

André Amâncio de Moraes

**METODOLOGIA DE SUPORTE AO PROJETO  
INFORMACIONAL E CONCEITUAL DE EMBARCAÇÕES DE  
RECREIO A MOTOR DE PEQUENO PORTE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Pontin Tancredi

Joinville

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

de Moraes, André Amâncio  
Metodologia de Suporte ao Projeto Informacional e  
Conceitual de Embarcações de Recreio à Motor de Pequeno  
Porte / André Amâncio de Moraes ; orientador, Cristiano  
Vasconcellos Ferreira ; coorientador, Thiago Pontin  
Tancredi. - Joinville, SC, 2017.  
179 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Campus Joinville. Programa de Pós-Graduação  
Multidisciplinar em Saúde.

Inclui referências

1. Saúde. 2. desenvolvimento de produto. 3. metodologia  
de projeto de embarcação a motor. 4. metodologia de projeto  
de pequenas embarcações. I. Vasconcellos Ferreira,  
Cristiano. II. Pontin Tancredi, Thiago. III. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação  
Multidisciplinar em Saúde. IV. Título.

André Amâncio de Moraes

**METODOLOGIA DE SUPORTE AO PROJETO  
INFORMACIONAL E CONCEITUAL DE EMBARCAÇÕES DE  
RECREIO A MOTOR DE PEQUENO PORTE**

Este (a) Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas.

Joinville, 21 de fevereiro de 2017.

---

Prof. Breno Salgado Barra, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Cristiano Vasconcellos Ferreira,  
Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. Célio Teodorico dos Santos, Dr.  
Universidade do Estado de Santa  
Catarina

---

Prof. Thiago Pontin Tancredi, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. Régis Kovacs Scalice, Dr.  
Universidade Federal de Santa  
Catarina

---

Prof. Bernardo Luis Rodrigues de  
Andrade, Dr.  
Universidade de São Paulo  
(videoconferência)



Este trabalho é dedicado ao espírito brasileiro, às águas deste país, ao seu povo e a sua ciência. Escrito ou versado, o conhecimento desta nação será lembrado.

## AGRADECIMENTOS

Aos caríssimos familiares, amigos e colegas que possibilitaram a execução desta dissertação, meus sinceros agradecimentos.

Adriana Viegas Amâncio  
Luis Roberto Vasconcellos de Moraes  
Gabriel Amâncio de Moraes  
Otávio Amâncio de Moraes  
Samyra Goularte de Oliveira  
Diogo Kramel

Acires Dias  
Adrian Savaris  
Adroaldo Savaris  
Alexandre Meinecke  
Alexandre Nicolaos Simos  
Amarilis Laurenti  
Andrea Piga  
Andrea Valterza  
Bernardo Luis Rodrigues de Andrade  
Caroline Moretto  
Cássia Thamara  
Célio Teodorico dos Santos  
Cléber Guedes  
Cristiane Berlezi  
Cristiano Vasconcellos Ferreira  
Felipe Sasse  
Fernanda Hille  
Fredi Cenci  
Iury Araújo  
James Schipmann Eger  
Marina Pezzini  
Matheus Oliven  
Maurício Briatore Wilkins  
Orestes Alarcon  
Paola Bertolo  
Rafael Dantas de Souza  
Régis Kovacs Scalice  
Ricardo Quinhões Pinto  
Thiago Pontin Tancredi

## RESUMO

Embarcações de esporte e recreio a motor, coloquialmente chamadas de lanchas marcam o ideário da cultura náutica nacional. Atendida por mais de 61 estaleiros espalhados por todo o território nacional, por empresas brasileiras e estrangeiras, a indústria náutica se foca na produção destes bens duráveis. Esta mesma indústria tem de atender à grande diversidade de embarcações e seus usos e para isso desenvolvem novas embarcações a cada novo ciclo comercial, empregando a atividade de projeto. Entretanto, as metodologias vigentes focam no projeto de embarcações de caráter comercial de transporte, enquanto a metodologia de projeto embarcações de esporte e recreio não se veem refletidas na produção acadêmica mais recente. Observa-se neste cenário a oportunidade de proposição de uma metodologia de apoio ao projeto informacional e conceitual de embarcações de esporte e recreio a motor, visando principalmente a sistematização do processo de obtenção de especificações de projeto de embarcações, do processo de geração e da avaliação de conceitos-solução. Visando esta proposição, objetivo principal deste trabalho, foi levantado o estado-da-arte e realizados estudos de caso para a organização do conhecimento de especialistas em projeto de embarcações. A metodologia proposta foi avaliada com o projeto de uma embarcação de recreio de pequeno porte à motor por uma equipe de acadêmicos de engenharia naval da Universidade Federal de Santa Catarina. O resultado desta aplicação foi avaliado por dois grupos. Um grupo interno constituído da equipe de projeto e outro grupo externo constituído de especialistas da indústria náutica e da academia. Os resultados da avaliação confluíram para sua aceitação como metodologia de apoio ao projeto informacional e conceitual de embarcações de recreio à motor, e auxiliaram na identificação de oportunidades de melhoria.

Palavras-chave: *desenvolvimento de produto, metodologia de projeto de pequenas embarcações, metodologia de projeto de embarcação a motor, projeto informacional, projeto conceitual*

## ABSTRACT

Motor leisure boats, or commonly identified as powerboats, define the Brazilian nautical culture. Attended by over 61 yards scattered all over the country, by Brazilian and foreign enterprises, the Brazilian nautical industry focuses on the production of these durable goods. This same industry must answer to a diverse myriad of boats and their uses, so to comply with this demand develops new boats within each new economic cycle employing the activity of design. However, actual methodologies focus on the design of commercial transport and military vessels, while design methodologies for small boats for private use, such as leisure crafts, does not see themselves reflected among the most recent academic publications. In this way, aspects like design information treatment, requirements engineering, and trade-off conflicts are unexplored. It is observed the necessity and the opportunity to propose a support methodology for informational and conceptual design of motor leisure boats. Aiming mainly the systematization of obtaining design specifications, which are particular of this kind of craft, and the systematization of the generation and evaluation of solution concepts, also, employing design support tools. For this, it was raised the state-of-the-art through bibliographic research and interviews with specialists. The proposed methodology was evaluated by the design of a small recreational motor boat by a team of academic engineers of Federal University of Santa Catarina. The results of this application, as well as the graphical representation of the proposed methodology scheme, with its verbal explanation were submitted to a questionnaire evaluation within two groups. The first consisting of the design team and the second of nautical industry specialists and academic specialists. These results contributed for the overall acceptance of the methodology among both groups and had assisted in the identification of improvement opportunities.

*Keywords: product development, small boat design methodology, motor boat design, information design, conceptual design*

## Lista de Figuras

Figura 1. Tipos de Embarcações a Propulsão Mecânica (BOATU.S., Boat Owners Association of The United States, acesso 31/10/2015) ...	23
Figura 2 - Porcentagem de Embarcações Produzidas no Brasil, separadas por Tipo (REVISTA NÁUTICA, 2016) .....	27
Figura 3 - Metodologia de Pesquisa .....	33
Figura 4 - Produção textual para os termos de pesquisa nas bases selecionadas, I .....	37
Figura 5 - Produção textual para os termos de pesquisa nas bases selecionadas, II .....	38
Figura 6 - Evolução da produção textual para os termos de pesquisa na base Periódicos CAPES .....	39
Figura 7 - Caracterização das Metodologias de Projeto .....	40
Figura 8 - Modelo PRODIP (adaptado de BACK et al, 2008) .....	43
Figura 9. PDP para automóveis adaptado de Macey (2009) .....	49
Figura 10. Sketchings de um mini automóvel (MACEY, 2009) .....	50
Figura 11 - Espiral de Projeto (adaptado de: TAGGART, 1980 apud PAPANIKOLAOU, 2014) .....	56
Figura 12 - Modelo SEAQUEST (DRAKE et al, 2008) .....	60
Figura 13 - Estrutura Funcional de um OSV (ERIKSTAD, 2012).....	62
Figura 14 – Projeto de Navios Baseado em Sistemas (LEVANDER, 2009) .....	64
Figura 15 - Desenvolvimento de uma Fragata (MISTREE et al, 1990)	65
Figura 16 - Modelo de Projeto baseado em Nazarov (2012).....	66
Figura 17. Mapa conceitual de projeto náutico da Empresa A.....	76
Figura 18. Mapa conceitual da Empresa B.....	77
Figura 19. PDP da Empresa A .....	78
Figura 20. PDP da Empresa B.....	79
Figura 21. Fluxograma Geral da Metodologia Proposta .....	84
Figura 22. Fluxograma do Projeto Informacional .....	85
Figura 23. Tarefas propostas para a definição do escopo da embarcação .....	86

Figura 24. Tarefas propostas para a definição do Ciclo de Vida da Embarcação.....	87
Figura 25. Tarefas propostas para a etapa de Estabelecimento das Necessidades de Projeto da Embarcação .....	90
Figura 26. Tarefas propostas para a etapa de Definição das Restrições de Projeto da Embarcação.....	92
Figura 27. Tarefas propostas para a etapa de Definição dos Requisitos de Projeto da Embarcação.....	93
Figura 28. Tarefas propostas para a etapa de Análise de Necessidades dos Clientes, Requisitos de Projeto e Qualidade Projetada.....	95
Figura 29. Primeira matriz do QFD (ROZENFELD et al, 2005).....	96
Figura 30. Tarefas propostas para a etapa de Definição das Diretrizes de Projeto da Embarcação.....	100
Figura 31. Tarefas propostas para a etapa de Definição das Especificações de Projeto da Embarcação .....	103
Figura 32. Fluxograma do Projeto Conceitual .....	105
Figura 33. Tarefas propostas para a etapa de Geração de Alternativas de Conceito .....	106
Figura 34. Exemplo de sketching de embarcação (NAZAROV, 2012). .....	110
Figura 35. Exemplo de rendering manual (arquivo pessoal).....	111
Figura 36. Tarefas propostas para a etapa de Seleção de Conceito da Embarcação.....	111
Figura 37. Matriz de Decisão (adaptada de BACK et al, 2008).....	112
Figura 38. Representação gráfica das alternativas de conceito, A, B e C, respectivamente por intermédio das tarefas 2.1.4 e 2.1.5. ....	125
Figura 39. Resultados da avaliação da diretriz: Proposição de Ferramentas.....	130
Figura 40. Resultado da avaliação da diretriz: Definição de Informações de Projeto .....	130
Figura 41. Resultado da avaliação da diretriz: Proposição da Qualidade Desejada.....	131
Figura 42. Resultado da avaliação da diretriz: Proposição de Registro de Informações.....	132

Figura 43. Resultados da avaliação da diretriz: Orientação ao Aporte de Recursos .....	132
Figura 44. Resultado da avaliação da diretriz: Redução do Número de Iterações da Espiral de Projeto .....	133
Figura 45. Resultado da avaliação do critério aplicabilidade da metodologia proposta. ....	134
Figura 46. Resultado da avaliação do critério clareza gráfica. ....	134
Figura 47. Resultado da avaliação do critério rigor da apresentação. .	135
Figura 48. Resultado da avaliação do critério completeza. ....	136
Figura 49. Resultado da avaliação do critério robustez e reusabilidade. ....	136
Figura 50. Resultado da avaliação do critério eficiência.....	137

## Lista de Quadros

Quadro 1. Objetivos Específicos .....	31
Quadro 2. Atributos de produtos industriais (adaptado de BACK et al, 2008).....	45
Quadro 3. Comparação do Modelo Genérico de Desenvolvimento de Embarcações entre Autores .....	55
Quadro 4. Organização das metodologias, fases, processos, informações e ferramentas.....	70
Quadro 5. Quadro comparativo entre as Empresas A e B .....	81
Quadro 6. Exemplo de estrutura de desdobramento do ciclo de vida de embarcações de recreio à motor.....	88
Quadro 7. Exemplo de aplicação da lista de requisitos de projeto ...	94
Quadro 8. Alguns parâmetros de engenharia da TRIZ (MAZUR, 1995 apud FERREIRA, 2002).....	101
Quadro 9. Exemplos de aplicação da TRIZ no projeto náutico.....	101
Quadro 10. Quadro de Especificações de Projeto .....	104
Quadro 11. Matriz Morfológica.....	108
Quadro 12. Exemplo de Estrutura de Princípio de Solução, adaptado de Ferreira (2002) .....	108
Quadro 13. Exemplo de composição de princípios de solução para geração de alternativas de conceito .....	109
Quadro 14. Necessidades dos Clientes obtidos na aplicação.....	116
Quadro 15. Restrições de Projeto obtidas na aplicação .....	118
Quadro 16. Requisitos de Projeto levantados na aplicação .....	119
Quadro 17. Diretrizes de Projeto Propostas.....	120
Quadro 18. Quadro Especificações para o Projeto de Embarcação de Recreio a Motor de Pequeno Porte .....	121

Quadro 19. Aplicação da Matriz Morfológica para a Estrutura Modular selecionada.....	124
Quadro 20. Determinação da classificação dos conceitos da etapa 2.2 .....	126
Quadro 21. Critério e questões de avaliação sistemática .....	128
Quadro 22. Critérios de avaliação da metodologia proposta.....	129

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABS, American Bureau of Shipping  
AHP, Analytical Hierarchy Process  
ASNE, American Society of Naval Engineers  
CAD, Computer Aided Drawing  
CAE, Computer Aided Engineering  
CAM, Computer Aided Manufacturing  
CAPES, Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior  
CFD, Computer Fluid Dynamics<sup>51</sup>  
CNC, Controle Numérico Computadorizado  
DPC, Diretoria de Portos e Costas  
DSPT, Decision Support Paleta Technique  
EBDIG, European Boat Design Innovation Group  
IMDC, International Marine Design Conferente  
ISO, International Standardization Organization  
NORMAM, Norma da Autoridade Marítima  
NSWCCD, Naval Surface Warfare  
*NTNU*, Norwegian Technological University  
OSV, Offshore Supply Vessel  
PDP, Processo de Desenvolvimento de Produtos  
QFD, Quality Function Deployment  
*RIBs*, Rigid Inflatable Boat  
RINA, Royal Institution of Naval Architects, Registro Italiano Navale  
SBSD, System Based Ship Design  
TRIZ, Teoria da Solução Inventiva de Problemas  
UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
1.1. Justificativas.....	29
1.2. Objetivos.....	31
1.3. Metodologia Científica .....	32
1.4. Resultados Esperados.....	34
1.5. Organização da Dissertação.....	34
<b>2. ESTADO-DA-ARTE.....</b>	<b>37</b>
2.1. Revisão Sistemática .....	37
2.2. Modelo de Referência do Desenvolvimento Integrado de Produtos .....	41
2.2.1. Projeto Informacional.....	43
2.2.2. Projeto Conceitual .....	46
2.2.3. Projeto Preliminar.....	47
2.2.4. Projeto Detalhado .....	48
2.3. Modelo de Referência de Desenvolvimento de Embarcações.....	51
2.3.1. Método de Projeto por Otimização.....	58
2.3.2. Projeto de Navios baseado em Sistemas.....	61
2.3.3. Projeto de Navios auxiliado por Decisão .....	64
2.3.4. Metodologia de Projeto de Embarcações de Nazarov (2012) .....	66
2.4. Considerações Finais .....	68
<b>3. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....</b>	<b>71</b>
3.1. Entrevistas.....	71
3.1.1. Identificação das Empresas e Mapas Conceituais .....	73
3.1.2. Análise dos Mapas Conceituais.....	74
3.2. Considerações Finais .....	81
<b>4. PROPOSTA DA METODOLOGIA.....</b>	<b>83</b>
4.1. Diretrizes para a Proposição da Metodologia .....	83
4.2. Projeto Informacional .....	83
4.2.1. Etapa 1.1: Definição do Escopo e Missão da Embarcação.....	85
4.2.2. Etapa 1.2: Definição do ciclo de vida da embarcação .....	87

4.2.3.	Etapa 1.3: Estabelecimento das necessidades dos clientes da embarcação .....	89
4.2.4.	Etapa 1.4. Definição das restrições de projeto da embarcação .....	90
4.2.5.	Etapa 1.5. Definição dos requisitos de projeto da embarcação .....	93
4.2.6.	Etapa 1.6. Análise das necessidades dos clientes, requisitos de projeto e qualidade projetada .....	95
4.2.7.	Etapa 1.7. Definição das diretrizes de projeto da embarcação .....	99
4.2.8.	Etapa 1.8. Definição das especificações de projeto da embarcação .....	103
<b>4.3.</b>	<b>Projeto Conceitual.....</b>	<b>105</b>
4.3.1.	Etapa 2.1 Geração de alternativas de conceito .....	106
4.3.2.	Etapa 2.2. Seleção do conceito da embarcação .....	111
<b>4.4.</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>113</b>
<b>5.</b>	<b>APLICAÇÃO.....</b>	<b>114</b>
<b>5.1.</b>	<b>Aplicação da Metodologia Proposta .....</b>	<b>114</b>
5.1.1.	Fase de Projeto Informacional.....	115
5.1.2.	Fase de Projeto Conceitual.....	123
<b>5.2.</b>	<b>Avaliação .....</b>	<b>127</b>
<b>5.3.</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	<b>137</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>139</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>144</b>
<b>8.</b>	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>150</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>151</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Coloquialmente chamadas de lanchas, as embarcações<sup>1</sup> de recreio a motor podem assumir diversas funções na imaginação de seus usuários. Para a Marinha do Brasil, embarcações de grande porte ou iates são aquelas com comprimento igual ou superior a 24m, embarcações de médio porte possuem comprimento inferior a 24m e maior que 5m; e embarcações de propulsão mecânica designam “qualquer embarcação movimentada por meio de máquinas ou motores” (MARINHA DO BRASIL, DPC, 2003).

O setor responsável pela fabricação destas embarcações é denominado de indústria náutica. Existem neste ramo de atividade uma grande gama de produtos à disposição do cliente. Estes produtos variam de acordo com o uso ao qual o consumidor dará à sua embarcação. A instituição, *BoatU.S., Boat Owners Association of The United States* (Associação dos Donos de Barcos dos Estados Unidos da América) traz uma lista dos tipos de embarcações à propulsão mecânica<sup>2</sup>, conforme descrito abaixo e representado na figura 1:

- (1) **Bass Boat**, possuem, geralmente, entre 14 e 23 pés e são tipicamente utilizadas para pesca em torneios de pesca de água doce em lagos e rios;
- (2) **Bay Boat**, possuem perfil baixo para uso em águas rasas como baías, estuários e regiões próximas às praias;
- (3) **Bowrider**, tem a proa aberta, e por isto é projetada para comportar mais assentos além do posto de comando. Tipicamente variam entre 17 e 30 pés sendo propulsionadas por motores centro-

---

<sup>1</sup> A Marinha do Brasil, por intermédio da resolução normativa NORMAM, Normas da Autoridade Marítima, define embarcação como:

*“qualquer construção, inclusive as plataformas flutuantes e as fixas quanto rebocadas, sujeita a inscrição na autoridade marítima e suscetível de se locomover na água, por meios próprios ou não, transportando pessoas ou cargas”.* NORMAN 01, DPC, Marinha do Brasil, 2003.

<sup>2</sup> O texto deste trabalho irá adotar as referidas denominações de nomenclatura da Instituição Boat U.S. (N.A.)

rabeta ou motores-de-popa. São consideradas o modelo de escolha dos iniciantes no mundo náutico por serem familiares e podem ser usadas para pesca e esportes aquáticos;

(4) **Center Console**, estas embarcações possuem o posto de comando em uma posição central na embarcação e podem variar de 13 a 45 pés. A maioria possui motorização de popa e são usadas para pesca esportiva;

(5) **Convertible Fishing Boat**, são embarcações de 35 pés ou maiores. São usadas para pesca oceânica e cruzeiro por serem aparelhadas com cabines amplas, *galleys* e beliches. Quando dotadas de *flybridge* ajudam na prática da pesca por posicionar melhor o observador à procura de peixe;

(6) **Cruiser**, variam de 21 a 45 pés e possuem cabine na proa da embarcação especialmente desenhadas para pernoite e são grandes o suficiente para acomodar *galley* e beliches;

(7) **Cuddy Cabin**, estas embarcações tem uma pequena cabine para armazenamento e podem acomodar um beliche;

(8) **Deck Boat**, possuem boca larga e um fundo em V, oferecendo maior desempenho que um *pontoon boat*. Sua característica principal é o *deck* aberto com vários assentos, sendo usados para esportes aquáticos. Geralmente possuem entre 25 e 35 pés.

(9) **Downeast Cruiser**, são embarcações nativas da Nova Inglaterra. Também são reconhecidas pelo nome de *Lobster Boats* e são construídas para pesca ou cruzeiro. Possuem cabines e área de jantar;

(10) **Dual Console**, estas embarcações, apesar do nome, possuem dois assentos na área de console, porém o para-brisas é fendido ao meio para dar acesso à área da proa, que é aberta como nas *bowriders*;

(11) **Express Fisherman**, são projetadas para grandes velocidades para a rápida aproximação às zonas de pesca oceânica. Possuem *cockpit* amplo e aberto e área principal de pesca na popa da embarcação e, geralmente, possuem acomodação limitada para pernoite;

(12) ***Fish'n'Ski Boat***, usadas tanto para *ski* como pesca, portanto os acessórios necessários para ambas as atividades. Possuem entre 16 e 24 pés;

(13) ***Flats Boat***, variam entre 14 e 18 pés projetados para navegação em águas rasas;

(14) ***High Performance Boat***, construídos para serem velocistas, com boca estreita, ângulo de popa agudo, leves, resistentes e baixa relação de peso-potência. São propulsionados por motores de alta potência podendo ser do tipo de popa, sterndriver ou surfasse driver, ideais para corridas ou rápidos cruzeiros. Variam de 25 a 60 pés;

(15) ***Houseboat***, são casas flutuantes, propelidas por motores externos ou internos. Variam de 25 a 150 pés. Possuem as características de uma casa bem equipada, cozinha, salas e cabines. São usadas em regiões de águas abrigadas por possuírem borda-livre curta;

(16) ***Inflatable Boat***, usualmente medem de 6 a 14 pés de comprimento, podendo ser maiores, possuem tubos infláveis ao longo do costado. A popa rígida permite a instalação de motores externos;

(17) ***Jet Boat***, possuem simples ou múltiplos jatos ao invés de hélices para propulsão. São ágeis nas manobras e são usados para esportes aquáticos;

(18) ***Jon Boat***, são pequenas embarcações utilitárias principalmente para águas rasas, variam de 10 a 18 pés. São feitos de alumínio ou plástico reforçado com fibra de vidro;

(19) ***Multi-species Boat***, variam de 17 a 23 pés de comprimento. São projetados para viagens em águas agitadas, ao contrário dos *bass boats*. São usados para múltiplas funções;

(20) ***Pilothouse Boat***, abrigam uma casaria totalmente fechada para cruzar mares agitados. São populares no mercado americano para a pesca e o cruzeiro e variam de 20 a 35 pés;

(21) ***Pontoon Boat***, possuem de 2 a 3 tubos que suportam uma ampla plataforma, possuem calado baixo e são muito estáveis,

sendo usadas em águas abrigadas como rios e lagoas. Usadas para cruzeiro, pesca e esportes aquáticos, variam de 15 a 30 pés;

(22) **Power Catamaran**, possuem dois cascos e são geralmente usados para pesca *offshore*. São mais duros, estáveis, rápidos e econômicos que monocascos planantes. Variam de 25 a 40 pés;

(23) **PWC, Personal Watercraft**, no Brasil conhecidos como *jet-skis*, embarcações de entrada e mais econômicas, variam de 9 a 14 pés, propulsionados por jato d'água;

(24) **Rigid Inflatable, RIBs**, possuem um casco de fibra de vidro ou alumínio adjunto aos tubos de borracha infláveis. São, usualmente, mais rápidos, amplos e carregam mais carga que os infláveis normais;

(25) **Runabout**. A *BoatU.S.* informa, no entanto, que muitas embarcações são denominadas *runabouts*, mas geralmente são pequenas embarcações a motor, entre 14 e 24 pés usadas para esportes aquáticos, cruzeiro e pesca;

(26) **Sedan Bridge Boat**, são embarcações destinadas ao cruzeiro, com acomodações abaixo do deck preparadas para longos períodos em água. Variam de 35 a 65 pés e possuem *flybridge*;

(27) **Ski and Wakeboard Boat**, são especificamente projetados para esportes aquáticos por gerar ondas no rastro da embarcação por intermédio de lastros e conformação especial do casco;

(28) **Skiff**, similares ao *Jon Boat*, são projetados para águas rasas, sua forma de casco pode ser plano ou catedral;

(29) **Utility Boat**, variam de 12 a 20 pés e são usados como barcos de pesca ou de trabalho. Possuem baixa necessidade de manutenção;

(30) **Walkarounds**, embarcações de 20 a 30 pés de comprimento que permitem o acesso ao redor da cabine de comando.

(31) **Trawlers**, embarcações derivadas das traineiras de pesca que foram adaptadas para o conforto de passageiros, apresentam robustez, segurança e baixas velocidades, devido ao seu casco deslocante e grande calado.



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)



(9)



(10)



(11)



(12)

**Figura 1. Tipos de Embarcações a Propulsão Mecânica (BOATU.S., Boat Owners Association of The United States, acesso 31/10/2015)**



(13)



(14)



(15)



(16)



(17)



(18)



(19)



(20)



(21)



(22)



(23)



(24)

Continuação da figura 1. Tipos de Embarcações a Propulsão Mecânica (BOATU.S., Boat Owners Association of The United States, acesso 31/10/2015)



(28)



(29)



(30)



(31)

Continuação da figura 1. Tipos de Embarcações a Propulsão Mecânica (*BOATU.S., Boat Owners Association of The United States, acesso 31/10/2015*)

Nota-se que a atividade de projeto destas embarcações produz barcos dos mais variados tipos para as mais variadas situações e funções. Se a embarcação vai ser usada principalmente para a pesca, deve ter uma configuração que facilite a atividade, ou se será usada para esportes aquáticos, deve ser veloz e produzir ondas regulares no seu rastro. Para a família, ou grupo de amigos, é melhor que seja espaçosa e tenha as facilidades de um lar.

Além da funcionalidade, o ambiente na qual será usada é outro fator a ser considerado. Constata-se, por exemplo, que lanchas para águas rasas são consideravelmente diferentes daquelas usadas em cruzeiros em alto mar. A estabilidade transversal da primeira é muito inferior à da segunda, em virtude do baixo calado necessário para navegar em águas rasas. No entanto o menor calado permite que estas embarcações visitem estuários turísticos impossíveis de serem alcançados por uma embarcação com maior calado.

Seguindo este raciocínio, no Brasil, o mercado náutico produz diversos modelos de embarcações. Na Figura 2 pode-se observar que o mercado brasileiro se especializou na produção de lanchas de passeio

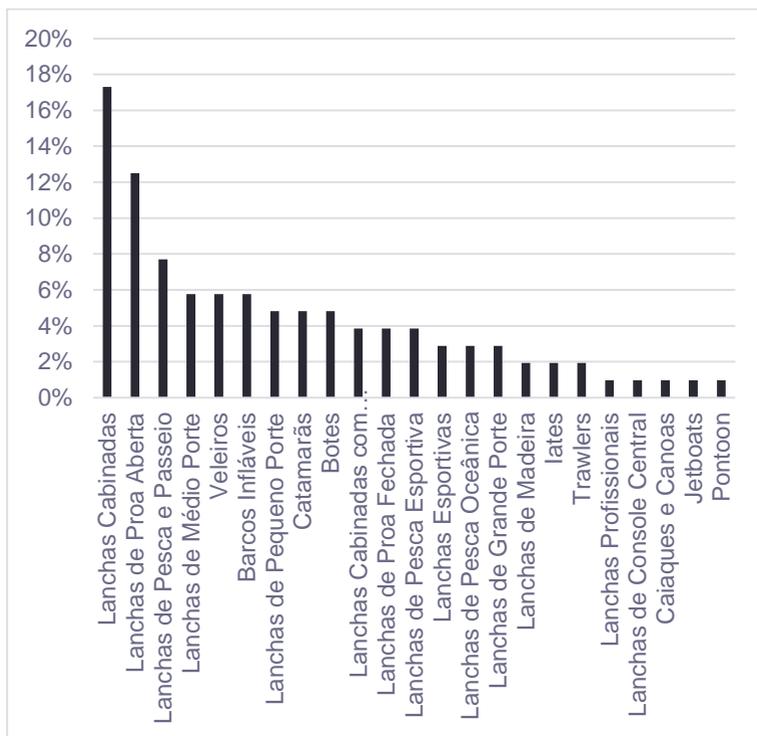
cabinadas, lanchas de proa aberta e lanchas de pesca, seguindo o clima ameno do território na maior parte do ano.

Estes produtos são fabricados por 61 estaleiros espalhados por todo o território nacional. Cada empresa produz, em média, 2 tipos de embarcações dentre aquelas apresentadas na Figura 2, concentrando-se como observado em variações de lanchas cabinas, de proa aberta e de pesca.

O processo de projeto de embarcações envolve diversas áreas do conhecimento e engloba a presença de vários profissionais, especialistas em suas áreas de trabalho. Nesta atividade estão presentes os profissionais (NAZAROV, 2012):

- *boat designer*, pessoa capacitada para atividades de cunho estético e de engenharia do projeto da embarcação;
- *stylist*, desígnio dado ao profissional de desenho industrial especialista em projeto estético e emocional;
- arquiteto naval, especialista diplomado em arquitetura naval e, ou, engenharia com certificado em arquitetura naval;
- engenheiro naval, e ou mecânico, eletricitista, especializado em desenvolver os equipamentos, sistemas e maquinário de bordo;
- designer de interiores, pessoa capacitada no tratamento do projeto de interiores de cunho ergonômico e estético.

Sob o ponto de vista dos usuários da embarcação, ao longo do ciclo de vida, Tomek Glowacki (2014) define dois tipos de usuários finais para embarcações de recreio de luxo, em seu livro *Successful Win-Win Strategies for a Superyacht Project*. O primeiro tipo diz respeito ao usuário navegante, que denominado *yachtsman*. *Yachtsman* são capitães de seus barcos e possuem muito conhecimento acerca deles, quando envolvidos com um projeto de seu próximo barco estes serão clientes importantes.



**Figura 2 - Porcentagem de Embarcações Produzidas no Brasil, separadas por Tipo (REVISTA NÁUTICA, 2016)**

Outro tipo de cliente, enunciado por Glowacki (2014), compra barcos pelas mais diferentes razões. Sua motivação é diferente e os seus objetivos superficiais. Em geral buscam o prestígio de possuir uma embarcação e geralmente não se envolvem no projeto.

Glowacki (2014) ainda enumera mais clientes que detém influência sobre o projeto, são eles:

- Cliente com conhecimento técnico sobre o assunto, exemplo capitão-amador;
- Cliente sem conhecimento técnico;
- Família ou grupo social;
- Arquiteto Naval ou Yacht Designer;
- Designer de Interiores;
- Fornecedores;
- Sociedades Classificadoras;
- Representantes;
- Gerente de Projetos do estaleiro e
- Estaleiro.

Para o desenvolvimento de produtos as organizações devem possuir um procedimento adequado que viabilize a aplicação de conhecimento técnico de um modo sistemático, unindo a ciência de projeto aos métodos científicos para analisar os sistemas técnicos e a sua interação com o ambiente e o usuário a fim de definir regras para o seu desenvolvimento (Pahl & Beitz, 2005).

Em sua obra Pahl & Beitz (2005) definem metodologia de projeto como um procedimento planejado com indicações concretas de condutas a serem observadas no desenvolvimento e no projeto de sistemas técnicos, que resultaram de conhecimentos na área de ciência de projeto e da psicologia cognitiva e também da experiência com diferentes aplicações. De acordo com Pahl e Beitz (2005) a metodologia de desenvolvimento de produtos deve atender as condições listadas abaixo:

- Possibilitar um procedimento orientado por problemas;
- Incentivar invenções e conhecimentos, facilitando a busca por soluções ótimas;
- Ser compatível com conceitos, métodos e conhecimentos de outras disciplinas;
- Não gerar soluções somente por acaso;

- Permitir uma fácil transferência das soluções de tarefas semelhantes;
- Ser apropriada para ser usada no computador;
- Ser possível de ser ensinada e aprendida;
- Estar em conformidade com conhecimentos da psicologia cognitiva e da ergonomia;
- Facilitar o planejamento e o controle do trabalho em equipe num processo integrado e multidisciplinar de geração de um produto e
- Servir de orientação e diretriz para os gerentes de projeto de equipes de desenvolvimento.

Na proposição da metodologia de projeto de embarcações procurar-se-á atender as condições listadas por Pahl e Beitz (2005).

Neste cenário é importante perguntar como lidar com a indústria e a produção de embarcações que devem atender mais e mais requisitos e restrições, que demandam de milhares de horas de projeto, times de especialistas, fornecedores e estaleiros profissionais.

A tarefa de desenvolver produtos é uma reunião de aspectos humanos, mercadológicos e tecnológicos que parte da necessidade de um cliente, ou conjunto deles, que visa explorar suas necessidades e possibilidades. Neste contexto, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é uma interface entre empresa e mercado que antecipa essas necessidades e propõe soluções para saná-las, por meio de projeto de produtos e serviços. É uma atividade estratégica, uma vez que foca no ciclo de vida do produto e une as possibilidades tecnológicas para desenvolver um produto que atenda às necessidades do mercado, com qualidade, no tempo e custo competitivos (ROZENFELD *et al* 2006).

Em suma, tem-se a necessidade e a oportunidade de se propor uma metodologia de apoio ao projeto de embarcações de esporte e recreio a motor.

### **1.1. Justificativas**

As justificativas que corroboram para o desenvolvimento deste trabalho envolvem aspectos de mercado e científicos.

Percebe-se que a cultura náutica brasileira está se desenvolvendo. O SEBRAE, no seu relatório Estudo Setorial da Indústria Catarinense - Náutico (2014) apontou oportunidades de investimento no setor, de acordo com a opinião de especialistas. Apesar da crise política e econômica atual, até o ano do presente relatório os brasileiros estavam alterando seus hábitos de consumo, visava-se a compra de embarcações. No cenário atual, a inovação e a redução de custos são fatores imperativos para a manutenção das empresas no mercado.

As empresas que possuem um processo de desenvolvimento de produtos alinhado à sua estratégia tendem a apresentar vantagem competitiva em manufatura. O polo náutico de Santa Catarina, que reúne as empresas do setor de economia-do-mar do Estado, apresenta uma heterogeneidade quanto ao PDP. As empresas mais bem-sucedidas apresentam modelos de desenvolvimento de produtos e planejamento e controle da produção, enquanto empresas mais modestas trabalham com processos não estruturados e não competitivos. Logo, a organização do processo de desenvolvimento de produtos destas empresas com foco no entendimento das necessidades do cliente e na geração de conceitos, podem contribuir para resultados de sucesso do projeto. No entanto, tais fatores inseridos nas fases de Projeto Informacional e Projeto Conceitual, apresentam-se deficitários no modelo atual de metodologia seguido pela indústria naval e náutica.

Outra justificativa para o presente trabalho reside na inserção de práticas de pesquisa e desenvolvimento para o mercado náutico nacional, buscando oferecer uma alternativa à prática da representação pela espiral de Evans (1959) em fases iniciais de projeto se alinhando à tendência mundial de adotar a abordagem proposta no *Marine Design* (proposta da EBDIG, *European Boat Design Innovation Group*, Grupo Europeu de Inovação em Projeto de Embarcações).

O *Marine Design* é uma abordagem holística ao processo de projeto de embarcações, baseada nas metodologias de projeto industrial, levando em consideração fatores humanos. É um processo baseado em práticas já consagradas na indústria, com foco no seu usuário final bem como em *stakeholders* ao longo do ciclo de vida da embarcação, visando à geração de especificações de projeto. O foco de *Marine Design* é promover

melhoria em estética, considerar fatores humanos e funcionalidade da embarcação ou sistema, além da comerciabilidade da embarcação. O projetista deve estar apto para criar e executar soluções de projeto criativas para problemas de forma, usabilidade, ergonomia, comerciabilidade e vendas. A abordagem do projeto industrial é associar uma forma a função e, ao mesmo tempo, integrar a embarcação ao usuário e com ao ambiente (McCartan et al, 2013).

## 1.2. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de apoio ao projeto informacional e conceitual de embarcações de recreio de pequeno porte a propulsão mecânica. Neste contexto, constituem objetivos específicos os seguintes:

1. Organizar o conhecimento sobre metodologia de projeto de embarcações;
2. Mapear o conhecimento de especialistas para identificar como ocorre o projeto de embarcações;
3. Propor informações e métodos de apoio ao projeto de embarcações, nas fases de Projeto Informacional e Projeto Conceitual
4. Avaliar a metodologia proposta, destacando as partes positivas e apresentando oportunidades de melhoria.

O Quadro 1 demonstra, dentre os objetivos, quais serão os recursos, metodologias e ferramentas usados para alcançá-los.

**Quadro 1. Objetivos Específicos**

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Recursos</b>	<b>Métodos/Ferramentas</b>
Organização do conhecimento sobre metodologia de projeto de embarcações.	Literários	Pesquisa em Bases de Dados
Mapeamento do conhecimento de especialistas.	Especialistas	Entrevistas

Proposição de atividades, informações e métodos de apoio ao projeto de embarcações	Literários Especialistas Próprios	Comparações Proposições Organização
Avaliação da metodologia proposta.	Equipe de Projeto Próprios Especialistas	Projeto de Embarcação Questionário Avaliação

### 1.3. Metodologia Científica

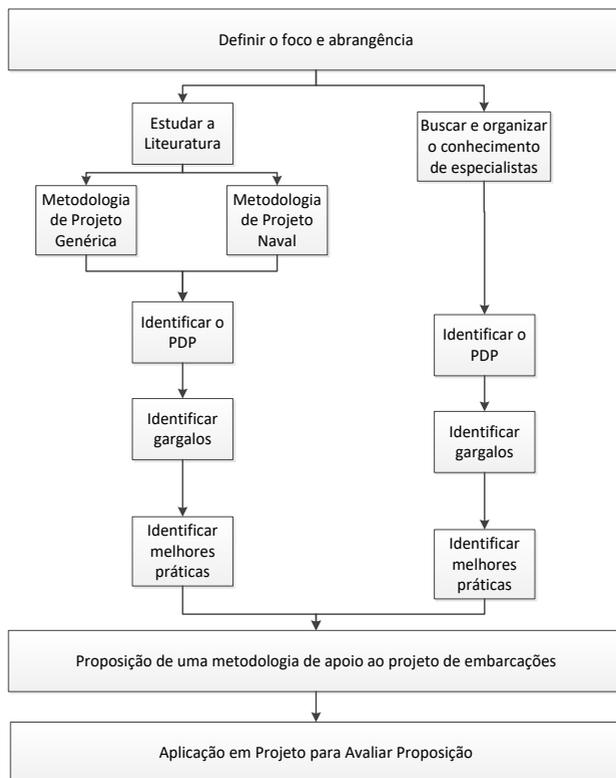
A metodologia a ser usada na construção deste trabalho é baseada na obra de Gil (2002) e fundamenta-se em pesquisas exploratórias acerca do tema de trabalho, a fim de torná-lo mais explícito e auxiliar na construção de hipóteses. O delineamento da pesquisa envolverá os seguintes procedimentos: levantamento bibliográfico, praticamente em todo o espectro de fontes, pesquisa documental, por fontes cedidas pelos entrevistados, entrevistas e depoimentos de pessoas que tiverem experiências práticas, estudos de caso e a aplicação de avaliação.

A Figura 3 mostra a organização da metodologia científica. A primeira etapa envolve a definição do foco e abrangência da pesquisa. As sub etapas seguintes, estudo da literatura, busca e organização do conhecimento de especialistas e participação em projeto de embarcações visam compor o conhecimento acerca do tema sob várias fontes e perspectivas. O estudo da literatura basear-se-á na pesquisa bibliográfica e documental.

Foram pesquisadas as bases disponíveis por intermédio do acesso UFSC, sendo as mais consultadas: *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct*; e as bases da CAPES. Textos de outras bases foram consultados por meio dos entrevistados e consultores, a saber: ASNE (*American Society of Naval Engineers*), RINA (*Royal Institute of Naval Architects*); ISO (*International Standards Organization*); ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas); DPC (Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil), através das NORMAM (Normas da Autoridade Marítima); e de sociedades classificadoras, por exemplo, RINA Itália (*Registro Italiano Navale*); ABS (*American Bureau of Shipping*).

A pesquisa documental foi realizada usando-se de *folders*, tabelas de cálculo, minutas de projeto, contratos de projeto, etc. Houve a intenção

de manter a confidencialidade destes arquivos por necessidade de posicionamento estratégico e financeiro. Já a entrevista foi feita através de questionário *online*, sendo seu resultado explorado através da geração de mapas mentais utilizando-se da ferramenta CMapTools®. Os resultados mapeados foram analisados para geração de “conceitos de conhecimento tácito”, conforme proposto por Bork (2015).



**Figura 3 - Metodologia de Pesquisa**

Por sua vez, a busca e organização do conhecimento de especialistas se fundamentou na pesquisa da atividade profissional de especialistas. Este critério contempla a formação do indivíduo e a sua atuação como projetista, dono ou sócio de empresas de projeto e o seu tempo de

atividade junto a empresa, caso a caso, para caracterizar especialistas passíveis de serem entrevistados.

Todas estas sub etapas focam na identificação do processo de desenvolvimento de produtos empregada, identificando os gargalos ou impedimentos, bem como as melhores práticas. Estas características compõem os tópicos a serem trabalhados visando a sua melhoria e adaptação. Sua configuração é oferecida em forma de uma proposta para o processo de desenvolvimento de embarcações.

Por fim, a aplicação e avaliação da proposta.

#### **1.4. Resultados Esperados**

Ao final do trabalho espera-se desenvolver uma metodologia de apoio ao projeto de embarcações que pode ser utilizada por especialistas e empresas. Esta deve auxiliá-los a encontrar resultados entre os requisitos de usuários, oferecendo meios de determina-los a partir de atributos oriundos do universo do produto embarcação recreio, além de avalia-los criteriosamente. Desta forma, espera-se que se tenha:

- Possibilidade de avaliação e construção dos requisitos de usuários e das especificações de projeto de forma sistemática e levando em consideração o ciclo de vida de embarcações
- Sistematização do processo de criação e escolha de uma solução para o projeto de embarcação (conceito)
- Auxiliar no desenvolvimento da mentalidade de desenvolvimento de produtos industriais para o setor náutico nacional

#### **1.5. Organização da Dissertação**

Este texto está organizado em seis capítulos, sendo o capítulo 1 a Introdução ao tema de dissertação, o capítulo 2 a discussão do Estado-da-Arte, o capítulo 3 uma busca pela Organização do Conhecimento, o capítulo 4 explora a Proposta da Metodologia, o capítulo 5 expõe a avaliação da metodologia e, por fim, a Conclusão é apresentada no capítulo 6.

Na Introdução é discutido o projeto de embarcações de recreio retratado em relação ao produto embarcação de esporte e, ou, recreio a propulsão mecânica, os seus tipos, denominações e custos, além das pessoas envolvidas em seu projeto e a forma de projeto. Também se discute alguns aspectos da metodologia de projeto de produtos e do processo de desenvolvimento de produtos como fundamentação da necessidade e benefícios de se projetar usando um método adequado.

O capítulo 2 traz a revisão da literatura sob a ótica das metodologias de projeto empregadas no desenvolvimento de embarcações navais. Ele se destina a discutir metodologias existentes e quais ferramentas e benefícios elas trazem ao desenvolvimento da embarcação. O capítulo é fechado observando as expectativas de projeto dos escritórios especializados. Também explora as metodologias uma a uma formando uma tabela de pontos positivos e negativos em relação ao projeto informacional e conceitual no desenvolvimento dos tipos de embarcações de interesse da dissertação.

Explora-se no capítulo 3 a Organização do Conhecimento de especialistas e escritórios de projeto destas embarcações. Este capítulo é importante pois a pesquisa literária não concatena o conhecimento como um todo, deixando de fora das suas bases todo o conhecimento tácito destas pessoas.

A Proposta da Metodologia, objeto do capítulo 4, usa o conhecimento obtido nos capítulos anteriores e a experiência do autor para construir uma metodologia de apoio ao projeto de embarcações de esporte e, ou, recreio a propulsão mecânica. Ela alia as fases, atividades e ferramentas que proporcionam apoio ao projetista para a exploração de necessidades de usuários ao longo do ciclo de vida da embarcação, sua transformação em requisitos de projeto, seu julgamento e construção de planilhas de especificações de projeto voltadas ao produto náutico. Também se ocupa de demonstrar as atividades e ferramentas da fase de projeto conceitual e da proposição de um método de avaliação das soluções geradas.

No capítulo 5, Avaliação, esta proposta é posta à prova por intermédio de um projeto de uma nova embarcação para o mercado nacional. Os resultados são expostos em uma tabela contendo as avaliações fase a fase e ferramentas quanto à sua completude e utilidade.

O capítulo 6 encerra a dissertação e expõe as conclusões do autor acerca do trabalho realizado.

## 2. ESTADO-DA-ARTE

Este capítulo trata da revisão da literatura sobre projeto naval e de embarcações de recreio. A primeira parte demonstra o levantamento das pesquisas bibliográficas em números para que seja obtido um painel das publicações sobre o tema. Na sequência busca-se apresentar um retrato do modelo genérico do processo de desenvolvimento de produtos e, assim, justapô-lo aos modelos específicos de desenvolvimento de embarcações.

### 2.1. Revisão Sistemática

Foram levantadas palavra-chave do universo de projeto de embarcações para a busca de produção literária na área de interesse. As seguintes bases foram consultadas: *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct* e Periódicos Capes. As palavras chaves consultadas foram: *yacht design* e *boat design*.

A amplitude de publicações se encontra na Figura 4. Nota-se que o número de publicações em *boat design* é muito superior em todas as bases consultadas, mostrando que o número de estudos sobre o projeto de embarcações a motor é muito superior ao número de publicações sobre o projeto de embarcações à vela, denotada, geralmente, pelo termo *yachts*<sup>3</sup>.

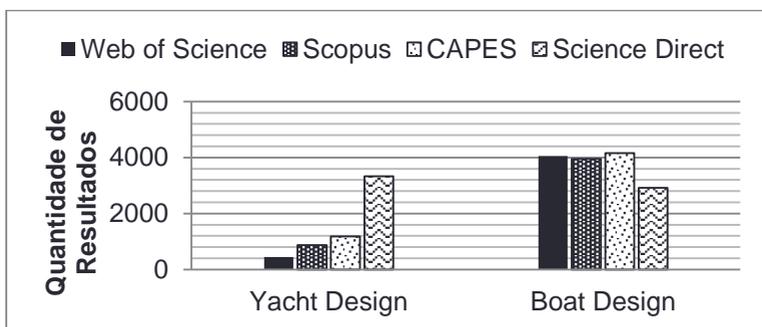


Figura 4 - Produção textual para os termos de pesquisa nas bases selecionadas, I

<sup>3</sup> Ainda, sendo este termo aplicável à grandes embarcações de luxo.

Por questões de comparação e com a intenção de encontrar métodos de projeto aplicados na indústria naval de grande porte, os termos de pesquisa: *ship design*, *marine design*, *yacht design methodology* e *boat design methodology* foram incluídos. Os resultados podem ser observados na Figura 5. Devido ao alto número de publicações acerca do termo *Marine Design*, o qual inclui áreas de conhecimento como biologia, esta foi filtrada contendo apenas áreas relacionadas à engenharia e engenharia de produção. Porém, apesar da filtragem, *Marine Design* ainda se apresenta como um termo muito abrangente, considerando vários aspectos de ambiente, geografia, oceanografia, e pouco a acrescentar acerca de metodologias de projeto para o desenvolvimento de embarcações. A produção textual para a indústria naval apresenta-se expressivamente à frente da indústria náutica, de pequeno porte. Em sua maioria os artigos tratam dos componentes de embarcações e otimização da sua construção ou desempenho. Contudo, as ideias e práticas, de desenvolvimento de produtos da indústria náutica, será proveniente do estudo dos questionários para os especialistas.

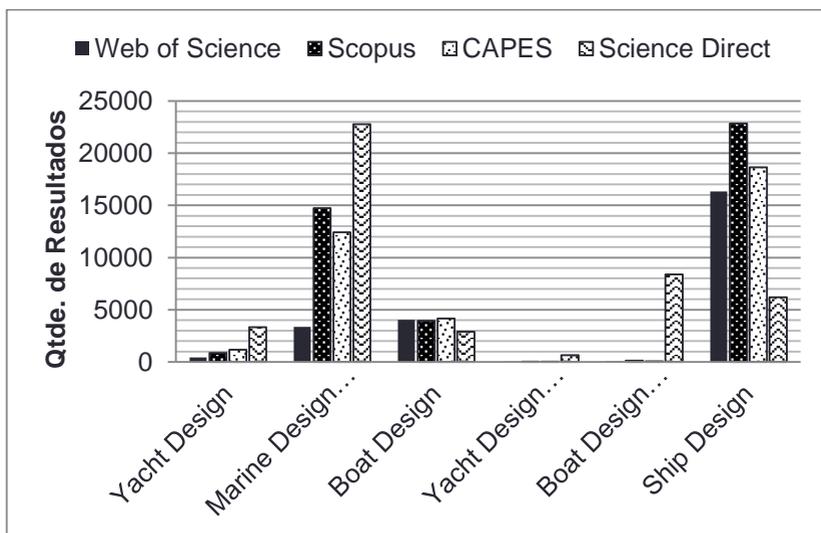
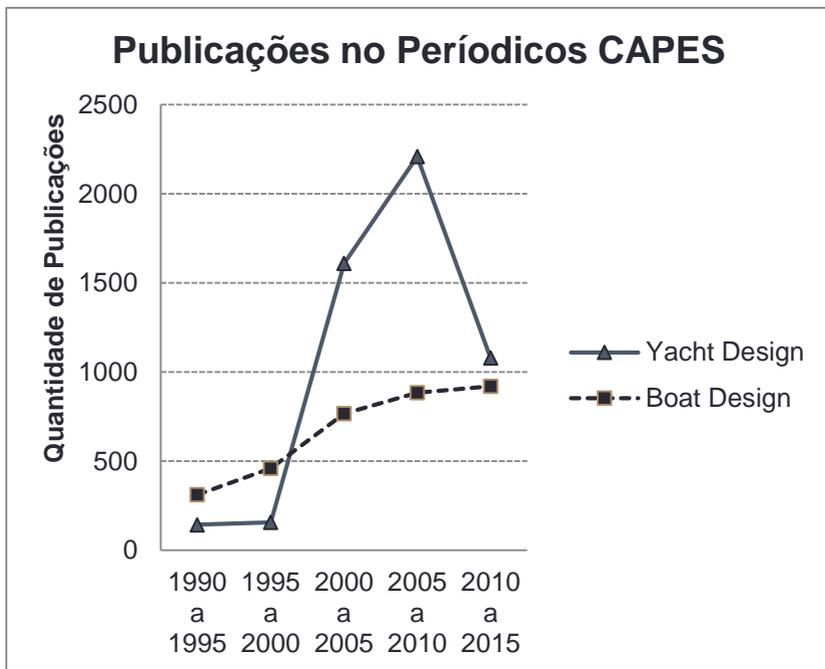


Figura 5 - Produção textual para os termos de pesquisa nas bases selecionadas, II

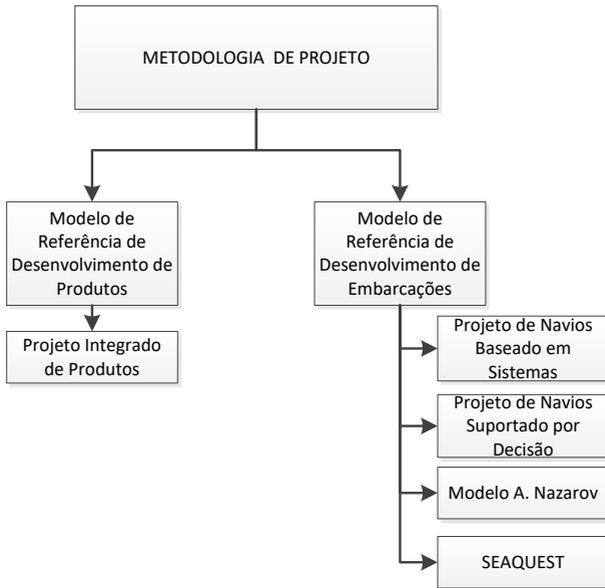
A Figura 6 elucida a evolução da produção literária disponível na base de Periódicos CAPES, a qual reúne as publicações das principais fontes disponíveis. Aqui a situação se inverte, o termo *yacht design* apresenta mais expressividade que o termo *boat design* e tem um pico de produção entre os anos 2005 e 2010.



**Figura 6 - Evolução da produção textual para os termos de pesquisa na base Periódicos CAPES**

Analisando as informações apresentadas é possível estruturar o campo de conhecimento sobre metodologia de projeto, como exposto na Figura 7. Como pode ser observado, dentro do tema Metodologia de Projeto, têm-se aquelas correspondentes ao modelo genérico de desenvolvimento de produtos, as das metodologias focadas na área naval, as quais podem ser subdivididas em modelos de referência naval e modelos específicos. Sendo considerados “modelos específicos” aqueles destinados ao projeto de uma classe ou tipo específico de navios, por

exemplo, projeto de navios cargueiros e de suporte às atividades petrolíferas e de grande porte.



**Figura 7 - Caracterização das Metodologias de Projeto**

Na pesquisa observou-se que existe uma quantidade considerável de publicações na área de tratamento de questões de projeto acerca de navios e estruturas marítimas de grande porte, como plataformas de exploração de petróleo. Ao todo foram consultadas 420 publicações, tendo sido selecionadas 61 referências para compor este trabalho. Outro aspecto observado nesta análise é que as publicações de projeto de embarcações de recreio à motor, são voltadas ao desenvolvimento de alguma tecnologia embarcada ou otimização em relação à eficiência ao deslocamento, melhoria de sistemas de propulsão, desenvolvimento de materiais e processos produtivos.

Este cenário mostra que existe um potencial e importância do desenvolvimento de estudos com o escopo pretendido neste trabalho. É um setor que apresenta crescimento de mercado, mas tem reduzido número de trabalhos publicados, justificando o enfoque desta dissertação.

A seguir são apresentadas informações sobre as metodologias de projeto.

## **2.2. Modelo de Referência do Desenvolvimento Integrado de Produtos**

Para iniciar a discussão acerca de modelos de desenvolvimento de projeto, necessita-se entender a definição de modelos de referência. Modelo de referência é um modelo de processo de negócio que é utilizado para derivar, ou criar, modelos específicos. Assim, modelos de referência específicos se traduzem na sua adaptação para uma empresa específica. Quando este é um modelo de referência genérico diz-se que é aplicado a uma determinada área industrial, por exemplo o modelo de referência para a indústria automobilística (ROZENFELD *et al* 2005).

O modelo a seguir retrata o modelo de referência, aquele que objetiva explicitar o conhecimento do processo de desenvolvimento integrado de produtos. O modelo torna o processo mais sistemático e formal, integra os processos empresariais, os participantes da cadeia de fornecimento e os clientes finais (BACK *et al*, 2008).

Back *et al* (2008) cita Romano (2003) detalhando as características do modelo:

- É baseado na visão de processo e em consonância com o plano estratégico de negócios e de produtos da organização;
- Traz a visão de todo o processo de desenvolvimento do produto, através da unidade visual de representação gráfica e da descrição;
- O processo é decomposto em macro fases, fases, atividades e tarefas;
- Indica a sequência lógica das fases e atividades;
- Explica o que deve ser feito para desenvolver um produto industrial, ou seja, as atividades e tarefas apoiadas nos princípios da engenharia simultânea e nas diretrizes do processo de gerenciamento de projetos;
- Define as áreas envolvidas em cada atividade do modelo;
- Suporta estrutura organizacional matricial;

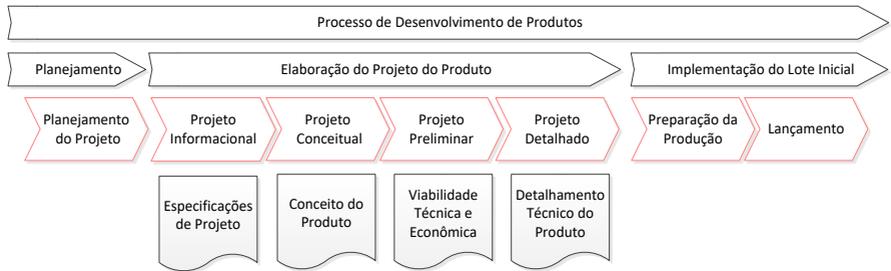
- Define as informações necessárias para a realização das atividades, apresentadas sob a forma de entradas, mecanismos e controles;
- Expõe como realizar as atividades através da definição dos principais métodos, ferramentas e documentos (mecanismos);
- Exibe os eventos que marcam o término das fases e definem os resultados desejados (saídas);
- Avalia passagem de fase;
- Registra lições aprendidas.

Neste modelo, representado na Figura 8, o processo de desenvolvimento de produtos é dividido nas fases de:

- (i) planejamento do projeto, que corresponde a elaboração de plano de projeto do produto;
- (ii) a elaboração do projeto do produto, que contempla o projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado;
- (iii) e, implementação do lote inicial, a qual envolve a preparação da produção e lançamento do produto (BACK et al, 2008).

Dentro da fase de elaboração do produto encontram-se as fases de Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado e suas saídas, especificações de projeto, conceito do produto, viabilidade técnica e econômica e a documentação do produto, respectivamente.

No escopo deste trabalho será dada foco às fases de projeto informacional e projeto conceitual. As características, atributos de produtos industriais, entradas e saídas de cada fase são descritas em seguida.



**Figura 8 - Modelo PRODIP (adaptado de BACK et al, 2008)**

### 2.2.1. Projeto Informacional

Na fase de projeto informacional é importante que seja levado em conta o ciclo de vida do produto e seus atributos. Fonseca (2000) denota o ciclo de vida como o ciclo de desenvolvimento do produto sob o enfoque do processo de desenvolvimento de produtos. Nesta abordagem almeja-se revelar o ciclo de desenvolvimento destas embarcações de recreio, à vela ou à motor, objetivo desta dissertação. Cada uma das fases do ciclo de vida possui clientes específicos que tem suas necessidades específicas. Os componentes destas fases são: projeto, fabricação, montagem, armazenamento, transporte, venda, compra, uso, função, manutenção, reciclagem e descarte. As suas necessidades se manifestam no produto através dos atributos destes, ou seja, características e, ou, propriedades que estes carregam como informação.

Na tese de Fonseca (2000) a lista de atributos é orientada para um modelo universal de desenvolvimento de produtos, agregando aqueles que passam um conceito generalista, em dois tipos: atributos gerais e atributos específicos. Respectivamente eles compreendem: atributos básicos e atributos para o ciclo-de-vida, sendo os gerais, e material, sinal, energia, força, cinemática, controle e geometria, sendo os específicos. Dentre os atributos gerais e específicos há espaço para discussão acerca da sua abrangência para o projeto de embarcações.

O termo atributos do produto surgiu para, na definição das características e propriedades finais do produto, definir aquelas que são integralmente importantes e contribuem para a solução do projeto. Estes

devem atender as necessidades que advém do percurso temporal do produto, ou seja, as fases do seu ciclo de vida, enquanto outros denotam conceitos qualitativos e quantitativos do produto, como economia e forma (FONSECA, 2000).

No Quadro 2 encontram-se classificados os atributos do produto de caráter geral, ou seja, inerente à maioria dos sistemas técnicos e também contribuições de atributos para as embarcações de recreio, ou seja, aqueles que expressam as características esperadas destas embarcações. A classificação utilizada segue os princípios sugeridos por Fonseca (2000), os quais se dividem em dois grandes grupos, gerais e específicos, que por sua vez se subdividem em básicos e do ciclo de vida, sob o grupo dos gerais; e, material, energia e sinal, sob o grupo dos específicos. Atributos Gerais caracterizam todo o universo de produtos semelhantes, e tendem a sofrer declarações qualitativas e intangíveis, enquanto os Atributos Específicos, norteiam aspectos demonstram maior tangibilidade uma vez que se baseiam em características físicas e mecânicas, tais como massa e velocidade.

Os atributos básicos do modelo universal são: segurança, ergonomia, operação e custos. Do ciclo-de-vida, compreendem: produtibilidade, montabilidade, transportabilidade, manutenibilidade (Pahl & Beitz, 1988 apud Fonseca, 2000).

Para os atributos do ciclo de vida, o sufixo *-bilidade* remete à habilidade, ou capacidade, que o produto detém de sofrer a ação principal da fase. Ou seja, a Fabricabilidade de um produto, neste caso a embarcação do recreio, pode ser medida através do número de processos conhecidos que a mesma pode sofrer a fim de que seja fabricada. Outro exemplo, a transportabilidade denota quais seriam os efeitos e necessidades de a embarcação ser transportada, por terra, água ou ar, tais como restrições de peso ou largura, tipos de máquinas envolvidas no transporte, etc.

Já os atributos básicos formam com compêndio dos mais importantes para produtos industriais, representando fatores de competitividade e segurança que decidem os elementos globais sob os quais o produto tende a ser avaliado pelo mercado e também pelas análises das características

de projeto (FONSECA, 2000). Neste sentido, cabe, aqui, observar os atributos de embarcações básicos representativos deste universo.

**Quadro 2. Atributos de produtos industriais (adaptado de BACK *et al*, 2008)**

<b>Classes de Atributos</b>	<b>Atributos</b>	<b>Comentários</b>
Atributos Básicos	Funcionalidade	Funções, operações, desempenho, eficiência
	Ergonomicidade	Ergonomia de uso
	Esteticidade	Aparência, estilo, cores
	Segurança	Princípios de segurança, proteção, atos inseguros
	Confiabilidade	Taxas de falhas, redundâncias
	Legalidade	Atendimento às leis de segurança, comércio
	Patenteabilidade	Inovação passível de privilégio
	Normalização	Atendimento às normas internas, de transporte e de comércio
	Robustez	Pouco sensível aos fatores do meio ambiente
	Impacto ambiental	Atende às normas ambientais, poluição, conservação
Atributos do ciclo de vida	Fabricabilidade	Fácil, precisa e de baixo custo
	Montabilidade	Manutenção fácil e econômica
	Embalabilidade	Embalagem fácil, compacta, econômica e segura
	Transportabilidade	Adequado aos meios de transporte e manipulação
	Armazenabilidade	Conservação, ambientes, manipulação
	Vendabilidade	De fácil venda e exposição
	Usabilidade	Fácil operação, aprendizado
	Mantenabilidade	Manutenção fácil, rápida e segura
	Reciclabilidade	Produto, componente e resíduos recicláveis
	Descartabilidade	Descarte sem contaminação ou dano ao ambiente
Atributos específicos	Geometria	Forma, arranjo, dimensão, espaço
	Cinemática	Movimentos, direção, velocidade, aceleração
	Forças	Direção, magnitude, frequência, rigidez, peso
	Energia	Fontes, potência, rendimento, armazenamento
	Materiais	Propriedades físicas e químicas, contaminações
	Sinais	Entrada, saída, forma, apresentação, controle
	Automação	Manual, índice de automação

	Tempo	Tempo de desenvolvimento, data de entrega.
--	-------	--

Estes devem ser passíveis de análise comparativa de valor de mercado, segurança e de projeto. Assim, a fase de projeto informacional objetiva-se a formulação das especificações de projeto do produto (BACK et al, 2008). Para isto, após uma reunião da equipe de projeto e apresentação do plano de projeto, busca-se determinar os fatores de influência no projeto do produto. Desta forma, são identificadas as necessidades dos usuários ao longo do ciclo de vida do produto a ser projetado, as quais são desdobradas em requisitos de usuários. Na sequência, são identificados os requisitos de projeto e as especificações de projeto.

Para auxiliar a fase de projeto informacional podem ser empregados questionários estruturados para levantar as necessidades dos clientes, listagem de atributos para auxiliar na definição de requisitos de projeto, ferramentas de classificação de importância das necessidades e requisitos, tais como a AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Além disto, destaca-se o uso da Casa da Qualidade, QFD (*Quality Function Deployment*), para analisar as informações sobre as necessidades e os requisitos e quadros para auxiliar na definição das especificações de projeto.

### 2.2.2. Projeto Conceitual

Na fase de projeto conceitual, dá-se início ao desenvolvimento de conceito do produto a partir das especificações de projeto. Primeiramente estipula-se a estrutura funcional do produto com a sua função global e as sub funções. Com as mesmas determinadas passa-se a definir as estruturas funcionais alternativas, para que seja selecionada aquela mais adequada. Esta estrutura funcional dá base para a elaboração das alternativas de solução. Nestes ritos podem ser aplicados o *brainstorming*, método 6-3-5, a matriz morfológica e a TRIZ. Para os efeitos de elaboração de soluções, compreende o preenchimento de princípios de solução para os sistemas, subsistemas e componentes de um produto, a matriz morfológica cumpre seu papel satisfatoriamente,

fornecendo espaço para a inventividade quando usada em conjunto com a TRIZ, Teoria da Solução Inventiva de Problemas.

A seleção da melhor alternativa de solução é realizada por intermédio de avaliação das mesmas. Esta avaliação é realizada com base em critérios adequados e condizentes com as especificações de projeto, no custo-meta, nos riscos de desenvolvimento, e nas metas de qualidade (BACK et al, 2008). Segundo Rozenfeld *et al* (2006) a principal dificuldade desta etapa é o tratamento das informações técnicas que ainda são limitadas e abstratas. Para os autores, são necessários métodos ou procedimentos sistemáticos compatíveis com este nível de abstração e limitação de conhecimento sobre os conceitos gerados, antes de serem transformados no produto final. E por isto, a escolha ou seleção do conceito-solução deve ser oriunda de uma valoração a afim de que sejam tomadas decisões de forma compreensiva e ampla. Ainda, Back *et al* (2008) reafirma que a seleção, tendo elevadas consequências sobre empresa, manufatura, uso, manutenção e comercialização do produto, ou seja, no seu ciclo de vida e que o nível de informação sendo esquemático e complexo, deve ser analisada de forma cuidadosa através de triagens sistematizadas.

A próxima atividade da fase de projeto conceitual, tendo sido selecionada um conceito de produto, é o estudo dos métodos e processos de fabricação. Back et al (2008) exemplifica que estes métodos podem ser conhecidos ou novos, internos ou externos. É responsabilidade da equipe de projeto avaliar as implicações de cada um e pesar as possibilidades e ganhos. Em simultaneidade são definidos os prazos junto aos fornecedores identificados na fase de projeto informacional, para o desenvolvimento do projeto preliminar e detalhado. A base de critérios de avaliação e adequação é a segurança e o escopo do projeto, denotado pelas especificações de projeto da primeira fase da elaboração do produto (BACK et al, 2008).

### 2.2.3. Projeto Preliminar

No projeto preliminar, o conceito gerado é submetido ao projeto dos seus sistemas, subsistemas e componentes, para a obtenção do leiaute final do produto e a determinação da viabilidade técnica e econômica

(BACK et al, 2008). Esta atividade é permeada por tarefas relacionadas com as especificações de projeto quanto aos requisitos de forma, posição, material, segurança, ergonomia e manufatura, definição dos componentes. Bem como a revisão das patentes e as questões legais. Nesta fase também são desenvolvidos e difundidos entre a equipe de projeto leiautes alternativos visando atender o escopo de projeto. E a construção de *mock-ups* para testes e adequações. Os protótipos, por sua vez, devem ter definidos os seus requisitos de manufatura, para serem construídos na próxima etapa. Para finalizar essa etapa constrói-se um estudo de viabilidade econômica detalhada para avaliação e a aprovação, o que autorizaria ou não a condução do projeto à fase seguinte (BACK et al, 2008).

#### 2.2.4. Projeto Detalhado

Nesta fase, os protótipos construídos devem ser testados e aprovados. Ocorre a finalização das especificações dos componentes, detalhamento do plano de manufatura e a preparação do investimento.

Para projetos que realizam a construção de protótipos, este deve ser construído e levado à condução de experimentos, ensaios de laboratório ou de campo, sendo baseado nos estudos do projeto preliminar. Esta atividade dá respaldo à otimização das especificações dos componentes, à sua certificação, e o detalhamento do plano de manufatura. Fixam-se as especificações técnicas para o desenvolvimento da documentação do produto: manuais, catálogos de peças e assistência técnica. A próxima etapa, é a avaliação do projeto segundo critérios de investimento para a manufatura e a condução do mesmo para a fase de preparação da produção.

Para complementar o modelo de referência, estudou-se o modelo proposto por Macey (2009), cujas fases remetem ao projeto informacional e conceitual de automóveis.. Este modelo baseia-se em um compêndio de projeto para o setor automobilístico que, apesar de orientar o projeto de outra natureza de produtos, pode oferecer guias e oportunidades para um modelo para a indústria náutica. O modelo proposto por Macey (2009) representa o projeto de bens de consumo duráveis que, de certa forma, apresentam características semelhantes enquanto meio de mobilidade e

que, por isto, apresentam problemas de projeto semelhantes. Neste modelo o PDP é estruturado em cinco fases, conforme a Figura 9:



**Figura 9. PDP para automóveis adaptado de Macey (2009)**

Este processo de desenvolvimento de produtos se fundamenta nestas cinco fases. A primeira, Planejamento do Produto e Pesquisa envolve pesquisas de mercado, de consumidores e competidores, quais as tecnologias emergentes e também estratégias de manufatura. Em seguida, há a fase de Determinação de Objetivos Funcionais. Nesta fase determinam-se os objetivos do projeto, quais os objetivos dos clientes e fabricantes, para então dar início à fase de Geração de Ideias e Design. Nessa, são desenvolvidos o layout básico dos componentes principais, sketchings básicos para a geração de conceitos e configurações. As últimas duas fases são: Benchmarking de Dimensionamento e Proporções, e Design Avançado e Desenvolvimento de Modelos. Nestas fases serão feitas comparações com produtos similares, validações de projeto, comparação de proporções básicas com modelos ergonômicos e outros produtos; e a readequação às proporções e tamanhos com o desenvolvimento de modelos físicos em clay<sup>4</sup>, respectivamente.

Após desenvolvido o conceito em estúdio o projeto segue para a engenharia de produção onde são construídos os protótipos, testes e o seu lançamento. Macey (2009) reitera que o produto da sua metodologia deve atender 100% de viabilidade, tendo sido alcançados os objetivos de manufatura e marketing. Logo, para atingir o objetivo de projeto de elaboração de conceitos, o autor introduz o Projeto do Invólucro.

O projeto do invólucro, na obra de Macey (2009) dá a ideia inicial de subdividir o problema de projeto como uma reunião de sistemas: denota-se que o projeto automotivo de *layout*, para o trabalho do *designer*

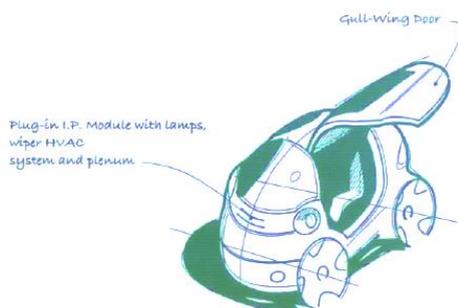
---

<sup>4</sup> Clay: tipo de massa sólida conformável para modelagem manual de produtos.

industrial, é subdividido em ocupantes, interior e carga, *powertrain*<sup>5</sup>, rodas e pneus, suspensão e chassis e o corpo do automóvel. Embora cada um destes sistemas possa variar em função dos objetivos do automóvel, os mesmos configuram um envelope espacial que, ao trabalhar no conceito destes *layouts*, dá, ao projetista, liberdade de explorar conceitos estéticos e funcionais para o seu produto (MACEY, 2009).

Percebe-se que o processo de projeto de um automóvel compreende a exploração e escolha de configurações possíveis para a forma e arquitetura do mesmo. Do ponto de vista do projeto integrado de produtos, na sua fase de projeto conceitual, a metodologia de Macey (2009) para automóveis pode ser comparada à escolha de características e aspectos em uma estrutura funcional e a exploração, usando métodos intuitivos, de várias alternativas de conceito, sem, no entanto, identificar e dimensionar os sistemas, subsistemas e componentes. Ou seja, compreende a busca por soluções a um nível abstrato, a fim de que sejam explorados, posteriormente, as funções desejadas, bem como as funções estéticas.

Assim, os pontos de divisão em sistemas, desenvolvimento de *sketchings*, Figura 10, e passo-a-passo para a criação da arquitetura do automóvel podem ser usados para o projeto de embarcações, de acordo com as adaptações necessárias pelo tipo e natureza de produto distintos.



**Figura 10. Sketchings de um mini automóvel (MACEY, 2009)**

---

<sup>5</sup> *Powertrain*: ou trem de força, sistema de veículos automotivos constituído de motor, transmissão e homocinética (MACEY, 2009).

### 2.3. Modelo de Referência de Desenvolvimento de Embarcações

O projeto de navios, de tempos antigos a um passado recente, tem sido confundido com uma atividade artística, onde a experiência e o tato do projetista naval atuavam no direcionamento do seu desempenho em serviço. O projetista deveria ter um vasto conhecimento de engenharia e prática, o que determinava, dado o grande conjunto de possíveis soluções, uma abordagem heurística. Com o avanço das tecnologias computacionais e do conhecimento em bancos de dados esta abordagem deu lugar aos métodos empíricos e paramétricos, frequentemente usados atualmente (PAPANIKOLAOU, 2014).

O IMDC, *International Marine Design Conference* (Conferência Internacional de Projeto Naval), por intermédio de seus comitês, busca organizar o projeto de navios de forma a primar por um viés holístico. Neste âmbito, a busca é por saciar as necessidades provenientes da vida do navio, dadas pelas fases do seu ciclo de vida. Isto cria um ambiente favorável ao projeto para o ciclo de vida, o qual é composto pelas fases de construção, operação, demolição e reciclagem (PAPANIKOLAOU, 2010 apud PAPANIKOLAOU, 2014).

E este processo de projeto pode ser organizado de maneiras distintas. Esta distinção ocorre em virtude da necessidade de conhecimento especializado para a sua realização, bem como as pessoas envolvidas e as atividades que serão entregues como produto de cada etapa. Em um paralelo com o modelo genérico tradicional de desenvolvimento de produtos, apresentado no item anterior, destaca-se que esta natureza segmentada facilita o gerenciamento do projeto e ainda habilita as constantes revisões de fase. Os autores Papanikolaou (2014), Taggart (1980) e Lamb (2003) o dividem o processo de desenvolvimento de navios em:

- I. Projeto Conceitual
- II. Projeto Preliminar
- III. Projeto para Contrato
- IV. Projeto Detalhado
  - a. Funcional

- b. Transicional
- c. Zonas de Trabalho, Informação e Preparação

Lamb (2003) propõe o agrupamento das fases I, II, III e IVa, em uma fase de projeto básico, e as fases IVb e IVc, em outra denominada Engenharia de Produto. Ainda, o autor divide a fase de projeto detalhado em três fases distintas, são elas: projeto funcional, projeto de transição e preparação dos postos/zonas de trabalho, sendo as duas últimas integrantes do que chama de fase de engenharia de sistemas. Para Lamb (2003), durante a fase de projeto básico, o navio é projetado sistema a sistema e durante a engenharia de produto o projeto do navio é levado ao desenvolvimento de técnicas de manufatura.

Papanikolaou (2014) e Taggart (1980) já interpretam esta a fase de projeto detalhado como uma única fase que compreende as atividades que gerarão os desenhos prontos para a construção. Todavia, para entendimento, e sequenciamento, esta nomenclatura: projeto conceitual, projeto preliminar, projeto contratual e projeto detalhado definem os termos que serão usados no decorrer deste tópico. Sendo assim, estas etapas podem ser definidas como se segue, de acordo com a reunião das definições dos autores Lamb (2003), Papanikolaou (2014), Taggart (1980):

**Projeto Conceitual:** É a primeira fase do processo de projeto de navios, na qual são obtidos as estimativas de custos e o estudo de viabilidade. O primeiro e principal objetivo, segundo Lamb (2003), é o estudo dos requisitos do dono do navio: sua missão, a tarefa que irá cumprir durante sua vida, e seus atributos de desempenho, variáveis de custo e capacidade. Em seguida busca-se o desenvolvimento de conceitos que satisfaçam estes requisitos.

É consenso entre os autores, Taggart (1980), Lamb (2003) e Papanikolaou (2014), que haja uma elaboração destes conceitos por meio de vários ciclos de síntese e análise. Como resultado desta etapa tem-se: requisitos de desempenho, dimensões e coeficientes de forma do casco, relatório de áreas e volumes, esboços de configuração, conceito da seção mestra, estimativa de pesos, tipo e número de propulsores, tipo e capacidade de geradores, lista de equipamentos principais, estimativa de

tripulação, velocidade e potência estimadas, estimativa de autonomia, estudo de estabilidade intacta, *seakeeping*, estimativa de custos e análise de risco técnico e gestão do risco.

**Projeto Preliminar:** nesta fase busca-se validar e desdobrar o conceito de navio gerado pela fase anterior. Nesta etapa são selecionados os sistemas principais do navio, é quantificado o desempenho do mesmo, são realizados esboços do processo e da estratégia de construção, além de uma estimativa mais refinada do custo de aquisição e operação da embarcação. Os autores salientam que os potenciais *trade-offs* entre requisitos de projeto conflitantes e soluções agregadas devem ser estudados e avaliados. O produto desta fase deve reunir, segundo Lamb (2003): especificações de desempenho, desenho das linhas e apêndices, relatório de áreas e volumes, arranjo geral, definição de *payload*, descrição dos principais sistemas e características do navio, estrutura da seção mestra, relatório de pesos, desenho preliminar dos escantilhões, desenho do arranjo de máquinas, eixos e propulsor, potência elétrica total, arranjos típicos, arranjos dos sistemas de convés, curvas de velocidade e potência, autonomia, análise de *seakeeping* e manobrabilidade, planejamento e teste de modelo, etc.

**Projeto Contratual:** são definidos os objetivos de aceitação do produto das fases anteriores sob os critérios de capacidade e custo, desenvolvido um pacote de produção para os estaleiros responsáveis pela construção do navio e um leque de critérios para avaliação da aceitação do produto do processo de projeto pelos contratantes. Toda a embarcação, nesta etapa, está sujeita a um refinamento baseado nos *trade-offs* identificados.

Ainda nesta etapa são executados estudos de requisitos para o desempenho dos sistemas do navio, bem como o desenvolvimento e avaliação de alternativas de conceito para os mesmos. A seleção de sistemas, a sua engenharia e o desenvolvimento de seus desenhos e especificações também são executados. Segundo Lamb (2003), são conduzidos estudos de confiabilidade, manutenção e disponibilidade destes sistemas, e também estudos relacionados ao plano de manutenção.

Como produto da fase anterior, o planejamento de construção do navio deve ser validado e aprovado (LAMB, T, CLARKE, J, 1995 apud

LAMB, 2003). Ao final desta fase, além das informações do projeto preliminar tem-se definido aspectos relativos a navegação, falha, controles de incêndio, arranjos, espaços de trabalho, curvas de inundação, livreto de trim e estabilidade, estabilidade avariada, plano de produção e construção, análise de segurança, plano de treinamento de tripulação, resultados de testes de modelo para resistência ao avanço, manobrabilidade, seakeeping, plano de manutenção, modelos e *mockups*, etc.

**Projeto Detalhado:** É a fase final do desenvolvimento do projeto do navio. Nela ocorre o detalhamento de toda a estrutura do navio, das especificações do navio, da sua construção, dos equipamentos de bordo. Toda a informação gerada nesta fase é diretamente repassada à equipe de construção do estaleiro responsável pela produção e aos fornecedores que deverão se responsabilizar por quaisquer adequações à sua capacidade de produção para a implementação do projeto (PAPANIKOLAOU, 2014).

Para resumir, no Quadro 3 é apresentada uma comparação entre o modelo genérico tradicional de desenvolvimento de embarcações e os modelos preconizados por Taggart (1980), Lamb (2003) e Papanikolaou (2014). Ressalta-se que a fase de Projeto Detalhado, foi subdividida em Funcional, Transicional e Zonas de Trabalho (ZT) e Preparação de Informações (PI) para comportar as definições de Lamb (2003).

A pesquisa na literatura revelou a existência de alguns modelos específicos de apoio ao desenvolvimento de embarcações. Estes modelos intitulados Espiral de Projeto, SEAQUEST, Ship Design Expert System, System Based Ship Design, Decision Support Ship Design e, por fim, Metodologia de Projeto de Embarcações (por Nazarov, 2012).

A Espiral de Projeto de Evans (1959) é uma representação de projeto que define o sequenciamento de atividades que o projetista deve obedecer para determinar as características principais do seu projeto e demais propriedades da embarcação. Por intermédio de iteração, o projetista expande o conhecimento acerca do seu problema de projeto à medida que lida com as potenciais soluções de compromisso ao longo das voltas da espiral, conforme Figura 11. Esta representação do processo de projeto de embarcações, convenientemente usado para organizar o processo de

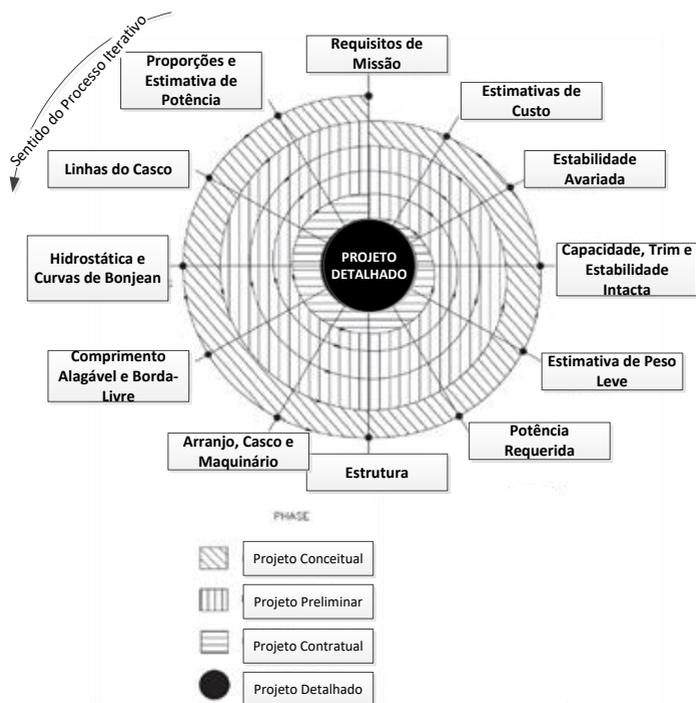
projeto e dimensionamento destas, foi tradicionalmente aplicada ao projeto de embarcações.

**Quadro 3. Comparação do Modelo Genérico de Desenvolvimento de Embarcações entre Autores**

<b>Fase</b>	<b>Taggart (1980)</b>	<b>Lamb (2003)</b>	<b>Papanikolaou (2014)</b>
<b>Projeto Conceitual</b>	Estuda os requisitos do navio; missão e desempenho.	Estudo dos requisitos do navio: missão, desempenho e custo	Estudo dos requisitos do navio, caracterização de alternativas de conceito.
<b>Projeto Preliminar</b>	Validação de conceitos, qualificação e desempenho.	Seleção dos sistemas do navio, projeto para o risco, estudo da manufatura.	Validação dos conceitos, análise de desempenho.
<b>Projeto Contratual</b>	Especificações e refinamento de trade-offs.	Especificações do navio. Estudos de Confiabilidade, Manutenção e Disponibilidade	Súmula das especificações de projeto do navio e desenvolvimento das etapas preliminares de leiaute.
<b>Projeto Detalhado</b>	Desenvolvimento do projeto do navio, detalhamento da estrutura e aparelhamento da embarcação.	Funcional: Projeto por zonas funcionais e detalhamento do seu aparelhamento.	Detalhamento da estrutura da embarcação, especificações e equipamentos de bordo.
		Transicional: Detalhamento das etapas de produção e construção.	
		ZT e PI: Especificação e atendimento das necessidades de operação por postos de trabalho e confecção de manuais de operação.	

É um processo iterativo, onde estimativas abrangentes são feitas e subsequentemente reinseridas na solução até a obtenção de uma solução favorável. É também uma maneira de organização do pensamento de

projeto para embarcações. Quando alinhada à uma metodologia sob a filosofia de síntese, análise e avaliação a sua operação frequentemente se inicia pela geração de um conceito de embarcação em sua primeira iteração, aperfeiçoando-o à medida que o projeto avança. Estimativas de comprimento total, boca e calado dão corpo às fases posteriores de *layout*, estimativa de pesos, maquinário, etc. A partir de um número suficiente de ciclos as diferenças entre as iterações tendem a ficar menores, e então um produto balanceado é entregue.



**Figura 11 - Espiral de Projeto (adaptado de: TAGGART, 1980 apud PAPANIKOLAOU, 2014)**

No processo a primeira volta da espiral concebe o projeto conceitual, mais precisamente estudo de viabilidade, baseado na missão e nas características propostas pelo armador. O projetista estima as dimensões principais da sua embarcação, como o comprimento, a boca, pontal e calado, bem como os coeficientes de forma,  $C_i$ , e a potência necessária

para vencer uma estimativa de arraste. Também são estudadas soluções alternativas, cada uma compondo um estudo de viabilidade particular, que será selecionado com base em critérios econômicos. Este processo, atualmente demanda da equipe de projeto um dia de trabalho, segundo Papanikolaou (2014).

Considera-se que da segunda à quarta volta da espiral realiza-se o projeto preliminar da embarcação, no qual se é determinado com mais precisão as dimensões da embarcação e seus coeficientes de forma. O projeto contratual é de responsabilidade da quinta iteração do processo.

Por fim, o projeto detalhado, fase que os autores concordam demandar a maior parte do tempo de projeto em virtude do conceito dos desenhos para construção e da configuração dos equipamentos da embarcação e seus acessórios.

Atualmente o projeto cadenciado pela Espiral de Evans (1956) apresenta distinção quanto às ferramentas e métodos de análise aplicados em cada volta da espiral para cada item a ser desenvolvido. Na primeira volta, originando o conceito da embarcação são usados métodos teóricos para sintetizar as suas linhas gerais e forma inicial. Posteriormente, em cada volta, é usual que sejam aplicadas ferramentas CAD e CAE para avaliar como a embarcação se comporta quanto à forma e função. Por exemplo, em um primeiro momento a análise do projeto do casco é descrito por parâmetros, a saída do método são os coeficientes de forma, e as dimensões principais. Em uma segunda volta usam-se ferramentas CAD para modelar um casco com essas características, e na terceira, o modelo desenvolvido é submetido a uma análise, por exemplo, em CFD, para otimizar a sua forma (UEDA, TANCREDI, ANDRADE, 2013).

A partir disto dá-se prosseguimento ao projeto por intermédio da estrutura funcional com o progresso das informações nas voltas da espiral. São caracterizadas as fases, de elaboração do conceito, leiaute preliminar, leiaute dimensional e desenhos de detalhamento e montagem. O projeto termina quando os eixos radiais das características da embarcação atingem as especificações de projeto submetidas à equipe de projeto.

O desenvolvimento da espiral flui através de etapas incrementais, é inventivo, por tentativa e erro, e o processo segue critérios de avaliação e ordenamento: tanto para os requisitos do cliente, armador e construtor,

como para o sequenciamento dos cálculos e as etapas a serem realizadas nas voltas da espiral.

Lamb (2003) sugere a utilização de ferramentas de decisão multicritérios, MCDM, *Multiple Criteria Decision Making* (Decisão por Multi-Critérios). No início do projeto, após o levantamento da missão e dos requisitos do armador, cliente e construtor, são realizadas avaliações para identificar as áreas que mais afetam o projeto, itens que devem ter tratamento primordial na sequência iterativa pois resultam no critério de maior impacto dada a missão do navio. Lamb (2003) também traz a utilização de alguns métodos como soma por pesos hierarquizada, método AHP (*Analytical Hierarchy Process*) e análise de utilidade multi-atributo (MAU, *Multi-Attribute Utility*), bem como o QFD (*Quality Function Deployment*), para evidenciar um sequenciamento lógico dos tópicos a serem tratadas na espiral por algum método de síntese, análise e avaliação.

Para concluir, Erikstad e Levander (2012) esclarecem que a organização do projeto pela espiral de projeto, da sua forma comum e tradicional, em sua estrutura sequencial para selecionar dimensões, avaliar e retrabalhar engessa o projetista à sua primeira suposição, fazendo-o dedicar muito tempo na realização de hipóteses sobre um mesmo conceito. O que, nas suas palavras, obrigam-no a “remendar e reparar”<sup>6</sup> o mesmo conceito de projeto ao invés de buscar novas alternativas.

### 2.3.1. Método de Projeto por Otimização

Este modelo guarda referências ao projeto informacional e preliminar do modelo de referências. Para Drake et al (2008) a modelagem e simulação vem tornando-se uma parte importante do processo de projeto tanto quanto as fases de teste e avaliação fazem parte do que chamam de rápida transformação da natureza do processo de projeto, sendo mais interativo no sentido de colocar o usuário em contato com o modelo virtual e ampliando os horizontes de projeto colaborativo por fornecer

---

<sup>6</sup> Tradução livre de “*patch and repair*” [13].

plataformas conectadas, criando um ambiente virtual de projeto (WALLACE et al, 2005 apud DRAKE et al, 2008).

Os autores apresentam duas ferramentas de projeto e modelagem. A primeira, uma ferramenta de ambiente de realidade virtual para desenvolver o arranjo interno, a exploração de integração homem-sistema, visando a redução de custos para a montagem de *mock-ups* de teste. A segunda, é um aplicativo de engenharia de sistemas capaz de avaliar os benefícios de inserções de tecnologia, identificar áreas de pesquisa e desenvolvimento de investimento, além de avaliar desempenho, risco e acessibilidade financeira.

O ambiente virtual criado pela equipe, denominado *CAVE*, *Automated Virtual Environment* (Ambiente de Virtual Automatizado), é uma imersão virtual. Uma sala pensada para receber projeções em suas paredes cria o ambiente virtual em tamanho real, nele as pessoas podem explorar os ambientes do navio e checar a suas características e geometrias. Drake et al (2008) ainda enfatiza que o ambiente virtual proporciona uma participação colaborativa de membros da equipe de projeto e demais stakeholders de atuarem em conjunto através de ambientes *CAVE* espalhados por diversas regiões. Os projetistas conectados desta forma têm a possibilidade de enxergar mutualmente a mesma sala e de trocar informações em tempo real por voz.

Uma outra ferramenta de projeto criada pela NSWCCD, *Naval Surface Warfare Center* (Centro de Guerra Naval de Superfície), e que responde por *System Engineering Application for Quick Evaluation of Shipboard Technologies* (SEAQUEST, Sistema de Avaliação Rápida de Convés) objetiva conduzir análises de compromisso detalhadas em um ambiente multi-objetivo, através de uma abordagem sistemática de engenharia. Se vale de quatro estágios: escopo do problema, modelamento, análise de sensibilidade e exploração espacial e otimização. A ferramenta visa reduzir custos e apontar pontos de melhoria das soluções, maximizando assim o retorno de investimento. O modelo SEAQUEST está apresentado na Figura 12. A primeira etapa consiste na identificação dos requisitos e das restrições do problema, para os autores estes são parâmetros de desempenho, limites e objetivos, além dos indicadores para avalia-los. As restrições mais características são o

orçamento e tempo. Finda esta etapa espera-se encontrar uma arquitetura de projeto, que serve como mapa para construir o modelo além de proporcionar pistas para encontrar informações em bancos de dados de navios para a condução do problema.

A etapa de modelamento busca recolher modelos existentes e construir novos modelos para simulá-los em etapas posteriores de trabalho. Neste ambiente de modelamento o diferencial reside na possibilidade de conectar a construção e exploração deste modelo em um ambiente virtual colaborativo além de integrar os componentes de maneira interativa aliada a uma otimização, em comparação ao feito em nível de componente. Ainda se realizam busca por informação de projetos anteriores para inserir dados ao modelo para a simulação, na etapa posterior. Os autores indicam que se não há informações suficientes sobre aquele modelo ele deve ser alterado até o padrão necessário para serem conduzidas as simulações, através de aproximações.

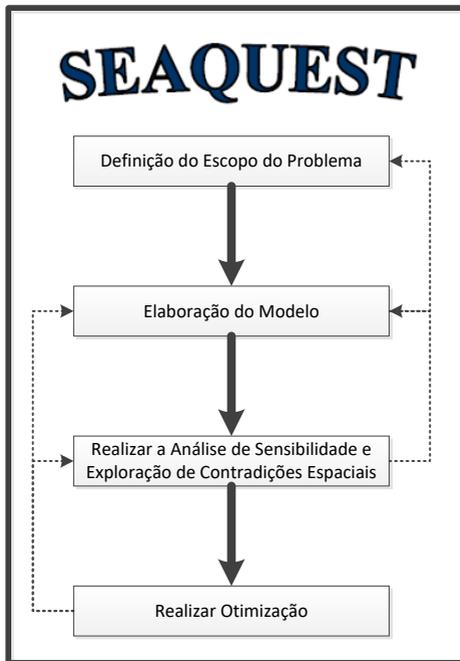


Figura 12 - Modelo SEAQUEST (DRAKE et al, 2008)

A seguir, na análise de sensibilidade e exploração espacial, visam construir um breve planejamento de experimentos, buscando encontrar parâmetros de compromisso para espaços e observar as relações entre as variáveis de modelos. As saídas podem ser usadas para determinar a sensibilidade aos objetivos de custo e risco com as variáveis de projeto. Drake et al (2008) salientam que o SEAQUEST é um aplicativo capaz de planejar, conduzir e apresentar os resultados do experimento, sendo que a sua saída resulta na identificação destas influências, pontos de interesse e fronteiras de investigação.

Por fim a etapa de otimização reúne todas as informações geradas durante a exploração do projeto para oferecer uma família de projetos ótimos.

### 2.3.2. Projeto de Navios baseado em Sistemas

A abordagem de projeto de navios pela metodologia *System Based Ship Design*, SBSB (Projeto de Navios Baseado em Sistemas), projeto de navios baseado em sistemas foi primeiramente introduzida por Levander e Erikstad em 1991. Desde então a sua utilização tem sido aceita por diversas entidades, sendo ensinado no curso de projeto naval da Universidade de Ciência e Tecnologia da Noruega, *NTNU* (ERIKSTAD, 2012).

Kai Levander (2006) baseou sua metodologia de projeto de navios no trabalho de Vladimir Hubka e Eder, adaptando a Teoria dos Sistemas Técnicas ao projeto de navios. Para Erikstad (2012) a principal vantagem de usar esta metodologia se dá pela possibilidade de se desenvolver o projeto conceitual através da estrutura funcional do navio, Figura 13, com um bom nível de detalhamento sem, no entanto, se comprometer às especificidades acerca das dimensões, coeficientes e arranjos do navio. Para caracterização, observa-se, na Figura 13, um exemplo de estrutura funcional de um navio OSV, *Offshore Support Vessel* (Navio de Suporte Offshore), um exemplo da principal contribuição do método para o projeto. Nela está representada a arquitetura da embarcação, e para cada função, sistemas de navio e sistemas relacionados às atividades, deve-se

definir um módulo ou grupo de módulos que serão dimensionados de acordo com a necessidade daquela área.

O método funciona através da definição de cada sistema e como esse sistema deve responder aos requisitos. O SBSD se assemelha a um *checklist* para lembrar o projetista de todos os fatores que afetam o projeto e ainda guardar suas escolhas. O resultado é a descrição completa de um novo navio, que servirá também de base para fases posteriores. A Figura 14 denota o sequenciamento do projeto segundo Levander (2009). Sendo as etapas necessárias para desenvolver o projeto: definição dos requisitos dos clientes (missão), requisitos funcionais (dimensões iniciais do navio), forma (exploração paramétrica), síntese de engenharia e avaliação do projeto, respectivamente.

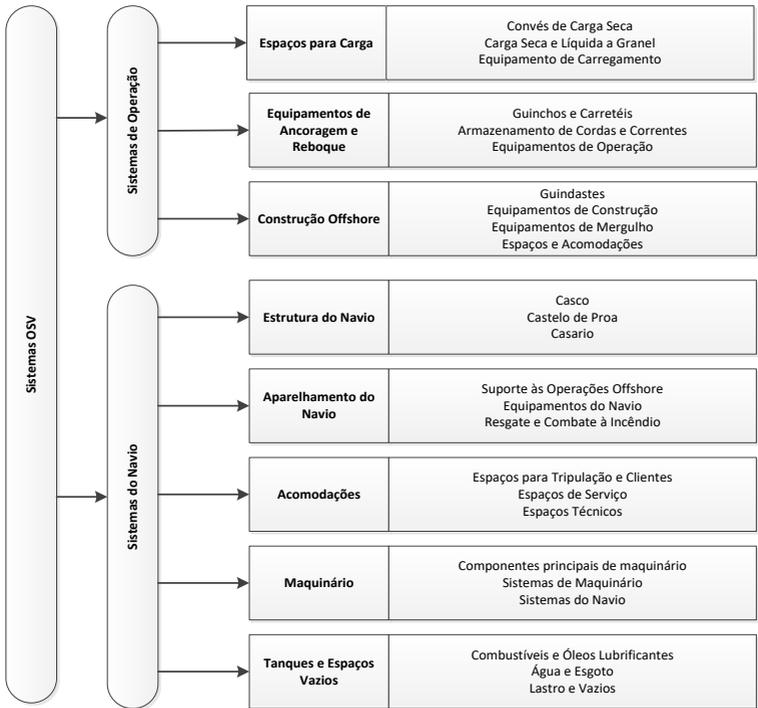


Figura 13 - Estrutura Funcional de um OSV (ERIKSTAD, 2012)

O projeto começa pelo ponto comum, a definição da missão da embarcação. À medida que avança na sua especificação, esta missão atribui à equipe de projeto as atividades, capacidades e desempenho esperados pelo armador e o operador. Diferenciando-se das demais a próxima etapa busca definir os sistemas e funções, estimar o tamanho e o deslocamento, selecionar as dimensões e, então, avaliar o desempenho.

Desta maneira, busca-se reduzir o número de iterações necessárias na espiral de projeto para achar, dentro da fase de projeto conceitual um estudo de viabilidade economicamente viável (ERIKSTAD, 2012).

A constatação de Erikstad (2012) e Levander (2009), consiste no desenrolar da primeira volta da espiral de projeto em uma linha. Nesta disposição os autores conseguem aplicar os conceitos de sistemas técnicos, bem como lembrar ao projetista que as informações de projeto devem ser melhor exploradas quanto aos requisitos dos usuários, representados pela Missão, e da geração de conceitos representada pela Função da embarcação. Ainda, é importante notar que o começo da espiral é representado pelo estudo da Forma da embarcação, quando há a geração e seleção de conceitos através de práticas de modelagem e análises prévias de engenharia. Na sequência as fases de Desempenho e Economia, ligadas à iteratividade do processo, onde podem ser aplicadas diversas ferramentas de análise e otimização ao longo das voltas desta espiral.

Observa-se que existe uma semelhança entre o modelo genérico de desenvolvimento de produtos, base fundamental para o desenvolvimento desta dissertação. Observa-se os indícios de características como a reunião de informações para a composição de especificações de projeto e a geração de alternativas de solução, foco da metodologia de suporte a ser desenvolvida, o que indica importantes fatos do projeto de embarcações e a seu desenrolar através da Espiral de Projeto.

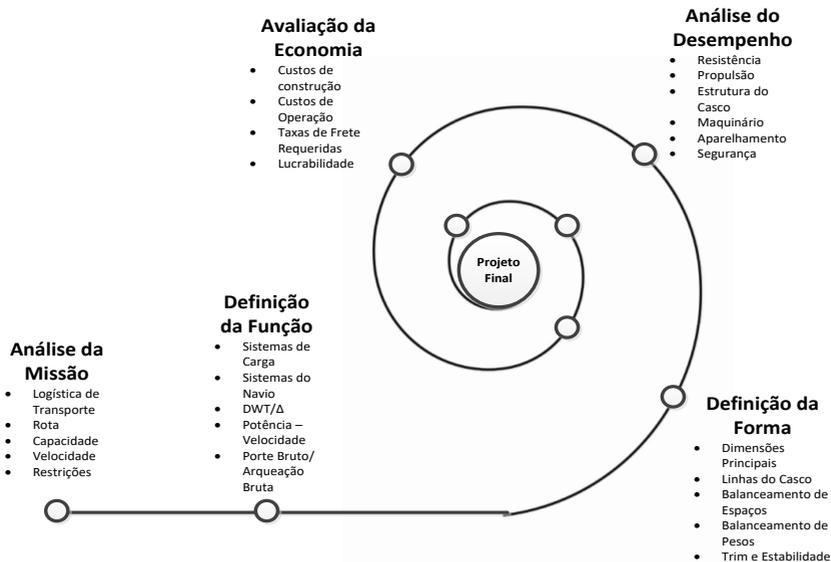


Figura 14 – Projeto de Navios Baseado em Sistemas (LEVANDER, 2009)

### 2.3.3. Projeto de Navios auxiliado por Decisão

A abordagem por *Decision Support Problem Technique* (DSPT, Técnica de Solução de Problemas por Decisão) se baseia no argumento da modelagem do processo de tomada de decisão por meios matemáticos chamados *templates*. É uma busca por equilíbrio de soluções de compromisso, por meio de cenários de otimização para encontrar uma solução ótima para o problema.

Mistree et al (1990), propõe uma mudança de perspectiva de projeto básico, passando de uma espiral sequencial para um esquema integrado e simultâneo. Os autores discutem a necessidade dessa alteração colocando o processo de projeto da Espiral de Evans (1959), em um primeiro momento, na superfície de um tronco de cone. Cada etapa de cálculo ocupa um lugar desta superfície e o processo percorre-a de maneira sequencial.

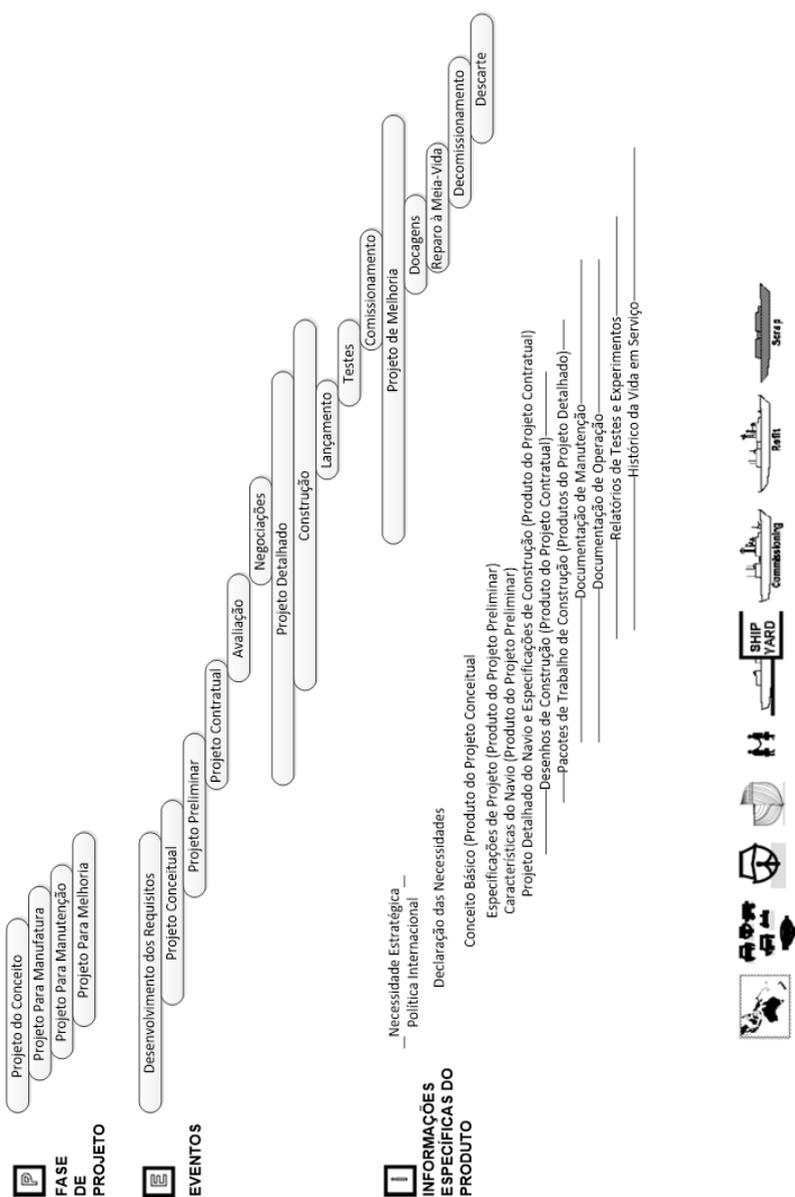
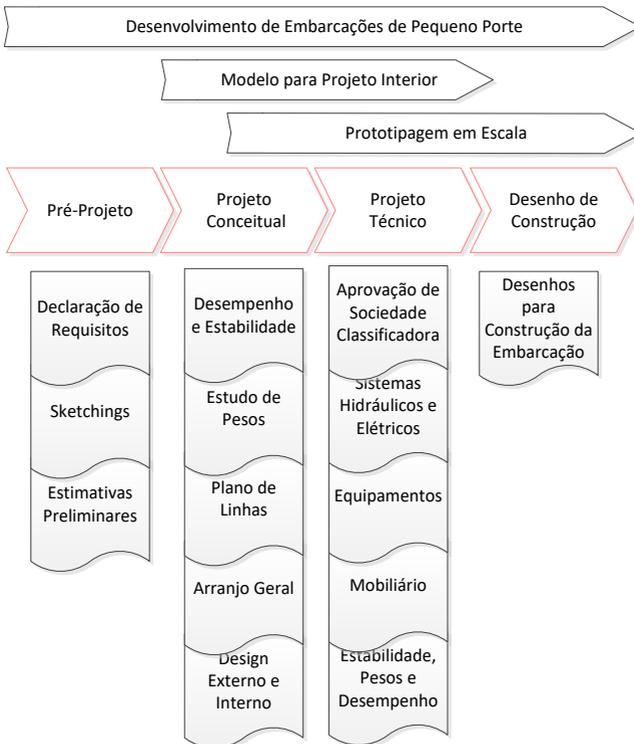


Figura 15 - Desenvolvimento de uma Fragata (MISTREE et al, 1990)

### 2.3.4. Metodologia de Projeto de Embarcações de Nazarov (2012)

Para o Nazarov (2012) o projeto de embarcações é uma combinação, que visa atender determinada missão, tendo como compromissos cinco aspectos de qualidade: estética, conforto, desempenho, segurança e custo.

Nazarov (2012), apresenta um processo baseado em fases, como ilustrado na Figura 16, que guardam semelhança com o modelo genérico de projeto. As fases que Nazarov (2012) traz são: estudo de pré-projeto, projeto conceitual, projeto técnico e desenhos de construção. Para auxiliar o projeto ainda traz as atividades de prototipagem e modelamento, e a supervisão da construção.



**Figura 16 - Modelo de Projeto baseado em Nazarov (2012)**

A fase de estudo de pré-projeto se propõe a discutir conceitos iniciais para a embarcação, às estimativas preliminares e a identidade visual, ou

esquema estético, da embarcação por meio da técnica de *sketches*. Esta fase tem como informação de saída uma declaração de requisitos. No projeto conceitual ocorre uma interação na busca por um conceito em estética dado os parâmetros de projeto, tanto em relação ao cliente quanto em relação à equipe de projeto. Nazarov (2012) evidencia que nesta etapa estão compreendidos os conceitos de exterior e interior, bem como os *renderings*, desenhos de arranjo geral, plano de linhas, estudo de pesos, estimativa de desempenho e verificação de estabilidade. Como critério econômico sua saída é usada pelo cliente para obter cotações preliminares dos construtores.

Dando prosseguimento ao projeto, inicia-se a fase de projeto técnico. Nesta fase ocorrem as tomadas de decisão finais e a integração das várias diferentes partes do projeto em uma única, conduz-se a engenharia da estrutura, dos sistemas elétricos e hidráulicos, seleção de equipamentos, cálculos detalhados de pesos, estabilidade, desempenho e demais características da embarcação. Para o interior da embarcação são definidos os desenhos dos móveis, das salas e as especificações de materiais e equipamentos. Os resultados desta etapa são submetidos às sociedades classificadoras competentes para aprovação.

Até o momento a composição detalhada da embarcação quanto à sua forma, estrutura e equipamentos foram elaborados. Para a próxima etapa, desenho de construção, objetiva-se a produção de desenhos de fabricação, diagramas de montagem, *templates* e detalhes requeridos pelo estaleiro responsável pela construção. Para Nazarov (2012) esta etapa em alguns momentos se mescla com a etapa anterior, pois alguns desenhos de construção já foram elaborados, e com a etapa posterior, supervisão da construção, na qual outros desenhos são desenvolvidos.

Para auxiliar a etapa de projeto conceitual, Nazarov (2012) sugere a atividade de prototipagem e modelamento. São duas etapas para a construção do modelo e protótipo, na primeira, e especialmente no desenvolvimento de embarcações inusitadas, constrói-se um modelo radio controlado em escala para verificar o comportamento da embarcação de maneira geral. A segunda etapa visa a construção de um modelo em tamanho real para o desenvolvimento do projeto de interior da embarcação, pois, segundo Nazarov (2012) apenas 70 a 80% do

interior, seja ele o *cockpit*, console ou outras áreas pode ser projetado na prancheta, o resto deve se dar por intermédio de ajustes. Outra atividade de apoio é a supervisão da construção, essencial para o construtor e o cliente por reduzir a quantidade de retrabalho e garantir o controle de simplificações indesejadas (NAZAROV, 2012). O processo pode ser resumido na Figura 16.

## 2.4. Considerações Finais

A revisão de literatura demonstrou que existem diversas abordagens de projeto baseadas em distintas linhas de pensamento, que suportam o projeto de navios e estruturas offshore têm-se uma síntese das metodologias de projeto, sua fundamentação ou abordagem e os pontos positivos e negativos de cada uma.

A Espiral do Projeto (1959) se apresenta como um importante modelo organizacional do processo de projeto, contribuindo para a organização dos processos de síntese, análise e avaliação. Determinada na resolução de problemas específicos e com caráter iterativo típico do projeto de navios; traz aspectos positivos no que tange ao desenvolvimento do projeto em suas fases mais avançadas. São relevantes os aspectos de sequenciamento dos cálculos e organização da atividade de projeto em função das interações que cada conjunto da embarcação produz entre si. No entanto as representações, como observadas na literatura, não propõem explorar alternativas de solução e há uma certa confusão quanto a engenharia simultânea, ou seja, não são evidentes as etapas nas quais pode haver um avanço simultâneo de atividades.

O projeto de navios auxiliado por decisão, *Decision Support Ship Design* (Mistree et al, 1990), segundo uma abordagem determinística, propõe a organizar o projeto em fases, eventos, atividades, tomada de decisão e informações. Esta metodologia caracteriza o processo de projeto de navios, retirando-o do processo sequencial da Espiral de Projeto, e inserindo-o em um modelo mais abrangente, também fundamentado em uma espiral, mas auxiliado pelo modelamento das atividades.

A metodologia mostra o processo de projeto em suas fases, eventos e atividades, para sanar problemas pontuais de decisão como a geração de vários conceitos de embarcação e a seleção daquele que melhor se enquadra quanto à sua missão. No entanto, Mistree et al (1990) não

introduz ferramental para auxiliar as atividades do projeto de embarcações.

*System Based Ship Design*, tendo se originado na Teoria dos Sistemas Técnicos de Vladimir Hubka e Éder, traz aspectos acerca da sistematização do projeto de embarcações. A metodologia se propõe a dividir a embarcação em seus sistemas e subsistemas fundamentais e a partir daí propor soluções de projeto, estudando as mais variadas configurações segundo os critérios da missão e função, para depois se ater à forma, quanto aos parâmetros de engenharia do casco e da estrutura, inserindo os modelos conceituais numa espiral de projeto, cujas iterações determinam o detalhamento final da embarcação. Em um paralelo com o projeto integrado, definem-se as fases de projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado de forma a sugerir as saídas de cada etapa.

O projeto de embarcações de recreio, por sua vez, pode se satisfazer dos métodos apresentados para sistematizar o processo de projeto. Nazarov (2012) já caracteriza o projeto segundo fases de grande cunho informacional e conceitual, etapas alvo deste trabalho. A metodologia, para seu melhor aproveitamento, deve se valer dos conceitos levantados na revisão da literatura para garantir o alinhamento da linha de pensamento dos projetistas com as suas requisições, atividades, restrições e saídas, a fim de que o projeto possa ser conduzido sem deixar de lado os aspectos importantes que os anos de conhecimento e prática acumulados em projeto de embarcações deem espaço a suposições injustas e atividades dispensáveis. Então, sob esta ótica, e a fronteira que define o que é o projeto de embarcações e em quais fases e saídas se apresenta garante o espaço para que sejam propostas novas ferramentas e atividades de apoio à especialidade, em virtude também da variada especialização que a atividade tem demandado dos profissionais, como já evidenciado na introdução com as observações de Glowacki (2015) e Nazarov (2012).

## Quadro 4. Organização das metodologias, fases, processos, informações e ferramentas.

Fonte	Organização	Fases	Processos	Informações	Ferramentas
Autores: Lamb <i>et al</i> (2003) Papanikolaou, (2014) Taggart (1980)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em Fases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projeto Conceitual;</li> <li>Projeto Preliminar;</li> <li>Projeto Contratual;</li> <li>Projeto Detalhado.</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de Requisitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>QFD, Quality Function Deployment</li> </ul>
Autores: Erikstadt & Levander (2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em Fases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Missão;</li> <li>Função;</li> <li>Forma;</li> <li>Desempenho;</li> <li>Economia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise Funcional;</li> <li>Geração de Alternativas de Conceito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necessidades;</li> <li>Restrições;</li> <li>Geometria;</li> <li>Sistemas Funcionais da Embarcação.</li> </ul>	-
Autores: Drake <i>et al</i> (2008)	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de Soluções de Compromisso (Multi-Objetivo);</li> <li>Análise de Sensibilidade;</li> <li>Exploração espacial;</li> <li>Otimização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivos;</li> <li>Soluções possíveis;</li> <li>Modelo;</li> <li>Ergonomia (Integração).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engenharia de Sistemas;</li> <li>SEAQUEST;</li> <li>Inversão Virtual.</li> </ul>
Autor: Nazarov (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em Fases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pré-projeto;</li> <li>Projeto Conceitual;</li> <li>Projeto Técnico;</li> <li>Desenho de Construção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimativas Preliminares;</li> <li>Sketchings;</li> <li>Declaração de Requisitos;</li> <li>Arranjo Geral;</li> <li>Design Interno e Externo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivos;</li> <li>Requisitos;</li> <li>Embarcações de referência;</li> <li>Aparência da embarcação;</li> <li>Cotação de construtores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sketchings;</li> <li>Rendering;</li> <li>CAD, CAF,</li> <li>CAM</li> </ul>
Autores: Mistree <i>et al</i> (1990)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em Fases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de Requisitos;</li> <li>Projeto Conceitual;</li> <li>Projeto Preliminar;</li> <li>Projeto Detalhado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Declaração de Necessidades;</li> <li>Extração de Objetivos e Restrições;</li> <li>Determinação de Atributos;</li> <li>Geração de Conceitos;</li> <li>Seleção de Conceitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necessidades;</li> <li>Objetivos;</li> <li>Restrições;</li> <li>Conceito Básico;</li> <li>Especificações de Projeto;</li> <li>Características do Navio.</li> </ul>	-
Autor: Macey (2009) Indústria Automotiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em Fases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento de Produto e Pesquisa</li> <li>Objetivos Funcionais;</li> <li>Criação e Design de Forma;</li> <li>Benchmarking, Dimensionamento e Proporção;</li> <li>Design Avançado, Desenvolvimento de Modelo;</li> <li>Projeto de Produção;</li> <li>Engenharia de Produção;</li> <li>Prototipagem;</li> <li>Construção, Teste e Lançamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pesquisa de Mercado;</li> <li>Desenvolvimento de Objetivos de Projeto;</li> <li>Leitante de Componentes Principais;</li> <li>Benchmarking de Produtos Semelhantes;</li> <li>Dimensionamento de Pacote;</li> <li>Definição de <i>Hard-Points</i>;</li> <li>Modelo em Escala.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necessidades dos Usuários;</li> <li>Consumidores;</li> <li>Oportunidades de Mercado;</li> <li>Tecnologias Emergentes;</li> <li>Estratégias de Manufatura;</li> <li>Requisitos de Projeto;</li> <li>Produtos Existentes;</li> <li>Proporções.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sketchings;</li> <li>Rendering;</li> <li>CAD, CAF,</li> <li>CAM,</li> <li>Braintorming;</li> <li>Modelamento.</li> </ul>

### **3. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Este capítulo trata da organização do conhecimento da atividade de projeto, de aspectos do ciclo de vida e dos atributos das embarcações de recreio a motor. Os conhecimentos tácitos dos entrevistados foram organizados em mapas conceituais que serão, ao longo do capítulo, desdobrados em reuniões de conceitos mais relevantes das fases de desenvolvimento da vida do produto. Serão apresentadas as entrevistas e pontos de vista dos especialistas consultados, bem como a análise de estudos de caso de projeto.

#### **3.1. Entrevistas**

A pesquisa visou compreender o conhecimento tácito de especialistas empregado no projeto de embarcações de recreio a motor. A pesquisa bibliográfica evidenciou que a produção científica acerca do tema “metodologia de projeto de lanchas ou embarcações de recreio” não traz um número expressivo de publicações nas mais variadas bases de dados, e que quando existem artigos na área estes demonstram aspectos de engenharia de sistemas, subsistemas e componentes destas embarcações quanto à sua otimização e aplicação de novos materiais e processos construtivos, deixando em aberto o aspecto do processo de desenvolvimento. A pesquisa bibliográfica demonstrou que o tratamento dado à esta parcela metodológica vem do conhecimento de projeto aplicado em embarcações maiores, por exemplo navios, rebocadores e barcas que não compartilham do escopo do produto destinado às pessoas comuns no exercício do seu lazer. Para estes produtos é supostamente necessário que seja dado um enfoque mais comerciável, visando apelos estéticos, de acessibilidade, funcionalidade, economia, tecnologia, velocidade e significado.

Sendo assim, com o objetivo de conhecer as práticas do setor, se faz necessária a consulta de especialistas para abordar como ocorre o desenvolvimento de embarcações de recreio, identificar como são tratados os projetos da indústria náutica, qual o seu destino e quais as diferenciações que são aplicadas, como ocorre a identificação dos atributos de um produto especialmente destinado ao usuário final que,

fazendo uso comercial ou não da sua embarcação, não a usa como bem de capital produtivo, salvo em situações de *charter*.

- Identificar o processo de desenvolvimento de produtos, no âmbito de informações, processos, ferramentas e pessoas;
- Identificar os gargalos, e;
- Identificar as melhores práticas.

Para atender a estes objetivos a questão central da pesquisa é: **Qual e como é usada a metodologia de projeto de embarcações de esporte e recreio a motor?** E as demais questões, efetuadas neste estudo, estão descritas no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

A construção da análise do conhecimento dos especialistas se baseou na resposta deste questionário em formato de entrevista entre os principais expoentes da indústria náutica nacional, e os representantes de marcas estrangeiras. Para compor este espectro foram contatadas 60 empresas, todas instaladas em território nacional dentre os estados de Santa Catarina, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Pernambuco. A sua escolha se baseou no fato de produzirem embarcações de esporte e recreio seriadas à motor tanto para o mercado interno como para o mercado externo. Sendo este ecossistema empresarial formado por empresas brasileiras e empresas estrangeiras multinacionais. Entre as brasileiras se destaca a produção de embarcações de pequeno porte, como lanchas pequenas, botes infláveis, *RIBs*<sup>7</sup>. No entanto, também se apresentam algumas empresas, focadas no mercado de alto luxo, produzindo iates de médio e grande porte. Já as empresas estrangeiras instalaram terminais de fabricação que representam a produção de embarcações de recreio de médio e grande porte de alto padrão. Estas empresas foram contatadas por meio telefônico e presencial, momento no qual foi oferecida a possibilidade de participação nesta pesquisa. No entanto destas sessenta empresas apenas duas se dispuseram a responder às questões de entrevista presencialmente.

---

<sup>7</sup> *RIB: Rigid Inflatable Boat*, embarcação inflável de casco rígido.

### 3.1.1. Identificação das Empresas e Mapas Conceituais

Os mapas conceituais das duas entrevistas coletadas foram implementados usando o software de mapeamento: CMapTools<sup>®</sup>. O tratamento das informações nas duas esferas de conhecimento, sendo a primeira uma grande empresa produtora de embarcações de luxo, denominada EMPRESA A e, a segunda, uma microempresa que atende às demandas de projeto de estaleiros da sua região, denominada EMPRESA B.

A Empresa A, presente em três países e sediada na Europa, possui fábrica no Brasil e conta com mais de 300 funcionários nesta instalação. Desenvolve embarcações de médio e grande porte de alto luxo para as classes A do Brasil e de outros países. A atuação global da empresa permite a oferta de serviços especializados de manutenção e de representação de vendas. A entrevista foi fornecida por uma pessoa especializada em qualidade e com notável dedicação à empresa, superando 10 anos de atuação.

As respostas às questões da pesquisa originaram o mapa conceitual presente na Figura 17. Neste mapa de destaca a estrutura geral da abordagem, prezando as esferas de “informações”, “pessoas”, “ferramentas” e “processos”. Com estes blocos fundamentais pode-se construir a análise do processo de desenvolvimento de produtos desta empresa. Assim, na entrevista puderam ser conhecidos os processos fundamentais de projeto como o desenvolvimento de *business cases*, para identificar oportunidades de mercado e coletar informações e construir as especificações de projeto, bem como as ferramentas que tornam seus processos possíveis. Estas se apresentam como portais online, para inserção de informações importantes do pós-venda, “arenas competitivas”, que visam o *benchmarking* de produto e o encontro sistemático de profissionais da área comercial para troca de informações com a equipe de projeto, design e engenheiros. Também se mostra importante para o sucesso da marca a figura de um chefe de projeto o qual orquestra todo o processo, com foco na qualidade do produto.

Já a Empresa B destaca-se como uma pequena empresa especializada em projetos e usinagem CNC para o mercado náutico. Contando com dois

sócios, destaca-se pelo atendimento à diversos estaleiros da sua região, além de possuir prêmios de destaque em projeto por suas embarcações. Nesta empresa o entrevistado possui mais de 20 anos de experiência em projetos náuticos e agrega, também, uma fábrica própria onde produz modelos conceituais. Já desenvolveu mais de 15 projetos para estaleiros nacionais, além de serviços relacionados ao projeto e fabricação de embarcações. Seu mapa conceitual pode ser observado na Figura 18 e demonstra um perfil voltado ao projeto como seu serviço. Nesta estrutura a fase de projeto informacional se reduz a uma breve prospecção de necessidades, dada pelo processo de *Briefing* de Necessidades, onde se envolvem, geralmente o cliente e a equipe de projeto. No caso desta empresa, o estaleiro fabricante e o *yacht designer*.

Dentre estas necessidades se destacam informações da marca de cunho estético e de status dos clientes usuários, com restrições de custo e de tempo. Dá-se sequência a processos voltados para *benchmarking* de embarcações semelhantes, referências as quais orientam a equipe de projeto na composição de estilo e layout da embarcação a ser projetada. A modelagem da embarcação servirá tanto para explorar a forma e o layout como para apoiar a produção de material de apresentação para a empresa contratante. Assim com o modelo avançando, os cálculos de projeto são executados ainda na etapa conceitual, para acelerar o desenvolvimento do produto, que deve passar pela etapa de construção ainda na fase de dimensionamento.

### 3.1.2. Análise dos Mapas Conceituais

Observa-se o que o posicionamento no mercado das empresas entrevistadas é contrastante. A primeira, estrangeira, atende ao mercado de alto poder aquisitivo com embarcações luxuosas de alto custo, além de projetar as próprias embarcações as fabrica em três locais distribuídos em três países, entre eles o Brasil. Usa de mentalidade corporativa para gerir e administrar uma estrutura de grande porte com funcionários alocados em departamentos, com destaque, na atividade de projeto para os escritórios de pós-venda, comercial e de pesquisa e desenvolvimento. Já a segunda empresa enquadra-se em empresa de pequeno porte, com até

10 funcionários, distribuídos entre sócios administradores, projetistas e operários.

Esta, por sua vez, aborda o mercado em duas frentes: projeta embarcações e presta consultoria em engenharia naval para terceiros, atendendo todo o território nacional, Uruguai e Argentina, além de projetar e fabricar embarcações próprias para uma linha distinta de lanchas conceito em um estaleiro próprio.

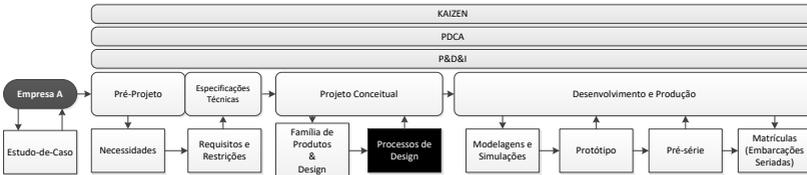
Durante a abordagem se tornou evidente o fato de que as empresas terceirizam o processo de desenvolvimento de produtos, apoiando-se em escritórios de projeto, em sua maioria estrangeiros. Ou, entre as empresas estrangeiras, o processo de desenvolvimento de produtos fica restrito à matriz. Assim, dentre as empresas que realizam projetos de embarcações, apenas duas se dispuseram a participar da entrevista e responder ao questionário. Sendo estas responsáveis por atender, respectivamente, aos estaleiros produtores de embarcações de pequeno e médio porte para classe média e, de embarcações de médio e grande porte de alto luxo.

As empresas entrevistadas realizam o processo de desenvolvimento de produto desde o seu início até o lançamento, passando pelas suas etapas características em maior ou menor grau. A empresa A trata do PDP de forma mais estruturada. A empresa tem uma preocupação em garantir a continuidade de uma família de produtos lucrativa, seguindo parâmetros de entrada colhidos pelos representantes de vendas em operações de venda, prospecção de clientes, acompanhamento de produtos e eventos. Esta troca de informações entre o campo e a equipe de projeto ocorre em situações programadas (reunião de representantes de vendas). Para isto, há o aporte de ferramental especializado para o registro destas necessidades, bem como características de produtos acabados e em linha de produção, inseridos em um portal online, porém interno, de gestão do conhecimento. Em contrapartida ao sistema interno, observa-se o uso de um sistema de sugestões oficiais, no qual os clientes da empresa podem se manifestar trazendo informações sobre os produtos adquiridos, filtros e softwares especializados categorizam e destinam as sugestões e críticas mais pertinentes aos chefes de projeto. Assim, a empresa A, apresenta na sequência as fases de Pré-Projeto, Especificação Técnica Preliminar, Projeto Conceitual e Detalhamento e Produção, vide Figura 19.





Além disso se fundamenta em um modelo de PDP voltado ao seu processo produtivo, de fabricação interna. Por este motivo traz, na etapa de design de produto, durante seu projeto conceitual, a exploração de conceitos alinhados à sua família de embarcações.



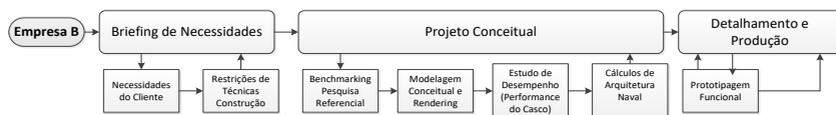
**Figura 19. PDP da Empresa A**

A empresa A define a direção do seu projeto no levantamento do que chama de requisitos necessários e obrigatórios, uma série de características que a embarcação deve suprir tendo-as herdada de linhas produzidas anteriormente, e que serão descontinuadas. São atributos que definem a marca, seus aspectos, traços e estilo. Distintivos que são o fator de compra da embarcação pela sua clientela. No entanto, os mesmos requisitos são redefinidos conforme as informações levantadas ao longo do ciclo de vida da embarcação, pelo menos até a fase de manutenção, pelos meios citados. Como a equipe de projeto está sempre em contato com a fabricação, segue-se a filosofia da melhoria contínua e, por isto, as informações geradas durante a fabricação das matrículas, ou seja, as embarcações, são reiteradas no projeto da embarcação a partir do desenvolvimento de engenharia, fase análoga ao Projeto Preliminar da metodologia de referência. Dentre estes requisitos se encontram diversos atributos da embarcação.

As informações mais citadas na entrevista recaem em tempo e custos, com ênfase no conceito de tempo de lançamento. Para a empresa, atender à demanda de tempo é crucial em virtude da corrida contra a concorrência, cujos processos são continuamente enxugados agregando velocidade e qualidade aos seus produtos. Destacam-se também, aquilo que compreendem os desejos diretos e, ou, expectativas diretas, o que nas palavras do entrevistado são requisitos necessários. Necessidades dos usuários fundamentais, pois refletem ou status e características da marca ou aspectos do mercado da náutica de luxo.

Tais informações são mapeadas pela figura do líder de projeto. Na estrutura organizacional desta empresa esta pessoa é responsável e a ela se atribuem poderes suficientes para gerir agenda, gerenciar projetos, efetuar alterações de escopo e como parte do desenvolvimento de produtos, exploram-se processos de pré-projeto, o qual preocupa-se da obtenção de especificações técnicas preliminares, ou seja, especificações que guiarão o desdobramento do projeto sob a forma de um documento oficial. Decorrem desta atividade a construção de pré-séries, ou primeiras embarcações denominadas de matrículas 1, 2, 3... como forma de prototipagem: protótipos funcionais a serem testados, corrigidos e levados ao mercado. Prática, esta, que não ocorre apenas em empresas de grande porte. Observa-se a mesma conduta na empresa de menor porte que, apesar de não seguir uma filosofia de melhoria contínua consolidada, como o Kaizen da primeira, também entrega os primeiros lotes testados aos clientes finais.

A empresa B, de menor porte, organiza o processo de desenvolvimento de embarcações de maneira menos sistemática, porém seguindo um fluxo de informações linearizado. Devido ao desenvolvimento de projetos customizados e projetos para estética, como fator diferencial em sua cultura, ocorre a venda do projeto por encomenda. A gestão do projeto e o seu desenvolvimento são atribuições instituídas à mesma pessoa, o que, segundo o entrevistado é a prática comum entre seus concorrentes. Na Figura 20, na EDT da empresa B, se evidencia o modelo de uma empresa por projetos, com uma fase de Análise de Necessidades, o seu Projeto Conceitual e, por fim, o Detalhamento para Produção.



**Figura 20. PDP da Empresa B**

No tratamento das necessidades do cliente, o entrevistado cita que não há uma ferramenta ou método particular, no entanto argumenta que há um processo de entrevista, não estruturada, entre ele e seu cliente onde

são discutidos principalmente os atributos de estética e usabilidade, como gostos pessoais, embarcações de referência, proporcionalidade, autonomia e custo. Seu procedimento depois de coletar estas informações é estudar e fundamentar seu novo projeto em requisitos, muito semelhantes à linguagem atribuída à expressão de requisitos de usuários da metodologia de referência, como “forte, durável”, “Fácil de produzir”, “prática”, “segura”, etc. Ainda, destaca que investe tempo na pesquisa de técnicas de construção e suas características e realiza pesquisa de conceitos produzidos ao redor do mundo. Quando, então, formata um documento contendo informações em número suficiente, em seu julgamento, denominado *briefing* de necessidades, ou simplesmente análise de necessidades.

Este documento alimenta a categoria processos desta empresa, que soma, em sua resposta, o uso de diversos métodos de apoio ao projeto, sendo desenvolvidos *sketchings*, ou seja, esboços em papel para identificação de forma e função, plano de arranjo interior, para então, estas ideias serem transformadas em modelos computacionais por estratégias de modelamento de superfícies. Sob a esfera de engenharia naval, aplica as técnicas comuns de arquitetura naval por um processo representado pela Espiral de Projeto. Ainda, destacou-se a fabricação de protótipos funcionas embora seja uma empresa de pequeno porte.

Estes protótipos são desenvolvidos por ferramentas computacionais e máquinas-ferramenta. Destacou-as o uso do software de modelagem por superfícies Rhinoceros® e seus plug-ins, Orca RhinoCAM® e Flamingo®, para cálculos hidrostáticos, aplicação em CAM e renderização, respectivamente. Outras ferramentas mais comuns estão presentes, como planilhas eletrônicas e também, aplica-se elementos da filosofia de melhoria contínua e de gestão do conhecimento, um caderno de boas práticas, alimentado regularmente. Em conjunto com as ferramentas computacionais: uma fresadora CNC onde se produz os contramoldes de casco e convés em poliuretano expandido.

No Quadro 5 é apresentada uma comparação entre as informações de metodologia de projetos das duas empresas, estabelecido com base nos mapas conceituais. Ainda, se faz uma referência ao modelo de Back *et al* (2008) em relação aos mesmos parâmetros de pessoas, informações,

processos e ferramentas trazidos em sua metodologia, o que torna possível uma observação mais criteriosa da relação entre as empresas e empresas e modelo.

**Quadro 5. Quadro comparativo entre as Empresas A e B**

	<b>Empresa A</b>	<b>Empresa B</b>	<b>Conceito</b>
<b>Pessoas</b>	Composta por pessoas de várias nacionalidades e diversas formações, de nível técnico, superior e pós-graduação. Organizadas de forma estratificada e hierarquizada em departamentos. A comunicação é incentivada, de forma aberta.	Poucos indivíduos com formações semelhantes. Organização mais horizontalizada.	Equipes multidisciplinares.
<b>Informações</b>	Necessidades, desejos e requisitos dos usuários, requisitos de projeto, restrições. Provenientes de áreas de projeto, marketing, comercial e pós-venda. Costuma seguir a identidade de uma família de produtos e de uma linha de produtos. Possui marca bem definida. Realiza Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação, P&D&I.	Necessidades, desejos dos clientes, restrições de fabricação, pesquisa de embarcações de referência, tempo, custos.	Informações do Ciclo de Vida do Produto Clientes do Ciclo de Vida Necessidades dos Clientes Requisitos de Projeto Especificações de Projeto Funções do Produto Características Estéticas e de Estilo
<b>Processos</b>	Processos estruturados, sistematizados, documentados.	Processos semiestruturados.	Processos Sistematizados Gestão do Conhecimento
<b>Ferramentas</b>	Usa CAD, CAE e CAM, ferramentas de desenvolvimento de projeto (PDCA), melhoria contínua, fichas.	Usa CAD, CAE e CAM.	Ferramentas de Projeto Ferramentas Computacionais (CAD, CAE, CAM, PLM).

### 3.2. Considerações Finais

O conhecimento de especialistas trouxe contribuições para o desenvolvimento deste trabalho. Em ambas as empresas há um processo formal de projeto, com diferentes graus de robustez. As duas empresas apresentam a necessidade de conhecimento multidisciplinar, que considere fases ao longo do ciclo de vida das embarcações. Em empresas menores, conclui-se que este conhecimento multidisciplinar também se faz necessário.

Dentre as práticas destas empresas, nas entrevistas, se destaca a melhoria contínua, e a gestão do conhecimento. Entende-se que a documentação corroborara para o desenvolvimento de soluções evolutivas, com base nos dados do ciclo de vida dos seus produtos. Este

caráter documental está presente desde a etapa de projeto até o pós-venda e fundamentam bancos de dados com importantes contribuições de necessidades, sugestões, estatísticas, falhas, etc. Quando se tornam registro da atividade de projeto se ganha em agilidade na identificação de erros, proposição de soluções e manutenção de redes de relacionamento profissional e com a clientela, possibilitando a difusão de inovações para toda a cadeia produtiva.

Como demonstrado pelos especialistas, o processo de desenvolvimento de embarcações de recreio, independentemente do tamanho, possui três etapas distintas. O pré-projeto, com *briefing* ou pesquisa de necessidades e requisitos, o projeto conceitual e o desenvolvimento e detalhamento para a produção. E, inseridas nestas fases, etapas de pesquisa de mercado, design, modelagem e simulação, prototipagem encadeiam o fluxo de valor do projeto. Assim, estas empresas oferecem as suas propostas de valor sobre fundamentos sólidos em processos, ferramentas e informações.

## **4. PROPOSTA DA METODOLOGIA**

Este capítulo apresenta a proposição de uma metodologia voltada ao projeto de embarcações de recreio à motor com ênfase nas fases de projeto informacional e projeto conceitual. Esta proposição foi realizada com base no estudo de literatura e no mapeamento do conhecimento de especialistas.

### **4.1. Diretrizes para a Proposição da Metodologia**

A proposta da metodologia se vale da reunião das melhoras práticas e o conhecimento gerados por especialistas. Para auxiliar o projeto de embarcações de recreio à motor são sugeridas 10 etapas divididas nas fases de Projeto Informacional e Projeto Conceitual.

A construção da metodologia se baseou nos conhecimentos adquiridos a partir da revisão bibliográfica e do conhecimento de especialistas por intermédio das entrevistas. Este conhecimento está sintetizado no Quadro 4, que descreve a organização das metodologias, seus processos, ferramentas e informações, as quais colaboraram para o desenvolvimento da sequência de fases, etapas e tarefas.

Desta maneira, a Figura 21 apresenta um fluxograma geral da metodologia proposta. Para uma visualização mais detalhada, está disponível no apêndice B um fluxograma detalhado desenvolvido da metodologia proposta. Para cada fase têm-se etapas a serem cumpridas, as quais são compostas por tarefas e as mesmas auxiliadas, quando conveniente por ferramentas. Assim, pode-se construir a representação da Figura 21, a qual reúne as informações apresentadas no Quadro 4, nas fases de Projeto Informacional e Projeto Conceitual. Os produtos destas fases de projeto são respectivamente as especificações de projeto de embarcação de recreio e o conceito da embarcação.

A seguir, cada uma das fases e etapas é descrita.

### **4.2. Projeto Informacional**

O projeto informacional, conforme descrito por Back *et al* (2008) é a fase de obtenção das especificações de projeto do produto. Para o desenvolvimento da fase são sugeridas 8 etapas (ver Figura 22), sendo

estas suportadas por ferramentas propostas com base na abordagem do Projeto Integrado de Produtos, no conhecimento de especialistas e da observação de práticas de projeto de embarcações.

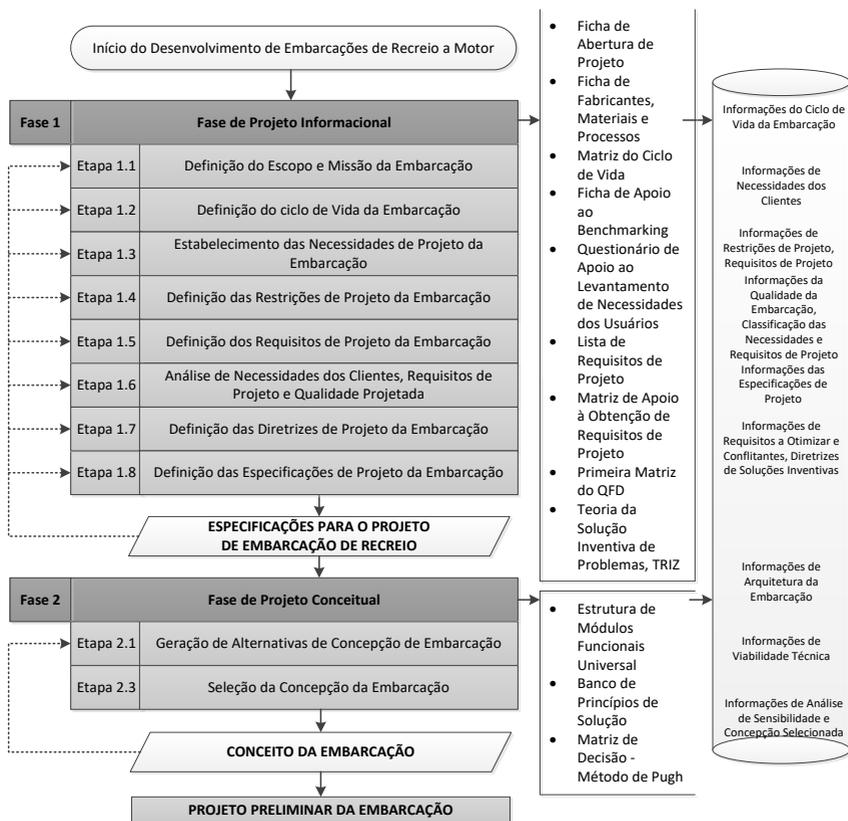
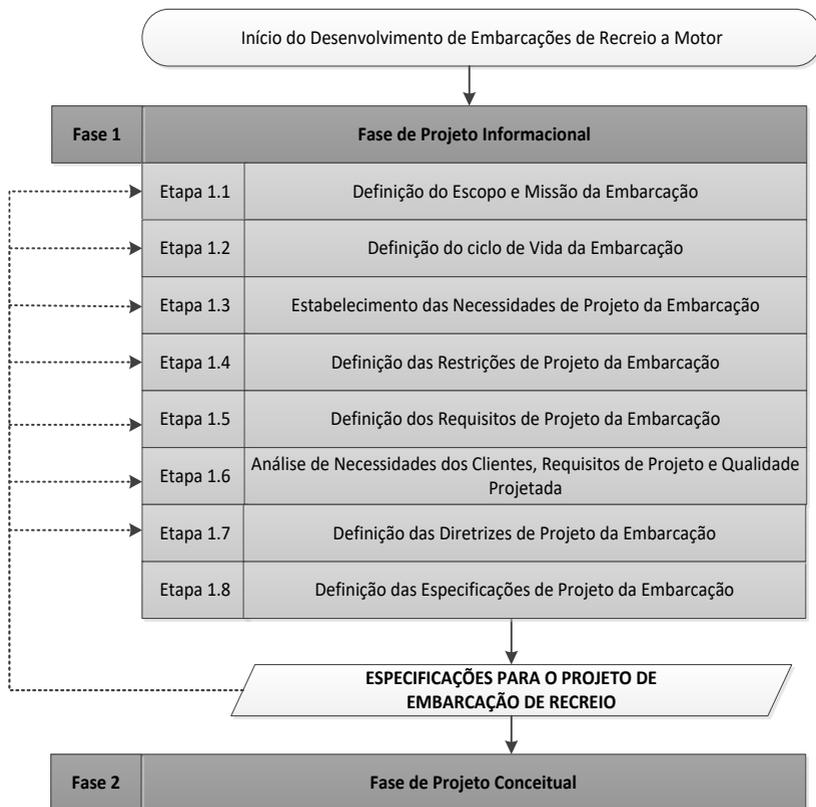


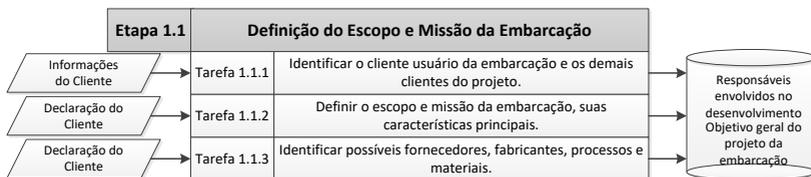
Figura 21. Fluxograma Geral da Metodologia Proposta



**Figura 22. Fluxograma do Projeto Informacional**

#### 4.2.1. Etapa 1.1: Definição do Escopo e Missão da Embarcação

O início do projeto se dá pela determinação de algumas informações básicas inseridas na definição do escopo do produto sendo, nesta proposição, o escopo da embarcação. A Figura 23 elucida as tarefas e suas informações de entrada e informações de saída.



**Figura 23. Tarefas propostas para a definição do escopo da embarcação**

Para a realização desta etapa propõe-se o uso da ferramenta **Ficha de Abertura de Projeto** utilizada nas tarefas 1.1.1 e 1.1.2. E a ferramenta **Ficha de Fornecedores** disponível no Apêndice D, utilizada na tarefa 1.1.3. As tarefas propostas para esta etapa são:

- **Tarefa 1.1.1. Identificar o cliente usuário da embarcação e demais clientes diretos do projeto:** para se dar início ao processo de projeto de embarcações deve-se conhecer o solicitante e a demanda de projeto. Na metodologia são considerados os clientes: pessoas físicas ou empresas, tanto usuárias da embarcação a ser projetada como outros clientes diretos de interesse do projeto.

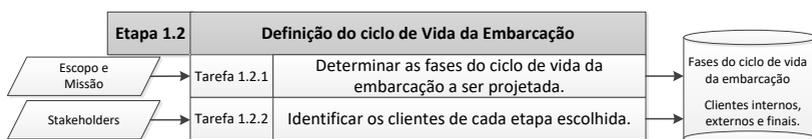
- **Tarefa 1.1.2. Definir o escopo e, ou, missão da embarcação, suas características principais, estimativas das dimensões principais:** como a declaração de escopo de projeto pode ser muito variada (GLOWACKI, 2015), o formulário conta com campos onde o cliente usuário pode definir o que espera do projeto e, marcar os campos com os requisitos de projeto básicos. Para isto consta no formulário a lista de requisitos de projeto básicos para o projeto da embarcação, região de navegação, autonomia e segurança da embarcação. Cada um destes requisitos de projeto pode ser classificado conforme uma ordem de preferência do cliente usuário, bem como valores limítrofes também podem ser adicionados, correspondendo à uma prévia de valores para as especificações de projeto.

- **Tarefa 1.1.3. Identificar possíveis fabricantes, processos e materiais:** para auxiliar a equipe de projeto no cumprimento desta tarefa é proposto na **ficha de fornecedores, fabricantes, materiais e processos** que deve ser preenchida de acordo com as características dos processos, materiais e técnicas dominados pelo setor produtivo parceiro. As

informações coletadas nesta tarefa devem fazer parte da lista de restrições de projeto de embarcações.

#### 4.2.2. Etapa 1.2: Definição do ciclo de vida da embarcação

O desdobramento desta etapa segue o fluxo proposto na Figura 24. Nesta etapa, as tarefas de determinação do ciclo de vida da embarcação a ser projetada, e identificação dos elementos atuantes, atividades e demais aspectos são realizadas com base nas informações descritas na fase anterior.



**Figura 24. Tarefas propostas para a definição do Ciclo de Vida da Embarcação**

Para auxiliar na execução desta etapa foi elaborada uma matriz na **ficha ciclo de vida de embarcações**, construída sobre os conceitos de ciclo de desenvolvimento da obra de Fonseca (2000), Pahl e Beitz (2005) e Back *et al* (2008) e adaptada de Ferreira (2002).

- **Tarefa 1.2.1. Determinar as fases do ciclo de vida da embarcação a ser projetada:** De posse desta ficha, a equipe de projeto deve observar as informações que fazem parte de etapas específicas do ciclo de vida de embarcações de recreio, sendo denotadas por respostas sim e não. A critério da equipe de projeto, as etapas que obtiverem respostas sim devem ser adicionadas ao projeto da embarcação e seus clientes ouvidos.

- **Tarefa 1.2.2. Identificar os clientes de cada etapa escolhida:** A partir das fases identificadas devem ser identificados os clientes internos, externos e finais, de cada etapa do ciclo de vida. Este grupo de clientes configuram o conhecimento envolvido no desenvolvimento da embarcação. Já os clientes finais serão os usuários da embarcação, que, no caso de embarcações de grande porte ou que necessitem de tripulação especializadas podem incluir, além do proprietário, o comandante

(capitão) e os marinheiros. O Quadro 6 representa um exemplo da construção desta tabela de clientes do ciclo de vida e pode servir de guia para a elaboração de tabelas particulares de outros projetos.

**Quadro 6. Exemplo de estrutura de desdobramento do ciclo de vida de embarcações de recreio à motor.**

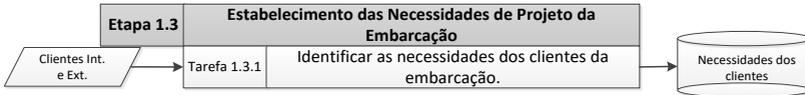
<b>Fase do Ciclo de Vida</b>	<b>Clientes Internos, Externos e Finais</b>	<b>Informações Importantes</b>
Desenvolvimento da Embarcação	Equipe de Projeto, Cliente Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento de Produto (análise de mercado, estudo de viabilidade, definição de conceito, investimento)</li> <li>Projeto da Embarcação</li> </ul>
Fabricação	Equipe de Projeto, Fabricantes, Fornecedores de Materiais e Componentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento de Processos de Fabricação</li> <li>Manufatura de Casco, Convés e Superestrutura</li> </ul>
Montagem	Equipe de Projeto, Fabricantes, Fornecedores de Materiais e Componentes, Montadores Especializados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montagem de Sistemas, subsistemas e componentes.</li> <li>Instalações de cabeamento, tubulações e ferragens.</li> <li>Montagem de movelaria.</li> </ul>
Transporte	Equipe de Projeto, Transportadoras, Instituições Públicas (ex. Polícia Rodoviária, Prefeituras).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento e logística de transporte.</li> <li>Execução do transporte.</li> </ul>
Lançamento (à água)	Equipe de Projeto, Marinas, Clubes, Garagens Náuticas, Instituições Públicas (ex. Marinha)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento de lançamento.</li> <li>Execução do lançamento.</li> </ul>
Teste/Prova de Mar	Equipe de Projeto, Consultorias Especializadas, Instituições Públicas (ex. Marinha), Associações.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento de Testes</li> <li>Homologação.</li> </ul>

Continuação do Quadro 6. Exemplo de estrutura de desdobramento do ciclo de vida de embarcações de recreio à motor.

Lançamento Comercial	Equipe de Projeto, Consultorias Especializadas, Fabricantes, Associações, Instituições Publicitárias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planejamento do lançamento comercial, publicidade, estratégias de marketing e vendas.</li> </ul>
Venda	Revendedoras, Fabricantes, Corretores (ex. Brokers).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venda da embarcação, entrega, garantias.</li> </ul>
Uso	Cliente Final, Marinas, Clubes, Garagens Náuticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso da embarcação, condições de uso, instruções de utilização, segurança.</li> <li>Comando da embarcação, navegação, derrota.</li> </ul>
Manutenção	Cliente Final, Marinas, Clubes, Garagens Náuticas, Oficinas Especializadas, Profissionais Especializados (autônomos ou não)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção mecânica, elétrica, pintura de casco.</li> </ul>
Reciclagem	Cliente Final, Marinas, Clubes, Garagens Náuticas, Empresas Especializadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmontagem e reaproveitamento de componentes, peças e materiais.</li> </ul>
Descarte	Instituições Públicas (ex. Governo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coleta de material perigoso, destino e depósito regular.</li> </ul>

#### 4.2.3. Etapa 1.3: Estabelecimento das necessidades dos clientes da embarcação

Uma vez identificada as fases do ciclo de vida e os clientes envolvidos nestas fases, faz-se necessário identificar as necessidades dos mesmos. Para isto, é proposta a tarefa a seguir.



**Figura 25. Tarefas propostas para a etapa de Estabelecimento das Necessidades de Projeto da Embarcação**

Esta etapa será auxiliada pelo **questionário de apoio ao levantamento das necessidades dos usuários**, encontrado no Apêndice G. Nesta ferramenta, adaptada de Ferreira (2002) e Fonseca (2000) e Back *et al* (2008) os atributos básicos, do ciclo de vida e específicos foram desdobrados em questionamentos para apoiar a equipe de projeto no exercício de entrevistas entre os clientes da embarcação.

- **Tarefa 1.3.1. Identificar necessidades dos clientes da embarcação:** compreende a aplicação do questionário em forma de entrevista aos clientes, diretos e indiretos, da embarcação, sejam eles diretos ou indiretos. As respostas devem ser armazenadas juntamente com os atributos que originaram as questões, presentes na primeira coluna do questionário.

#### 4.2.4. Etapa 1.4. Definição das restrições de projeto da embarcação

Embarcações são sistemas técnicos complexos. A reunião dos seus elementos componentes acaba trazendo questões do âmbito normativo, legal e ergonômicos, bem como aos processos de fabricação disponíveis entre os parceiros identificados, ou mesmo na própria empresa realizadora do projeto. Como sugerido por Ferreira (2002): “restrições de projeto podem ser entendidas como sendo necessidades dos clientes de projeto que devem ser, necessariamente, contempladas no desenvolvimento do projeto”.

Portanto, nesta etapa, sugere-se que sejam estabelecidas: restrições normativas, restrições legais, restrições ergonômicas, de fabricação, materiais e componentes.

- **Restrições Normativas:** compreendem as normas internacionais de projeto de embarcações e afins que devem ser seguidas a fim de que o produto projetado esteja apto a ser aprovado para comercialização, uma vez que critérios de segurança e, ou,

função foram, presumidamente, alcançados. Por exemplo, a norma EN ISO 12217-1:2013 versa sobre critérios de estabilidade de embarcações, excluindo as embarcações a vela, com comprimento total superior a 6m. E as normas ABYC<sup>8</sup> determinam os critérios de segurança do projeto à manutenção e reparo de embarcações nos Estados Unidos da América.

- Restrições Legais: dizem respeito ao atendimento às normas internacionais e mais certas características demandadas pela sociedade civil e, ou, regimentos militares para os quais a embarcação está sendo projetada. Por exemplo, leis que a embarcação esteja em conformidade com a NORMAM, da Marinha do Brasil, ou às leis ambientais que determinam que não podem ser empregados determinados materiais na fabricação da embarcação.
- Restrições Ergonômicas: os padrões ergonômicos mudam geograficamente de acordo com a etnia estudada. A tarefa de determinar um sujeito universal pode, no entanto, trazer incongruências ao projeto se o produto for destinado a diversas nacionalidades. Deve-se observar as características físicas e fisiológicas dos usuários da embarcação.
- Restrições de Fabricação: tais processos de fabricação, da maneira como são organizados e operados possuem certas restrições, principalmente relacionadas à geometria a ser fabricada. Por exemplo, raios de curvatura muito apertados, como em regiões quinadas de cascos, na roda de proa, podem ser tão finos que não apresentam resistência suficientemente aceitável ou, pelo mesmo motivo, não podem ser retirados de um molde.
- Restrições de Materiais: Estas restrições se apresentam principalmente em virtude do meio ao qual serão sujeitados. O meio aquático, e em maior grau de hostilidade marinho, se

---

<sup>8</sup> ABYC: *American Boat and Yacht Council*, órgão não governamental sem fins lucrativos dos E.U.A. que desenvolve voluntariamente normas de segurança para o projeto, construção, manutenção e reparo de embarcações de recreio. [www.abycinc.org](http://www.abycinc.org).

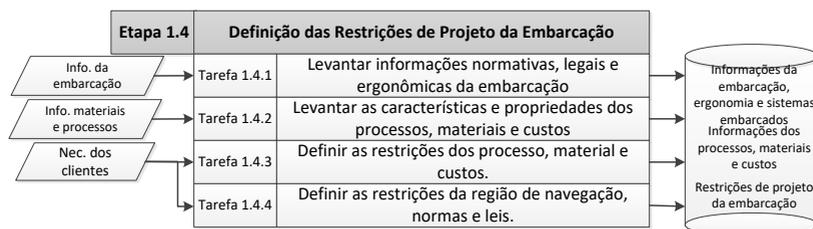
apresentam como meios muito corrosivos, principalmente pelo efeito pilha. Deve-se observar quais os materiais mais suscetíveis aos efeitos nocivos.

- Restrições de Componentes: sua relação restritiva se baseia na sua geometria, peso, suscetibilidade à corrosão, exaustão de materiais nocivos, tanto ao meio ambiente quanto aos passageiros e tripulantes.

A Figura 26 estrutura esta etapa em quatro tarefas. São elas o levantamento das informações normativas, legais e ergonômicas, e o levantamento das características dos processos de fabricação, materiais e custos, as suas restrições associadas ao processo e as restrições associadas à região de navegação, mercados, normas e leis.

- **Tarefa 1.4.1. Levantar informações normativas, legais e ergonômicas de embarcações:** a equipe de projeto deve pesquisar em órgãos, instituições e demais entidades as características normativas, legais e ergonômicas que podem contribuir para o projeto da embarcação ou que a mesma deve possuir para ser aceita comercialmente no território de destino e para os fins e seus usos.

- **Tarefa 1.4.2. Levantar as características e propriedades dos processos de fabricação, materiais e componentes identificados entre os parceiros de projeto:** Nesta tarefa, os fornecedores e fabricantes identificados na tarefa 1.1.3 podem fornecer informações acerca dos seus processos, materiais e componentes.



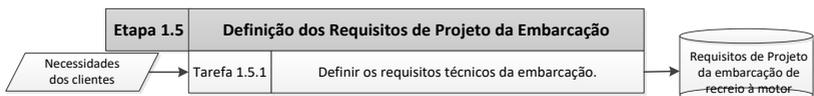
**Figura 26. Tarefas propostas para a etapa de Definição das Restrições de Projeto da Embarcação**

- **Tarefa 1.4.3. Definir as restrições associadas ao processo, material e custos:** As características e necessidades dos usuários desenvolvidas de acordo com as fichas de fabricantes, materiais e processos devem ser aprofundadas a fim de que sejam levantados quaisquer parâmetros de projeto que elenquem restrições de forma, função e acabamento da embarcação de acordo com os seus processos de fabricação, montagem e seus materiais.

- **Tarefa 1.4.4. Definir as restrições associadas à região de navegação, normas e leis:** Visa-se conhecer as restrições quanto à região de navegação, as normas e leis do mercado para onde a embarcação será fabricada, enviada e/ou comercializada, bem como usada para tráfego aquaviário.

#### 4.2.5. Etapa 1.5. Definição dos requisitos de projeto da embarcação

Requisitos de projeto são características do sistema técnico capazes de serem mensuradas. Recaem no âmbito físico uma vez que determinam grandezas como dimensão, massa, energia, e as demais grandezas associadas, volume, densidade, entre outros (FONSECA, 2000). Estes requisitos refletem os atributos da embarcação a ser projetada, norteando o seu desenvolvimento e as decisões da equipe de projeto. A etapa 1.6, exposta na Figura 27, concatena as informações oriundas das tarefas 1.4.1 e 1.4.2 como informações de entrada a serem tratadas pela equipe de projeto para gerar requisitos de projeto.



**Figura 27. Tarefas propostas para a etapa de Definição dos Requisitos de Projeto da Embarcação**

- **Tarefa 1.5.1. Definir os requisitos técnicos da embarcação:** equipe de projeto deve associar as necessidades dos clientes a um ou mais requisitos de projeto, e conforme a necessidade, agregar novos requisitos de projeto. Ao final estas informações são apresentadas sob a forma de uma lista. Deve-se entender que os mesmos são uma sugestão e podem

ser excluídos, acrescentados e adaptados conforme a embarcação a ser desenvolvida ou o tipo de projeto em questão.

No Apêndice H tem-se uma **lista de requisitos de projeto** como apoio ao desenvolvimento de requisitos para embarcações de recreio. No entanto é importante saber que esta lista não esgota as possibilidades de requisitos de projeto. Outros requisitos podem ser explorados. Nesta matriz podem ser explorados requisitos de projeto oriundos das necessidades dos clientes. A matriz baseada na proposta por Fonseca (2000) encadeia a lista de necessidades de usuários em linhas e auxilia a equipe de projeto a selecioná-los conforme o atributo específico da coluna, conforme exposto no Quadro 7.

**Quadro 7. Exemplo de aplicação da lista de requisitos de projeto**

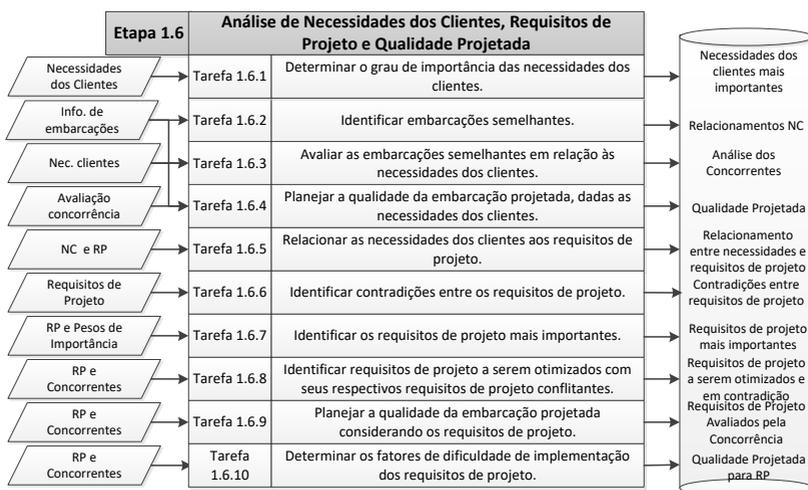
	ATRIBUTOS DA EMBARCAÇÃO														
	BÁSICOS				CICLO DE VIDA				ESPECÍFICOS						
Requisitos de Projeto	Funcionalidade	Ergonomia	Segurança	...	Fabricabilidade	Montabilidade	Transportabilidade	Armacenabilidade	Vendabilidade	...	Geometria	Cinemática	Forças	Materiais	...
$RP_1$	•	•					•	•			•				
...															
$RP_n$			•		•	•			•					•	

Para utilizar a matriz, lista-se na primeira coluna os requisitos de projeto e as necessidades de usuários identificados na etapa 1.2, podem ser associadas aos atributos distribuídos nas demais colunas. Os requisitos de projeto,  $RP$ , podem ser obtidos no cruzamento entre linhas e colunas, a partir da resposta ao seguinte procedimento:

- I. Qual (is) requisitos de projeto do atributo da coluna (materiais, geométricos, cinemáticos...) satisfazem a necessidade de usuário da associada ao atributo?
- II. O requisito de projeto é importante para o sucesso da embarcação?

#### 4.2.6. Etapa 1.6. Análise das necessidades dos clientes, requisitos de projeto e qualidade projetada

Nesta etapa busca-se realizar uma série de análises em relação as necessidades dos clientes e requisitos de projeto, buscando um maior entendimento do projeto. Para isto propõe-se o emprego do QFD, *Quality Function Deployment* (AKAO, 1990 *apud* BACK *et al*, 2008; e LAMB, 2003). No caso sugere-se o emprego da primeira matriz, denominada tradicionalmente de Casa da Qualidade. Esta matriz capacita a equipe de projeto a desenvolver, de maneira sistemática, as inter-relações entre as necessidades dos clientes e requisitos de projeto; obter os conflitos entre os requisitos de projeto; e a projetar a qualidade desejada para a embarcação, mediante a análise de embarcações concorrentes.



**Figura 28. Tarefas propostas para a etapa de Análise de Necessidades dos Clientes, Requisitos de Projeto e Qualidade Projetada**

A matriz se encontra representada em seus componentes na Figura 29. Cada campo acompanha o seu nome e a legenda que será, posteriormente, chamada para explicar seu uso ao longo das tarefas.

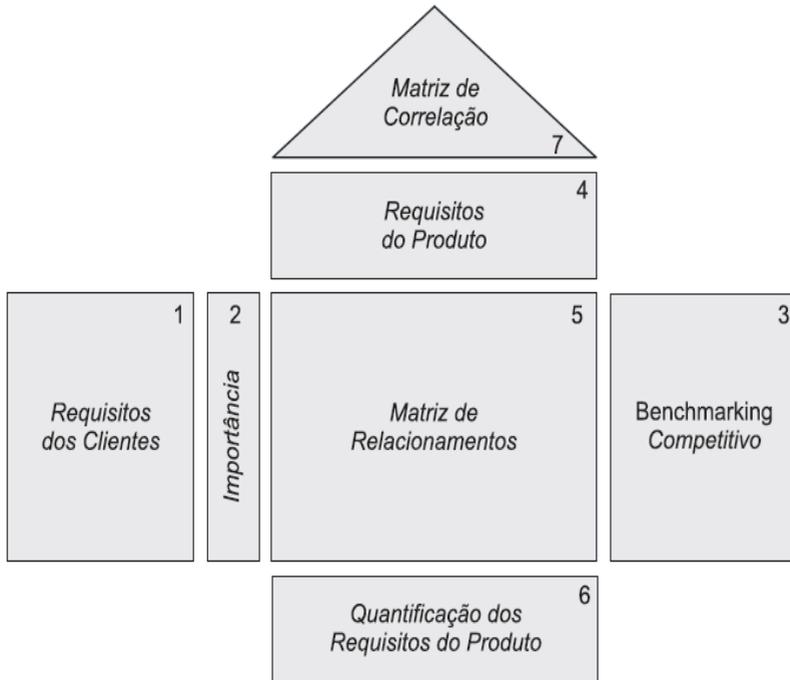


Figura 29. Primeira matriz do QFD (ROZENFELD *et al*, 2005)

- **Tarefa 1.6.1. Determinar o grau de importância das necessidades dos clientes:** o primeiro parâmetro de entrada da primeira matriz do QFD são os pesos dos requisitos de usuários, ou como descrito, o seu grau de importância. Nesta proposta esta avaliação é tratada usando a atribuição de pontos do método AHP (*Analitycal Hierarchy Process*).

Esta tarefa pode ser empregada também para realizar triagens de requisitos de usuários. Se a equipe de projeto dispuser de requisitos em demasia, àquelas com menor pontuação, ou determinados como indiferentes na ficha de abertura de projeto, podem ser excluídos do processo de projeto. Assim, estas necessidades dos clientes e a sua importância são associados aos campos 1 e 2, respectivamente.

- **Tarefa 1.6.2. Identificar embarcações semelhantes:** embarcações semelhantes compreendem o espectro de produtos que

corresponde ao escopo da embarcação a ser projetada, em seu uso, funções, dimensões e custo. Neste aspecto a metodologia pede informações relevantes a comprimento total, boca máxima, calado, potência e número de motores, número de camarotes, número de banheiros, tipo de superestrutura, número de comandos, tipo de embarcação, estilo da embarcação, material do casco, material do convés e superestrutura, acabamentos externo e interno, apêndices de casco, tipos e número de equipamentos eletrônicos embarcados. Bem como características do processo de fabricação do casco, movelaria e interiores. Para compor estas informações e organizá-las é oferecida uma **ficha de apoio ao benchmarking de embarcação semelhante**. Os dados obtidos são relacionados ao campo 3.

- **Tarefa 1.6.3. Avaliar as embarcações semelhantes em relação às necessidades dos clientes:** de posse das características das embarcações semelhantes, oriundas da estratificação de produtos concorrentes, podem ser efetuadas comparações entre os mesmos mediante uma análise competitiva. Tal procedimento reflete quais necessidades dos clientes, expressadas pelos requisitos dos usuários, é, ou não, um ponto forte de venda. Um ponto forte de venda exime diferenciais do produto que pode facilitar ou potencializar a sua venda ou sucesso (FERREIRA, 2002). A casa da qualidade permite, por intermédio do campo 3, realizar esta avaliação embarcação a embarcação com as necessidades dos usuários.

- **Tarefa 1.6.4. Planejar a qualidade da embarcação projetada, dadas as necessidades dos clientes:** as saídas da tarefa 1.6.2, somadas às necessidades dos clientes determinam o estado de qualidade dentre as embarcações concorrentes. Com essas informações, aliadas ao planejamento estratégico e de marketing, podem-se ser indicados níveis de qualidade desejada para cada necessidade dos clientes mediante o emprego da mesma escala, ainda no campo 3.

- **Tarefa 1.6.5. Relacionar as necessidades dos clientes aos requisitos de projeto:** corresponde ao desenvolvimento do corpo da Casa da Qualidade, ou campo 5, tendo sido associados os requisitos de projeto ao campo 4. Nesta tarefa relacionam-se os i-ésimos requisitos de usuários

com os  $j$ -ésimos requisitos de projeto, atribuindo-se fatores de força de relacionamento. Esta medida em três níveis: forte relacionamento, fator 5; médio relacionamento, fator 3; e, fraco relacionamento, fator 1. Atribui-se ao cruzamento  $i,j$  uma nota de 1 a 5 representando este relacionamento.

- **Tarefa 1.6.6. Identificar correlações entre os requisitos de projeto:** as correlações entre os requisitos de projeto podem ser extraídas da Matriz de Correlação do QFD, denotado pelo campo 7. Estas correlações são preenchidas com graus de relacionamento evidenciando correlações fortemente positivas, correlação positiva, sem relacionamento, correlação negativa, e, correlação fortemente negativa.

As relações entre os requisitos de projeto são, assim definidas, para evidenciar quais são aqueles que interferem, ou dificultam, a realização do projeto da embarcação. Se dois requisitos de projeto estão correlacionados positivamente, então, o seu desenvolvimento produz efeitos positivos no outro par, ou seja, seus efeitos são diretamente proporcionais. Porém, se dois requisitos de projeto estão correlacionados negativamente, então, desenvolver um requisito impõe efeitos negativos no outro e vice-versa: são inversamente proporcionais. Nesta proposta, dá-se maior atenção a estes requisitos em contradição fortemente negativa, uma vez que trabalhando nestes de maneira adequada podem ser obtidos resultados de maior contundência para o projeto.

- **Tarefa 1.6.7. Identificar os requisitos de projeto mais importantes:** os requisitos de projeto mais importantes são avaliados mediante o cálculo dos graus de relacionamento entre os requisitos de usuários e os requisitos de projeto e, da Matriz de Correlação do QFD, dos graus de correlação entre os requisitos de projeto. O seu cômputo produz os índices de importância de cada requisito de projeto que estão representados no campo 6.

- **Tarefa 1.6.8. Identificar requisitos de projeto a serem otimizados com seus respectivos requisitos de projeto conflitantes:** a equipe de projeto deve retirar as correlações negativas denotadas na Matriz de Correlação do QFD, entre os respectivos requisitos de projeto, além dos seus graus de importância obtidos na tarefa 1.6.6. Par a par

observam-se os requisitos de projeto conflitantes e classifica-se aquele que tiver o maior grau de importância como requisito a otimizar e, o outro, como requisito conflitante. Esta classificação será usada como dado de entrada na tarefa 1.7.1.

- **Tarefa 1.6.9. Planejar a qualidade da embarcação projetada considerando os requisitos de projeto:** a equipe de projeto deve efetuar uma avaliação da qualidade desejada mediante a observação dos requisitos de projeto correlacionados às necessidades dos clientes.

- **Tarefa 1.6.10. Determinar os fatores de dificuldade de implementação dos requisitos de projeto:** compreendem a dificuldade em se atender determinado requisito de projeto tal como expressado em termos técnicos, referindo-se às limitações técnicas e sua complexidade, e em termos econômicos, referindo-se a limitações financeiras, a fim de que seja atingida a qualidade projetada na tarefa 1.6.3 (FERREIRA, 2002), ainda dentro do campo 6. Na proposta, emprega-se também a necessidade de determinar também estes fatores expressados em termos ambientais, em consonância com a navegabilidade e robustez da embarcação.

Propõe-se um índice de 1 a 10, sendo: 10, grande dificuldade de implementação; 5, média dificuldade de implementação; e, 1, fácil implementação.

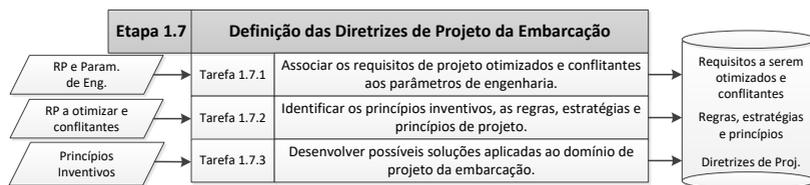
É importante observar que estes fatores agem como critérios de orientação para fases posteriores do desenvolvimento da embarcação, onde determinadas tecnologias e decisões podem ser priorizadas de acordo com os fatores de dificuldade obtidos nesta tarefa.

#### 4.2.7. Etapa 1.7. Definição das diretrizes de projeto da embarcação

Foi evidenciado por Evans (1959) e depois por Lamb (2003), Mistree (1990), Erikstad e Levander (2012) e Nazarov (2012) que o projeto de embarcações não é a otimização das partes para compor o todo. Pelo contrário, a otimização das partes, sem acompanhar o seu reflexo em toda a embarcação, pode produzir efeitos adversos. Neste caso *trade-offs*, ou soluções de compromisso devem ser observadas sistematicamente.

Para solucionar estes conflitos, ou contradições, Ferreira (2002) traz o conceito de diretrizes de projeto. De acordo com o autor, as diretrizes são expressas como estratégias, regras de projeto e princípios de solução. As estratégias compõem as melhores condições ou caminhos mais favoráveis identificados por especialistas, sendo oriundas do conhecimento tácito dos mesmos. As regras de projeto, por sua vez indicam o modo adequado de executar uma ação visando atingir um objetivo específico, por exemplo uma meta de especificação de projeto, são denotadas pelo conhecimento explícito. E, princípios de solução são a representação do conhecimento tácito e explícito de especialistas visando a proposição de um princípio que solucione a contradição.

Nesta dissertação, para obter as diretrizes de projeto sugere-se o emprego da Teoria da Solução Inventiva de Problemas (TRIZ), disponível no Anexo I.



**Figura 30. Tarefas propostas para a etapa de Definição das Diretrizes de Projeto da Embarcação**

- Tarefa 1.7.1. Associar os requisitos de projeto otimizados e conflitantes aos parâmetros de engenharia:** Com os requisitos a otimizar e conflitantes avaliados na tarefa 1.6.8 procede-se à sua associação aos parâmetros de engenharia. Este método se baseia na identificação e associação dos requisitos de projeto, a otimizar e conflitante, aos 39 parâmetros de engenharia descritos por Altschuler (1946, *apud* FERREIRA, 2002). O modo de associação proposto é por similaridade: a equipe de projeto deve realizar um exercício de interpretação destes requisitos e averiguar o seu entendimento tendo por base os parâmetros oferecidos pela TRIZ, disponível no Anexo I. Um exemplo destes parâmetros está disposto no Quadro 8.

**Quadro 8. Alguns parâmetros de engenharia da TRIZ (MAZUR, 1995 apud FERREIRA, 2002)**

Parâmetro de Engenharia	Significado do Parâmetro de Engenharia
1. Peso do objeto móvel 2. Peso do objeto estático	A massa do objeto no campo gravitacional. A força que o corpo apresenta parar se apoiar ou sustentar.
3. Comprimento do objeto móvel 4. Comprimento do objeto estático	Qualquer dimensão linear, não necessariamente a maior, é considerado o comprimento do objeto.
5. ...	...

• **Tarefa 1.7.2. Identificar os princípios inventivos:** a equipe de projeto, de posse da Matriz de Contradição da TRIZ, deve inserir como dados de entrada os parâmetros de engenharia a otimizar e parâmetros de engenharia conflitantes. O cruzamento destes dados, observados nas linhas e colunas, respectivamente, retorna uma lista numérica de princípios inventivos. Estes princípios deverão ser observados ao longo do projeto.

• **Tarefa 1.7.3. Desenvolver possíveis soluções aplicadas ao domínio de projeto da embarcação:** os resultados colhidos na tarefa 1.9.2 também servirão de inspiração para a equipe de projeto buscar alternativas de princípio de solução para a embarcação projetada fora da sua área de especialidade. Este exercício de criatividade tende a incorporar soluções que minimizem efeitos nocivos de soluções de compromisso.

**Quadro 9. Exemplos de aplicação da TRIZ no projeto náutico.**

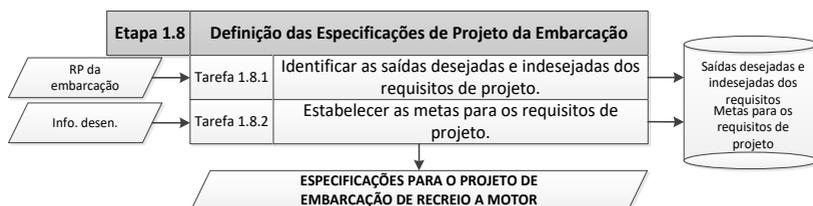
Nº	Princípio Inventivo	Exemplo de Aplicação Náutica
1	Segmentação, fragmentação	Dividir monocascos em dois ou mais cascos ou flutuadores.
2	Extração, remoção	Tanques removíveis.
3	Qualidade local	Inserir sulcos do fundo ao costado para promover a aeração da superfície de contato, diminuindo o atrito viscoso da embarcação com a água.

continuação do quadro 10. Exemplo de aplicação da TRIZ no projeto náutico		
Nº	Princípio Inventivo	Exemplo de Aplicação Náutica
4	Assimetria	Explorar o espaço interno promovendo assimetria.
5	Combinação	Combinar hidro jato e hélice.
6	Universalidade	Elimine o leme usando o hélice como direcionador.
7	Aninhamento	Inserir uma toailete sob o comando central.
8	Contrapesos	Usar hidro fólhos.
9	Contra atuação preliminar	Controle de rolamento por mudança de posição de massa.
10	Ação prévia	Botes infláveis que se inflam automaticamente quando submersos.
11	Atenuações prévias	Uso de amortecimento dinâmico.
12	Equipotencialidade	Substitua motores de popa por motores internos tipo hidro jato.
13	Inversão	Permitir o movimento de mobiliário no interior da embarcação.
14	Esferoidicidade	Substituir hélice fixa por sistema azimutal.
15	Dinamicidade	Diminua o raio de manobra ligando automaticamente o <i>bow thruster</i> ao giro da roda de leme.
16	Ação parcial ou excessiva	Use redutores para aumentar rotação gradativamente.
17	Movimento para nova dimensão	Use mecanismos complexos para acessar compartimentos de forma irregular.
18	Uso de vibrações mecânicas	Usar vibração para evitar impregnação por cracas.
19	Ação periódica	Implementar plano de manutenção periódica.
20	Continuidade da ação útil	Use sistemas de propulsão hidráulicos.
21	Travessia rápida	Use sistemas de freios por força contrária muito rápida.
22	Conversão de danos em benefícios	Promover a submersão da casa de máquinas em caso de incêndio.
23	Retroalimentação	Usar sistema de cogeração.
24	Mediação	Use sistemas de acoplamento removíveis.
25	Autosserviço	Utilize tintas anti-incrustantes abaixo da linha-d'água.
26	Cópia	Substitua sulcos no casco por decalques.
27	Uso de objeto barato e de vida curta	Use ânodos de sacrifício em partes metálicas imersas.
28	Substituição de meios mecânicos	Substituir polias e engrenagens por atuadores elétricos.
29	Uso de pneumática e hidráulica	Use sistemas pneumáticos para abertura de portas de armários.

continuação do quadro 10. Exemplo de aplicação da TRIZ no projeto náutico		
Nº	Princípio Inventivo	Exemplo de Aplicação Náutica
30	Uso de filmes e membranas flexíveis	Use fabricação laminação à vácuo.
31	Uso de materiais porosos	Usar recheios porosos para aumentar a inércia em estruturas sanduíche.
32	Mudança de cor	Proporcione opção de cores para as partes expostas em gel coat.
33	Homogeneidade	Construção de convés e casco no mesmo material.
34	Descarte e recuperação de partes	Use ândodos de sacrifício com engate rápido e desengate automático ao final da vida.
35	Mudança de parâmetros e propriedades	Use flaps contínuos de perfil ajustável.
36	Mudança de fase	Aproveite a energia de transição do regime de ondas.
37	Expansão térmica	Janelas e gaiutas que bloqueiam o sol automaticamente.
38	Uso de oxidantes fortes	Use ândodos de sacrifício alternativos.
39	Uso de atmosferas inertes	Utilizar ambiente vedado e controlado para tanques.
40	Uso de materiais compostos	Estruturas de compósitos do tipo sanduíche.

#### 4.2.8. Etapa 1.8. Definição das especificações de projeto da embarcação

A conclusão da fase de projeto informacional ocorre com a determinação das especificações de projeto. As especificações de projeto são o resultado final do processo de transformação de necessidades dos clientes, ou seja, estabelecem algo que é necessário, verificável e atingível (BACK *et al*, 2008).



**Figura 31. Tarefas propostas para a etapa de Definição das Especificações de Projeto da Embarcação**

Assim, para auxiliar a execução desta atividade propõe-se o preenchimento do **Quadro de Especificações de Projeto de Embarcações**, demonstrado no Quadro 10:

**Quadro 10. Quadro de Especificações de Projeto**

Requisito de Projeto	Grau de Importância	Saídas Desejadas (a)	Saídas Indesejadas (b)	Limite Inferior	Valor preferencial ou meta (c)	Limite Superior	Unidade (d)	Direção de Melhoria (e)
$RP_1$	$I_1$							
...	...	...	...					
$RP_n$	$I_n$							

a. **Saídas desejadas dos requisitos de projeto:** determinam as características desejáveis de cada requisito de projeto deve assumir. Por exemplo, o requisito “autonomia” possui a saída desejada: a autonomia da embarcação deve ser a maior possível.

b. **Saídas indesejadas dos requisitos de projeto:** determinam as características indesejáveis de cada requisito de projeto que devem ser evitadas.

c. **Valor preferencial, Meta, Limite Inferior e Limite Superior:** representam os valores de intervalo desejado para o requisito de projeto em questão e podem, juntamente com a característica (j) do quadro, Direção de Melhoria, indicar para quais valores os resultados do projeto devem tender. Tais valores, no entanto, podem ser preenchidos com (-) quando os seus limites forem abertos: por exemplo, o requisito número de passageiros pode ter a lacuna “Limite superior” preenchida com (-) pois resultaria em um benefício “quanto maior, melhor”.

d. **Unidade:** caracteriza a grandeza física da especificação de projeto.

e. **Direção de Melhoria:** demonstra para qual sentido a especificação de projeto apresenta melhores benefícios: (▲) quanto

maior, melhor; ( $\diamond$ ) na meta; e, ( $\blacktriangledown$ ) quanto menor, melhor. Por exemplo, a especificação custo de fabricação pode apresentar o sentido ( $\blacktriangledown$ ) quanto menor, melhor, uma vez que o melhor benefício é conseguido diminuindo-se este valor.

- **Tarefa 1.8.1. Identificar as saídas desejadas e indesejadas dos requisitos de projeto:** de acordo com as informações levantadas até o momento a equipe de projeto deve organizar os requisitos de projeto, descrever suas saídas desejadas e indesejadas, de acordo com a sua experiência e demais meios de informação disponíveis.

- **Tarefa 1.8.2. Estabelecer as metas para os requisitos de projeto:** com as informações levantadas no decorrer do projeto a equipe de projeto deve estabelecer metas para cada requisito de projeto, tendo como base as saídas da tarefa 1.8.1.

### 4.3. Projeto Conceitual

O projeto conceitual é a fase de desenvolvimento onde ocorre a geração do conceito do produto. Esta fase demanda dos projetistas, principalmente, a avaliação de critérios de forma de casco e as interações desde com o ambiente e com os requisitos de projeto, sob análises de engenharia.

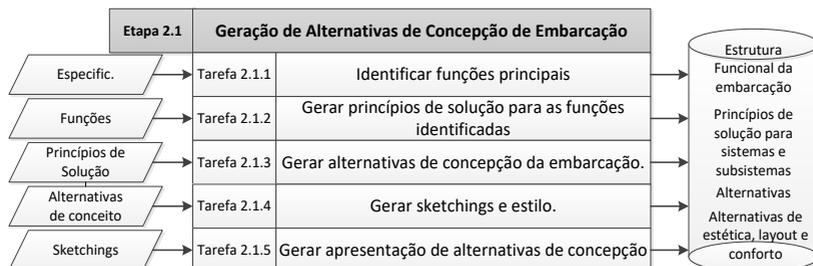
Como *output* do projeto conceitual deve-se obter as formas gerais, o leiaute conceitual da embarcação e os subsistemas previamente definidos para, quando requisitados, atuem como guias para a equipe de projeto. A Figura 32 mostra as atividades propostas para a fase de projeto conceitual.



Figura 32. Fluxograma do Projeto Conceitual

A seguir, tem-se a descrição de cada uma destas atividades.

#### 4.3.1. Etapa 2.1 Geração de alternativas de conceito



**Figura 33. Tarefas propostas para a etapa de Geração de Alternativas de Conceito**

A Figura 33 demonstra as tarefas desta etapa cujo intuito é explorar a criatividade e engenhosidade da equipe de projeto na proposta de alternativas que possam solucionar o problema de projeto da embarcação em questão, com base nas especificações de projeto obtidas na fase de projeto informacional.

- **Tarefa 2.1.1. Identificar funções principais no mapa de funções:** Do ponto de vista funcional o desenvolvimento de um conceito pode ser realizado a partir de uma escolha de funções ou módulos possíveis, ou seja, existentes a partir da identificação de fronteiras comuns na arquitetura de vários produtos já existentes no mercado. Em embarcações, estes sistemas podem ser desdobrados em casco<sup>9</sup>, interior, convés e superestrutura, naviônica, governo, *powertrain*, sistema elétrico, segurança e salvação e conforto. Esta divisão pode ser caracterizada mediante a observação de várias lanchas de recreio, até pequenos trawlers e iates, em sites especializados, revistas especializadas como a Náutica®, Iate®, e, ainda, os sistemas mecânicos e elétricos oriundos de publicações

<sup>9</sup> Casco: neste trabalho o termo refere-se à “forma do casco” ao invés das características de arquitetura naval que definem em termos de engenharia o casco da mesma.

e referências na área de engenharia, manutenção e construção de embarcações.

Para auxiliar a execução desta atividade, propõe-se o emprego da ferramenta de Estrutura de Módulos Funcionais Universal, disponível no Apêndice I. A intenção desta ferramenta é guiar a escolha de funções/módulos que a embarcação deve possuir para atender às especificações de projeto e as necessidades dos clientes. A ferramenta apresenta uma estrutura em formato de mapa como apresentado no **Erro! fonte de referência não encontrada.**, na qual a embarcação foi desdobrada em interior, convés e superestrutura, casco, naviônica, governo, powertrain, segurança e salvação e conforto.

Para definir os módulos funcionais necessários à solução do problema de projeto, a equipe deve selecionar as funções desejadas e realizá-las, bem como os caminhos entre a função global (embarcação de recreio à motor) e as funções parciais. Ao final desta tarefa a equipe de projeto terá um esquema do conceito da embarcação pronta para receber os princípios de solução adequados. Por exemplo, uma lancha terá os seguintes módulos necessários, casco e Powertrain. No caso de uma embarcação maior com mais funcionalidades, escolhem-se os módulos funcionais, superestrutura e convés, sendo esta desdobrada em posto de comando interno, posto de comando superior (flybridge), praça de popa e plataforma; interior, com cabine e banheiro; sistema elétrico com gerador, baterias e inversor; conforto; segurança, com extintores, etc. Apesar de oferecer uma estrutura universal, a equipe de projeto deve buscar mais funções interessantes para o projeto da embarcação, uma vez que a estrutura desdobrada não esgota as possibilidades deste universo.

Para organizar o processo de geração de alternativas de conceito propõe-se a utilização da ferramenta Matriz Morfológica, desenvolvida por Zwicky *apud* Back *et al* (2008). Estes módulos funcionais compõem a primeira coluna da matriz retratada no Quadro 11.

Quadro 11. Matriz Morfológica

Lista de Módulos		Princípios de solução que desempenham as funções do subsistema da embarcação			
Powertrain	Motor	$Sol_1$			
	Transmissão	$Sol_2$	$Sol_3$		
Casco	Proa				...
	Fundo				
	Popa				
Interior	Cabine				
	Banheiro				
Superestrutura e Convés	..				
	..				$Sol_n$

Nesta matriz as funções são direcionadoras de projeto para a geração de princípios de solução, ou seja, itens que visam atender à função desejada.

- **Tarefa 2.1.2. Gerar princípios de solução para as funções identificadas:** O passo seguinte à montagem da Matriz Morfológica é a busca por Princípios de Solução Alternativos para cada elemento. No Apêndice J, se propõem exemplos de princípio de solução para auxiliar o projetista na sua escolha, fornecendo alternativas na forma do Quadro 12. Neste quadro, cujo modelo é adaptado de Ferreira (2002) estão representados o nome do princípio de solução, suas funções gerais e aspectos qualitativos quanto ao atendimento dos atributos do produto embarcação de recreio à motor.

Quadro 12. Exemplo de Estrutura de Princípio de Solução, adaptado de Ferreira (2002)

GRUPO DO PRINCÍPIO DE SOLUÇÃO	
<b>REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO PRINCÍPIO DE SOLUÇÃO</b>	NOME: Nome do princípio de solução FUNÇÕES DESEMPENHADAS: lista de funções desempenhadas pelo princípio de solução para o subsistema.
DESCRIÇÃO: Descrição do aspecto físico do princípio de solução.	

- **Tarefa 2.1.3 Gerar alternativas de conceito da embarcação:** cada princípio de solução apresentado é uma solução para determinado subsistema da embarcação. Uma vez escolhidos, devem ser combinados e agrupados a fim de se construir uma alternativa de solução para a embarcação. Para construir este agrupamento, o procedimento é escolher, para cada linha da Matriz Morfológica, um princípio de solução dentre aqueles levantados na tarefa 2.1.2. Escolhido um princípio de solução, passa-se à próxima linha e assim por diante, obtendo-se combinações de princípios de solução e, por resultado, alternativas de conceito, vide exemplo do Quadro 13.

Neste quadro tem-se a combinação entre os elementos da linha verde: *inboard engine sterndrive*, *folding propeller* e bateria de chumbo-ácido de ciclo profundo; e a linha vermelha: *inboard engine poddrive*, *double screw propeller* e bateria de chumbo-ácido de ciclo profundo, configuram, cada uma, uma alternativa de conceito para um certo conjunto de elementos da embarcação.

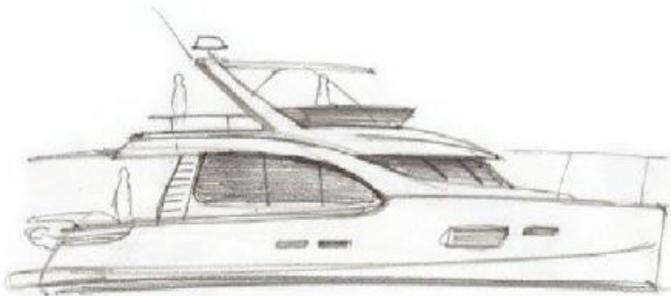
**Quadro 13. Exemplo de composição de princípios de solução para geração de alternativas de conceito**

Lista de Módulos		Princípios de Solução		
Powertrain	Motor			
	Transmissões			
	Hélice			
Sistema Elétrico	Bateria			

- **Tarefa 2.1.4 Gerar *sketchings* do estilo da embarcação:** o processo de projeto de embarcações de esporte e recreio, ou de produtos de apreço em geral, é vinculado à estética. As características percebidas pelos usuários variam de acordo com o temperamento que se deseja passar ao público alvo (LARICA, 2003). Para isso propõe-se a tarefa de

criação de desenhos manuais, ou *sketching*, para explorar os conceitos gerados na tarefa 2.1.3 em termos visuais de maneira rápida e dinâmica (EISSEN, 2011).

A atividade de *sketching* propõe o uso da linguagem visual para a resolução de problemas (ver Figura 34). Nesta atividade é ideal a participação de profissionais treinados em desenho industrial, com foco em produto, capazes de identificar tendências de estética, forma, função e ergonomia dentre os Fatores Humanos. Para aplicar estes conceitos no projeto da embarcação demanda-se uma exploração visual rápida, antes de serem modelados os conceitos, uma atividade crucial, mais lenta e cara. Uma forma de explorar estes aspectos é a pesquisa por intermédio de painéis semânticos. Esta ferramenta auxilia a equipe de projeto a recrutar imagens de embarcações semelhantes e, ou, outros produtos de estilo próximo ao desejado pela equipe e clientes, que demonstrem certos fatores estéticos ou marcas de estilo e semântica aplicáveis à embarcação de projeto.



**Figura 34.** Exemplo de *sketching* de embarcação (NAZAROV, 2012).

- **Tarefa 2.1.5. Gerar apresentação de alternativas de conceito de exterior e interior:** O *rendering* é o próximo passo após o desenho e visa a comunicação de ideias com mais rigor e clareza. Quando o intuito é comunicar a ideia de volume e realismo, luz, sombra e reflexividade tem um papel fundamental (ROBERTSON, 2014). Para Henry (2012) o desenho, ou o *sketching*, intenciona exploração rápida de ideias em profusão, livres no espaço, gravidade ou contexto, enquanto o *rendering*, fundamenta e contextualiza o objeto-conceito visando maior clareza:

além disso traz ganhos de fidelidade e realismo em uma composição de luz, sombra e ambiente. Eissen (2011) vai além, para o autor, esta etapa ainda visa a sugestão de materiais e texturas identificados nos comportamentos da luz na superfície renderizada<sup>10</sup> (ver Figura 35).



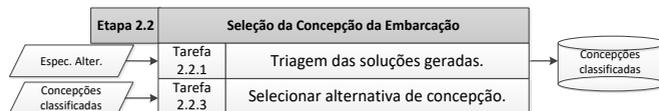
**Figura 35. Exemplo de rendering manual (arquivo pessoal)**

O objetivo desta etapa é permitir que o usuário tenha uma melhor visão do produto, a fim de permitir uma avaliação para fins de seleção do conceito, na próxima etapa de projeto.

#### 4.3.2. Etapa 2.2. Seleção do conceito da embarcação

Esta fase objetiva a escolha dentre as alternativas de conceito geradas, esboçadas e detalhadas até o momento no processo de desenvolvimento de produto náutico, a que melhor satisfaz os critérios de projeto oriundos das especificações de projeto.

Para auxiliar a seleção da alternativa de conceito, propõe-se o emprego das etapas descritas na Figura 36.



**Figura 36. Tarefas propostas para a etapa de Seleção de Conceito da Embarcação**

<sup>10</sup> Renderizada: é comum, coloquialmente, o uso do anglicismo para identificar o produto da atividade de *rendering* entre os *designers*.

Devido à cada projeto ter características próprias e devido à dificuldade de serem estabelecidas bases de comparação com as especificações de projeto, resultados do Projeto Informacional. Nesta tarefa, a preocupação é a revisão das necessidades e especificações do projeto de forma que estes possam refletir os objetivos do projeto de maneira integral e satisfatória.

- **Tarefa 2.2.1. Triagem dos conceitos gerados:** Esta seleção busca responder de forma rápida ao atendimento das funções do projeto e a sua viabilidade técnica e econômica (BACK *et al*, 2008). Para a realização da triagem dos conceitos gerados até então devem ser dispostas na Matriz de Decisão, da Figura 37 os requisitos de projeto da etapa 1.8 nas linhas seguidos, respectivamente de suas importâncias obtidas na etapa 1.6, e os conceitos gerados na tarefa 2.1.3 e desenvolvidas visualmente e ergonomicamente nas tarefas 2.1.4 e 2.1.5, cada uma com uma denominação característica que os distinga dos demais, por exemplo: Alternativa 1, Alternativa 2... Alternativa k.

Requisito de Projeto	Importância	Alternativa 1	...	Alternativa k
$RP_1$	$I_1$	$A_{1,1} \cdot I_1$		
...	...		...	
$RP_n$	$I_n$			$A_{n,k} \cdot I_n$
	Total	$\sum_1^n A_{1,n} \cdot I_n$	...	$\sum_1^n A_{k,n} \cdot I_n$

Figura 37. Matriz de Decisão (adaptada de BACK *et al*, 2008)

Nesta matriz de decisão se caracteriza cada conceito, no cruzamento de requisito de projeto e na comparação com a referência com três possíveis valores: (+), o sinal positivo indica que a conceito é melhor naquele critério que a referência; (0), o numeral zero indica que o conceito é equivalente à referência para aquele critério; e o sinal negativo (-) indica que a conceito é pior que a referência para aquele critério.

Portanto, o juízo dos participantes será exposto pela somatória de cada valor (+) e (-), além do resultado global desta soma.

- **Tarefa 2.2.2. Selecionar a alternativa de conceito:** Os conceitos avaliados terão um grau indicativo da sua posição entre si. No entanto, este posicionamento não deve definir qual o conceito é definitivo, excepcionalmente quando se encontram valores de cada alternativa muito próximos. Estes índices devem ser comparados e validados através de uma análise pela equipe de projeto e, assim, escolher a alternativa mais viável para seguir com o projeto (BACK *et al*, 2008).

#### **4.4. Considerações Finais**

As fases, etapas e ferramentas apresentadas visaram a organização do Projeto Informacional e Conceitual de embarcações de recreio a fim de serem obtidas as especificações de projeto e um conceito solução promissor que, apesar de conter um nível de abstração, define a linha geral do projeto estando apto tanto economicamente como tecnicamente. Já as características do projeto no que tange ao projeto conceitual do casco, a arquitetura da embarcação definida pode prover informações muito úteis aos cálculos de arquitetura naval que se iniciam na sequência.

## 5. APLICAÇÃO

O presente capítulo apresenta a aplicação da metodologia proposta nas fases de projeto informacional e o projeto conceitual de uma embarcação de recreio a motor de pequeno porte. O objetivo principal deste capítulo é avaliar as características da metodologia de apoio ao projeto.

### 5.1. Aplicação da Metodologia Proposta

O objetivo desta aplicação é a realização de uma rodada de desenvolvimento do Projeto Informacional e Projeto Conceitual. O problema de projeto visou uma embarcação de recreio à motor de pequeno porte, comum na indústria náutica nacional. Estas embarcações normalmente se encontram em rios, lagos, estuários e baías abrigadas e seus atributos de economia, ergonomia, navegabilidade e esteticidade as tornam os bens de consumo preferidos de classes emergentes e se destacam como embarcações de entrada no mundo náutico. Dentre as suas características mais comuns, os usuários prezam pelo conforto, estética e potência, e seus custos de aquisição.

Este tipo de embarcação pode apresentar vários modelos distintos, de acordo com o seu uso principal, faixa de preço e características de conforto procurados pelos seus usuários. Assim, os modelos que melhor representam esta classificação são, conforme o índice da figura 1: *bay boat* (2); *bowrider* (3); *center console* (4); *cuddy cabin* (7); *deck boat* (8); *dual console* (10); *express fisherman* (11); *fish'n'ski* (12); *high performance boat* (14); *ski and wakeboard boat* (27); e, *walkaround* (30). Para exemplificar as funções, ou usos principais, desta reunião pode-se citar a pescaria com vara abrigada ou oceânica, o passeio de curta, média e longa duração, a prática de esportes radicais, o pernoite, a corrida, poucos ou muitos ocupantes, etc.

Ainda, a grande variedade de modelos caracteriza diversas de arquiteturas possíveis, tais como o seu leiaute, seus sistemas, subsistemas e componentes bem como seus métodos de fabricação. Outro aspecto que apresenta grande variedade são as dimensões externas destas embarcações que variam entre 19 e 26 pés, em comprimento total,  $L_{OA}$ .

No entanto seu aspecto comum em relação à forma é o casco de planeio e em relação à fabricação é a fibra-de-vidro, com resina epóxi, mais caras, ou poliéster, esta última mais barata e abundante.

Assim, exposto o problema de projeto de embarcação de recreio a motor de pequeno porte, do tipo lancha, de planeio, para fabricação em série, para o mercado brasileiro, a um custo acessível comparável à outras embarcações de 20 a 26 pés, uma equipe de projeto multidisciplinar foi reunida para dar prosseguimento à aplicação. Tal equipe constituiu-se de três graduandos em engenharia naval, alocados em grupos de extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, um engenheiro naval e um designer industrial de uma empresa de projeto de embarcações de recreio. A gerencia do projeto foi efetuada pelo autor deste trabalho. A documentação produzida durante esta aplicação está disponível no Apêndice K e, quando necessário, será referenciada no texto.

#### 5.1.1. Fase de Projeto Informacional

Na fase de projeto informacional foram desenvolvidas as etapas e tarefas propostas como metodologia de apoio ao projeto de embarcações de recreio a motor descritas no capítulo 4 desta dissertação.

Na etapa 1.1 foram identificados na **ficha de abertura de projeto** os dados do cliente, o escopo do produto, ou o uso da embarcação, alguns requisitos básicos de projeto, tais como velocidade, máxima e de cruzeiro, autonomia, número de passageiros e tripulantes, dimensões externas, custo estimado, região de navegação, etc. Com estas informações, passou-se à definição do ciclo de vida da embarcação, etapa 1.2. Nesta etapa foram contemplados apenas as fases de desenvolvimento, fabricação, montagem, lançamento, teste e uso da embarcação. Sendo os clientes especialistas em fabricação, revendedores, agentes de fiscalização da marinha e potenciais usuários. Tais clientes contemplados expressaram suas necessidades por intermédio do questionário de apoio ao levantamento de necessidades, já na etapa 1.3 **levantamento das necessidades dos clientes**, o questionário proposto foi aplicado e as seguintes necessidades foram identificadas (Quadro 14).

**Quadro 14. Necessidades dos Clientes obtidos na aplicação**

<b>Cliente</b>	<b>Necessidades dos Clientes</b>
Venda	Seguir as normas estrangeiras
Usuário	Ser apropriada para navegação costeira
Manutenção, Usuário	Evitar formação de vapores de gasolina
Usuário	Ser capaz de flutuar mesmo avariada
Usuário	Apresentar bons índices de conforto ao movimento
Usuário	Ser segura para situações variáveis e de risco
Usuário	Ser rápida, mas suave
Usuário	Ter boa confiabilidade dos aparelhos de segurança
Venda, Usuário	Ter um estilo moderno
Venda, Usuário	Apresentar boa ergonomia nos espaços
Venda, Usuário, Manutenção	Ser segura contra incêndios
Usuário	Ser capaz de resgatar/salvamento
Venda, Usuário	Ser eletricamente segura
Venda, Usuário	Ter custo compatível com o mercado
Venda, Usuário	Ter boa visibilidade do posto de comando
Venda, Usuário	Ter bom acabamento
Usuário	Ter espaços amplos
Venda, Usuário, Manutenção	Apresentar garantia de qualidade
Usuário	Ser prática
Usuário	Ter fácil manobrabilidade

Posteriormente, foi realizada a etapa 1.4 de definição das restrições de projeto da embarcação, na qual foram, primeiramente, levantadas as informações pertinentes à esta embarcação de acordo com o escopo e necessidades apresentadas pelos clientes usuários e clientes externos da fase de fabricação e montagem da embarcação, nas etapas 1.1 e 1.3. Das informações normativas, legais e ergonômicas, e das informações de fabricação, processos e materiais foram extraídas as restrições apresentadas no Quadro 16.

**Quadro 15. Requisitos de Projeto**

<b>Requisitos de Projeto</b>		
Calado, m	Velocidade de cruzeiro, nós	Velocidade máxima, nós
Comprimento, m	Aceleração vertical, m/s <sup>2</sup>	Número de tripulantes
Boca, m	Autonomia, nm	Número de normas atendidas
Altura, m	Nível geral de ruído, dB	Número de embarcações produzidas
Altura de borda livre, m	Nível de vibração estrutural, mm/s	Custo de fabricação, R\$
Altura máxima de ondas, m	Potência elétrica, kW	Volume de água potável, l
Deslocamento, kg	Número de passageiros	Tempo de vida útil do casco, anos
Altura do posto de comando, m	Coefficiente de bloco	
Setor de visibilidade do posto de comando, °	Coefficiente prismático	

A etapa 1.5 envolve a obtenção dos requisitos de projeto da embarcação de recreio à motor. Para o desenvolvimento desta etapa foram escolhidos os requisitos de projeto com o apoio da tabela do apêndice H de acordo com as necessidades apresentadas para cada atributo básico e do ciclo de vida pertinentes tanto às questões quanto aos requisitos de projeto. Tais requisitos são apresentados na segunda coluna Quadro 17.

A seguir, empregou-se a primeira matriz do QFD, *Quality Function Deployment*, contemplado na etapa 1.6, para desdobrar a análise de necessidades dos clientes, requisitos de projeto e a qualidade projetada. Para isto determinou-se o grau de importância das necessidades, cujo resultado se apresenta na segunda coluna da primeira matriz do QFD, disponível no Apêndice K na forma de link para uma ferramenta online, em virtude da sua proporção. Na sequência, foram identificadas três embarcações na mesma categoria de produto procurado pela equipe de projeto. Estas, por sua vez, foram documentadas por meio das fichas de apoio ao benchmarking de embarcação semelhante para serem avaliadas em relação às necessidades dos clientes, conforme disposto no Apêndice K. Os resultados da avaliação se encontram no campo de análise competitiva, *competitive analysis*, da matriz do QFD.

**Quadro 16. Restrições de Projeto obtidas na aplicação**

Restrição	Natureza	Referência	Definição	Impacto no Projeto
Comercialização Internacional (USA)	Legal	Motorboat Act of 1940, Federal Boating Act of 1938, Federal Boat Safety Act of 1971	Versa sobre o cumprimento dos regulamentos e normas de segurança da Guarda Costeira Americana, <i>Boatbuilder's Handbook</i> . (Escopo da ABYC supera as expectativas).	Médio
Comercialização Nacional (BRA)	Legal	NORMAM-03	Toda embarcação de esporte e/ou recreio, classificada ou certificada classe 1 (EC1) só poderá ser construída no país, ou no exterior para a bandeira brasileira, após obtida a respectiva Licença de Construção	Alto
Rato de concordância	Fabricação	Especialistas	Evitar a criação de regiões delgadas em quilhas, apêndices, patilhas, quinas, etc, onde se crie uma lâmina cuja espessura de composto seja inferior a quarenta, 40, milímetros.	Médio
Temperatura em ambientes confinados	Normativa, Ergonômica	ABYC - 11 11.5.1.1	The ambient temperature of machinery spaces is considered to be 50°C (122°F) and of all other spaces is considered to be 30°C (86°F). The ambient temperature for rating of shore power cables shall be 30°C (86°F).	Médio
Proteção à ignição de incêndios	Normativa, Legal, Segurança	ABYC - 11 11.5.3.1	Potential electrical sources of ignition located in spaces containing gasoline powered machinery, or gasoline fuel tank(s), or joint fitting(s), or other connection(s) between components of a gasoline system, shall be ignition protected, unless the component is isolated from a gasoline fuel source as described in E-11.5.1.3.3 (See Figure 1) EXCEPTION: 1. Boats using diesel fuel as the only fuel source.	Médio
Marcações	Normativa, Ergonômica	ABYC - 11 11.1.2.1	Marking of Controls - All switches and electrical controls shall be marked to indicate their usage. EXCEPTION: A switch or electrical control whose purpose is obvious and whose mistaken operation will not cause a hazardous condition.	Baixo
Plugs e receptáculos	Normativa, Ergonômica, Segurança	ABYC - 11 11.1.2.2	11.15.1.1.1. Receptacles shall be installed in locations not normally subject to rain, spray, or flooding but if receptacles are used in such areas the following shall apply: 11.15.1.1.1. Receptacles installed in locations subject to rain, spray, or splash shall be weatherproof when not in use.	Médio
Capacidade de baterias em circuitos DC	Normativa, Segurança	ABYC - 11 11.1.2.3	11.7.1.1.1.1. The battery, or battery bank, shall have at least the cold cranking amperage required by the engine manufacturer. 11.7.1.1.1.2. The battery, or battery bank, shall have a rated reserve capacity so that.	Médio

Os resultados de desempenho dos concorrentes serviram de base para o projeto da qualidade desejada da embarcação projetada.

De maneira que estas informações resultantes da etapa 1.6 auxiliam na formulação de diretrizes de projeto com o emprego da TRIZ, na etapa 1.7. Com esta ferramenta e os requisitos de projeto a otimizar e conflitantes, propõe-se as seguintes diretrizes, apresentadas no quadro 18.

Depois, procede-se para a identificação das saídas desejadas, indesejadas, e o intervalo de aceitação da especificação podem ser observados no Quadro 19, como proposto na etapa 1.8.

**Quadro 17. Requisitos de Projeto levantados na aplicação**

<b>Requisitos de Projeto</b>
Calado, m
Comprimento, m
Boca, m
Altura, m
Altura máxima de ondas, m
Deslocamento, kg
Altura do posto de comando, m
Setor de visibilidade do posto de comando, °
Tempo de vida útil do casco, anos
Volume de água potável, l
Custo de fabricação, R\$
Número de embarcações produzidas
Número de normas atendidas
Número de tripulantes
Velocidade máxima, nós
Velocidade de cruzeiro, nós
Aceleração vertical, m/s <sup>2</sup>
Autonomia, nm
Nível geral de ruído, dB
Nível de vibração estrutural, mm/s
Potência elétrica, kW
Número de passageiros
Coefficiente prismático

**Quadro 18. Diretrizes de Projeto Propostas**

Requisito a otimizar	Valor	Importância	Parâmetro de Engenharia	Requisito Conflitante	Valor	Importância	Parâmetro de Engenharia	Princípios Inventivos
Boca	•	8,8	Comprimento do objeto estático (4)	Velocidade Máxima (nós)	▲	3,7	Velocidade (9)	-
Velocidade Máxima (nós)	▲	3,7	Velocidade (9)	Custo de Fabricação	▼	2,4	Manufaturabilidade (34)	Segmentação (1)
				Autonomia	•	0,4	Energia gasta pelo objeto estático (20); quantidade de substância (26)	Contador de ação antecessora (10), vibração mecânica (19), construção pneumática ou hidráulica (29), utilize oxidantes fortes (38).
Velocidade de Cruzeiro (nós)	▲	2,0	Velocidade (9)	Autonomia	•	0,4	Energia gasta pelo objeto estático (20); quantidade de substância (26)	Contador de ação antecessora (10), vibração mecânica (19), construção pneumática ou hidráulica (29), utilize oxidantes fortes (38).
				Autonomia (mm)	▲	0,4	Energia gasta pelo objeto estático (20); quantidade de substância (26)	Extração (2), alteração da cor (32), contador de ação antecessora (10), mediador (25)

**Quadro 19. Quadro Especificações para o Projeto de Embarcação de Recreio a Motor de Pequeno Porte**

Requisito de Projeto	Importância	Saídas Desejadas	Saídas Indesejadas	Limite Inferior	Valor meta	Limite Superior	Unidade	Direção de Melhoria
Boca	8,8	Boca dentro da zona especificada.	Boca muito delgada que comprometa a estabilidade. Boca muito avançada que comprometa o uso de carreta rodoviária.	2,7	-	3,2	m	•
Número de normas atendidas	7,5	Atendimento às normas: NORMAM, ISO, ABYC, e outras normas que possibilitem o comércio nos países signatários.	Descumprimento à qualquer uma das normas básicas: NORMAM, ISO, ABYC.	3	-	-	un.	▲
Tempo de vida útil do casco	6,6	Tempo de vida útil vitalício, igual ou superior à especificação.	Tempo de vida útil inferior à especificação ou incapacidade de atendimento à especificação.	20	25	-	anos	▲
Potência elétrica disponível	6,5	Potência elétrica igual à especificação.	Potência elétrica insuficiente para a instalação de aparelhos básicos de auxílio à navegação (rádio, gps, ecobatmetro) e aparelhos de som.	-	1,5	-	kW	•
Calado	6,2	Calado inferior ou igual à especificação.	Calado insuficiente para garantia da estabilidade da embarcação em carregamento máximo; calado insuficiente para garantir acesso a balneários e aproximação de praias.	0,6	-	0,9	m	▼
Sector de visibilidade	5,5	Sector de visibilidade igual ou superior à especificação.	Visibilidade à vante, lateral e à ré comprometida, ou que forcem o operador a se inclinar, virar, girar, saindo de uma posição confortável durante a navegação, aproximação ou manobra da embarcação.	-	300	-	°	▲
Altura máxima de ondas	4,6	Altura máxima de ondas igual ou superior à especificação.	Altura de ondas inferior ao regime encontrando em zonas de águas abrigadas, acessos à bacias, portos e atracadouros.	1,2	-	-	m	▲
Velocidade máxima	3,7	Velocidade máxima igual ou superior à especificação.	Velocidade máxima inferior à especificação em até 20%.	-	35	-	nós	▲
Altura	3,7	Altura dentro dos limites da especificação, considerando quaisquer elementos que, porventura, sejam instalados no convés ou superestrutura. A exemplo: antenas, receptoras ou transmissores, luzes de navegação, postes ou torres de observação.	Altura dos elementos fixos superior à especificação que venha a causar complicações durante o transporte por vias urbanas.	-	-	3	m	•
Número de passageiros	3,6	Número de passageiros igual ou superior ao valor meta.	Número de passageiros inferior ao especificado.	7	9	10	un.	▲

Continuação do quadro 18. Especificações para o Projeto de Embarcação de Recreio de Pequeno Porte

Requisito de Projeto	Importância	Saídas Desejadas	Saídas Indesejadas	Limite Inferior	Valor meta	Limite Superior	Unidade	Direção de Melhoria
Aceleração vertical na proa	3,5	Aceleração vertical da proa, ou <i>pitch</i> , dentro dos limites aceitáveis da especificação.	Aceleração vertical da proa, ou <i>pitch</i> , superior à especificação.	-	-	1,65g	m/s <sup>2</sup>	●
Porcentagem de técnicas de fabricação comuns	3,0	Uso principal de técnicas de fabricação e instalação estabelecidas, conectadas e disponíveis no estaleiro fabricante para a fabricação de todas as partes e componentes da embarcação.	Aplicação de técnicas de fabricação e instalação em grau suficiente que possam comprometer a viabilidade financeira e econômica da produção da embarcação. Ultrapassar o limite superior ou promover impacto econômico negativo.	90	-	-	%	▲
Comprimento	2,9	Comprimento igual à especificação.	Comprimento superior ou inferior à especificação em até 10%.	6,2	-	7,5	m	●
Nível de ruído	2,7	Nível de ruído nas áreas próximas ao motor dentro da especificação.	Nível de ruído nas áreas próximas ao motor fora das especificações.	-	40	-	dB	●
Custo da fabricação	2,4	Custo de fabricação igual ou inferior à especificação.	Custo de fabricação superior à especificação em até 10%. Valores superiores determinam a inviabilidade do concreto.	-	45	-	10 <sup>3</sup> R\$	▼
Velocidade de cruzeiro	2,0	Velocidade de cruzeiro igual ou superior à especificação.	Velocidade de cruzeiro inferior à especificação em até 20%.	-	25	-	nós	▲
Nível de vibração estrutural	1,8	Nível de vibração estrutural devido ao motor igual ou inferior à especificação.	Nível de vibração superior à especificação em até 20%.	2	-	-	mm/s	▼
Volume de água potável disponível	0,6	Volume de água potável disponível igual ou superior à especificação em até 20%.	Volume de água potável disponível inferior à especificação.	240	300	-	l	▲
Autonomia	0,4	Autonomia igual ou superior à especificação.	Autonomia inferior à especificação em até 20%.	96	120	-	nm	▲
Número de tripulantes	0,4	Número de tripulantes igual à especificação.	Número de tripulantes superior à especificação.	-	0	-	un.	●
Deslocamento	0,2	Deslocamento dentro dos limites da especificação.	Deslocamento superior à especificação.	-	2,0	-	t	●
Altura do posto de comando	0,2	Altura igual ou maior à especificação.	Altura menor que especificação em até 1°.	1	-	-	m	▲

Assim, se encerra a fase de Projeto Informacional. Na próxima fase, de Projeto Conceitual, foram estudadas alternativas de conceitos que respeitem às especificações, diretrizes e restrições desenvolvidas nesta aplicação.

### **5.1.2. Fase de Projeto Conceitual**

Na aplicação se considera o desenvolvimento das etapas de geração de alternativas de conceito da embarcação de recreio a motor de pequeno porte e de seleção do seu conceito, apresentadas na proposta de metodologia de apoio sugerida no capítulo 4.

Esta fase se inicia com a etapa 2.1 de Geração de Alternativas de Conceito da Embarcação. Nesta etapa a equipe de projeto identificou os módulos funcionais da estrutura funcional do Apêndice K, em conjunto com a ferramenta proposta no Apêndice K.

Estes módulos descrevem as necessidades dos usuários e a qualidade projetada na etapa 1.6, interpretadas pela equipe de projeto de modo a gerar uma proposta de arquitetura funcional da embarcação, seus espaços e seus sistemas. Desta maneira a embarcação será constituída dos módulos destacados “posto de comando, banheiro e cabine”, compreendendo o Interior, “plataforma de popa e targa”, para a Superestrutura, “costado, fundo, proa e popa”, como elementos necessários e essenciais do Casco, “GPS, ecobatímetro, rádio e bússola”, como elementos da Naviônica, “timão”, para Governo, “motor, transmissão e hélice”, somando-se ao Powertrain, “bateria”, para o Sistema Elétrico, “sinalização luminosa e combate ao incêndio”, para Segurança e Salvatagem; e, por fim, “iluminação e entretenimento”, para o Conforto. Portanto, estes módulos serão atendidos por princípios de solução específicos a serem escolhidos na tarefa 2.1.2.

Organizando estes módulos na primeira coluna da matriz morfológica apresentada no Quadro 20, podem ser expostos os princípios de solução para cada linha desta matriz. Desta maneira a equipe de projeto pôde avaliar a combinação destes elementos segundo a função global da

embarcação além de características que cada elemento contribuiu para o projeto como um todo. O resultado destas combinações são três

**Quadro 20. Aplicação da Matriz Morfológica para a Estrutura Modular selecionada**

Matriz Morfológica				
Casco/Fundo				
Proa				
Popa				
Casario				
Banheiro				
Cabine	Não	1 Cabine		
Plataforma de Popa	Sim	Não		
Targa	Não	1 Targa		
Posto de Comando (Cockpit)				
GPS	Sim	Não		
Ecobatímetro	Sim	Não		
Bússola	Sim	Não		
Rádio	Sim	Não		
Sistema de Governo	Volante	Volante+Joystick		
Motor				
Transmissão				
Hélice				
Bateria	Pb Deep	Pb Shallow		
Sinalização Luminosa				
Combate à Incêndio		Bomba d'água		
Iluminação				
Entretenimento				



alternativas de conceito de embarcações, as quais foram estudadas empregando-se as técnicas de *sketching* e *rendering*, propostas nas tarefas 2.1.4 e 2.1.5. A alternativa A compreendeu a construção de uma arquitetura com casco em V, proa invertida, popa invertida, casario, banheiro com vaso e pia, comando central, motor externo à diesel, hélices duplas, conjunto de baterias, iluminação em led, extintores e aparelho de som. A alternativa B: foi construída sobre um casco em V, com proa normal, popa reta, sem casario, banheiro com vaso e pia, comando lateral, Powertrain com motor externo a gasolina de quatro tempos, hélices duplas, conjunto de baterias, iluminação comum, extintor, iluminação de led e aparelho de som. A última alternativa, C, é composta do casco tipo catedral, proa normal, popa invertida, casario, banheiro completo (vaso, pia e chuveiro), comando lateral, powertrain centro-rabeta com hélices de superfície, conjunto de baterias, iluminação led e spot, extintor e aparelho de som.

Para cada alternativa foram desenvolvidas os *sketchings* e *renderings* apresentados na Figura 38. As mesmas fazem parte do processo de seleção dado pela etapa 2.2 Seleção da Conceito da Embarcação, uma vez que representam apelo visual e facilitam a comunicação das ideias aos clientes do projeto.



**Figura 38.** Representação gráfica das alternativas de conceito, A, B e C, respectivamente por intermédio das tarefas 2.1.4 e 2.1.5.

Na seleção do conceito da embarcação, denotada pela etapa 2.2, foram submetidas à triagem e avaliadas as alternativas de conceito quanto à sua viabilidade tecnológica, conforme exposto no Quadro 21.

**Quadro 21. Determinação da classificação dos conceitos da etapa 2.2**

Requisito de Projeto	Importância	Conceito A	Conceito B	Conceito C
Altura de borda-livre	11.4	3	5	5
Boca	8.8	3	3	5
Número de normas atendidas	7.5	3	3	3
Tempo de vida útil do casco	6.6	1	1	3
Potência elétrica disponível	6.5	3	3	3
Calado	6.2	1	5	5
Setor de visibilidade	5.5	3	5	3
Altura máxima de ondas	4	3	3	3
Velocidade máxima	3.7	5	1	1
Altura	3.7	1	5	5
Número de passageiros	3.6	1	5	5
Aceleração vertical na proa	3.5	5	3	3
Porcentagem de técnicas de fabricação comuns	3	3	3	3
Comprimento	2.9	3	3	3
Coefficiente volumétrico	2.8	3	3	3
Nível de ruído	2.7	1	3	5
Custo da fabricação	2.4	5	1	1
Velocidade de cruzeiro	2	5	3	3
Nível de vibração estrutural	1.8	3	3	1
Volume de água potável disponível	0.6	3	3	5
Autonomia	0.4	5	1	3
Número de tripulantes	0.4	3	3	3
Deslocamento	0.2	1	3	1
Altura do posto de comando	0.2	1	5	1
<b>TOTAL</b>		<b>248.8</b>	<b>306.2</b>	<b>328.6</b>

Destas três alternativas a que obteve a maior pontuação foi escolhida para seguir o fluxo de projeto, dando entrada à fase de Projeto Preliminar na qual será descrita mais profundamente. A análise de classificação, por fim, demonstrou que a embarcação nomeada Conceito C, apresentou os

melhores resultados e será conduzida para as próximas fases de desenvolvimento: Projeto Preliminar e Projeto Detalhado. Nestas são observados também as características de arranjo geral, disposição de elementos e definição da arquitetura da embarcação. Com estas informações procede-se para a análise de dimensionamento, estabilidade, definição de potência necessária e escantilhamento, característica determinadas por processos iterativos, cuja representação é auxiliada pela Espiral de Projeto e processos não descritos nesta dissertação. Ainda se salienta a importância de serem levados critérios de decisão, valorados pela equipe de projeto e fundamentados pelas especificações de projeto para estas fases mais avançadas de projeto.

## 5.2. Avaliação

A avaliação da proposição da metodologia objetiva diagnosticar a sua potencialidade de emprego no projeto de embarcações de recreio à motor, bem como identificar oportunidades de melhoria. Assim, sendo efetuada com base nas diretrizes de composição de uma metodologia de projeto apresentada por Rozenfeld *et al* (2006), Back *et al* (2008) *apud* Romano (2003) e Romeiro *et al* (2010) e, adotando-se os procedimentos que fundamentaram as experiências de Inthamoussu (2015) *apud* Romano (2003), Montanha Jr. (2004), Leonel (2006), Ibarra (2007) e Moehrle *et al* (2012), foram levantadas as seguintes aplicações para avaliar a metodologia por dois grupos de avaliadores:

- **Avaliação Interna:** corresponde avaliação da metodologia proposta pelos membros da equipe de aplicação mediante emprego de um questionário de avaliação.
- **Avaliação Externa:** a metodologia proposta foi apresentada para a comunidade acadêmica e empresarial na qual foram cumpridas as seguintes etapas:
  - i. Apresentação do Tema e Objetivo do Trabalho de Mestrado
  - ii. Apresentação e contextualização do Processo de Desenvolvimento de Produtos, Projeto Informacional e Conceitual

- iii. Apresentação da Metodologia Proposta
- iv. Aplicação da proposta através do desenvolvimento de um exercício de projeto Conceitual de uma embarcação de recreio à motor com todos os integrantes.
- v. Aplicação do questionário estruturado.

O questionário traz uma série de questões de avaliação será aplicado dentre os profissionais da indústria náutica e entre os participantes do estudo-de-caso, de modo a se obter informações para compor uma análise qualitativa de ambos os grupos.

A avaliação segue orientada nas ideias dispostas por Inthamoussu (2015) baseando-se em oito diretrizes que visam avaliar a metodologia proposta conforme dispostas no Quadro 22.

**Quadro 22. Critério e questões de avaliação sistemática**

<b>nº</b>	<b>Diretriz</b>	<b>Questões de Avaliação</b>
1	Proposição de ferramentas.	A sistemática propõe ferramentas para a execução do projeto?
2	Definição de informações de projeto.	A sistemática contribui para o entendimento do problema de projeto mediante a apresentação de escopo, missão e necessidades?
3	Proposição de avaliação de qualidade desejada	A metodologia proposta auxilia no desenvolvimento da qualidade desejada?
4	Proposição de registro de informações.	A metodologia proposta oferece meios e ferramentas capazes de registrar informações durante a execução do projeto?
5	Orientação ao aporte de recursos,	A estrutura de etapas e tarefas orienta a distribuição de recursos, ou seja, auxilia na sua distribuição?
6	Redução do número de iterações da Espiral de Projeto	A metodologia proposta, por intermédio de seu resultado: um conceito de embarcação, auxilia na redução do número de iterações necessárias para se desenvolver o projeto preliminar e detalhado da embarcação?

Quanto aos critérios de avaliação da metodologia proposta enquanto processo de projeto foram considerados os seguintes critérios aplicados no Quadro 23. Aplicação (aplicabilidade), representação (clareza gráfica, rigor da apresentação) e conteúdo (completeza, robustez, reusabilidade e eficiência).

### Quadro 23. Critérios de avaliação da metodologia proposta

Critério de Aplicação	
Aplicabilidade da metodologia proposta	A sistemática se aplica às necessidades da empresa, academia, que você conhece ao desenvolver projetos de embarcações de recreio à motor?
Critérios de Representação	
Clareza gráfica	A representação gráfica se apresenta de forma clara, é amigável e intuitiva?
Rigor da apresentação	A representação gráfica da metodologia proposta apresenta de forma objetiva etapas, fases e tarefas de forma a não apresentar redundância?
Critérios de Conteúdo	
Completeza	A metodologia proposta contém toda a informação necessária para realizar o projeto informacional e conceitual de embarcações de recreio à motor?
Robustez e Reusabilidade	A estrutura da metodologia pode ser adaptada para o projeto de outros tipos de embarcações? (Veleiros, pontoons, de serviço, infláveis)
Eficiência	A execução da metodologia proposta é enxuta em termos de recursos e tempo?

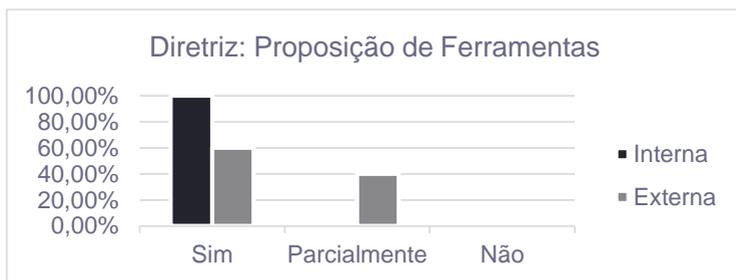
A avaliação interna foi efetuada pela equipe de projeto constituída de alunos de graduação em engenharia naval de fases avançadas, membros de uma empresa de projetos náuticos, sendo um engenheiro naval e um designer industrial, os quais somam quatro integrantes.

Ao todo somaram cinco avaliadores externos que responderam o questionário de diretrizes e critérios. Os resultados da metodologia proposta, juntamente com os resultados da aplicação foram apresentados à comunidade de profissionais da academia e da indústria náutica de recreio. Suas especialidades variam entre pesquisa, ensino e extensão, gerenciamento, fabricação, vendas, projeto de interiores, design de embarcações. Também avaliaram a metodologia acadêmicos de engenharia naval em período final de graduação.

O resultado da avaliação está descrito a seguir, seguindo a ordem de diretrizes e critérios de avaliação na sequência.

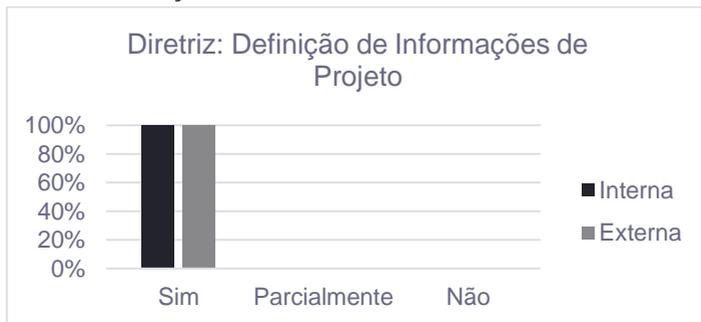
A diretriz de Proposição de Ferramentas visa a avaliação da presença de ferramentas que auxiliam aos projetistas na execução do projeto. Não obstante, identifica a percepção dos usuários da metodologia proposta para o seu emprego, nas fases e etapas sugeridas. A avaliação, enfim,

demonstrou que àqueles que tiveram um contato profundo com a proposta, ou seja a equipe participante do processo de projeto, avaliou a proposta favoravelmente, enquanto 40%, segundo a Figura 39, dos avaliadores externos identificarem que a metodologia deixa de apresentar ferramentas para o projeto informacional e conceitual da embarcação. Sem, no entanto, identificar quais estas ferramentas que poderiam ser apropriadas pela proposta.



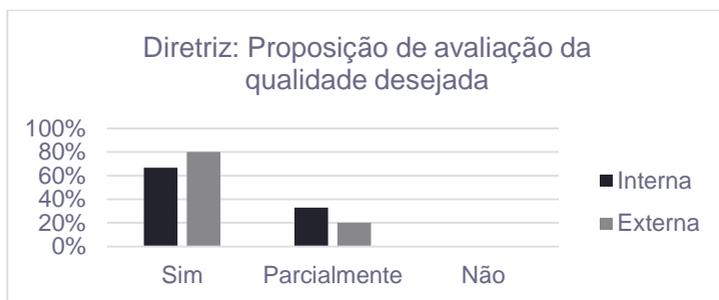
**Figura 39. Resultados da avaliação da diretriz: Proposição de Ferramentas**

A segunda diretriz, visa o entendimento do problema de projeto, ou seja, se há a total compreensão daquilo que se deseja projetar e se obter como resultado final. Nesta diretriz a avaliação foi unânime, conforme a Figura 40. Ambos os avaliadores, internos e externos, concordam que, dada a maneira como se organiza a sistemática, as etapas que visam a compreensão informacional retornam informações suficientes para a construção das especificações de escopo, missão e necessidades dos clientes da embarcação.



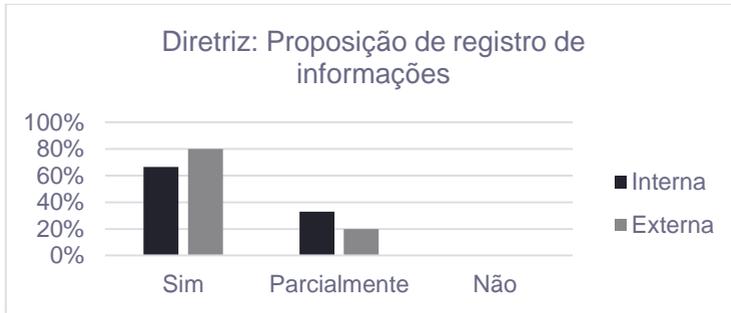
**Figura 40. Resultado da avaliação da diretriz: Definição de Informações de Projeto**

Com respeito à terceira diretriz, houve uma relação de paridade entre os resultados tanto da avaliação interna, quanto da externa. Nesta diretriz buscou-se identificar se a metodologia auxilia na determinação da qualidade desejada, ou seja, auxilia na produção uma interpretação adequada e factível de um estado de qualidade a ser atingido no projeto da embarcação. Tais resultados demonstraram que apesar de parte das avaliações apresentarem satisfação com as proposições da metodologia, uma menor parcela ainda acredita que há a possibilidade de melhoria neste quesito, por se concentrar na alternativa “parcialmente” representada na Figura 41.



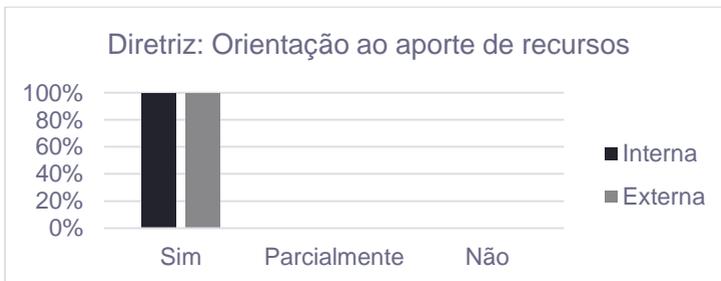
**Figura 41. Resultado da avaliação da diretriz: Proposição da Qualidade Desejada**

Na quarta diretriz a avaliação repetiu a variação da diretriz anterior, conforme a Figura 42. O intuito desta é averiguar a capacidade da metodologia na retenção e gestão das informações geradas durante o projeto informacional e conceitual da embarcação. A sua representação, das avaliações interna e externa, pode ser interpretada como um reflexo da proposição de ferramentas, uma vez que elas detêm o papel de produzir e armazenar as informações, frequentemente na forma de tabelas e esquemas visuais, tais como a primeira matriz do QFD. No entanto, parte-se da ideia de que estas, muitas vezes, não explicitam a um campo para o resumo das informações obtidas, tal qual o produto do questionário de avaliação das necessidades dos clientes, que pode ser disposta na forma de uma lista.



**Figura 42. Resultado da avaliação da diretriz: Proposição de Registro de Informações**

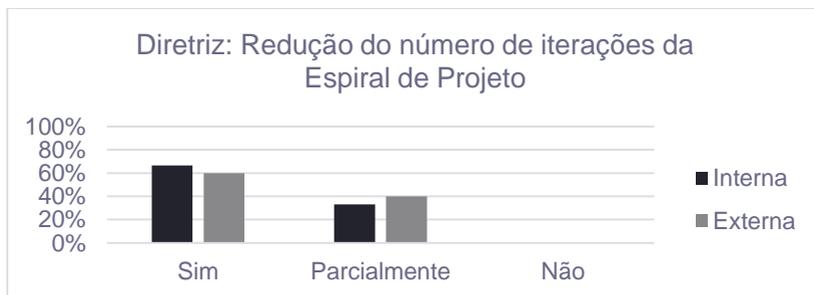
Como aporte de recursos, entende-se o número de pessoas e tempo disponibilizado para a execução da fase, etapa e tarefa, subsequentemente. Nesta diretriz houve unanimidade, observado na Figura 43. Da interpretação desta avaliação pode-se sugerir que a própria disposição em uma estrutura hierárquica, sistematizada, contribui para a alocação de equipes e tempo conforme o nível de maturidade do gestor e da sua equipe subordinada, contribuindo assim para a geração de cronogramas para cada projeto, baseados em planejamento de produtos distintos.



**Figura 43. Resultados da avaliação da diretriz: Orientação ao Aporte de Recursos**

Por fim, a última diretriz busca entender qual o impacto da metodologia proposta na redução do número de iterações na tradicional representação da Espiral de Projeto, para o desenvolvimento e detalhamento da embarcação. As avaliações propõem que pode haver uma redução deste número de iterações uma vez que os seus resultados

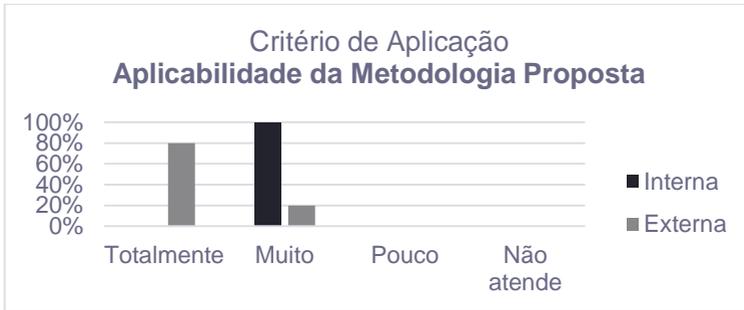
se concentram nas respostas “sim” e “parcialmente”, conforme a Figura 44. Ou seja, há o indício que o produto da fase de projeto conceitual já seja maduro o suficiente para eliminar, conforme a representação da Espiral de Projeto por Taggart (1980), da fase de exploração de um conceito de embarcação, diminuindo assim, as iterações responsáveis por esta etapa.



**Figura 44. Resultado da avaliação da diretriz: Redução do Número de Iterações da Espiral de Projeto**

E, mais profundamente, iterações responsáveis por determinar a natureza de componentes, ou possíveis soluções, para os sistemas destas embarcações, sendo estes já são determinados na fase de geração de conceitos.

O critério de aplicação é uma extensão da avaliação à aplicabilidade da metodologia em âmbito empresarial e acadêmico. Em virtude disto, a avaliação interna, por ser majoritariamente composta por acadêmicos de engenharia naval, acredita que a mesma possa ser aplicada, porém não refletiria totalmente às suas necessidades, enquanto que os avaliadores externos já enxergam a proposta como uma ferramenta de apoio ao projeto que atenderia às suas necessidades, com mais avaliações em caráter “total” e menos em caráter parcial, denotada pela resposta “muito”, assim como disposto na Figura 45.



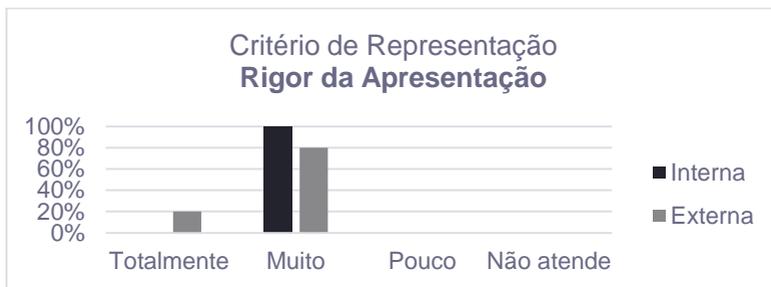
**Figura 45. Resultado da avaliação do critério aplicabilidade da metodologia proposta.**

O critério de representação, objetiva o julgamento da metodologia em si segundo o seu esquema representativo em fases, etapas e tarefas e, ainda, como estão organizadas as informações de entrada e saída, sua sequência e interligação. Tal critério, no entanto, apresenta uma dispersão global entre os avaliadores, cuja média se concentra na categoria “muito”, conforme a Figura 46. Isto pode indicar uma característica de heterogeneidade entre os avaliadores, sendo aqueles menos experientes do processo de projeto, mais criteriosos quanto às características deste tipo de desenvolvimento em um esquema mais conciso e pertinente, como representado nas respostas dos avaliadores internos. No entanto, a avaliação externa expõe uma imagem espelhada desta distribuição, o que indica que o esquema representativo se encaixa nas suas demandas, é clara, intuitiva e amigável.



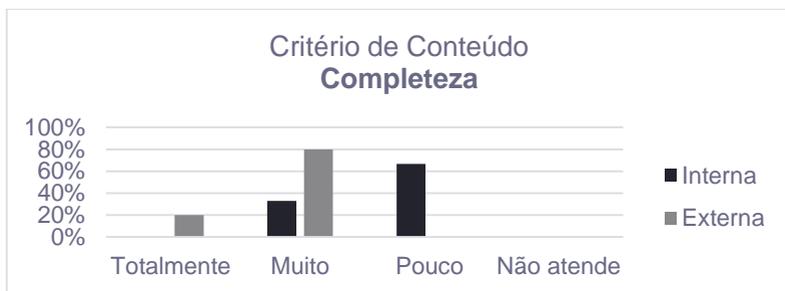
**Figura 46. Resultado da avaliação do critério clareza gráfica.**

Neste critério, há numa complementação da avaliação anterior, a fim de observar se há redundância entre as fases, etapas e tarefas. A avaliação identificou que a metodologia, as apresenta de forma objetiva. Tanto para olhares internos e externos há objetividade, como denotado pela Figura 47.



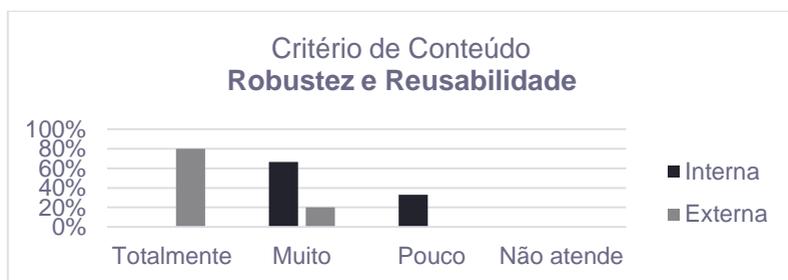
**Figura 47. Resultado da avaliação do critério rigor da apresentação.**

Os critérios de conteúdo objetivam discutir a constituição da metodologia, no que tange à sua reunião de informações, denotado pelo subcritério completeza. Neste, objetiva-se avaliar a extensão das informações necessárias para se realizar o projeto informacional e conceitual de embarcações de recreio à motor, mote da metodologia. Observando a Figura 48, pode-se notar que a avaliação interna, por seu contato mais profundo com a metodologia, demonstra que este critério atinge em um nível inferior, ou seja, para eles, não haveriam sido contempladas todas as informações necessárias ao projeto informacional e conceitual destas embarcações. Já a avaliação externa acredita que a metodologia cumpre com o critério, concentrando sua avaliação em “muito”, com alguns avaliadores acreditando estar completa a proposta, segundo a alternativa “totalmente”.



**Figura 48. Resultado da avaliação do critério completeza.**

Seguindo a ideia do critério de conteúdo, prossegue-se a avaliação para averiguar a versatilidade da metodologia, apontando a sua robustez estrutural e reusabilidade para o projeto de outras embarcações, tais como veleiros, embarcações de serviço, infláveis, etc. Neste critério a avaliação externa aprova a versatilidade da estrutura e enxerga que a mesma possa ser adaptada para o projeto de outros tipos de embarcações, vide Figura 49. Aqui, há características de que podem sugerir uma adaptação para o projeto de veleiros, ainda dentro do âmbito de embarcações de recreio. A avaliação interna ainda apresenta um ceticismo quanto à possibilidade de transformação de etapas visando o projeto destes outros produtos, porém concorda em algum grau com a avaliação externa.



**Figura 49. Resultado da avaliação do critério robustez e reusabilidade.**

Por fim, a avaliação do critério de conteúdo para a eficiência. Ou seja, objetiva-se avaliar a economia de recursos e de tempo para o desenvolvimento do projeto. Assim, os recursos utilizados são de natureza intelectual, portanto englobam a capacidade de pessoas, enquanto o recurso de tempo caracteriza a duração das tarefas. Avalia-se,

internamente, uma baixa eficiência que pode ser interpretada como uma falta de treinamento anterior ao seu uso, uma vez que a mesma foi aplicada passo-a-passo concomitantemente à sua explicação, o que demandou tempo de preparo da equipe de projeto para o seu entendimento. Já a avaliação externa, sugerindo uma ligação entre a estruturação e a facilidade de alocação de recursos avaliados anteriormente por diretrizes e critérios, caracteriza uma eficiência que pode contribuir para a economia de recursos humanos e de tempo, conforme a Figura 50.



Figura 50. Resultado da avaliação do critério eficiência.

### 5.3. Considerações Finais

A aplicação demonstrou a execução do Projeto Informacional e Conceitual de uma embarcação de recreio à motor de aproximadamente 22 pés, correspondentes ao seu comprimento total,  $L_{OA}$ . A sistemática foi capaz de obter informações necessárias para cercar o problema de projeto em torno do seu uso recreativo de passeios de curta duração, para famílias e grupos de pessoas de até 10 passageiros, tomando-se as necessidades dos clientes usuários e dos demais clientes do ciclo de vida.

E, com o emprego das ferramentas, observou-se, entre os integrantes do time de projeto e demais *stakeholders*, propensão a contribuições inovadoras, dada a alavancagem na geração de necessidades, suportadas por observação de combinações de atributos do produto e seu ciclo de vida. Bem como a representação destas necessidades por requisitos de projeto organizados de forma a facilitar o acompanhamento atributo a atributo. Ainda, o método QFD, aliado *benchmarking* de embarcações

semelhantes, e ao emprego da TRIZ, contribuíram para a geração de soluções provenientes dos concorrentes e de outras áreas do conhecimento.

Do ponto de vista de avaliação pessoal, a sistemática pôde contribuir para a organização das tarefas de projeto, orientando-se a sua execução para os membros com aptidões mais pertinentes ao escopo da tarefa, ou seja, aproveitando as suas competências mais fortes. Neste sentido tanto a qualidade, como o tempo, demais recursos humanos e materiais e, pressuposta mente, os custos, se beneficiaram. Ainda, a diferença entre os grupos de avaliação ressalta-se também pelas suas experiências diferentes em relação ao projeto apresentado e ao projeto aplicado.

Por fim, compreende-se que a sistemática auxilia no tratamento das informações de projeto e da geração e seleção de alternativa de conceito, sem, no entanto, entrar nos domínios do seu dimensionamento detalhado. Todavia, a proposição auxilia na ampliação do leque de possibilidades de conceitos e de combinações de sistemas, subsistemas e componentes de forma a tomar a incumbência da seleção de formas, equipamentos e instalações, de etapas avançadas do projeto, as quais podem focar diretamente no dimensionamento específico para determinada solução particular de determinado módulo funcional, seja ele um sistema de prateleira, vide soluções comerciais de sistema de propulsão.

## 6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as ponderações finais acerca da metodologia de apoio do projeto informacional e conceitual de embarcações de recreio à motor. No desenvolvimento deste capítulo serão expostas as conclusões obtidas, enfatizando-se os resultados principais, as contribuições e a sua implicação destas realizações ao conhecimento da área de projeto de embarcações, tanto no âmbito acadêmico, como no empresarial. Para encerrar a dissertação são oferecidas sugestões de trabalhos futuros para contribuir com o desenvolvimento, aprimoramento e validação da metodologia apresentada.

Como objetivo principal desta dissertação foi desenvolvida uma metodologia de suporte ao projeto informacional e conceitual de embarcações de recreio aderente ao modelo de referência de projeto integrado de produtos. Tal metodologia ainda se baseou nas discussões das metodologias de projeto naval, elencando suas ideias, processos, informações e ferramentas para se fundamentar, uma vez que orienta o desenvolvimento de requisitos e de alternativas de conceitos de embarcações e, que, por isto, se fez necessário recorrer ao conhecimento de engenharia naval em projetos. Os objetivos específicos foram abordados nos capítulos constituintes desta dissertação.

O objetivo específico de organização do conhecimento sobre metodologia de projeto de embarcações foi abordado demonstrando-se a existência de diversas abordagens de projeto baseadas em linhas de pensamento as quais dão apoio ao projeto de navios e estruturas marítimas sendo apresentadas no capítulo 2. Evans (1959) que caracteriza a primeira representação gráfica do projeto de um navio, Taggart (1980), Lamb *et al* (2003), Papanikolaou (2014) que fundamentam um processo de desenvolvimento de navios em fases, Mistree *et al* (1990), aprimora a ideia de projeto pela proposta de uma metodologia baseada em formulação de atividades e decisão e Erikstad e Levander (2012), que propõem uma abordagem baseada em sistemas técnicos. Nazarov (2012) expressa uma representação sequencial de atividades para embarcações de pequeno porte. Sendo McCartan *et al* (2012) ofertante de um manifesto do projeto de embarcações e que cunha o termo *Marine Design*, cuja

contribuição reúne as características de dois universos em um o design industrial e a Engenharia, com o intuito de formar embarcações inovadoras e centradas no usuário.

O segundo objetivo específico de mapeamento do conhecimento de especialistas determinou a necessidade de exploração do conhecimento tácito destes profissionais e foi discutido no capítulo 3. Observa-se, neste capítulo, sobretudo um nível de tratamento e de preocupação com a qualidade das informações e dos processos inerentes ao projeto de embarcações para o lazer. Neste capítulo fica evidente a formalização de um processo de projeto e produção imerso em um processo de desenvolvimento de produtos, por um lado organizado, robusto e maduro que atende a grandes demandas e altos padrões de qualidade, e por outro, iniciante, organizado para atender a pequenas demandas oriundas da fusão entre a parte de projeto e a parte produtiva sob a mesma direção.

O terceiro objetivo específico, a proposição de informações e métodos de apoio ao projeto de embarcações traz, no capítulo 4, a apresentação desta proposta sob a forma de um fluxograma organizado em fases, etapas e tarefas. Forma a qual permite levantar conclusões em duas esferas distintas: sob a forma, ou representação gráfica, e o conteúdo. A forma de representação demonstra uma etapa contínua do processo de obtenção de informações de projeto, com poucas possibilidades de reiteração. Desta maneira pode-se estudar as informações de projeto em etapas específicas que, ao longo do exercício aumentam o grau de entendimento do problema de projeto: a embarcação e as suas especificações. O mesmo pode-se dizer para o projeto conceitual, na qual a etapas de estudo se subvertem em etapas de criatividade, nas quais há a construção do conceito sob uma base ampla que é refinada, sequencialmente.

Por fim, o objetivo específico de avaliação da proposta foi efetuado sobre a versão final da metodologia proposta, tendo sido aplicada e avaliada interna e externamente, no capítulo 5. Na aplicação da metodologia percorreu-se etapa a etapa, tarefa à tarefa proposta, possibilitando a retirada de conclusões acerca da organização, ferramentas e aspectos humanos. Quanto à organização, representação e encadeamento, pode-se observar a sua lógica e o seu aspecto intuitivo,

ainda que compreendido por pessoas treinadas em projeto. Se a lógica transpareceu intuitiva, o emprego das ferramentas mereceu maior atenção em virtude das explicações demandadas. Ou seja, o seu estudo e emprego formal podem necessitar de algum conhecimento prévio de metodologia de projetos. Pontos, portanto, comuns entre a equipe de projeto, à medida que o conhecimento da metodologia de projeto estivera presente em maior ou menor grau, mas muito semelhante. Desta forma seus resultados corroboram para a sedimentação de um processo de desenvolvimento integrado de produtos para o meio náutico.

Então se incitam conclusões acerca da metodologia proposta, uma vez que as atividades se desenrolam sob ferramentas, informações e conhecimento que alicerçam o processo construído nesta organização em particular. São fichas, questionários, matrizes, catálogos, estruturas para o projeto de embarcações de recreio à motor de pequeno porte. Esta série, junto com a representação, cerca o projeto destas embarcações com o intuito de mapear a complexidade, delimitar partes, alimentar o processo e agregar valor ao produto. Ainda, por sua natureza documental, contribui para a gestão do conhecimento.

As fichas propostas abrangem deste a organização das informações de projeto, mapeamento e investigação de informações e necessidades. O questionário logrou ser uma importante ferramenta de obtenção de informações, contribuindo para a pesquisa de necessidades ao longo do ciclo de vida de embarcações. As matrizes, estruturas e os princípios de solução, comportam-se como ferramentas de avaliação, consulta e criatividade. No entanto, apesar de atender ao tripé, processos, ferramentas e informações, a proposta pode não atender ao projeto embarcações em casos atípicos da indústria náutica de recreio.

Há a necessidade de conhecimento do comportamento da embarcação de recreio, da condução da atividade náutica, da navegação de lazer, como também do emprego dos conhecimentos de outras profissões que não apenas navais e técnicas, mas humanas, com apontamento para arquitetar os sistemas e os seus inter-relacionamentos e para o uso da estrutura funcional e da matriz morfológica.

Tais aspectos, no entanto, concorrem no processo avaliativo. Quando comparadas, as avaliações interna e externa, indagam a extensão do conhecimento das partes. Uma participa ativamente do processo de projeto e avalia também usando o fator humano. Já a segunda é espectadora do processo de projeto e avalia em caráter imediato. O fato transparece a diversidade de opiniões dos grupos, para o primeiro a metodologia ainda apresenta certa imaturidade, principalmente na avaliação dos critérios, em especial o critério de eficiência e completeza. Para o segundo grupo é robusta. Tal experiência, logo, só faz concordar com a necessidade de reaplicação e maturação em vários projetos aliada à gestão das lições aprendidas, bem como aquisição de práticas de sucesso, não só do campo de metodologia de projeto, mas também de gerenciamento de projetos. Ambos andam em conjunto.

Ainda, uma conclusão específica, fundamentada nas justificativas apresentadas, remete aos aspectos ponderados por Rozenfeld *et al* (2006) que determinam esta identidade:

- Possibilitar um procedimento orientado por problemas;
- Incentivar invenções e conhecimentos, facilitando a busca por soluções ótimas;
- Ser compatível com conceitos, métodos e conhecimentos de outras disciplinas;
- Não gerar soluções somente por acaso;
- Permitir uma fácil transferência das soluções de tarefas semelhantes;
- Ser apropriada para ser usada no computador;
- Ser possível de ser ensinada e aprendida;
- Estar em conformidade com conhecimentos da psicologia cognitiva e da ergonomia;
- Facilitar o planejamento e o controle do trabalho em equipe num processo integrado e multidisciplinar de geração de um produto e
- Ser orientação e diretriz para os gerentes de projeto de equipes de desenvolvimento.

Na proposta é representada pela fase de Projeto Informacional, tendo como principais coadjuvantes o questionário, a tabela de requisitos e a tabela de especificações de projeto oferecidas. Na fase de Projeto Conceitual, explora a estrutura funcional, problematizando a arquitetura da embarcação através de uma ferramenta que organiza o processo, denotada pela Estrutura Funcional Modular. Assim, se excluem no projeto as soluções impensadas, obtidas pelo acaso.

Entende-se que esta dissertação levanta o questionamento do estado da arte do projeto náutico no Brasil, tanto no ambiente acadêmico quanto no ambiente privado, fundamental e estruturalmente voltados à exploração de petróleo em grandes profundidades e à serviço de portos e estruturas portuárias. Entre estes, no entanto, destacam-se estudiosos e empresários da indústria de recreio que podem se beneficiar desta proposta e, além da mesma, cooperar para o desenvolvimento de soluções para este mercado.

Considerando o contexto desta dissertação, são propostos os seguintes trabalhos futuros:

- Desenvolver e aprofundar a Estrutura Funcional Modular;

Buscar elementos e melhoria da organização dos sistemas e subsistemas, bem como o relacionamento entre os mesmos.

- Desenvolver uma plataforma para inserção de princípios de solução – desenvolver uma metodologia de projeto de embarcações por catálogos, organizadas;

Em um ambiente acessível com informações da solução, seus usos típicos, características positivas e negativas, seus fornecedores, preços, diferenciais competitivos, etc.

- Desenvolver as funções estéticas, semânticas e de estilo de embarcações;
- Desenvolver proposta para o Projeto Preliminar e Detalhado de embarcações de recreio de pequeno porte;
- Desenvolver um software para otimizar o processo proposto e o gerenciamento das informações geradas.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] ALOINI, Davide et al. Project-service Solutions in the Yacht Industry: a Value-Chain Analysis. **International Journal of Engineering Business Management**. Intech, p. 1-12. jan. 2013.
- [2] ARMSTRONG, Bob. **Your First Powerboat: How to find, buy, and enjoy the best boat for you**. Usa: International Marine/McGraw-Hill, 2008.
- [3] BACK, Nelson et al. **Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Conceito e Modelagem**. Barueri: Manole, 2008.
- [4] BARKER, C. F.; ARM, P.e.; CAMPBELL, C.b.. Risk Management in Total System Ship Design. **Naval Engineers Journal**, v. 1, n. 1, p.355-365, jul. 2000.
- [5] BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2006.
- [6] BLOUNT, D. L.; FOX, D. L. Small-Craft Power Prediction. *Marine Technology*, 13, 1976.
- [7] BORK, Carlos Alberto Schuch. Método Aplicado à Escolha Sustentável de Fluidos de Corte para Sistemas Produtivos. 2015. 194 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Divisão de Engenharia Mecânica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2015
- [8] CALKINS, D. E. An Interactive Computer-Aided Design Synthesis Program for Recreational Powerboats. *Transactions SNAME*, 91, n. pp. 49-67, 1983.
- [9] D. Andrew, Creative Ship Design, *Transactions of the Royal Institute of Naval Architects*, Vol. 123, pp. 447-471, 1981.
- [10] DRAKE, Kimberly J. et al. Intelligent Tools Used in the Design of Navy Ships. **Naval Engineers Journal**, [s.l.], v. 120, n. 1, p.41-49, mar. 2008. Wiley-Blackwell.
- [11] EISSEN, Koos; STEUR, Roselin. **Sketching: The Basics**. Amsterdam: BIS Publishers, 2011
- [12] ENRY, Kevin. **Drawing for Product Designers**. London: Laurence King, 2012

- [13] ERIKSTAD, Stein Ove; LEVANDER, Kai. System Based Design of Offshore Support Vessels. In: INTERNATIONAL MARINE DESIGN CONFERENCE, 11., 2012, Glasgow. **Conference Paper**. Glasgow, 2012.
- [14] EVANS, J. Harvey. Basic Design Concepts. **A.S.N.E. Journal**. [s. L.], p. 671-678. nov. 1959.
- [15] FERREIRA, Cristiano Vasconcellos. **Metodologia para as Fases de Projeto Informacional e Conceitual de Componentes de Plástico Injetado Integrando os Processos de Projeto e Estimativa de Custos**. 2002. 329 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- [16] FONSECA, Antonio Jorge Hernández. **Sistematização do Processo de Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais e sua Implementação Computacional**. 2000. 1 v. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- [17] GERR, Dave. **Boat Mechanical Systems Handbook: How to Design, Install, and Recognize Proper Systems in Boats**. Maine: International Marine/McGraw-Hill, 2009.
- [18] GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- [19] GLOWACKI, Tomasz M. **Successful, win-win strategies for a superyacht project: What makes or breaks the creation of a superyacht**, 2015.
- [20] HANSEN, Peter Friis et al. Design Principles and Criteria. In: INTERNATIONAL SHIP AND OFFSHORE STRUCTURES CONGRESS, 15., 2003, San Diego, Usa. **Committee IV.1**. San Diego, Usa: Issc, 2003. p. 393 - 445.
- [21] HELVACIOGLU, Sebnem; INSEL, Mustafa. A reasoning method for a ship design expert system. **Expert Systems**, Istanbul, Turkey, v. 22, n. -, p.72-77, maio 2005.

- [22] I.L. Buxton, Engineering Economics Applied to Ship Design, Transactions of the Royal Institute of Naval Architects, Vol. 114, pp. 409-428, 1972.
- [23] KREUGER, Lorena. **Contribuições ao Processo de Desenvolvimento de Embarcações - Estudo de Caso no Estaleiro Kalmar**. 2008. 1 v. TCC (Graduação) - Curso de Design Industrial, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2008.
- [24] KROMKER, M.; THOBEN, K. D. Re-engineering the ship pre-design process. **Computers In Industry**. Bremen, p. 143-155. ago. 1996.
- [25] LAMB, Thomas (Ed.). **Ship Design and Construction**. USA: SNAME, 2003.
- [26] LARICA, Neville Jordan. **Design de transportes: Arte em função da mobilidade**. Rio de Janeiro: 2ab/puc-rio, 2003.
- [27] LARSSON, Lars; ELIASSON, Rolf E.. **Principles of Yacht Design**. 3. ed. Camden, Maine: International Marine/mcgraw-hill, 2007.
- [28] LEVANDER, Kai. Ship Design for Performance. In: IMPROVE, 1., 2009, Dubrovnik, Croácia. **Proceedings**. Dubrovnik, Croácia: Improve, 2009. p. 26 - 35.
- [29] LEWIS, Edward V.. **Principles of Naval Architecture**. Jersey City: SNAME, 1988.
- [30] MACEY, Stuart; WARDLE, Geoff. **H-POINT: The Fundamentals of Car Design & Packaging**. Culver City, California: Design Studio Press, 2009.
- [31] MARCHAJ, Czesaw A. **Seaworthiness: The Forgotten Factor**. London: Adlard Coles, 2007.
- [32] MARINHA DO BRASIL, DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS. **NORMAM-03/DPC: Normas da Autoridade Marítima para Amadores, Embarcações de Esporte E/Ou Recreio e Para Cadastramento e Funcionamento de Marinas, Clubes e Entidades Desportivas Náuticas**. 2003.
- [33] MCCARTAN, S.; EDENS, J.. **DESIGN-DRIVEN INNOVATION: A NEW LUXURY MARITIME LEISURE SECTOR BETWEEN**

- CRUISING AND SUPERYACHT CHATE. **Super & Mega Yachts**. Genoa, Italy, p. 1-13. 2013.
- [34] MCCARTAN, Sean et al. European Boat Design Innovation Group: The Marine Design Manifesto. **Marine Design: Royal Institution of Naval Architects**, Coventry, UK, sep. 2014.
- [35] MILLER, Captain Richards T.. **Sail Yacht Design: An Appreciation of a Fine Art**. Cambridge, Maryland: Cornell Maritime Press, 1965.
- [36] MISTREE, F. et al. Decision-Based Design: A Contemporary Paradigm for Ship Design. In: SNAME ANNUAL MEETING, 17., 1990, San Francisco. **Proceedings**. San Francisco, California: SNAME, 1990. p. 1 - 56.
- [37] MORAES, A. A. **Projeto de Produto Náutico: Projeto de Veleiros**. 2013. 1 v. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.
- [38] MORRIS, Richard. **Fundamentos de Design de Produto**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- [39] NAZAROV, A.. Practical Small Craft Design: Combining Art with Science. **International Journal Of Marine Design**. United Kingdom, p. 43-56. jan. 2012. Disponível em: <[http://content.yudu.com/A1wjq5/IJMDC12012/resources/index.htm?referrerUrl=http://www.rina.org.uk/international\\_journal\\_of\\_marine\\_design.html](http://content.yudu.com/A1wjq5/IJMDC12012/resources/index.htm?referrerUrl=http://www.rina.org.uk/international_journal_of_marine_design.html)>. Acesso em: 2 out. 2015.
- [40] NAZAROV, Albert. Designing the Boat of Your Dreams: Considerations Before You Start. **Sea Yachting: Southeast Asia's yachting & marine industry magazine**, Thailand, v. 6, n. 1, p.28-32, set. 2006.
- [41] PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang; FELDHUSEN, Jorg.; GROTE, Karl-Heinrich. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- [42] PAPANIKOLAOU, Apostolos et al. **State of Art Report on Design for "X"**. Trondheim, no: IMDC, 2009. 2 v.

- [43] PAPANIKOLAOU, Apostolos. Holistic ship design optimization. **Computer-aided Design**, [s.l.], v. 42, n. 11, p.1028-1044, nov. 2010.
- [44] PAPANIKOLAOU, Apostolos. **Ship Design: Methodologies of Preliminary Design**. Athenas: Springer, 2014.
- [45] RADOJCIC, D. An Engineering Approach to Predicting the Hydrodynamic Performance of Planing Craft Using Computer Techniques. RINA, 1990.
- [46] ROBERTSON, Scott; BERTLING, Thomas. **How to Draw: Drawing and Sketching Objects and Environments from Your Imagination**. Culver City: Design Studio Press, 2013
- [47] ROBERTSON, Scott; BERTLING, Thomas. **How to Render: The Fundamentals of Light, Shadow and Reflectivity**. Culver City: Design Studio Press, 2014
- [48] ROMEIRO FILHO, Eduardo et al. **Projeto do Produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [49] ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.
- [50] SANTOS, Célio Teodorico dos. **Requisitos de Linguagem do Produto: Uma Proposta de Estruturação para as fases Iniciais do PDP**. 2009. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- [51] SCHACHTER, Richard David et al. **O Método 'Processo de Projeto com Foco na Solução' Aplicado a Projetos Navais e de Plataformas**. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 16., 2006, Rio de Janeiro. Anais.... Rio de Janeiro: Sobena, 2006. p. 1 - 15
- [52] SEBRAE. **Estudo do Setorial da Indústria Catarinense: Náutico**. Florianópolis: Sebrae, 2014.
- [53] SIMÕES, F.; ANDRADE, B. L. R. Modelo de Síntese e Otimização para o Projeto Preliminar de Embarcações de Planeio. in: SOBENA 2010 - 23o Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore, Rio de janeiro, 2010.

- [54] SORENSEN, Eric W.. **Sorensen's Guide to Powerboats: How to Evaluate Design, Construction, and Performance**. 2. ed. Usa: Mcgraw-hill, 2008.
- [55] STAPLETON, Sid. **Stapleton's Poweroat Bible: The Complete Guide to Selection, Seamanship, and Cruising**. Usa: International Marine/McGraw-Hill, 2005.
- [56] TAGGART, Robbert et al (Ed.). **Ship Design and Construction**. New York, NY: SNAME, 1980.
- [57] **Turismo Náutico: Orientações Básicas**. Brasília: Ministério do Turismo, 2010.
- [58] UEDA, Rodrigo Jun; TANCREDI, Thiago Pontin; ANDRADE, Bernardo Luis Rodrigues de. Application of optimization techniques and synthesis models in hierarchical design of PSV vessels. In: PRADS, 1., 2013, Changwon City. **Proceedings...** . Changwon City: Korea, 2013.
- [59] VERGANTI, Roberto. **Design-Driven Innovation: Mudar as Regras da Competição: A Inovação Radical do Significado de Produtos**. São Paulo: Canal Certo, 2012.
- [60] VESTBOSTAD, Ovyind. **System Based Ship Design for Offshore Vessels**. 2011. 89 f. Dissertação (Mestrado) - School Of Entrepreneurship, Department Of Industrial Economics And Technology Management, Norwegian University Of Science And Technology, Trondheim, 2011.
- [61] YIN, Robert K.. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## 8. APÊNDICES

APÊNDICE A: QUESTÕES DO ESTUDO DETALHADAS

APÊNDICE B: VISÃO GERAL DA METODOLOGIA  
PROPOSTA

APÊNDICE C: FICHA DE ABERTURA DE PROJETO

APÊNDICE D: FICHA DE FORNECEDORES, FABRICANTES,  
MATERIAIS E PROCESSOS

APÊNDICE E: FICHA DO CICLO DE VIDA DA  
EMBARCAÇÃO

APÊNDICE F: FICHA DE APOIO AO BENCHMARKING DE  
EMBARCAÇÕES SEMELHANTES

APÊNDICE G: QUESTIONÁRIO DE APOIO AO  
LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES DOS USUÁRIOS

APÊNDICE H: LISTA DE REQUISITOS DE PROJETO

APÊNDICE I: ESTRUTURA DE MÓDULOS FUNCIONAIS  
UNIVERSAL

APÊNDICE J: PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO

APÊNDICE K: DOCUMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO

### **Nota do Autor:**

Uma vez que a formatação desta dissertação torna muito diminuto espaço disponível para leitura de matrizes, tabelas, fichas e diagramas muito densos, os apêndices e anexos da versão impressa foram movidos para uma versão em CD-ROM. Este CD-ROM está disponível no balcão de mídias da Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Florianópolis-SC.

## **9. ANEXOS**

### **ANEXO I. FERRAMENTA: TRIZ – TEORIA DA SOLUÇÃO INVENTIVA DE PROBLEMAS**

#### **Nota do Autor:**

Uma vez que a formatação desta dissertação torna muito diminuto espaço disponível para leitura de matrizes, tabelas, fichas e diagramas muito densos, os apêndices e anexos da versão impressa foram movidos para uma versão em CD-ROM. Este CD-ROM está disponível no balcão de mídias da Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Florianópolis-SC.