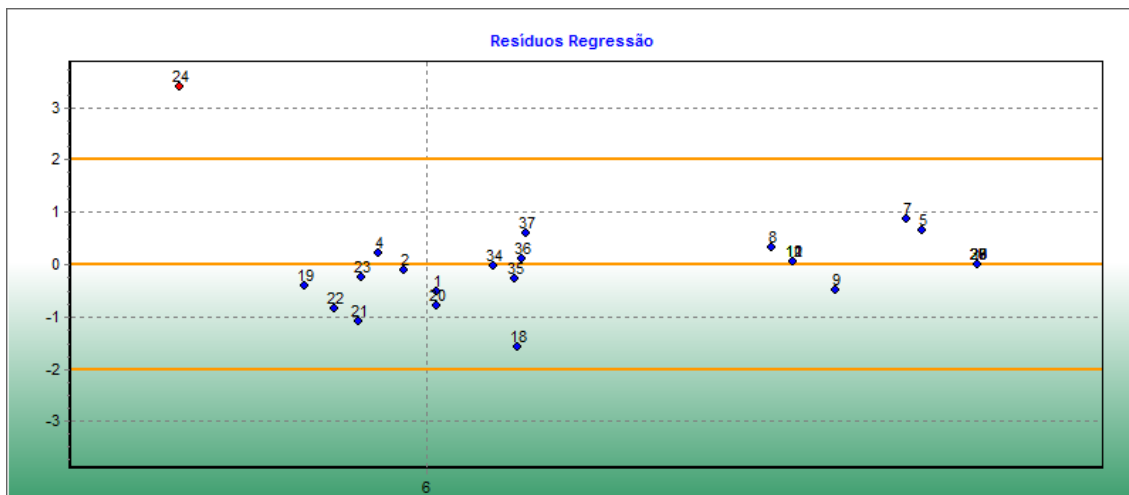
Como resultado, o valor de referência para o custo da construção da embarcação em análise foi de \$67.285.000,00, com 90% da amostra de dados com data de referência da proposta de construção entre um período de 2 anos, de 2009 a 2011.

Ao inserir dados na equação da estimativa de regressão de embarcações com características similares e com data-base de orçamento em período que se enquadre no período da amostra de dados foi obtido desvio máximo **em relação ao valor esperado de 5,88%**, com 10% da amostra de dados com data de referência da proposta de construção fora do período de 2009 a 2011.

Ao inserir dados na equação da estimativa de regressão de embarcações com características similares e com data-base de orçamento em período que extrapole e em até 2 anos o período da amostra de dados, foi obtido desvio máximo **em relação ao valor esperado de 10,8%**.

5.1. Análise do modelo

Com relação à análise de resíduos do modelo, a experiência em avaliação de imóveis recomenda uma variação residual de até 40% (PELLI SISTEMAS ENGENHARIA, 2015). O gráfico da Figura 29 mostra que o modelo traz o dado 24 como *outlier*. A variação residual do dado 24 calculada pelo *software* foi de 37,47%, e, portanto, dentro do recomendado.



Outro resultado do modelo a ser verificado é com relação a significância individual de cada parâmetro do modelo. A Tabela 5 traz os graus de significância das variáveis utilizadas no modelo, através da análise *t* de *Student*.

Classificando o nível de significância de cada regressor conforme Tabela 1 da NBR14.653-2 (ABNT, 2011), o grau de significância é grau I.

	Variáveis	Relação	t Calculado	Significância
	Data Base	2,84	4,42	0,02
	Valor Aço/Peso	1,05	1,12	27,48
	Capacidade	1,03	1,08	29,27
	Guindaste	45,30	5,17	0,01
	Helice Propulsores	26,08	3,77	0,12
	Custo HH/Quant HH	0,95	1,28	21,25
	Valor Projeto			

A Tabela 6 apresenta os valores dos coeficientes calculados pelo programa SISREN resultado do modelo proposto.

☐ Coeficientes	
Correlação	48 - 0,9679863 / 0,9806914
Determinação	48 - 0,9369976 / 0,9617556
R2 Ajustado	48 - 0,9171021 / 0,9496784
☐ Testes de Hipóteses	
F Calculado	47,1
Significância do Modelo	0,01

Tabela 6 - Coeficientes Resultado do Modelo

Os resultados do Coeficiente de Correlação foi de 0,968, o de Determinação da estimativa da regressão de 0,937 e o R2 ajustado de 0,917, bem próximo de 1. Isto significa que 91,71% do modelo de regressão é explicado pela equação da regressão, e que somente 8,29% está atribuído a variáveis não imputadas no modelo ou a erros ocasionais. Esse valor reforça o grau de explicação do modelo, ou pode levantar dúvidas quanto à qualidade da amostra.

Fazendo uma análise crítica por essa ótica, observa-se que, o modelo estudo de caso teve sua coleta de dados restringida a embarcações de mesma tipologia com características muito similares, e com data das propostas de orçamento de construção dentro de um período curto, a fim de evitar a necessidade de inclusão de mais variáveis independentes não consideradas no modelo e consequente maior coleta de dados. Da amostra, 65% dos dados utilizados é do tipo PSV 4500 dwt (*deadweight tonnage*), medida que representa o porte da embarcação em toneladas, o que resulta assim, em uma amostra de dados condensada, aderente e com alto poder de explicação para aquele universo.

A quantidade da amostra de dados e sua diversificação são imprescindíveis para a montagem de um modelo de avaliação que garanta que qualquer embarcação de uma mesma tipologia pudesse ser avaliada por aquele modelo sem a necessidade de extrapolação de valores. No entanto, a dificuldade da obtenção dessa vasta amostra de dados delimitou este trabalho a embarcações do tipo PSV de características similares. Pressupõe que, um agente financeiro ou o contratante que trabalhe nesse ramo já detenha essa vasta amostra de dados, o que propicia a montagem de um modelo de maior amplitude.

Como será visto adiante, a NBR 14.653 avalia a relação entre a quantidade de dados coletados e a quantidade de variáveis independentes utilizadas à fundamentação do laudo, e pontua o laudo de avaliação de acordo com o desempenho do avaliador e a qualidade das informações extraídas do mercado.

5.2. Precisão e Fundamentação do Laudo de Avaliação

A NBR 14.653 estabelece requisitos a serem seguidos na coleta e uso de dados do laudo, avaliando a qualidade dos dados utilizados, associando aos resultados dos coeficientes estatísticos do modelo, medindo esse atendimento através uma pontuação. Ressalta também que a qualidade e especificação das informações utilizadas está correlacionada com o desempenho do engenheiro de avaliações e com o mercado e as informações dele extraídas.

Conforme a NBR, existem três graus de fundamentação e de precisão: Grau I, Grau II e Grau III, sendo o Grau I o menor e o Grau III, o maior.

Assim, o modelo é classificado em graus de fundamentação, que levam em consideração o empenho do engenheiro, e em graus de precisão, que consideram as características da amostra coletada, o que não representa garantia de alcance de graus elevados.

5.2.1. Fundamentação do Laudo

A NBR 14.653-2 (ABNT, 2011) estabelece 6 itens de exigências a serem atendidos, parcialmente ou totalmente, no método comparativo direto de dados de mercado para avaliar o grau de fundamentação do laudo. Conforme o nível de atendimento, o item é classificado como sendo de Grau I, Grau II ou Grau III, e recebe respectivamente a pontuação 1, 2 ou 3. O grau de fundamentação do laudo é obtido pela soma da pontuação de todos os seis itens de exigência avaliados e restringe-se ao menor grau atingido dentre os itens 2, 4, 5 e 6. (ABNT, 2011)

Nos casos em que o grau mínimo de fundamentação do modelo, grau I, não seja atingido, deverão ser justificados os itens que não foram atingidos. (ABNT, 2011)

A coluna da direita da Tabela 7 apresenta a pontuação obtida no laudo estudo de caso deste trabalho. Observe que o item 2, que avalia a quantidade mínima de dados de

mercado efetivamente utilizado, e o item 5 que avalia a significância de cada regressor apresentaram Grau I. Esses itens reforçam a necessidade de ampliar a massa de dados visando à boa fundamentação do modelo.

Item	Descrição	Grau	Grau	Grau	Pontos obtidos
		III	II	I	
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma	2
2	Quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados	6 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	4 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	3 (k+1), onde k é o número de variáveis independentes	1
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto e características conferidas pelo autor do laudo	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem	Apresentação de informações relativas aos dados e variáveis efetivamente utilizados no modelo	2
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado não ultrapasse 15% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável	Admitida, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior; b) o valor estimado não ultrapasse 20% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para as referidas variáveis, de per si e simultaneamente, e em módulo	3
5	Nível de significância (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%	1
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor	1%	2%	5%	3
Graus	III	II	I		Soma
Pontos Mínimos	16	10	6		12
Itens obrigatórios	2, 4, 5 e 6 no grau III e os demais no mínimo no grau II	2, 4, 5 e 6 no mínimo no grau II e os demais no mínimo no grau I	Todos, no mínimo no grau I		
Grau de Fundamentação do Laudo					I

Tabela 7 - Fundamentação do Laudo

Observe na Figura 6 que a pontuação total obtida no modelo foi 12 pontos, o que possibilitaria o enquadramento como Grau II. Ocorre que independente do resultado da soma dos graus de atendimento de todos os 6 itens, a classificação do item 2 e do item 5 como sendo Grau I restringe para fins de enquadramento o grau de fundamentação do laudo em Grau I.

5.2.2. Precisão do Laudo

A NBR 14653-2 apresenta a seguinte classificação para o grau de precisão do laudo conforme a amplitude do intervalo de confiança.

Descrição	Grau		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno da estimativa de tendência central	$\leq 30\%$	$\leq 40\%$	$\leq 50\%$

Tabela 8 - Grau de Precisão

Considerando um intervalo de confiança de 80%, a estimativa para o valor de referência para o custo de construção da embarcação PSV em análise enquadra-se no seguinte intervalo:

Valor Mínimo = R\$63.777.000,00

Valor Médio = R\$67.285.000,00

Valor Máximo = R\$70.985.000,00

A amplitude, diferença entre o valor mínimo e máximo, em torno da estimativa é de 10,71%. Portanto, o grau de precisão do laudo estudo de caso é Grau III.

5.3. Dificuldades e Considerações

A tipologia da embarcação é fundamental à escolha dos indicadores. Cada tipo de navio possui sua característica individual. Alguns necessitam de um casco mais reforçado, como os navios químicos, outros necessitam de um maquinário e equipamentos mais desenvolvidos tecnologicamente, o que faz com que cada tipologia tenha indicadores singulares para a formação de uma melhor aderência ao modelo. A expertise do avaliador

no mercado da construção naval, com os conhecimentos das características da tipologia da embarcação avaliada, é primordial para a composição dos indicadores que definirão o modelo, bem como sua análise crítica à precisão do valor avaliado.

Para a composição de custo de um navio, uma série de variáveis devem ser levadas em consideração. Uma vez que os valores em análise estão em ordem de grandeza expressiva, oscilações de mercados, tais como inflação e variações cambiais, acarretam mudanças significativas nas variáveis que compõe o custo do navio. Para evitar os efeitos de tais distorções, ou na melhor das hipóteses, minimizá-los, buscou-se manter uma coleta dados em um mesmo período de tempo, e a análise de uma embarcação em período próximo.

Para a análise de custo de uma embarcação com maior precisão, a amostra de dados deve conter quantidade considerável de embarcações de mesma tipologia e de construção em período similar da embarcação avaliada no modelo, para que as interferências cambiais e as de inflação sejam minimizadas na composição do modelo.

A coleta de dados hoje em dia é a maior dificuldade, uma vez que a falta de disponibilidade de dados está intimamente associada ao fato de não haver uma prática de construção naval desenvolvida no país comparada com alguns países com histórico de construção naval, o que acarreta na dificuldade de obtenção de um banco de dados consistentes às análises estatísticas.

O modelo estruturado nesta dissertação poderia apresentar um grau de fundamentação em nível maior caso dispusesse de uma variedade maior na quantidade de dados efetivamente utilizado no modelo, item 5.1.1. – Fundamentação do Laudo.

Outro problema com a formação de banco de dados, é a prática consolidada por parte dos estaleiros da não divulgação de seus reais custos de construção. O contrato de construção de um navio é firmado a um determinado preço, e para fins de acompanhamento da execução e para fins de pagamento do contrato são utilizados como base uma EAP (Estrutura Analítica do Projeto). Um estaleiro ou proponente que possua interesse em aplicar o método proposto, provavelmente possuirá uma base de dados mais acurada, com maiores *inputs* à geração do modelo, permitindo maior desenvoltura na fundamentação do modelo.

No presente trabalho, os custos foram obtidos por informações fornecidas pelos contratantes de construção de navios novos quando da requisição de financiamento pelo FMM – Fundo da Marinha Mercante; e poderão apresentar inconsistências comparada a uma base de dados pertencente aos mesmos contratantes que alimentaram os documentos padronizados do FMM. No entanto, mantém-se que o objetivo deste trabalho é validar a metodologia aplicada.

Um estaleiro ou proponente que possua interesse em aplicar o método proposto, provavelmente possuirá base de dados mais acurada, com maiores *inputs* à geração do modelo, permitindo assim, maior desenvoltura para a fundamentação do modelo.

Observa-se a necessidade de coleta de dados para compor uma amostra aderente. Podemos considerar que a composição de tal amostra de dados é uma das principais dificuldades para criar uma estrutura de avaliação bem fundamentada para a construção naval, uma vez que a indústria naval no país é iniciante, e a quantidade de embarcações hoje em construção são poucas para compor uma amostra adequada para diversas tipologias de embarcações.

Existem outras variáveis que podem ser contabilizadas para a formação do custo de construção de uma embarcação, uma vez que são afetadas conforme a consideração ou a omissão de fatores como:

- a) Oscilações de Mercado
- b) Oscilações Cambiais
- c) Inflações
- d) Disponibilidade de Dados Confiáveis
- e) Tipologias dos Navios
- f) Expertise do Avaliador

6. Conclusões

Este trabalho propôs um método de cálculo à obtenção de um valor de referência para a composição do custo de construção de uma embarcação, em analogia ao método de cálculo comumente utilizado no mercado de avaliações de imóveis urbanos e rurais.

Atualmente, não existe uma prática de avaliação de embarcação como uma analogia ao mercado de avaliação imobiliária, e essa foi a metodologia proposta nesta dissertação. O que foi proposto neste trabalho foi validar a metodologia visando dar credibilidade aos investidores ao valor negocial que está sendo firmado, e com isso, fortalecer o desenvolvimento da indústria naval no país.

A metodologia utiliza-se de análise estatística em regressão linear em que se compara dados de características similares ao da embarcação em análise.

A inferência estatística foi feita com o apoio do programa SISREN e a base de dados foi obtida através de informações alimentadas em documentos padronizados para Apresentação do Preço de Construção (OS-5) ao Fundo da Marinha Mercante – FMM, requisito quando do financiamento da construção com recurso desse fundo.

A prática de valoração comumente utilizada no ambiente de construção civil foi aplicada ao ambiente de construção naval e validada conforme fundamentações e considerações disponibilizadas nas normas técnicas que regem o campo de avaliação de imóveis. Verificou-se que é possível a utilização da mesma metodologia do setor imobiliário no setor naval.

Os resultados para o caso aplicado em embarcação do tipo PSV – *Platform Supply Vessel* apresentaram-se extremamente satisfatórios, consolidados através dos coeficientes estatísticos resultantes do modelo, a um intervalo de confiança de 80%, coeficiente de determinação acima dos 80%, grau I de fundamentação e grau III de precisão do modelo conforme NBR14.653-2, o que conferem a aderência requisitada com relação a amostra de dados e consequentemente ao modelo estruturado.

Assim, a metodologia proposta é extremamente consistente ao mercado da indústria naval, uma vez que propõe uma base sólida e fundamentada para a tomada de decisões dos contratantes e agentes financeiros à formação de contratos de construção de

embarcações, permitindo com isso, o desenvolvimento da indústria naval no país, visto que séries de contratos poderão ser viabilizados através de comparação e aceitação de estudos e referências publicadas e consolidadas no setor naval brasileiro.

6.1. Discussões e Propostas de Trabalhos Futuros

Como proposta para trabalhos futuros sugere-se estruturar um modelo em que todas as tipologias possam ser comparadas entre elas conforme maior ou menor grau de correlação entre seus atributos que refletem na variação de valor da variável dependente.

Ainda, em uma proposta futura, seria interessante compor fatores conjunturais de mercado, condições de oferta e demanda visando à formação de valor do bem em análise. E em um cenário ainda mais futurístico, inserir no modelo estatístico indexadores de riscos, como riscos de mercado, riscos econômicos, oscilações da moeda, de forma a refletir à variação do bem em análise.

Ambos os métodos de formação de valor conforme as conjunturas econômicas e quanto à montagem de cenário de variação de valor conforme os riscos já são utilizados na formação de valores do mercado de ações e valores mobiliários, e nas análises de carteiras de fundos de investimentos, como o teste de stress ou *stress test*, que se mede quanto um valor pode ser afetado em uma situação hipotética macroeconômica e podem ser utilizados analogamente ao mercado naval.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-1/2001 - Avaliação de bens - Parte 1: Procedimentos gerais.**

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-2/2011 - Avaliação de bens - Parte 2: Imóveis urbanos.**

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653-4/2002 - Avaliação de bens - Parte 4: Empreendimentos.**

ALBERINI, J. ABC do Pré-Sal: projeto concebido no âmbito do grupo de trabalho de qualificação de fornecedores da câmara de petróleo e gás. **FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná**, 2011.

ASSIS L. F. **Organização e Tecnologia do Transporte Marítimo**. Apostila do Curso de Pós Graduação em Engenharia Portuária. - Vitória-ES: Agosto de 2008.

ASSIS L. F. **Transporte Marítimo**. Apostila do Curso de Pós Graduação em Engenharia Portuária. - Vitória-ES: 2008.

BARBETTA P. A., REIS M. M. e BORNIA A. C. **Estatística para cursos de engenharia e informática, 2ª Edição** [Livro]. - São Paulo - SP : Atlas S.A., 2008.

CAETANO M. Principais Características do Navio. **CTB Ciência e Tecnologia da Borracha**, 09 out. 2015.

CARVALHO A. **Indústria naval prepara-se para novo período de crescimento no país a partir de 2017.:** O PETRÓLEO, 26 de Setembro de 2016.

CEMBRA - CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA O MAR BRASILEIRO. **O Brasil e o Mar Século XXI** [Livro]. Rio de Janeiro: Base de Hidrografia da Marinha em Niterói, 2012. - 2a.

CLARKSON'S RESEARCH. **Shipbuilding Cycles: Lessons From The Past**. 30 jun. 2017.

CLARKSON'S RESEARCH. **The World Fleet - Time To Go For A Check-Up**. 25 fev. 2016.

COLLYER Marco A. e COLLYER Wesley O. **Dicionário de Comércio Marítimo**. Rio de Janeiro: Lutécia, 2002.

COSTA A. Tipologia e Classificação de Navios. **Transporte Marítimo Global**, nov. 2013.

COSTA R. C. , PIRES V. H. e LIMA G. P. S. Mercado de Embarcações de Apoio Marítimo às Plataformas de Petróleo: Oportunidades e Desafios. **BNDES Artigos**. Rio de Janeiro: set. 2008. Vols. BNDES Setorial,n. 28, p. 125-146.

CREA-RJ & UFF. Engenharia de Avaliações. Rio de Janeiro. 12 mai. 2010.

DAMODARAN A. **Investment Valuation**: Second Edition: Wiley Finance, 2002.

DRUMMOND Carlos. Os estaleiros só afundam. **Carta Capital**. 17 out. 2016.

ECORYS. **Study on the Competitiveness of the European Shipbuilding Industry**. Rotterdam: ECORYS Researching and Consulting, 08 out. 2009.

ENGENHARIA PELLI SISTEMAS. **SISREN - Sistema de Redes Neurais, Regressão Linear e Inferência Estatística**. 1996.

FONSECA M. M. **Arte Naval**. Rio de Janeiro: 1960.

FOSTER M.G.S. **Retomada da Indústria naval e offshore do Brasil 2003-2013-2020: visão Petrobras**. Rio de Janeiro: Agência Brasileira do ISBN, 2013.

FURTADO A. T. Pré-sal, Desenvolvimento Industrial e Inovação. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. jul-dez 2013. pp. Vol. 34 Issue 125, p79-100, 22p.

GALLARDO A., ANDRADE B., GOLDBERG D., COLIN E., OURA F., PINTO M. Construção Naval - breve análise do cenário brasileiro em 2007. Brasília: **Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI**, 2008.

GIELFI G.G., NERIS JR. C. P.; FORNARI, V.C.B, *et al*. Práticas de gestão da melhoria contínua e aprendizado e suas contribuições para a capacidade de inovação na indústria de construção naval do Brasil. **Ciencias Estratégicas**. jul-dez. 2012. pp. pp. 285-301.

GOULARTI A. F. Estado, crédito e planejamento no desempenho da indústria da construção naval brasileira 1990 -2010. **Economia e Sociedade**. Campinas: ago. 2014. Econ. soc. vol.23 no.2.

GRAMMENOS C. T. e PAPAPOSTOLOU N. C. US shipping initial public offerings: Do prospectus and market information matter? **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**. 31 jan. 2012. volume 48, Issue 1. pages 276–295.

HSBC - HSBC GLOBAL CONNECTIONS. **O pré-sal e a indústria brasileira**. 21 jan. 2014. Disponível em <<https://globalconnections.hsbc.com/brazil/pt/articles/o-pre-sal-e-industria-brasileira>>. Acesso em 10 de fevereiro de 2016.

IBAPE - . Norma para Avaliação de Imóveis Urbanos. ed. Filho Eng.º Nelson Nady Nór. - São Paulo: **Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo**. 13 set. 2011.

IMO - INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Bulk Carrier Safety**, Japão, 2002.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA – IPEA. **Ressurgimento da Indústria Naval no Brasil (2000-2013)**. ed. Neto Carlos Alvares da Silva Campos e Pompermayer Fabiano Mezaadre. Brasília: 2014.

JESUS C. G.. **Retomada da Indústria de Construção Naval Brasileira: Reestruturação e Trabalho**. Tese de Doutorado. Campinas: Unicamp - Instituto de Geociências, 2013.

BRASIL. **Lei n.º 10.893**, de 13 de julho de 2004. Dispõe sobre o Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante - AFRMM e o Fundo da Marinha Mercante - FMM, e dá outras providências. Brasília, 13 jul. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.893.htm>. Acesso em: 26 jul. 2017.

LEMOS R. e MORAIS P. **Análise crítica do método evolutivo e proposta de uma nova equação de conjugação de métodos**. Recife: nov. de 2014. vol. VI Simpósio da Sociedade Brasileira de Engenharia de Avaliações.

LILLAND L.G.R. e PHILIP J. **Development of Ship Financing - A study of the 2008 Financial Crisis**. - 2013. Disponível em <http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/169865/Rokne_Lilland_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 26 jul. 2017.

LUCCIO F.B.D. e DORES P.B. O mercado de apoio offshore – panorama e perspectivas. **BNDES - Artigos**. mar. 2016. - vols. BNDS Setorial 43, p. 295-323.

MACANHAN V.B.P., MONTEVECHI J.A.B. e PAMPLONA E.O. Uso do Método da Renda para Avaliação de Imóveis por Regiões - Uma aplicação nas Cidades do Rio de Janeiro e São Paulo: **XX ENEGEP**. out. 2000.

MATHEDI J.O.P. **Embarcações de Apoio à Exploração de Petróleo e Gás**. ed. Apostila. Santos: 2010.

MATTA T.A. **Avaliação do Valor de Imóveis por Análise de Regressão: Um Estudo de Caso para a Cidade de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: dez. 2007. p. 18.

MEYER P.L. **PROBABILIDADE Aplicações à Estatística**. Rio de Janeiro - RJ: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2ª Edição, 1988.

MILOCA S.A. e CONEJO P.D. Multicolinearidade em Modelos de Regressão. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel: 06 out. 2008. **XXII SEMANA ACADÊMICA DA MATEMÁTICA**.

NORMANDO D., TJÄDERHANE L. e QUINTÃO C.C.A. **A escolha do teste estatístico – um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint**. jan-fev 2010.

OM - Agência Camara. **Pré-sal: Petrobras operadora única é garantia de empregos no Brasil**. PDT - Partido Democrático Trabalhista, Brasília: 06 mai. 2016.

PAES A.T. Itens Essenciais em Bioestatística. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia** - Arq. Bras. Cardiol. vol.71 n.4 São Paulo: 09 jul 1998.

PARENTE A.M.P. Material de Aula, **Capítulo 7 - Estimação por intervalos - IST - Instituto Superior Técnico**. Matemática, Técnico Lisboa. out 2000. Disponível em <<http://www.math.ist.utl.pt/~apires/MaterialPE/AulaTCap7C.pdf>> Acesso em 26 jul. 2017.

PELLI N.A. **Roteiro para Análise de Modelos de Regressão**. 06 mai. 2015.

PELLI N.A. **Softwares/SisReN**. 2016.

PELLI SISTEMAS ENGENHARIA. **SisDEA: Roteiro RL**. 6 mai 2015. Disponível em <http://pellisistemas.com/wiki/index.php?title=SisDEA:Roteiro_RL> Acesso em 20 dez. 2016

PELLI SISTEMAS LTDA. **SisReN - Manual do Usuário**.2002.

PIRES J. F. C. M., ASSIS L. F.; REZENDE M., VIEIRA C. L. B. An Integrated System for Ship Construction Projects Control. **Marine Systems & Ocean Technology**. 2013. pp. p. 87-93.

PIRES J.F.C M., GUIMARÃES L.F., ASSIS L.F., ALMEIDA M.F., NASCIMENTO, M.B.C., REZENDE F.M., DUARTE F.N., CRUZ R.M., BOTELHO S.S.C. Um sistema integrado para acompanhamento e controle de projetos de construção naval. **23º Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore**.25 a 29 out. 2010.

PORTAL ACTION. 21 jun. 2010. **Distribuição Normal-Probabilidades**. Disponível em <<http://www.portalaction.com.br/probabilidades/62-distribuicao-normal>>. Acesso em 26 jul. 2017.

PORTAL NAVAL. **Brasil é o quarto maior construtor naval do mundo**. 26 mar. 2014.

PORTOS E NAVIOS. **Transpetro cancela contratação de 17 navios previstos no Promef**. 27 out. 2016.

PORTOS E NAVIOS. **Uma chance para o setor naval - Indústria Naval e Offshore**. 24 out. 2016.

PROMINP. **A Indústria de Construção Naval e Offshore**. Material de Aula 1 - Histórico da Construção Naval no Brasil. - 2012.

PROMINP. **Sobre o PROMINP**. 16 fev. 2017.

RENAUD S. A Semi-Parametric Approach to Second-Hand Ship Prices. **MSc in Maritime Economics and Logistics**. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam, 2008.

RODRÍGUEZ J. Brasil, el gigante despierta. Madri: **El País**, 22 nov. 2009.

ROSA B. e ORDONEZ R. Setor Naval Afunda. **O GLOBO**, 01 jun. 2016.

SANTOS A.M. **Análise de Regressão**. Material de Aula do departamento de saúde pública - UFMA. set. 2007.

SCUTTLEBUTTA. **Nautical Books and Bounty**. 16 set. 2015. Disponível em <<http://scuttlebuttbeaufort.blogspot.com.br/2011/04/beaufort-other-tees.html>> Acesso em 09 out. 2015.

SILVA E SÁ A.R. Avaliação Imobiliária: método comparativo de dados do mercado – tratamento científico. [Periódico]. - Florianópolis: **Revista Online IPOG**. jul. 2013.

SINAVAL - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE. **Cenário da Construção Naval - 1º Semestre de 2016**. - Rio de Janeiro: jul. 2016.

SINAVAL - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE. **Indústria naval no Brasil: um novo horizonte**. set.2007.

SINAVAL - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE. **Mão de obra qualificada é desafio para o futuro da indústria naval e offshore**. 05 ago. 2014.

SINAVAL - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE. **Mapa dos Estaleiros no Brasil**. nov. 2016.

SINAVAL - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E OFFSHORE. **Obstáculos à competitividade**. 2014.

SPIEGEL M.R. **Estatística**. 3ª Edição. São Paulo: Pearson Makron Books, 2004.

STOTT P. **Shipbuilding Competitiveness**. Palestra. Professor Newcastle University na Universidade do Recife - UFPE. jul. 2013

TUPPER E.C. **Introduction to Naval Architecture**. Waltham: Elsevier Ltd., 2013.

VERAX CONSULTORIA. **Estimativa da Capacidade da Indústria Naval Mundial Considerando Produtividade e Estrutura de Ativos**. São Paulo: 2009. Disponível em

<<http://www.veraxc.com/documentos/VX00-080825-ConstrucaoNaval-resumo.pdf>>

Acesso em 26 jul. 2017.

VIEIRA S. **Elementos de Estatística**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2006.

WANNER K.M. **The Hamburg Ship Evaluation Standard and its impacts on ship appraisal**. Bremen: University of Applied Sciences Bremen, 2014.