

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA NAVAL

ANDRÉ EDUARDO STROBEL

**CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA NÁUTICA DO LITORAL NORTE  
DE SANTA CATARINA**

Joinville, 2017

ANDRÉ EDUARDO STROBEL

**CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA NÁUTICA DO LITORAL NORTE  
DE SANTA CATARINA**

Este trabalho é de âmbito parcial, e tem o objetivo de atender as especificações da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, da Universidade Federal de Santa Catarina, do curso de Engenharia Naval, a fim de ser concluído no fim do semestre 2017/1.

Orientador: Dr. Eng. Gabriel  
Benedet Dutra

Joinville, 2017

# CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA NÁUTICA DO LITORAL NORTE DE SANTA CATARINA

ANDRÉ EDUARDO STROBEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Naval.

Joinville (SC), 27 de junho de 2017.

---

Prof. Luis Fernando Peres Calil  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico de Joinville  
Coordenador do Curso de Engenharia Naval

## Banca Examinadora:

---

Prof. Gabriel Benedet Dutra  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Luis Fernando Peres Calil  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Ricardo Aurélio Quinhões Pinto  
Universidade Federal de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de fazer um agradecimento especial aos meus pais, por todo o carinho e apoio recebido, durante todas as etapas que vivi até o momento. Todo o auxílio deles me proporcionou a oportunidade de cursar engenharia naval.

Agradeço ao professor Gabriel Benedet Dutra, pela orientação, e auxílio recebido, que proporcionou a realização deste trabalho.

Digo obrigado também, pela receptividade dos estaleiros que me receberam de forma amigável e com extrema receptividade, buscando auxiliar-me na confecção deste trabalho. São eles LF Yachts, Gamper Náutica, Nova Onda, Nauti-Service, Brunswick, Fibrafort, Century Yacht, Top Sul, Moving Board, J Mariner Náutica, Kalmar, Bersan, Freccia, Acquaplanet e Azimut Yachts.

Por fim, agradeço aos meus amigos e colegas, que me ajudaram a superar mais uma etapa, realizando este trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso, tem como propósito fazer a caracterização dos estaleiros náuticos da região do litoral norte de Santa Catarina. Para cumprimento deste objetivo, fez-se a utilização de um formulário, que foi aplicado as empresas encontradas na região. A criação deste formulário, se deu a partir da técnica *survey* exploratória de forma qualitativa. Com isto, pôde-se confeccionar o formulário com os métodos e materiais mais difundidos e utilizados no ramo náutico, além de propiciar também, realizar a caracterização da frota da população estudada. Com a aplicação do formulário, foi possível tratar os dados colhidos, através de quadros, gráficos e mapas, utilizando, por exemplo, o sistema *Global Positioning System - GPS*. Com esta aplicação foi possível então, definir a localização, a frota e o porte das embarcações construídas, os métodos de construção e produtivos utilizados, e os materiais, como resinas, fibras e núcleos, empregados na confecção de embarcações da região.

**Palavras-chave:** Frotas, Métodos de Construtivos, Construção Náutica, Estaleiros e Industria Náutica.

## **ABSTRACT**

The present bachelor final thesis, has the purpose of characterizing the nautical yards of the northern coast of Santa Catarina. To fulfill this objective, a form was used, which was applied to companies that was found in this region. The creation of this form, was based on the survey exploratory technique in a qualitative way. Also, it was possible to prepare the form with the most widespread methods and materials used in the nautical sector, as well as to provide the characterization of the fleet of the studied population. Applying the form, it was possible to treat the data collected, through tables, graphs and maps, using for example the Global Positioning System - GPS system. With this application, it was possible to define the location, the fleet and the size of the built boats, the construction and productive methods used, and the materials such as resins, fibers and cores used in the manufacture of vessels in the studied region.

Keywords: Fleets, Construction Methods, Nautical Construction, Shipyards and Nautical Industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de reforços compósitos com as matrizes polimérica, cerâmica e metálica. ....	16
Figura 2- Proposta de classificação dos compósitos.....	17
Figura 3- Laminas com reforço (a) unidirecional, (b) bidirecional, (c) fibras curtas e (d) manta continua. ....	18
Figura 4 - Estrutura básica Bisfenol A (DGEBA). ....	22
Figura 5 – Variação de propriedades com a orientação das fibras para uma liga de titânio reforçada com fibras de boro. ....	24
Figura 6 - Representação o painel sanduiche e seus componentes. ....	27
Figura 7 - Compensado naval. ....	29
Figura 8 - Espuma de Divinycell®. ....	31
Figura 9 - Poliuretano expandido. ....	32
Figura 10 - Poliestireno expandido.....	33
Figura 11 - Processo hand lay up.....	34
Figura 12 – Processo spray-up. ....	35
Figura 13 - Processo de infusão.....	36
Figura 14 - Processo strip-planking.....	37
Figura 15 - Processo laminado moldado.....	38
Figura 16 – Região de estudo. ....	42
Figura 17 - Formulário para mapeamento de dados. ....	44
Figura 18 - Concentração de empresas do ramo náutico na região de Itajaí. ....	61
Figura 19 - Concentração de empresas do ramo náutico na região de Joinville e São Francisco do Sul. ....	61
Figura 20 – Pagina inicial do “meus mapas” no Google Maps”.....	62

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Quadro qualitativo das fibras de aramida, carbono e vidro. ....	22
Quadro 2- Quadro quantitativo das fibras de aramida, carbono e vidro. ....	23
Quadro 3 - Composição de fibras de vidro utilizadas na manufatura de compósitos. .....	25
Quadro 4 - Propriedades dos tipos de fibras de vidro utilizadas como reforço em compósitos. ....	25
Quadro 5 - Propriedades madeira balsa. ....	28
Quadro 6 - Empresas de construção de embarcações náuticas visitadas. ....	47
Quadro 7 – Métodos construtivos e tempo de mercado de cada empresa analisada. ....	58
Quadro 8 – Tempo de mercado vs Número de empresas. ....	59
Quadro 9 – Filtro utilizado para busca e consulta no Excel®. ....	63



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Concentração de empresas por cidade. ....	46
Gráfico 2 – Tipos de embarcações construídas nos estaleiros da região. ....	48
Gráfico 3 – Comprimento das embarcações construídas no norte do estado. ....	49
Gráfico 4 - Métodos construtivos utilizados na confecção das embarcações náuticas. ....	50
Gráfico 5 - Porcentagem de empresas que utilizam mais de um método construtivo. ....	51
Gráfico 6 - Tipos de produção utilizadas. ....	52
Gráfico 7- Número de empresas que utilizam os determinados tipos de resina presentes no universo pesquisado. ....	54
Gráfico 8 - Fibras utilizadas de acordo com o número de empresas. ....	55
Gráfico 9 - Núcleos mais utilizados no universo de pesquisa realizado. ....	57
Gráfico 10 – Processos utilizados por estaleiros de acordo com o tempo de mercado. ....	59

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
3.1 MATERIAIS COMPÓSITOS .....	15
3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS COMPÓSITOS.....	16
3.3 MATERIAIS COMPÓSITOS REFORÇADOS COM FIBRAS.....	17
3.4 MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIMÉRICA.....	18
3.5 MATRIZES POLIMÉRICAS .....	19
<b>3.5.1 RESINA DE POLIÉSTER</b> .....	<b>20</b>
<b>3.5.2 RESINA ÉSTER-VINÍLICA</b> .....	<b>21</b>
<b>3.5.3 RESINA EPÓXI</b> .....	<b>21</b>
3.6 REFORÇOS DE MATRIZES POLIMÉRICAS .....	22
<b>3.6.1 FIBRA DE VIDRO</b> .....	<b>24</b>
<b>3.6.2 FIBRA DE CARBONO</b> .....	<b>25</b>
<b>3.6.3 FIBRA DE ARAMIDA</b> .....	<b>26</b>
3.7 ESTRUTURA SANDUÍCHE.....	27
<b>3.7.1 MADEIRA Balsa</b> .....	<b>28</b>
<b>3.7.2 COMPENSADO NAVAL</b> .....	<b>28</b>
<b>3.7.3 PVC</b> .....	<b>29</b>
<b>3.7.4 POLIURETANO</b> .....	<b>31</b>
<b>3.7.5 POLIESTIRENO EXPANDIDO</b> .....	<b>32</b>
3.8 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO .....	33
<b>3.8.1 HAND LAY UP</b> .....	<b>33</b>
<b>3.8.2 SPRAY-UP</b> .....	<b>34</b>
<b>3.8.3 LAMINAÇÃO A VACUO</b> .....	<b>35</b>
<b>3.8.4 INFUSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>3.8.5 STRIP-PLANKING</b> .....	<b>37</b>
<b>3.8.6 LAMINADO MOLDADO</b> .....	<b>38</b>
3.9 MÉTODOS DE PRODUÇÃO .....	38

<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
4.1 PESQUISA TIPO <i>SURVEY</i> .....	40
4.2 REGIÃO DE ESTUDO .....	41
4.3 CONFECÇÃO DO FORMULÁRIO.....	42
4.4 IDENTIFICAÇÃO E FORMA DE APLICAÇÃO .....	45
4.5 ANÁLISE DE DADOS.....	45
<b>5 RESULTADOS E COMENTÁRIOS .....</b>	<b>46</b>
5.1 EMPRESAS VISITADAS .....	46
5.2 TIPOS DE EMBARCAÇÃO.....	48
5.3 COMPRIMENTO DAS EMBARCAÇÕES .....	49
5.4 MÉTODO DE CONSTRUTIVO .....	50
5.5 MÉTODO DE PRODUÇÃO .....	52
5.6 TIPOS DE RESINA.....	53
5.7 TIPOS DE FIBRA .....	55
5.8 TIPOS DE NÚCLEO .....	56
5.9 TEMPO DE MERCADO DAS EMPRESAS DO RAMO NÁUTICO VS PROCESSOS UTILIZADOS. ....	57
5.10 FERRAMENTAS DE BUSCA E CONSULTA .....	60
<b>5.10.1 GLOBAL POSITIONING SYSTEM - GPS.....</b>	<b>60</b>
<b>5.10.2 EXCEL®.....</b>	<b>62</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>64</b>
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	65
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a ACOBAR (2012), os estados pioneiros no ramo náutico foram São Paulo e Rio de Janeiro, os quais são até os dias atuais, os estados com maior demanda no setor, sendo estes, os que impulsionaram o mercado náutica para toda a costa brasileira.

Atualmente, as regiões Sudeste e Sul concentram a maior parcela dos estaleiros presentes no país com 85%, sendo que Santa Catarina ocupa a segunda posição com 21%, atrás apenas de São Paulo com 35% (ACOBAR, 2012).

Segundo pesquisa realizada pela ACOBAR em 2012, a frota brasileira acima de 16 pés era formada por aproximadamente setenta mil embarcações, sendo 83,64% constituída de embarcações a motor e 16,36% de barcos a vela. Destes 83,64%, 19% estão no sul do Brasil, enquanto que um quarto das embarcações a vela do país pertencem a região sul.

De acordo com o SEBRAE (2012), 73% das empresas pretendiam aumentar a oferta com novos produtos, bem como o melhoramento de sua estrutura.

Em posse destes dados, é possível notar que com o crescimento da indústria náutica ao longo dos anos, mais empresas estão se consolidando e outras tantas estão despontando ou iniciando suas atividades, gerando assim concorrência e um consequente avanço nos processos de construção.

Atualmente existem milhares de barcos produzidos com materiais leves e resistentes, ao invés de materiais convencionais como fibra de vidro, resina poliéster e madeira (NASSEH, 2007).

Ainda segundo Nasseh (2007), os desafios envolvendo novos projetos em compósitos estão relacionados com a grande variedade de métodos e materiais disponíveis para o construtor profissional ou amador.

Com isso, abre-se o leque da construção náutica, pois a escolha entre os materiais e métodos de construção que são utilizados é muito ampla. Muitos estaleiros adotam diferentes técnicas de construção, além de diferentes tipos de materiais, visando obter aspectos distintos, como qualidade de acabamento, durabilidade, conforto, entre outros.

Com o objetivo de conhecer os processos, materiais e até mesmo os estaleiros da região do litoral norte de Santa Catarina, pretende-se realizar a caracterização dos mesmos.

O conhecimento sobre o panorama do setor, é importante para futuras análises, como de investimento para nova empresas, além do crescimento de indústrias na região que forneçam determinadas matérias-primas e serviços. Ou seja, resulta em ganhos para diversas cadeias produtivas, além de auxiliar em outros estudos acadêmicos.

Portanto, utilizar-se-á a técnica de pesquisa *survey* exploratória qualitativa primeiramente, através de uma revisão bibliográfica, visando compilar os principais métodos de construção de embarcações náuticas, em um formulário. Em sequência, será utilizada a técnica *survey* de corte-transversal quantitativa, na qual será feita a coleta e análise dos dados obtidos em um só momento, através de visitas nos estaleiros do universo definido. Então esses dados serão tratados nas formas de tabelas, gráficos e mapas.

## 2 OBJETIVOS

A seguir, são apresentados os objetivos gerais e específicos.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a caracterização dos estaleiros de recreio da região do litoral norte de Santa Catarina, através da aplicação de questionário e visitas, a fim de mapear os materiais e processos utilizados.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Fazer um levantamento dos estaleiros na região norte de Santa Catarina, através da pesquisa *survey*, visando compilar os principais materiais e métodos de construção de embarcações náuticas em um formulário
- b) Fazer uma relação entre o tempo de funcionamento do estaleiro e o processo de fabricação utilizado, com intuito de verificar uma possível relação entre os fatores.
- c) Criar uma ferramenta visual de busca rápida, com auxílio de filtros de planilha e mapas online.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo consiste em uma consolidação da teoria aplicada à problemática do trabalho, revisando assuntos relacionados aos processos, materiais e métodos utilizados para a confecção de embarcações de lazer.

#### 3.1 MATERIAIS COMPÓSITOS

São diversas as definições dadas aos materiais compósitos, também chamados de compostos.

Gay (1991), define material composto como sendo um material formado por diferentes materiais, que quando analisado macroscopicamente, o mesmo é homogêneo. Por outro lado, o mesmo possui fibras contínuas ou não, que oferecem resistência mecânica e, a matriz que dá forma ao produto final.

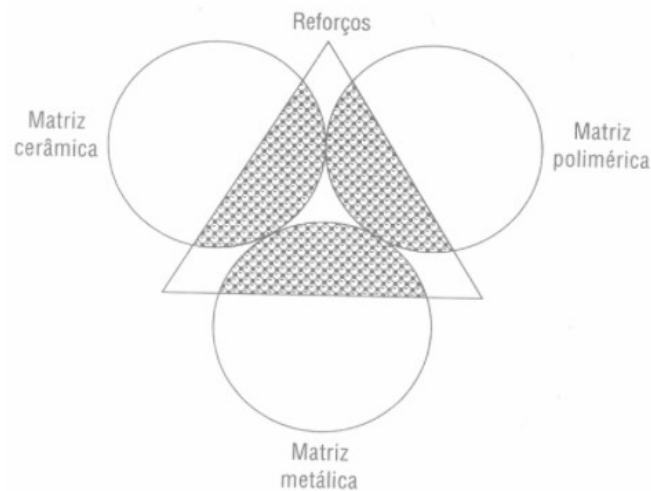
Já Mendonça (2005) faz a seguinte definição: “Um material composto é um conjunto de dois ou mais materiais diferentes, combinados em escala macroscópica, para funcionarem como uma unidade, visando obter um conjunto de propriedades que nenhum dos componentes individualmente apresenta”.

De forma geral podemos defini-los como uma combinação de dois ou mais elementos que possuem propriedades distintas, com o objetivo de trazer propriedades diferentes das já encontradas em materiais existentes.

Há uma abundância de aspectos que podem ser manipulados, para a obtenção do material compósito que atenda às necessidades de uma determinada aplicação. Entre estes aspectos estão, resistência à fadiga, resistência à tração, rigidez, redução de peso, entre outros.

A Figura 1 ilustra os diferentes cenários possíveis para a criação de matérias de natureza compósita, utilizando uma fase matriz polimérica, cerâmica ou metálica e pelo menos um reforço que pode ter diversas possibilidades.

Figura 1 - Representação de reforços compósitos com as matrizes polimérica, cerâmica e metálica.



Fonte: Neto e Pardini (2006).

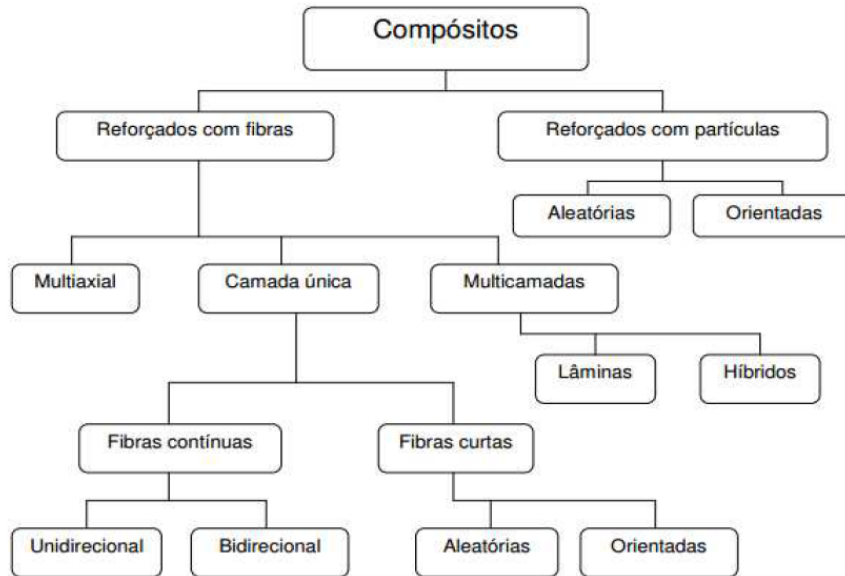
Neste trabalho abordar-se-á os plásticos reforçados com fibra, ou abreviados como PRF, pois estes são os mais comumente utilizados na confecção de embarcações náuticas.

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS COMPÓSITOS

Em um contexto amplo os materiais compósitos podem ser classificados em dois grupos: naturais e sintéticos. Entre os compósitos sintéticos, e considerando as diferentes classes relacionadas com as várias opções de matriz, pode-se enumerar uma série de outras classificações decorrentes dos tipos e arranjos dos reforços existentes, conforme ilustra a Figura 2 (NETO e PARDINI, 2006).



Figura 2- Proposta de classificação dos compósitos.



Fonte: Neto e Pardini (2006).

Observando a classificação proposta por Neto e Pardini na Figura 2, pode se averiguar que os reforços nos materiais compósitos podem ser na forma de partículas ou fibras. No caso das embarcações do presente trabalho, não se utiliza, de forma geral, reforços com partículas para a confecção de cascos.

Neste caso, os reforços na forma de fibras, podem estar dispostos em feixes paralelos entre si, de modo a formar e orientar o reforço em multidireções, multicamadas, ou na forma de camadas isoladas ou laminas. Os compósitos obtidos com reforço multidirecional têm como ponto de partida as pré-formas têxteis e se constituem em um salto tecnológico, no sentido de se obter estruturas maciças de grande volume e com propriedades ajustadas a aplicação a que se destinam (NETO e PARDINI, 2006).

### 3.3 MATERIAIS COMPÓSITOS REFORÇADOS COM FIBRAS

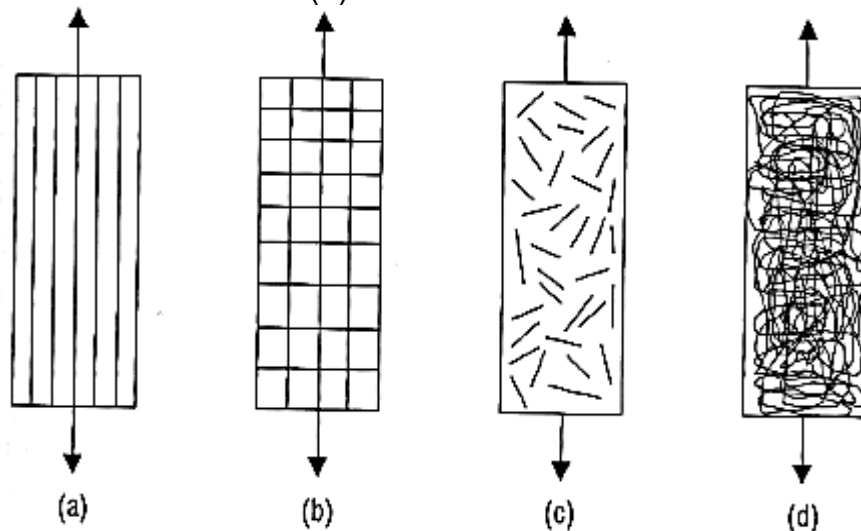
Nota-se, segundo a classificação imposta por Neto e Pardini, na Figura 2, que os reforços com fibras podem ser de três tipos: multiaxial, camada única e multicamadas.

Os compósitos de camada única são divididos em compósitos com fibras contínuas ou com fibras curtas, enquanto que os compósitos multicamadas são subdivididos em compósitos laminados, os quais podem apresentar orientações

distintas ou definidas entre as fibras, ou compósitos híbridos, onde são combinados mais de um tipo de fibra, ou intercala-se laminas metálicas com laminas de compósitos (NETO e PARDINI, 2006).

Os compósitos obtidos com fibras contínuas podem apresentar reforço unidirecional ou bidirecional (tecidos). Nestes casos, o material é moldado de forma que, em cada camada do compósito, a fase de reforço seja contínua e dotada de uma orientação preferencial (NETO e PARDINI, 2006). Alguns exemplos são apresentados a seguir.

Figura 3- Laminas com reforço (a) unidirecional, (b) bidirecional, (c) fibras curtas e (d) manta contínua.



Fonte: Neto e Pardini (2006).

### 3.4 MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIMÉRICA

Os materiais compósitos de matriz polimérica fundamentam-se em uma resina polimérica como matriz, reforçada com fibras.

As principais fibras sintéticas utilizadas com matriz polimérica são a fibra de vidro, a aramida e a fibra de carbono, porém as fibras de vidro têm resistência à tração e módulos de elasticidade mais baixos do que as demais (SMITH, 1998).

A escolha da matriz polimérica, assim como das fibras de reforço ocorre através das características que se deseja obter para uma determinada aplicação.

### 3.5 MATRIZES POLIMÉRICAS

As matrizes poliméricas, ou resinas de maneira geral, são polímeros sintéticos que foram desenvolvidos nos últimos 60 anos. Uma característica comum aos polímeros é ter cadeias muito longas, resultantes da união de muitos segmentos idênticos (NASSEH, 2007).

A parte reativa do polímero pode dar origem a uma resina que, misturada com um material de reforço, tal como fibra de vidro, de carbono, de aramida, é transformada em um material compósito. Quando este polímero tem ligações cruzadas muito fortes para ser rompido por aquecimento moderado, eles são chamados de termofixos, e podem gerar resinas do tipo poliéster, estervinílica, epóxi ou fenólica etc. Na prática, a resina tem a função de prender as fibras na posição desejada pelo construtor e prover uma barreira química contra a água.

Segundo Nasseh (2011) a escolha de um determinado tipo de resina ocorrerá de acordo a aplicação que se deseja, e dependerá de diversos fatores como:

- Requerimento estrutural do laminado,
- Custo total,
- Facilidades para manuseio e cura,
- Ambiente onde será usado o laminado,
- Temperatura de operação,
- Tempo de vida para que foi projetada a estrutura.

Usualmente, todas as resinas utilizadas na laminação de estruturas em material compósito são a combinação de vários tipos de resina e aditivos. Por isso o termo sistemas de resina ou matriz de resina pode ser encontrado em literaturas de fabricantes desse material. Esses aditivos podem aumentar ou diminuir a viscosidade do material, modificar a resistência contra raios ultravioleta, adicionar cor ao laminado, aumentar a resistência ao cisalhamento interlaminar e a flexibilidade do material, entre modificar a tensão superficial da resina durante o processo de impregnação, entre outros fatores.

### 3.5.1 RESINA DE POLIÉSTER

De acordo com Nasseh (2011) as resinas poliéster são sem dúvida as mais simples para a laminação geral.

Elas são uma família de polímeros formados da reação de ácidos orgânicos dicarboxílicos e glicóis, que quando reagidos, dão origem a moléculas de cadeias longas lineares (NETO e PARDINI, 2006).

Entre as diversas variações existentes de resinas de poliéster, se destacam, na indústria naval, as resinas ortoftálica, isoftálica e isoftálica com neo-pentil glicol (NPG).

A resina ortoftálica é a mais simples e de menor custo entre elas. Em sua composição são utilizados como ácidos modificadores, o ftálico ou seu anidro. A utilização do ácido ftálico dificulta a obtenção de polímeros de alto peso molecular. O anidro ftálico tem forte tendência de se regenerar a partir dos meios ésteres do ácido ftálico (reação reversível), fato que incrementa a presença de espécies de baixo peso molecular altamente sensíveis ao ataque químico. Suas propriedades mecânicas e químicas são inferiores as demais (ABMACO, 2008).

Se comparadas as resinas poliéster isoftálicas, as resinas ortoftálicas, são mais rígidas, tem tempo de gelificação mais longo, tem menor resistência química, apresentam resistência ao impacto e a tração menores e são menos viscosas (NETO e PARDINI, 2006).

Nas resinas isoftálicas, o ácido isoftálico não forma anidrido cíclico e não sofre desvantagens de regeneração, como no caso das ortoftálicas. Sendo assim, podem ser obtidos poliésteres de alto peso molecular, ou seja, com cadeias mais longas. Tais cadeias mais longas conferem ao produto final, absorverem melhor o impacto e terem maior resistência química e térmica (ABMACO, 2008).

Existem ainda as resinas isoftálica com adição de NPG, que tem como objetivo principal melhorar a resistência a hidrolise do poliéster, e garantir assim que seja utilizado em situações nas quais o polímero estará em contato com a água e intempéries (ABMACO, 2008).

### 3.5.2 RESINA ÉSTER-VINÍLICA

Associada à facilidade de aplicação e cura das resinas poliéster e as excelentes propriedades de resistência da resina epoxy, as resinas estervinílicas tem sido cada vez mais utilizada na indústria náutica (NASSEH, 2011).

Em termos práticos, a resina estervinílica possui uma densidade 8% menor que as resinas poliéster, sendo possível construir laminados com esse tipo de resina e fibra de vidro, com peso de 10 % a menos que laminados convencionais com resina poliéster (NASSEH, 2011)

A resina estervinílica, se dá a partir da reação do Biosfenal A ou Biosfenol F com epicloridina, o que gera uma estrutura epóxi Biosfenol A ou F. Posteriormente reagem com ácido acrílico ou metacrílico (ABMACO, 2008).

Suas principais características são baixo peso molecular, elevada resistência química, boa cura, boa capacidade de absorver energia resultante de esforços mecânicos (ABMACO, 2008).

### 3.5.3 RESINA EPÓXI

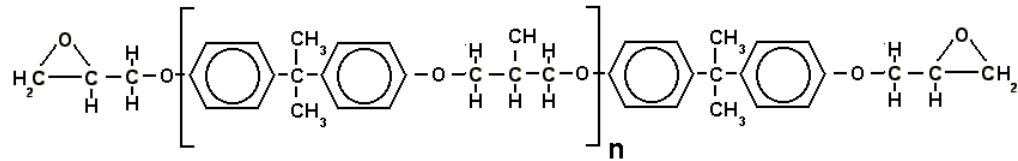
As resinas epóxi são uma classe de resinas termofixas, com uma grande variedade de aplicações, o que dá extrema versatilidade de utilizações em diferentes técnicas e processos. Essas resinas podem ser utilizadas como resinas de laminação, adesivos, selantes, tintas, vernizes e muitas outras aplicações (NASSEH, 2011).

Segundo Neto e Pardini (2006), as resinas epóxi são termofixas de alto desempenho, que contem pelo menos dois grupos epóxi terminais por molécula, conhecidos também como grupos oxirano ou etoxilina.

Existem algumas variações da resina epóxi dependendo da relação molar epiclorohidrina/Bisfenol A, gerando desde resinas líquidas até resinas sólidas. A estrutura consiste de grupos epóxi terminais, e é uma unidade de repetição que pode ser incorporada as moléculas e trazer diferentes propriedades na resina.

As resinas epóxi mais utilizadas são as que tem como base o diglicidil éter do Bisfenol A (DGEBA) (NETO e PARDINI, 2006). Sua estrutura básica pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 - Estrutura básica Bisfenol A (DGEBA).



Fonte: Portal Silaex. <sup>1</sup>

### 3.6 REFORÇOS DE MATRIZES POLIMÉRICAS

As fibras são elementos de reforço de compósitos estruturais que suportam carregamento mecânico. Entretanto, estas não têm utilidade estrutural se não forem aglutinadas por uma matriz (NETO e PARDINI, 2006).

Nasseh (2007) propõe uma tabela qualitativa entre a as três principais fibras de reforço, aramida, carbono e vidro.

Quadro 1- Quadro qualitativo das fibras de aramida, carbono e vidro.

FIBRAS DE REFORÇO - PROPRIEDADES COMPARATIVAS			
	Aramida	Carbono	Vidro
Alta Resit. a Tração	B	A	B
Módulo de Tração	B	A	C
Resistência a Compressão	C	A	B
Módulo de Compressão	B	A	C
Resistência a Flexão	C	A	B
Módulo de Flexão	B	A	C
Resistência ao Impacto	A	C	B
Resist. Interlaminar ao Cisalhamento	B	A	A
Resistência ao Cisalhamento	B	A	A
Densidade	A	B	C
Resistência a Fadiga	B	A	C
Resistência ao Fogo	A	C	A
Isolamento Térmico	A	C	B
Expansão Térmica	A	A	A
Custo	C	C	A

A = Excelente B = Aceitável C = Baixo

Fonte: Nasseh (2007).

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.silaex.com.br/epoxi.htm>. Acesso em mar. 2017.

Quadro 2- Quadro quantitativo das fibras de aramida, carbono e vidro.

Fiber	Tensile Strength (10 <sup>3</sup> psi)	Tensile Modulus (10 <sup>6</sup> psi)	Elongation (%)	Cost (\$/lb)	Strength Value (T.Str/Cost)	Stiffness Value (T.Mod/Cost)	Specific Gravity	Specific Strength	Specific Stiffness
Fiberglass <sup>1</sup>	500	12	4.9	1	500	12	2.6	192	4.6
Carbon Fiber <sup>2</sup>	600	35	1.6	12	50	3	1.8	333	19
Aramid <sup>3</sup>	575	19	2.8	19	30	1	1.4	410	14
UHMWPE <sup>4</sup>	422	16	2.9	20	21	.8	.97	435	16

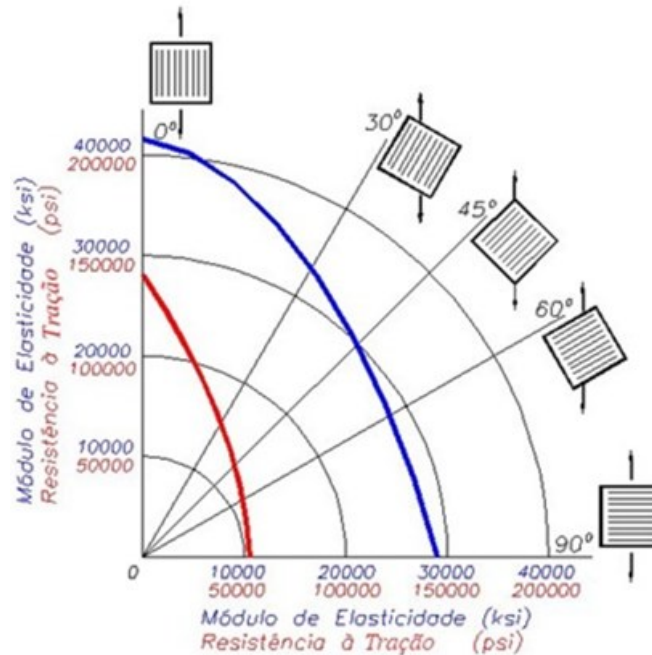
Fonte: A. Brent Strong, Ph.D. - Brigham Young University.

Dentro da estrutura do material compósito, os esforços mecânicos são transferidos da matriz para as fibras, responsáveis pelas elevadas propriedades mecânicas (NASSEH, 2007).

É importante salientar que as fibras são ortotrópicas, quando se fala de tecido, ou seja, o material ter comportamento diferente quando submetido a cargas em diferentes direções, o que aliado ao baixo peso, faz-se ideia sua utilização na construção náutica, podendo se direcionar as fibras para as regiões do casco com maiores solicitações, enquanto que as mantas são isotrópicas, possuem praticamente as mesmas propriedades de resistência mecânica em qualquer direção (NASSEH, 2007).

Observando a Figura 5, nota-se que a resistência à tração será máxima quando os esforços estiverem alinhados com a fibra.

Figura 5 – Variação de propriedades com a orientação das fibras para uma liga de titânio reforçada com fibras de boro.



Fonte: Portal Slideplayer: Compostos Formados por Dois Materiais a Nível Macroscópico.<sup>2</sup>

### 3.6.1 FIBRA DE VIDRO

O tipo de reforço mais comumente utilizado para aplicações em geral é a fibra de vidro. Isso se deve ao fato de ela ter um baixo custo em relação as fibras de carbono e aramida, e ter alta resistência a tração e grande inércia química. Porém há desvantagens de sua utilização, visto que a um relativo baixo módulo de elasticidade, auto abrasividade e baixa resistência a fadiga quando agregada a compósitos (NETO e PARDINI, 2006).

Há alguns tipos de fibras de vidro, sendo as mais utilizadas na manufatura de compósitos, as do tipo E, C e S (NETO e PARDINI, 2006). Estas se diferem de acordo com a presença ou diferentes porcentagens de elementos, como pode-se aferir no Quadro 3.

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/397264/>>. Acesso em mar. 2017.



Quadro 3 - Composição de fibras de vidro utilizadas na manufatura de compósitos.

Composição de fibras de vidro utilizadas na manufatura de compósitos						
Constituintes	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
Vidro E	55.2	14.8	7.3	3.3	18.7	-
Vidro C	65	4	5	3	14	8.5
Vidro S	65	25	-	10	-	-

Fonte: Neto e Pardini (2006).

De acordo com sua composição, cada tipo de fibra tem propriedades diferentes.

Quadro 4 - Propriedades dos tipos de fibras de vidro utilizadas como reforço em compósitos.

Propriedades dos tipos de fibra de vidro utilizadas como reforço em compósitos			
Tipo de fibras cerâmicas	Vidro E	Vidro S	Vidro AR
Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	2.54	2.55	2.7
Módulo de elasticidade (Gpa)	70	86	75
Resistência à tração (Gpa)	2.4	2.8	1.7
Módulo específico (Mm)	27	34	34
Preço (U\$\$/kg)	1.65 a 2.2	13 a 17.5	-
Preço (U\$\$/kg tecido)	10 a 20	20 a 40	-

Fonte: Neto e Pardini (2006).

Apesar da fibra de vidro do tipo E possuir módulo de elasticidade e resistência a tração menores que a do tipo S, esta é a mais utilizada no ramo náutico, devido a sua capacidade de isolamento elétrico aliada com seu custo inferior.

Segundo Nasseh (2011), provavelmente 95% dos barcos são feitos com fibra de vidro do tipo E.

### 3.6.2 FIBRA DE CARBONO

A fibra de carbono foi reportada pela primeira vez em 1880, porém apenas no início do século 60, houve a produção comercial de fibras de carbono, como requisito para a aplicação na indústria aeroespacial, para estruturas de baixo peso e alta resistência (NETO e PARDINI, 2006).

Uma grande variedade de fibras precursoras podem ser utilizadas para produzir fibras de carbono, conferindo diferentes morfologias e diferentes

características específicas. Os precursores mais comuns, entretanto, são a poliacrilonitrila (PAN), fibras de celulose (viscose *rayon*, algodão) e piches de petróleo e alcatrão de hulha (NETO e PARDINI, 2006).

Em virtude de as fibras de carbono possuírem elevados valores de resistência à tração, módulo de elasticidade extremamente elevado e baixa massa específica, comparadas com outros materiais de engenharia, são utilizadas predominantemente em aplicações críticas envolvendo redução de massa. As fibras de carbono comercialmente disponíveis, podem duplicar seus valores de módulo de elasticidade em relação às outras fibras de reforço, tais como aramida e vidro S, e exceder os metais em resistência à tração. Quando se utilizam materiais compósitos de fibras de carbono, a sua resistência e módulo de elasticidade podem ser orientados de modo otimizado para minimizar a massa final. Além da resistência e rigidez, as fibras de carbono possuem excelente resistência à fadiga, características de amortecimento de vibrações, resistência térmica e estabilidade dimensional. As fibras de carbono possuem também boa resistência elétrica e térmica e são quimicamente inertes, exceto quanto à oxidação (CALLISTER, 2007).

O grande problema em relação a sua utilização em dias atuais se deve ao seu preço custoso se comparado com as fibras de vidro e de aramida.

### 3.6.3 FIBRA DE ARAMIDA

As fibras aramida são fiadas a partir de nylons aromáticos. Altas propriedades mecânicas são obtidas devido ao alimento da cadeia polimérica com o eixo das fibras e da rigidez dos núcleos aromáticos. (ABMACO, 2008)

Ainda segundo a ABMACO (2008), as aramidas têm como grande atrativo altas propriedades específicas, módulo e resistência divididos pelo peso específico.

Além de usadas em balística e segurança pessoal, também tem sido utilizado na confecção de embarcações de compósitos, principalmente quando se necessita resistência e leveza.

Segundo Nasseh (2011), a resistência ao impacto, é um dos pontos altos da fibra de aramida, especialmente sua habilidade de resistir a choques cíclicos. Sua alta resistência ao impacto impede também a propagação de trincas e microfissuras. Já quando se trata da resistência a compressão a fibra de aramida não se sobressai em relação aos outros tipos de fibra, na verdade sua resistência é baixa. Além disso, estas

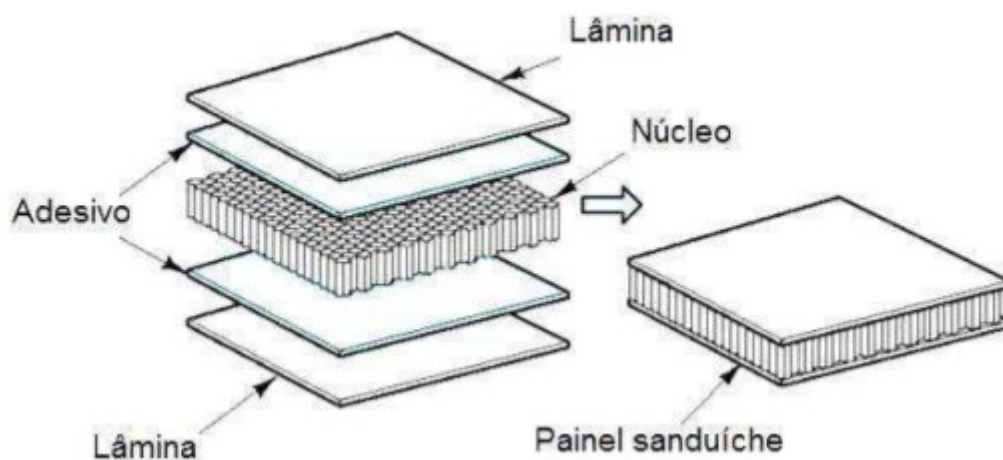
fibras se assemelham com os metais, sendo elásticas em baixas deformações e quase perfeitamente plásticas em altas deformações.

### 3.7 ESTRUTURA SANDUÍCHE

O principal objetivo de se usar estruturas sanduiches é aumentar a rigidez de uma determinada estrutura a flexão e reduzir seu peso.

Como se pode observar na Figura 6, as estruturas sanduiche são compostas de duas faces finas ou laminas de material resistente, separadas por uma camada mais espessa de material com menor densidade, notado como núcleo. Entre as laminas e o núcleo, usa-se dois adesivos para conferir aderência. O uso desse tipo de estrutura vem se difundindo devido à sua capacidade de aliar alta rigidez à flexão e baixo peso.

Figura 6 - Representação o painel sanduiche e seus componentes.



Fonte: Portal da Fabricação de Compósitos.<sup>3</sup>

A principal função das laminas nesse tipo de estrutura é fornecer a rigidez à flexão e ao cisalhamento requeridas e suportar, por conseguinte, as cargas de flexão e de cisalhamento no plano.

Enquanto isso, a função do núcleo é prover rigidez a compressão e também ser resistente ao cisalhamento, pois se o material não tiver uma alta resistência à

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://fabricacaodecompositos.com.br/2012/06/paineis-sanduiche.html>>. Acesso em mar. 2017.

compressão, as faces poderão se aproximar uma das outras, enquanto a estrutura tiver em flexão. Por outro lado, se a tensão de cisalhamento do material for insuficiente, as faces poderão escorregar uma contra a outra e a integridade da estrutura dependerá apenas da resistência individual de duas faces muito finas (NASSEH, 2011).

### 3.7.1 MADEIRA BALSA

Atualmente, a forma de balsa mais utilizada para núcleos sanduiche é o tipo *End Grain*, que possui alta resistência a compressão. Além disso, a balsa tem boa resistência ao cisalhamento e cola muito bem, utilizando resinas normais de laminação. As desvantagens da balsa, ficam por conta do alto peso e da sua baixa relação resistência ao cisalhamento/densidade (NASSEH, 2011)

Sua baixa resistência a impactos, também é preocupante, pois se danificada a madeira balsa absorve água, fazendo com que esta perca suas propriedades, aumentando o peso e ocorrendo a delaminação (ABMACO, 2008).

Segundo Nasseh (2011), este é o um dos núcleos mais baratos, para a formação de painéis sanduiche. Suas propriedades podem ser observadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Propriedades madeira balsa.

PROPRIEDADES DE MATERIAL - BALSA				
		LD7	PB	FW
Densidade	kg/m <sup>3</sup>	90	155	220
Resistência a Compressão	psi	783	1842	3176
Módulo de Compressão	psi	268250	594500	991800
Resistência a Tração	psi	1015	1958	2987
Resistência ao Cisalhamento	psi	232	435	653
Módulo de Cisalhamento	psi	13920	24070	34365

Fonte: Nasseh (2007).

### 3.7.2 COMPENSADO NAVAL

O compensado naval comercializado em chapas é feito com várias lâminas, com veios de cada uma correndo perpendicularmente a adjacente, apesar dos compensados específicos possuírem uma laminação interna com grãos correndo na

mesma direção. Nos compensados de aplicação naval, é essencial que sejam utilizadas laminas de primeira qualidade e que o adesivo de laminação seja a prova d'água e resistente a temperatura (NASSEH, 2011).

Segundo Nasseh (2011), este material é a forma mais comum de madeira utilizada na construção de barcos devido a sua versatilidade. Além de ser forte e rígido, ainda tem menos chances de empenar que uma tabua sólida. Sua utilização se dá em muitas áreas em barcos de madeira, incluindo chapeamento do casco, convés, cavernas e anteparas. Já em barcos de fibra de vidro, é usado em anteparas, interiores, armários, pisos e portas. A desvantagem é a dificuldade de fletir o painel além de uma curva simples.

O compensado naval tem ainda como atributo, a resistência a compressão. Porém há muita preocupação em relação a sua capacidade de absorção de água, já que geralmente são utilizados nos locais das ferragens de embarcações. Isso faz com que nos lugares onde haja a fixação de parafusos no compensado, haja previamente a aplicação de resina epóxi nos furos.

Figura 7 - Compensado naval.



Fonte: Portal da Marcenaria Amadora.<sup>4</sup>

### 3.7.3 PVC

As espumas de PVC são produzidas com uma mistura de resina a base de PVC. Todo o processo é computadorizado para que se haja precisão na formulação dos componentes químicos. O próximo passo é colocar a mistura em pequenas

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.marcenariaamadora.com/single-post/2015/04/21/Tipos-de-Compensado>>. Acesso em mar. 2017.

formas metálicas, e passa-las por um aumento de temperatura e pressão. Logo após é expandida e curada em ambiente controlado termicamente e então cortada.

Existem diversas densidades, sendo as mais comuns 45,60,80,100,130,160,200 e 250 kg/m<sup>3</sup>. Cada densidade é codificada com uma coloração diferente (NASSEH, 2007).

Nasseh (2011), cita que o PVC é provavelmente o tipo de núcleo mais utilizado na construção de barcos, pois oferecem desempenho estrutural muito alto e o baixo peso, com a facilidade de ter uma estrutura macroscopicamente sólida, o que permite a laminação direta sobre sua superfície, e o mais importante, seu custo é menor que o dos *honeycombs*.

As espumas de PVC do tipo flexível (linear) e semi-rígido (*cross linked*) estão no topo da escala de propriedades mecânicas. Embora existam algumas qualidades nas espumas de PVC flexíveis, a sua dificuldade de produção, baixa resistência as resinas poliéster, baixa resistência a temperatura, fazem com que esse material tenha sua aplicação cada vez mais restrita. Um dos maiores problemas, se deve ao fato de ele não possuir resistência química na presença do poliéster e sua temperatura de operação ser menor que 45 graus *Celcius*, o que o torna inviável para o uso em sistemas de cura com temperatura (NASSEH, 2007).

Já as espumas de PVC semi-rígidas (série H), foram criadas para aplicação em locais sujeitos a altas cargas de impacto e choques. Na maior parte dos barcos de alta performance e veleiros de regata *offshore*, seu uso é seletivo abaixo da linha d'água. As conhecidas *Divinycell®* e *Klegecell®*, possuem elevada resistência a compressão e ao cisalhamento, além de possuírem excelente resistência química, e sua produção e formulação fazem com que tenham células 100% fechadas, o que impede a absorção de água (NASSEH, 2007).

Existem ainda, as espumas de formulação do tipo HCP, que são utilizadas em aplicações onde é exigida grande resistência a compressão em condição submersa, como no caso dos minisubmarinos ROV e blocos de flutuação para tubulação de monitoramento e processamento na indústria de óleo e gás.

Figura 8 - Espuma de *Divinycell*®.



Fonte: Portal E-Composites.<sup>5</sup>

#### 3.7.4 POLIURETANO

Os poliuretanos são expansíveis em sua grande maioria, e podem aumentar de 0,3 vezes a 1000 vezes o seu volume inicial (ABMACO, 2008).

Na composição do poliuretano, polioli e o isocianato tem uma relação estequiométrica definida para a obtenção do polímero final. O peso específico de um polioli gira em torno de 1,00 e 1,19 g/cm<sup>3</sup>, enquanto que o do isocianato oscila entre 1,12 a 1,24 g/cm<sup>3</sup>. Desde que bem formulado, a reação entre os dois pode gerar espumas com densidade de 5 a 1100 kg/m<sup>3</sup> (ABMACO, 2008).

Segundo Nasseh (2007), a espuma de poliuretano é quebradiça e se desmancha facilmente, além de ter baixas propriedades mecânicas a compressão e ao cisalhamento. Outro inconveniente deste material é que durante o processo de expansão e cura, é difícil equalizar a densidade e evitar bolhas dentro dos blocos. Além disso, por possuírem células abertas, absorvem grandes quantidades de água.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <[https://www.e-composites.com.br/Divinycell\\_H60\\_DCI\\_/prod-4587845/](https://www.e-composites.com.br/Divinycell_H60_DCI_/prod-4587845/)>. Acesso em mar. 2017.

Figura 9 - Poliuretano expandido.



Fonte: Portal Spreypoliuretankouk.<sup>6</sup>

### 3.7.5 POLIESTIRENO EXPANDIDO

Poliestireno expandido, ou conhecido popularmente no Brasil como isopor, tem como característica principal ser extremamente leve.

Segundo Nasseh (2011) tanto o poliestireno, quanto o poliuretano, são pouco utilizados como núcleos estruturais na construção de barcos, porque são pouco resistentes, se comparados com espumas fabricadas a partir de PVC.

Suas aplicações se dão em pranchas de surf e também como formas ou moldes para laminação de longarinas e estruturas em um casco produzido com fibra. São também utilizados algumas vezes para criar flutuabilidade adicional em pequenos barcos (NASSEH ,2011).

Portanto pode se notar que possui as mesmas aplicações que o poliuretano, ou como material isolante ou de preenchimento de vazios, porém a baixa resistência a agentes químicos, é um aspecto negativo em relação ao poliuretano.

6

Disponível

em:<

[http://www.spreypoliuretankouk.com.tr/SpfNedir.aspx?name=%C4%B0zobedel\\_Spf\\_Nedir&page=2](http://www.spreypoliuretankouk.com.tr/SpfNedir.aspx?name=%C4%B0zobedel_Spf_Nedir&page=2)>  
 . Acesso em mar. 2017.



Figura 10 - Poliestireno expandido.



Fonte: Portal Archiexpo.<sup>7</sup>

### 3.8 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Existem algumas opções de métodos de construção de embarcações. Cada caso é um caso particular, existem muitas variáveis que fazem com que se escolha um determinado tipo de método de construção.

Entre os principais fatores estão, o tamanho do molde do barco, assim como o porte do mesmo, utilização e custo de investimento.

Nesta seção serão discutidos os métodos mais comuns em estaleiros.

#### 3.8.1 HAND LAY UP

O processo de laminação manual, conhecido como *hand lay up*, é um processo extremamente básico e simples, de molde aberto em que sua cura acontece em temperatura ambiente.

Segundo Nasseh (2011), este sem dúvida é o método mais antigo, e utilizado com maior frequência, na produção de barcos de fibra de vidro. Na maioria das construções os reforços usados são as formas básicas de vidro tipo E, como mantas e tecidos nas formas de combinados multiaxiais.

É perfeitamente possível também, utilizar reforços de fibras de alto desempenho com esse processo, mas outros métodos de produção mais sofisticados, que envolvem o uso de alta pressão e temperatura, e que requerem um maior controle

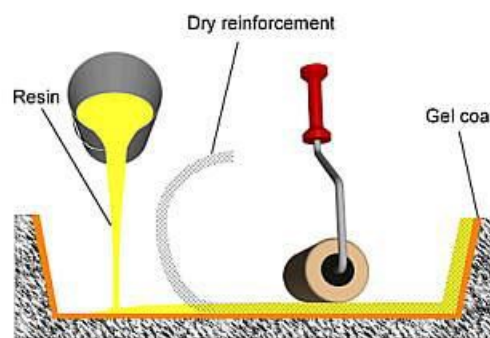
---

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://www.archiexpo.com/pt/prod/isosystem/product-55554-1314621.html>>. Acesso em mar. 2017.

de qualidade final do laminado, são mais indicados para o uso com estes materiais (NASSEH, 2011).

A fim de desenvolver o procedimento de confecção da laminação, utilizasse basicamente trinchas, pinceis, rolos de lã-de-carneiro e rolos tira-bolhas, sendo a matriz plástica espalhada manualmente sobre as fibras de reforço como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Processo *hand lay up*.



Fonte: Portal Slideshare: Vacuum Bag Molding.<sup>8</sup>

Suas principais vantagens é o baixo custo envolvido e a baixa tecnologia empregada, enquanto que suas principais desvantagens é garantir a ausência de bolhas e homogeneizar a matriz plástica.

### 3.8.2 SPRAY-UP

O processo de *spray-up*, também chamado de laminação a pistola, é realizado em molde aberto e necessita de uma pistola, um compressor de ar e de um rolo de arruela.

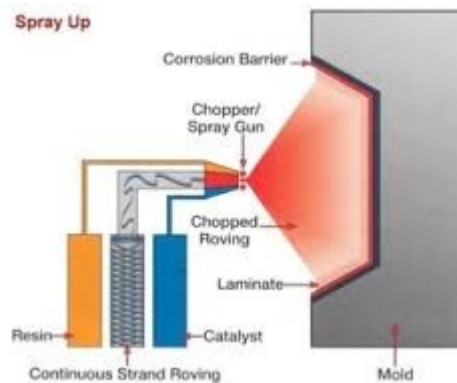
Este processo consiste na aplicação simultânea de fibras de vidro e resina sobre o molde. As pistolas cortam as fibras em um comprimento pré-determinado antes de atira-las ao molde. Tanto a fibra, quanto a resina e o catalisador são

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/SethuRam2/vacuum-bag-molding?smtNoRedir=1>>. Acesso em mar. 2017.

depositadas ao mesmo tempo sobre o molde, e então são roletadas, a fim de garantir uma homogeneidade na espessura da camada gerada (COOPMACO, s.d.).

Assim como no processo de *handy lay up*, a cura acontece em temperatura ambiente. Pode-se visualizar o processo de acordo com a Figura 12.

Figura 12 – Processo *spray-up*.



Fonte: Goss (2010).<sup>9</sup>

Segundo Nasseh (2011), esse processo pode dar grande velocidade de produção quando se utiliza mão de obra experiente.

Sua grande desvantagem, é que o operador deve ser extremamente habilidoso, pois podem ser formadas camadas extremamente grossas em alguns pontos, o que agregara peso desnecessário ao barco, ou camadas muito finas.

Outro ponto importante deste método, é que a taxa e a velocidade de deposição dependem do tipo de equipamento que se usa, e que muitos dos equipamentos utilizados podem apresentar problemas de mistura da resina e do catalisador, criando um laminado com baixa cura e problemas estruturais (NASSEH, 2011).

### 3.8.3 LAMINAÇÃO A VACUO

O método mais simples e barato de aplicar pressão em projetos a um laminado e o mais comum em projetos de barcos, é o uso da bolsa de vácuo. Seu princípio baseia-se em uma bolsa plástica, selada no perímetro do molde, de onde o

ar é retirado por uma bomba de vácuo. A diferença de pressão nas duas faces do filme plástico, criará uma pressão externa ao longo do laminado sobre o molde (NASSEH, 2011).

Ainda segundo Nasseh (2011), este método requer a utilização de alguns produtos descartáveis para poder compactar perfeitamente o laminado, o que gera um custo adicional, mas o benefício de redução de peso, menor o consumo de resina e alta resistência do laminado, compensa esse custo extra.

### 3.8.4 INFUSÃO

Este processo é mais custoso que os processos de laminação manual, e é realizado inteiramente a molde fechado. É utilizado na fabricação de estruturas com elevado grau de complexidade e que necessitam excelente qualidade.

Inicialmente o reforço é posicionado a seco, obedecendo a forma final da peça. Em seguida o reforço é coberto por um plástico e então aplica-se o vácuo. Então, a resina é injetada no interior do casco plástico por diferentes pontos ao longo da estrutura, a fim de preencher todo o reforço.

Assim como no método de laminação a vácuo, a resina se movimenta por um diferencial de pressão através da porosidade das fibras. Neste caso, o vácuo deve ser mantido até a cura total da peça, e somente depois deste ponto é que a bolsa pode ser retirada (NASSEH, 2011).

Figura 13 - Processo de infusão.



Fonte: Portal Náutica Online.<sup>10</sup>

10

Disponível em: <http://www.nauticaonline.com.br/forum/viewtopic.php?f=2&t=11792&view=previous>. Acesso em mar. 2017.

### 3.8.5 STRIP-PLANKING

O método de construção tipo *strip-planking* é certamente o mais utilizado para a construção *one-off* de cascos de médio e grande porte, que são projetados para possuírem peças com grande espessura e com um mínimo de reforço interno. Esse tipo de construção pode fornecer cascos de peso razoavelmente baixo e com boas propriedades mecânicas (NASSEH, 2011).

De acordo com Nasseh (2011), o método requer estrutura simples de madeira, que pode ser temporária ou permanente no caso de cavernas, anteparas, roda de proa, quilha e espelho de popa, todos fixados em uma base de madeira, virada para baixo.

Uma das vantagens desse método é a facilidade com que uma grande parte da estrutura interna pode ser inserida no barco antes do casco ser laminado, reduzindo a necessidade de estruturas temporárias para a laminação. Comparado com a produção de plugues para a fabricação em fibra de vidro, economiza-se muito tempo no momento em que grande parte do trabalho gasto na produção do plugue é feito diretamente na construção da própria estrutura do barco (NASSEH, 2011).

Após a montagem da estrutura do barco, deve-se utilizar ripas para garantir o chapeamento do casco, as quais devem ser aparelhadas para garantir espessura uniforme ao casco. Uma vez fixadas, é feita a laminação das ripas, e o acabamento final, tanto externo quanto interno, a fim de evitar a absorção de umidade pela madeira.

Figura 14 - Processo *strip-planking*.



Fonte: Porta Meu Barco Amador.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Disponível em: <[http://meubarcoamador.blogspot.com.br/p/sistemas-construtivos\\_6.html](http://meubarcoamador.blogspot.com.br/p/sistemas-construtivos_6.html)>. Acesso em mar. 2017.

### 3.8.6 LAMINADO MOLDADO

O processo de laminado moldado consiste basicamente na junção sobreposta de várias camadas de tabuas finas, em direções diferentes, a fim de formar um compensado naval. A colagem dessas camadas se faz com epóxi, e suas superfícies, são reforçadas ainda com fibra de vidro.

Se comparado ao *strip-planking*, o laminado moldado possui um molde sólido, enquanto que o *strip-planking* possui molde formado por cavernas espaçadas. Além de ser mais fácil laminar ripas sobre um molde sólido, este também tem a vantagem de requerer menos tempo de fabricação e certamente acarretará em menos custos para a construção *one-off* (NASSEH, 2011).

Figura 15 - Processo laminado moldado.



Fonte: Portal Uswatercraft.<sup>12</sup>

### 3.9 MÉTODOS DE PRODUÇÃO

O método de produção utilizada na confecção de barcos, depende principalmente da finalidade ao qual se destina um determinado estaleiro.

Em estaleiros menores, ou que fabricam modelos de diferentes tipos, não é viável a produção de moldes para a construção de futuras embarcações, pois estes, acabam elevando o custo de fabricação e posteriormente de venda, além de serem

---

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://uswatercraft.com/author/uswatercraft/page/2/?lang=pt>>. Acesso em mar. 2017.

inúteis, se não houver demanda de embarcações iguais a inicial. Neste tipo de produção, que se caracteriza por ser *one-off*, produz-se um plugue que tem processo de construção semelhante ao do molde, porém a forma e as dimensões segundo NASSEH (2011), devem ser exatas.

Já onde há uma demanda maior de embarcações com mesmo modelo, ou estaleiros de maior porte, que possuem seus próprios modelos de embarcações para a venda, temos uma produção seriada. Nesta produção temos a obrigatoriedade da criação do molde, pois ele torna o processo mais rápido, e o custo do mesmo se torna pequeno, quando dividido nas diversas embarcações que serão vendidas.

Segundo Nasseh (2011), mais do que quatro ou cinco unidades vendidas, já fazem os construtores optarem pela fabricação dos barcos através de moldes.

## 4 METODOLOGIA

O presente capítulo tem como objetivo definir os passos para a obtenção e apresentação dos resultados obtidos.

Visando cumprir esta meta, foi desenvolvido um formulário objetivo, a fim de mapear os processos e materiais mais importantes do processo. Estes itens serão descritos nos tópicos a seguir.

De posse dessas informações, foram realizadas análises estatísticas e o mapeamento dos estaleiros.

### 4.1 PESQUISA TIPO *SURVEY*

Buscando compreender o cenário atual da indústria náutica norte catarinense realizou-se uma pesquisa tipo *survey*, em diversos estaleiros, a fim de buscar informações relevantes sobre os diversos fatores que influenciam a confecção de um barco construído de PRF.

Para entendimento do tipo de pesquisa realizada, no qual a construção deste trabalho foi embasada, é importante descrever o que é a pesquisa *survey*.

A pesquisa *survey*, segundo Alyrio (2009), pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário. No presente trabalho, a população alvo é formado por empresas do ramo náutico.

A pesquisa *survey*, pode ser classificada segundo seu propósito e quanto ao número de momentos (ALYRIO, 2009). Quanto ao seu propósito pode se distinguir este tipo de pesquisa em três grupos.

- Explanatória – Tem como objetivo testar uma teoria e as relações casuais; estabelece a existência de relações causais, mas também questiona por que a relação existe,
- Exploratória – o objetivo é familiarizar-se com o tópico ou identificar os conceitos iniciais sobre um tópico, dar ênfase na determinação de quais conceitos devem ser medidos, buscar descobrir novas possibilidades e dimensões da população de interesse.



- Descritiva – busca identificar quais situações, eventos atitudes ou opiniões estão manifestos em uma população, descreve a distribuição de algum fenômeno na população ou entre subgrupos da população ou, ainda, faz uma comparação entre essas distribuições. Neste tipo de *survey* a hipótese não é casual, mas tem o propósito de verificar se a percepção dos fatos está ou não de acordo com a realidade.

Quanto ao número de momentos, se tem dois grupos.

- Longitudinal - a coleta dos dados ocorre ao longo do tempo em períodos ou pontos especificados, buscando estudar a evolução ou as mudanças de determinadas variáveis, ou ainda as relações entre elas.
- Corte-transversal – a coleta dos dados ocorre em um só momento, pretendendo descrever e analisar os estados de uma ou várias variáveis em um dado momento.

Portanto, pode-se definir que a abordagem principal deste trabalho, se define em dois tipos de pesquisas *survey*, exploratória qualitativa, na qual procurou-se concentrar as informações importantes para a pesquisa em um formulário, e de corte-transversal quantitativa, na qual foi feita a coleta e análise dos dados obtidos em um só momento.

## 4.2 REGIÃO DE ESTUDO

A região pretendida, como foco de estudo do presente trabalho, foi definida como a região do litoral norte de Santa Catarina, destacado na Figura 16.

Figura 16 – Região de estudo.



Fonte: Portal Uneagro Santa Catarina.<sup>13</sup>

As cidades compreendidas nesta faixa são Botuverá, Brusque, Guabiruba, Itapema, Camboriú, Balneário Camboriú, Navegantes, Itajaí, Gaspar, Ilhota, Blumenau, Indaial, Timbó, Pomerode, Penha, Piçarras, Barra Velha, Luiz Alves, São João do Itaperiú, Massaranduba, Balneário Barra do Sul, Guaramirim, Jaraguá do Sul, Corupá, Schroeder, Joinville, Araquari, São Francisco do Sul, Itapoá e Garuva.

É importante destacar que as cidades de Itapema, Camboriú e Balneário Camboriú, não foram contabilizadas na presente pesquisa.

#### 4.3 CONFECÇÃO DO FORMULÁRIO

A primeira etapa do projeto consistiu em uma pesquisa qualitativa na literatura e no mercado náutico nacional, embasadas no tipo de pesquisa *survey* do tipo exploratória, com o objetivo de obter um embasamento teórico, a fim de obter conhecimento sobre os materiais e métodos utilizados na confecção de embarcações


<sup>13</sup> Disponível em: <[http://www.uneagro.com.br/mapa\\_principal.php](http://www.uneagro.com.br/mapa_principal.php)>. Acesso em jun. 2017.

do ramo náutico. Com isso, selecionou-se os métodos comumente usados, assim como os materiais aplicando-os no formulário demonstrado na Figura 17.

Procurou-se também, acurar a população de embarcações construídas pelos estaleiros da região do litoral norte de Santa Catarina, seus tipos, bem como seus comprimentos, visando caracterizar a frota da região analisada.

Além das informações, dispostas no formulário descrito acima, houve também o recolhimento de outras informações, como preço de venda das embarcações e tempo em que os estaleiros estão presentes no mercado.

Figura 17 - Formulário para mapeamento de dados.

	Questionário de mapeamento das empresas do ramo náutico do norte de Santa Catarina
Trabalho destinado a Conclusão do Curso de Engenharia Naval na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Aluna: Marina Pauli Orientador: Prof. Gabriel Benedet Dutra	

Nome da Empresa: \_\_\_\_\_ N° de funcionários : \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

1. Qual tipo de embarcação é produzido?
<input type="checkbox"/> Lancha <input type="checkbox"/> Veleiro <input type="checkbox"/> Outros ( _____ )

2. Qual o tamanho da embarcação?
<input type="checkbox"/> Até 20 pés <input type="checkbox"/> 20-35 pés <input type="checkbox"/> 35 a 50 pés <input type="checkbox"/> Acima de 50 pés

3. Qual o método construtivo utilizado?
<input type="checkbox"/> Hand lay up (laminação manual) <input type="checkbox"/> Spray-up <input type="checkbox"/> Strip-planking <input type="checkbox"/> Laminação a vácuo <input type="checkbox"/> Infusão <input type="checkbox"/> Laminado Moldado <input type="checkbox"/> Outros ( _____ )

4. Qual tipo de produção utilizado?
<input type="checkbox"/> One-off (Customizado) <input type="checkbox"/> Série <input type="checkbox"/> Ambos

5. Qual tipo de resina utilizado?
<input type="checkbox"/> Poliéster Ortoftálico <input type="checkbox"/> Poliéster Isoftálico <input type="checkbox"/> Poliéster Iso com NPG <input type="checkbox"/> Estervinilica <input type="checkbox"/> Epóxi <input type="checkbox"/> Termoplástico ( ___ )
Fornecedor(es): _____

6. Qual tipo de fibra é utilizado?
<input type="checkbox"/> Vidro <input type="checkbox"/> Carbono <input type="checkbox"/> Aramida(Kevlar) <input type="checkbox"/> Natural ( _____ )
Fornecedor(es): _____

7. Qual tipo de núcleo? ( caso utilize)
<input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> PS expandido <input type="checkbox"/> PU <input type="checkbox"/> Madeira Balsa <input type="checkbox"/> Compensado Naval <input type="checkbox"/> Outros ( _____ )
Fornecedor(es): _____

Fonte: Autor.

#### 4.4 IDENTIFICAÇÃO E FORMA DE APLICAÇÃO

Primeiramente, foram realizadas pesquisas utilizando sites de busca, com o objetivo de mensurar o número de estaleiros no campo de interesse deste trabalho. Porém, apesar de parte da população do objeto de interesse desse estudo estar ligado a estes sites de buscas, não foi possível cobrir todo o conjunto de estaleiros, para avaliação.

Fez-se então uma pesquisa de amostra não probabilística, a qual consiste, segundo Alyrio (2009), em uma amostra obtida a partir de algum critério, na qual nem todos os elementos da população tem a mesma chance de serem selecionados, o que torna os resultados não generalizáveis.

Neste caso, o tipo de amostra não probabilística utilizada foi a bola de neve, que segundo Alyrio (2009), é um tipo de amostra, no qual os participantes iniciais, indicam novos participantes, ou seja, muitos dos estaleiros encontrados, foram por indicações de outros também visitados.

Identificado os estaleiros, foi possível realizar visitas para a obtenção dos dados necessários.

O questionário foi aplicado nos estaleiros náuticos da região do litoral norte de Santa Catarina. As cidades visitadas para a obtenção de toda a população encontrada foram Joinville, São Francisco do Sul e Itajaí.

Dentre o cenário pesquisado, foram encontrados dezesseis estaleiros de construção náutica, assumindo-se estes, como a população total da referente pesquisa. Duas das dezesseis empresas visitadas se propuseram a responder a pesquisa de forma digital, enquanto em outras treze, foram feitas visitas para recolhimento dos dados. Apenas um estaleiro, não se propôs a contribuir com a pesquisa.

#### 4.5 ANÁLISE DE DADOS

Por fim, a terceira e última etapa consistiu da análise e tratamento dos dados obtidos através do desenvolvimento das etapas anteriores. Estes foram compilados em forma de gráficos e mapas, utilizando o sistema de posição global (*Global Positioning System – GPS*).

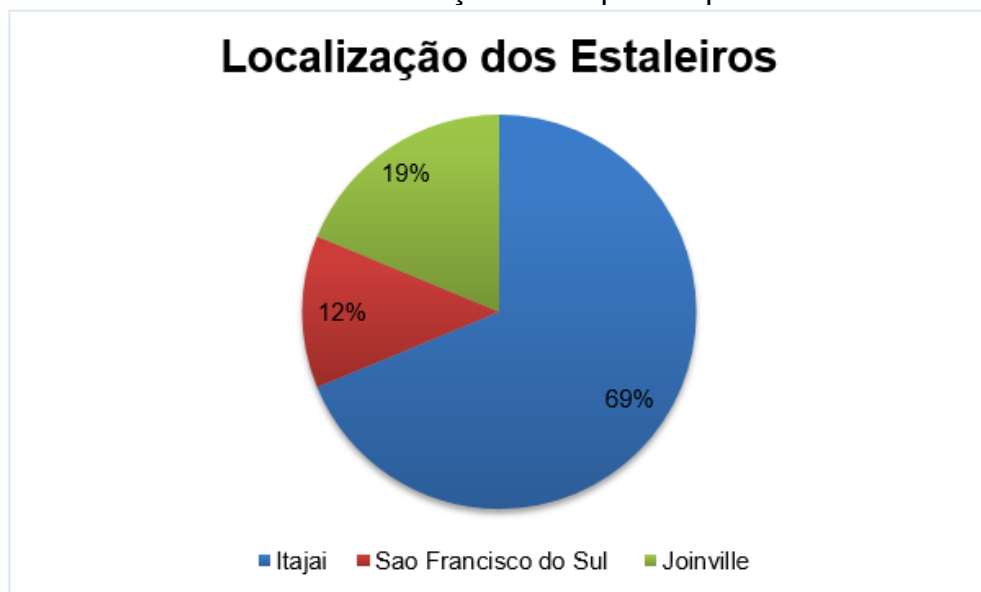
## 5 RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Este capítulo tem como objetivo a análise e discussão dos resultados obtidos através das visitas de campo e preenchimento dos questionários formulados pelo autor.

### 5.1 EMPRESAS VISITADAS

Dentre os estaleiros entrevistados, grande parte das empresas estão concentradas na região de Itajaí, enquanto a minoria se divide entre outras duas cidades. O Gráfico 1 mostra esta subdivisão.

Gráfico 1 – Concentração de empresas por cidade.



Fonte: Autor

Como se pode notar, onze das dezesseis empresas estão localizadas em Itajaí, totalizando 68,75% da população total analisada, enquanto que apenas 31,25% estão espalhadas entre as outras duas cidades, tornando Itajaí o polo náutico da região pesquisada.

Isto se deve a diversos fatores, sendo um deles a presença de grandes empresas do ramo instaladas na cidade como a italiana Azimut, e o estaleiro Kalmar. Além disso a cidade abriga a Fibrafort, maior fabricante de lanchas em unidades

vendidas, com mais de 13 mil embarcações da marca navegando em águas do Brasil e de outros 41 países (REVISTA PORTUARIA, 2014).

Outro ponto importante, é que a instalação de empresas na região, facilita a importação de materiais e exportação de embarcações, pois a cidade possui o complexo portuário de Itajaí, próximo a duas das principais rodovias do estado BR-101 e BR470.

As dezesseis empresas visitadas no setor náutico estão dispostas no Quadro 6.

Quadro 6 - Empresas de construção de embarcações náuticas visitadas.

Estaleiros	Cidade
LF Yachts	Sao Francisco do Sul
Gamper Nautica	Sao Francisco do Sul
Nova Onda	Joinville
Pro Boat	Joinville
Brunswick	Joinville
Fibrafort	Itajaí
Century Yachts Industria Nautica	Itajaí
Top Sul Nautica	Itajaí
Moving Board	Itajaí
J Maniner Nautica	Itajaí
Kalmar	Itajaí
Bersan Estaleiro	Itajaí
Freccia Boats	Itajaí
Aquaplanet	Itajaí
Azimut Yachts	Itajaí
Imperio Yachts	Itajaí

Fonte: Autor.

De toda a população encontrada na região, através da pesquisa de amostras realizada, e, portanto, analisada neste trabalho, apenas uma não respondeu ao questionário proposto.

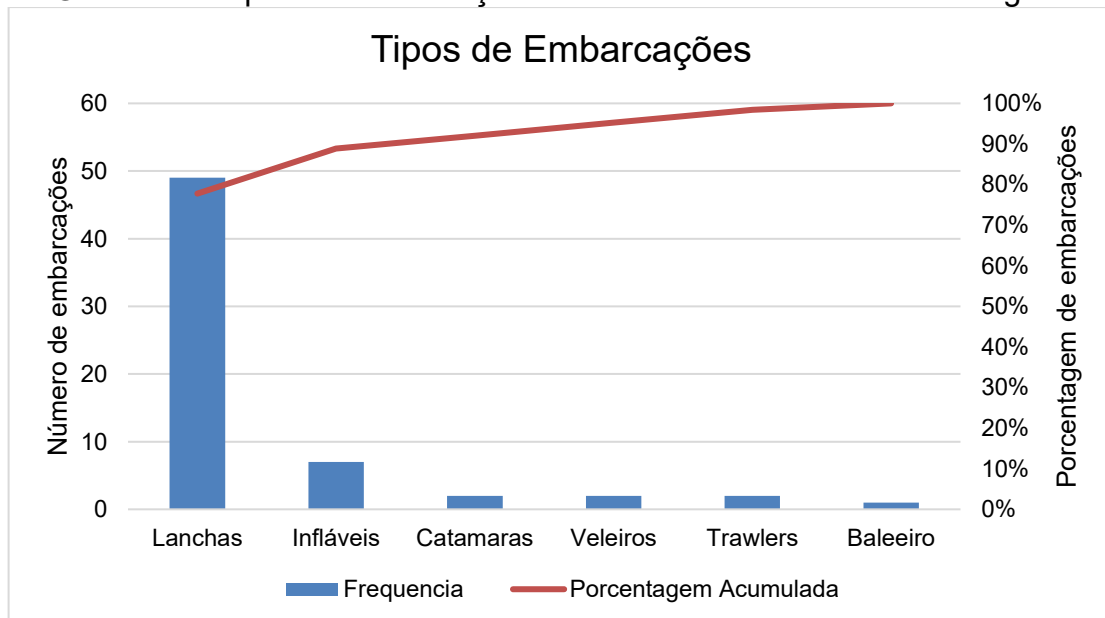
Para evitar problemas em relação à divulgação dos dados, não serão divulgados os nomes das empresas, para não expor os métodos, materiais e processos que utilizam.

## 5.2 TIPOS DE EMBARCAÇÃO

O primeiro item a ser analisado, foram os tipos de embarcações confeccionadas pelos estaleiros do ramo náutico da região. As embarcações contabilizadas, são as movidas a motor com propulsão mecânica e também veleiros sem propulsão.

Entre os dados recolhidos observa-se a homogeneidade no tipo de embarcações, pois se nota claramente, de acordo com o Gráfico 2, que quase em sua totalidade, a população analisada é baseada na construção dos mais variados tipos de lanchas.

Gráfico 2 – Tipos de embarcações construídas nos estaleiros da região.



Fonte: Autor.

Dentre os sessenta e três modelos de barcos produzidos pelos estaleiros da região, quarenta e nove são tipos de lanchas, totalizando aproximadamente 80% do total. Em segundo lugar estão os infláveis. Ainda, entre os outros tipos fabricados, estão os dois veleiros, dois catamarãs, dois *trawlers* e um baleeiro.

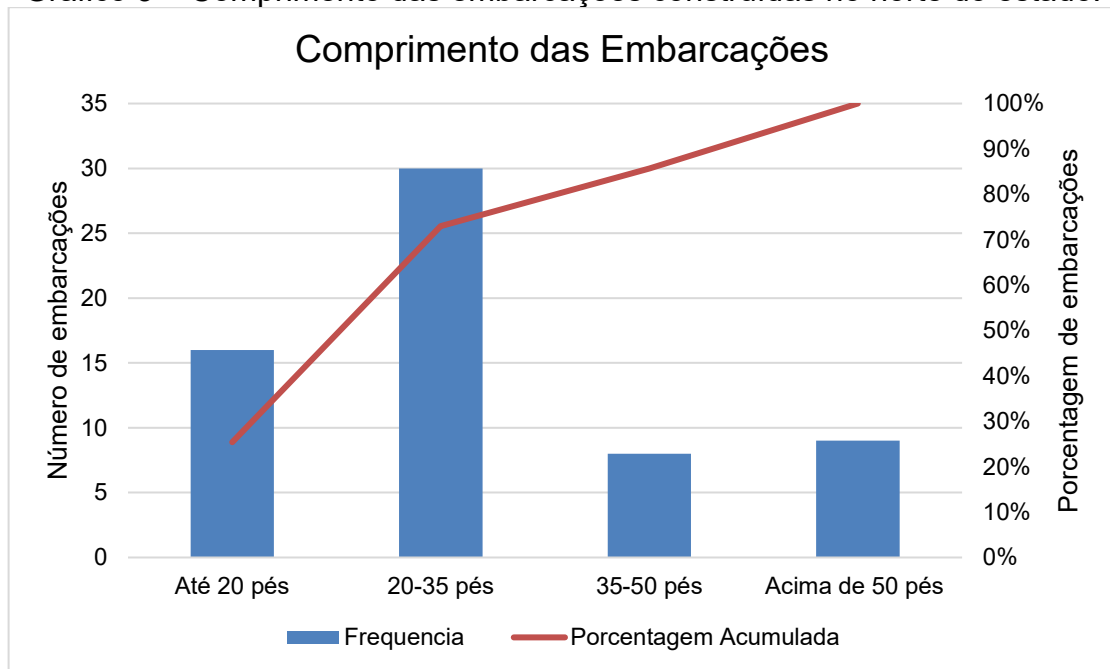
Um adendo importante, é que procurou-se contabilizar todas embarcações, com as características definidas no primeiro parágrafo desta seção, produzidas pelos estaleiros náuticos, independente de não serem aplicados materiais compósitos em suas construções, apesar de neste caso, os *trawlers* e baleeiros fazerem a aplicação de alguns dos materiais dispostos no formulário, porem em pequena escala.



### 5.3 COMPRIMENTO DAS EMBARCAÇÕES

Definindo os intervalos das embarcações descritas na seção anterior, em até 20 pés, 20-35 pés, 35-50 pés e acima de 50 pés, conseguiu-se aferir a pesquisa, e então constatar que quase 80% dos barcos produzidos pelos estaleiros encontrados na região, são menores que 35 pés.

Gráfico 3 – Comprimento das embarcações construídas no norte do estado.



Fonte: Autor.

Pode se verificar que na presente pesquisa, através da análise dos números obtidos, que das 46 embarcações, na faixa de até 35 pés, presentes no Gráfico 3, 43 são lanchas, tornando elas, até esta faixa de comprimento, as mais produzidas no cenário pesquisado.

Isso se deve ao seu valor, mas também a flexibilidade de uso de uma lancha deste porte, pois ela pode navegar, tanto em lagos, represas, quanto próximas a costa. Além disso, pode se praticar diversos esportes, como *wakeboard*, esqui e pesca amadora. Em muitas regiões, também são utilizadas como lanchas de passeio ou transporte. Outro ponto importante, é que embarcações de até 23 pés ainda podem ainda ser rebocadas em carretas rodoviárias, facilitando o transporte para o armador.

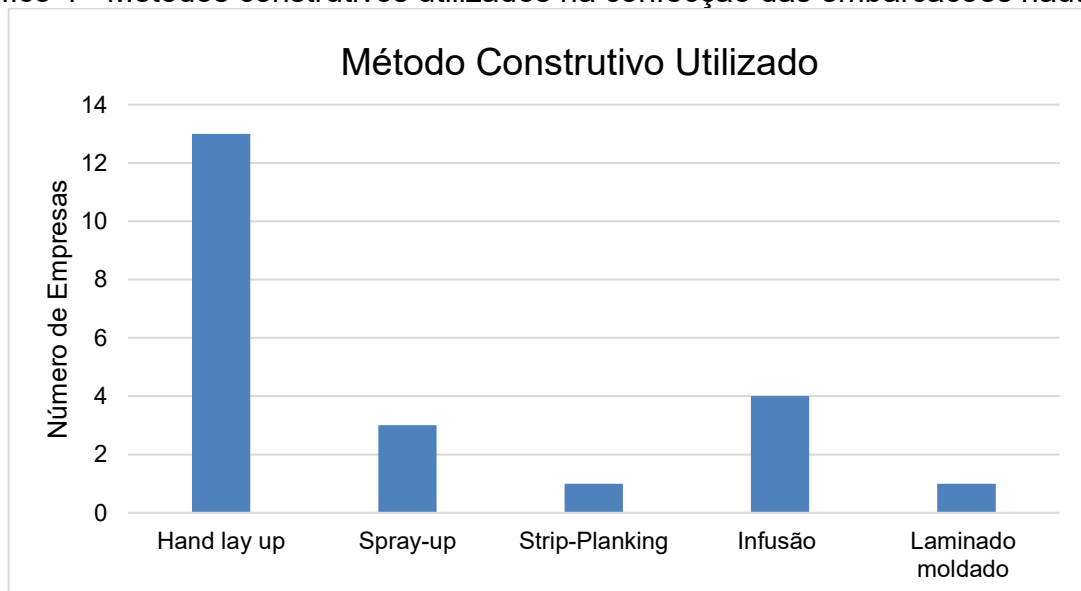
## 5.4 MÉTODO DE CONSTRUTIVO

Através da análise do Gráfico 4, pode-se notar que a maioria dos estaleiros utiliza o processo *hand lay up*, para a confecção de seus barcos, totalizando treze dos quinze visitados, ou seja, 86,67%, enquanto isso *spray-up*, que também é um método de laminação manual, como já foi descrito anteriormente, tem apenas três aparições.

Isto pode ser reflexo, da difusão do método *hand lay up* ao longo dos anos, visto que segundo Nasseh (2011), este método é o mais antigo e utilizado com mais frequência na produção de barcos de fibra de vidro. Na seção 5.7, é possível ver que todos os estaleiros utilizam fibra de vidro, através do Gráfico 8.

Outro fator que pode ser preponderante na escolha do método *hand lay up*, em detrimento ao *spray up*, é que o método *spray up*, de acordo com Nasseh (2011), necessita de um operador extremamente experiente, e que problemas no equipamento, como na mistura da resina com o catalisador, podem gerar estruturas de laminado ruins e acarretar em problemas estruturais.

Gráfico 4 - Métodos construtivos utilizados na confecção das embarcações náuticas.



Fonte: Autor.

A adequação ao método construtivo *hand lay up*, também pode se dever ao fato do custo envolvido em relação a aquisição dos materiais do processo ser inferior aos demais.

Apenas dois estaleiros não utilizam laminação manual através do *hand lay up*. Isso se deve ao fato de terem propostas de mercado diferentes, o primeiro produz embarcações de madeiras, que limita o número de técnicas a serem utilizadas, restringindo-a ao emprego do *strip-planking* e do laminado moldado. O segundo faz a aplicação apenas da técnica de infusão, pois esta, segundo Nasseh (2011), garante um alto grau de acabamento, apesar do alto custo agregado, visto que sua proposta é entregar embarcações de alto padrão.

Outra característica interessante é que boa parte das empresas listadas, utilizam mais de um método construtivo.

Gráfico 5 - Porcentagem de empresas que utilizam mais de um método construtivo.

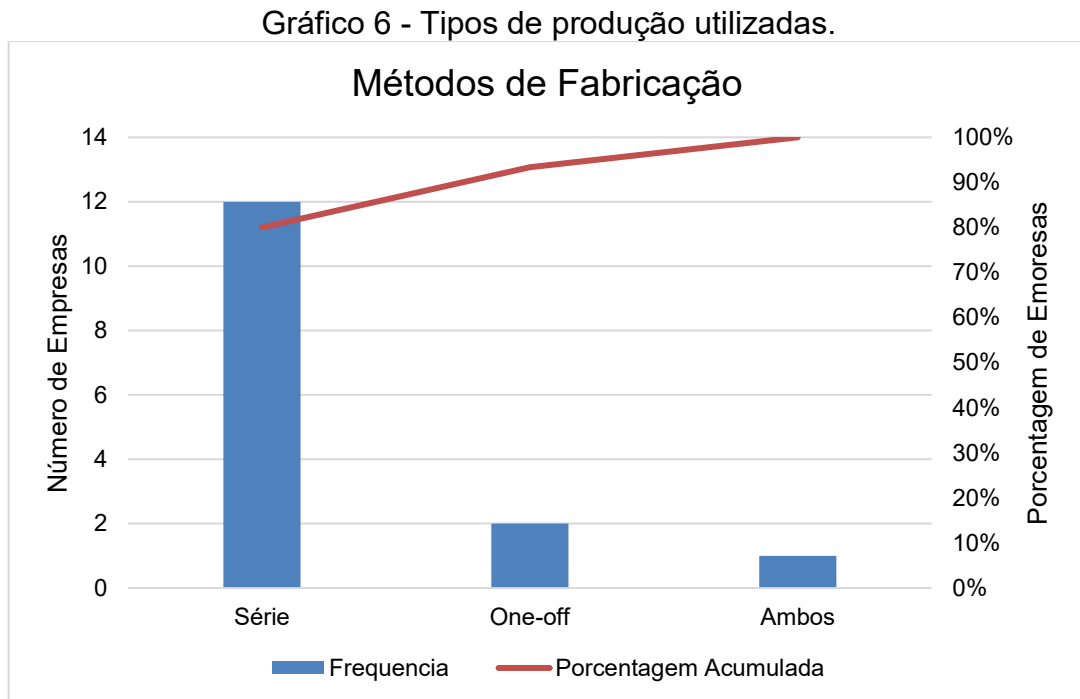


Fonte: Autor.

Nota-se, segundo o Gráfico 5, que 33%, se propõe a trabalhar com mais de uma técnica construtiva. Isso se deve a diversos fatores, como por exemplo, tamanho do casco a ser processado, qualidade final de acabamento, preço de venda e também finalidade da embarcação. Também foi visto que muitos dos estaleiros produzem mais de um modelo de embarcação, e que estas pretendem atingir diferentes áreas do mercado, e, portanto, as empresas focam em produzir propostas diferentes para o consumidor final.

## 5.5 MÉTODO DE PRODUÇÃO

Para ilustrar a realidade do número de empresas que fazem uso da construção de embarcações náuticas através de produções seriadas, *one-off* ou que utilizam ambos os métodos, foi realizado o Gráfico 6.



Nota-se que treze empresas produzem embarcações de forma seriada, ou seja, adquiriram ou fabricaram seus moldes, para construção e venda das mesmas. Enquanto isso se vê que apenas três possuem serviço *one-off*.

Portanto, fica claro que o serviço prestado pelos estaleiros na região do litoral norte de Santa Catarina, para a população estudada, é voltado para a produção seriada, visto que 80% das empresas possuem só este tipo de categoria disponível, por consequência, produzem apenas modelos já confeccionados por eles.

É interessante afirmar, que as empresas de maior porte visitadas, possuem linhas de fabricação para produção seriada, de acordo com as etapas do início da fabricação, até o fim da mesma. Para isso, em sua maioria faz-se o uso do sistema Kanban em diversas etapas do procedimento.

Segundo Moura (2003), esse sistema é um instrumento de controle de produção. Ele tem a função de um pedido de produção no departamento de fabricação

e a função de instruções de retirada no processo subsequente. Mesmo que os empregados que fazem as peças tenham de produzir certa quantidade de um produto dentro de certo tempo, eles não sabem quanto e quando será usado de fato. Eles só podem produzir algo de acordo com um programa de produção comunicado pelo departamento de controle de produção. O sistema Kanban tem a função de avisar o empregado primeiro, que estão fazendo as peças, se essas peças são necessárias.

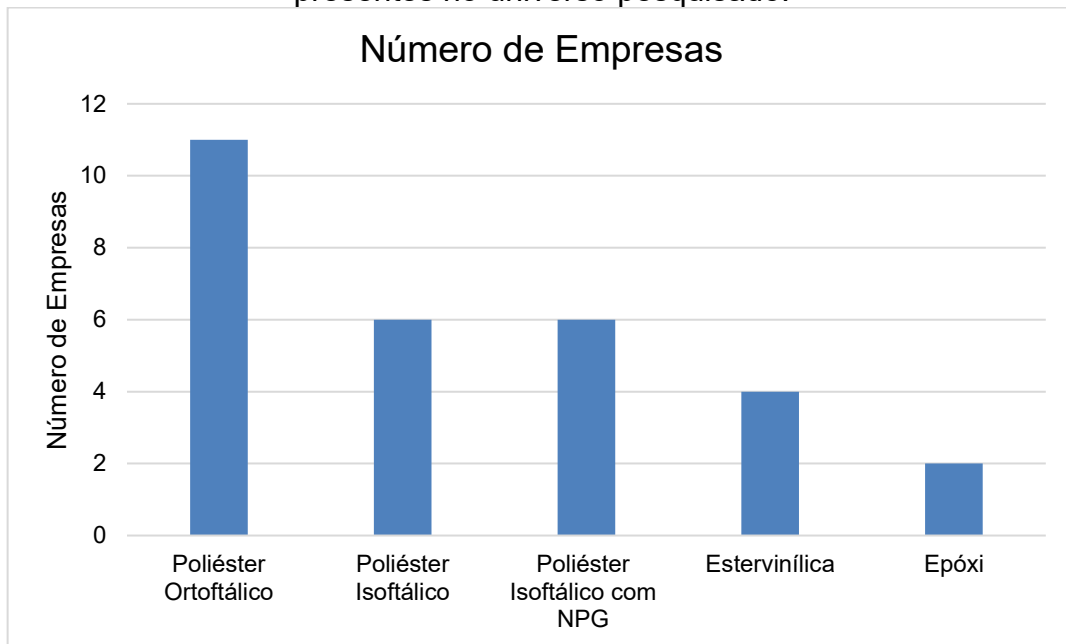
## 5.6 TIPOS DE RESINA

Através das visitas realizadas notou-se que a maioria das empresas do ramo náutico utiliza mais de um tipo de resina para a confecção de suas embarcações.

Geralmente, a utilização de mais de uma resina se dá por questão de economia. Segundo relatado por engenheiro responsável em um dos estaleiros visitados, é interessante fazer a utilização de uma resina com melhores propriedades nas primeiras duas camadas de laminação, utilizando a resina estervinílica ou isoftálica com NPG por exemplo, para garantir boas propriedades higroscópicas ao casco da embarcação, e depois dessas camadas utilizar uma resina mais barata, como é o caso da ortoftálica.

Esta afirmação, esclarece o Gráfico 7, pois como a resina de poliéster ortoftálica é mais barata em relação as outras, além de ter grande disponibilidade segundo Nasseh (2011), tem-se mais empresas que fazem a sua utilização. Além de poder ser utilizada nas camadas externas de laminação do casco, Nasseh (2011) cita que as propriedades físicas desse tipo de resina, após a cura são perfeitamente satisfatórias para um grande número de aplicações náuticas, porem ressalta que essas propriedades não são sempre satisfatórias para aplicações em alta performance.

Gráfico 7- Número de empresas que utilizam os determinados tipos de resina presentes no universo pesquisado.



Fonte: Autor.

Interessante notar, que há duas empresas que utilizam resina epóxi, que é a resina que possui as melhores propriedades mecânicas, como resistência a tração e um maior alongamento, além de um acabamento de maior qualidade, agregado a um custo mais alto. No caso, da primeira empresa citada anteriormente, o epóxi se torna imprescindível, pois apenas as resinas epóxi possuem propriedades de adesão que permitem a sua utilização com a madeira, segundo Nasseh (2007). Enquanto no segundo caso, tem-se a preocupação com a qualidade final do produto, tanto estéticas, pelo nível de exigência do armador, quanto pela questão estrutural, devido ao porte dos barcos, por eles produzidos, que são maiores que 50 pés.

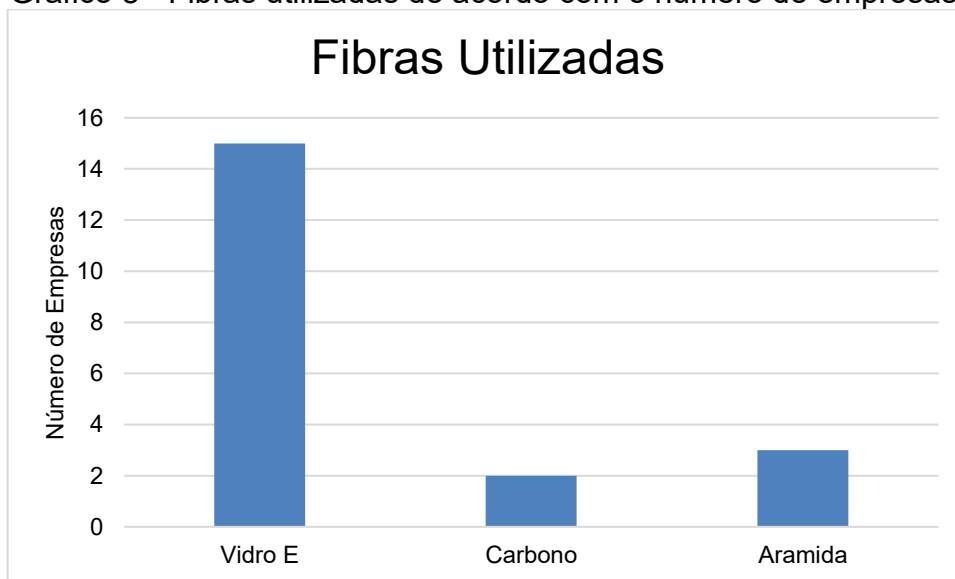
Já a resina estervinílica, utilizada em quatro casos, é empregada nas primeiras camadas do laminado, devido a melhor propriedade higroscópica em relação a resina poliéster, como já foi citado. Essa prática acontece para diminuir o processo de osmose no casco, pois esta resina absorve menos água.

É importante destacar também, que muitos estaleiros usam resinas poliéster ortoftálicas, com algumas adições, pois estas, proporcionam melhores propriedades que a resina ortoftálica inicial e podem substituir resinas de melhores propriedades, como a isoftálica com NPG, o que torna a produção mais econômica, segundo os relatos observados.

## 5.7 TIPOS DE FIBRA

Devido principalmente ao preço e as propriedades de isolamento elétrico, as fibras de vidro tipo E, são a principal opção dos estaleiros entre as fibras disponíveis no mercado. Pode-se visualizar no Gráfico 8, que invariavelmente todas as empresas fazem o uso de fibra de vidro tipo E, para confecção de suas embarcações, pois o fator custo é preponderante nesta decisão. Além disso, a fibra de vidro atende os requisitos mecânicos e físicos dos projetos.

Gráfico 8 - Fibras utilizadas de acordo com o número de empresas.



Fonte: Autor.

Apenas quatro empresas não fazem o uso exclusivo da fibra de vidro do tipo E. Isso se deve principalmente, porque estes estaleiros possuem embarcações maiores ou com alto desempenho, portanto, há utilização de fibra de aramida por exemplo, pode estar ligada aos fatores que Nasseh (2011) aborda em seu livro, como a resistência ao impacto e a habilidade dessa fibra resistir a choques cíclicos. Da mesma maneira é possível ligar a utilização da fibra de carbono a sua alta rigidez e resistência à tração.

Segundo Nasseh (2011), essas fibras de carbono, tem um lugar especial na construção de mastros, retrancas, lemes, e diversas outras áreas aonde se exige rigidez e baixo peso. Ainda existem projetistas que utilizam este tipo de fibra para impressionar clientes.

## 5.8 TIPOS DE NÚCLEO

Percebe-se através do Gráfico 9, que os núcleos mais utilizados no cenário pesquisado, são os núcleos de PVC expandido e o compensado naval, além disso a maioria das empresas fazem uso dos dois materiais. Isto ocorre, porque ambos os materiais têm utilidades diferente e são usados em locais diferentes nas embarcações, devido suas diferentes propriedades.

O PVC pode ter tanto função estrutural, ou seja, em painel sanduiche, quanto também função de preenchimento segundo Nasseh (2011), já que este material é extremamente leve, o que garante flutuabilidade a embarcação, mas também possui resistência mecânica próxima aos dos chamados honeycombs, quando combinado em sanduiche.

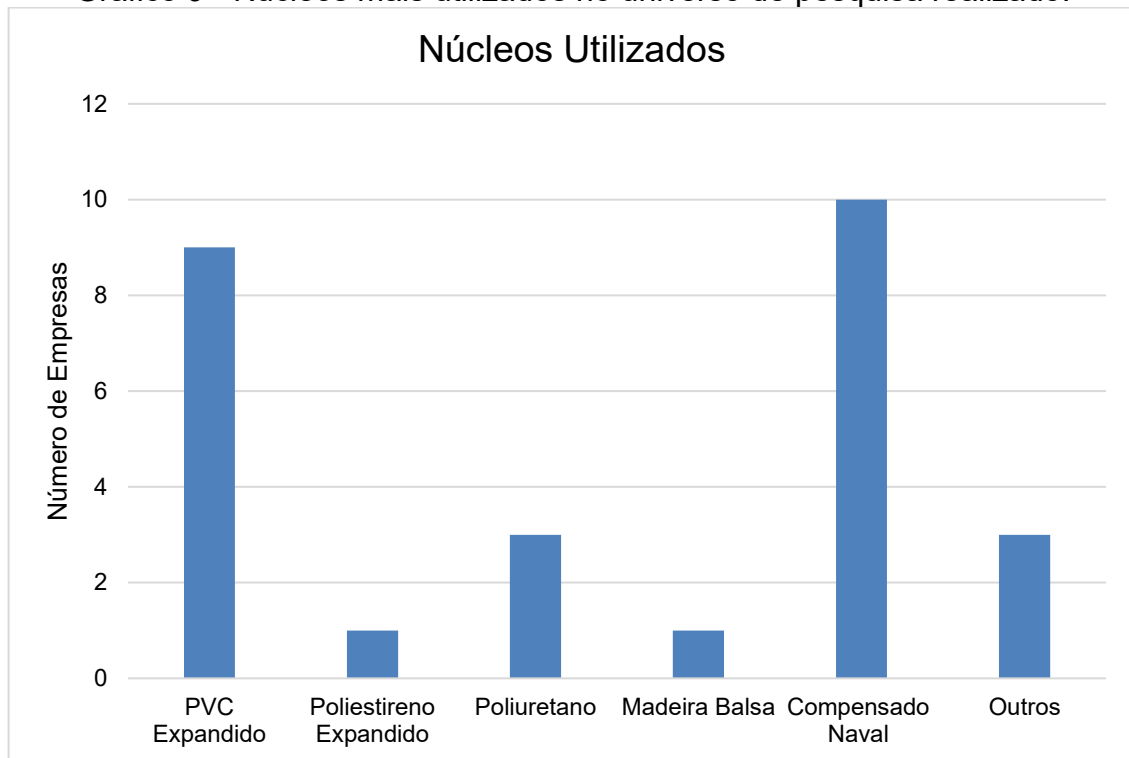
Já o uso compensado naval, em embarcações de fibra de vidro, se dá, segundo Nasseh (2011), em anteparas, marcenarias de interiores, mobiliários, armários, portas e pisos. Além disso, sempre que usados com a resina epóxi, pode-se explorar as vantagens da madeira, sem as desvantagens da construção convencional de tabuas, como por exemplo o fato de absorverem menos água.

Outra vantagem do compensado naval é com relação ao preço e também a velocidade de construção (NASSEH 2011).

Geralmente, se opta pela utilização do compensado naval em detrimento do PVC, em locais onde se exige elevada resistência a compressão.



Gráfico 9 - Núcleos mais utilizados no universo de pesquisa realizado.



Fonte: Autor.

É possível reparar também que há outros tipos núcleos aplicados na indústria náutica, entre eles o polietileno.

## 5.9 TEMPO DE MERCADO DAS EMPRESAS DO RAMO NÁUTICO VS PROCESSOS UTILIZADOS.

Para uma avaliação dos processos utilizados para a fabricação das embarcações dos estaleiros em questão, em relação aos anos dos mesmos no mercado náutico, realizou-se o Quadro 7.

Quadro 7 – Métodos construtivos e tempo de mercado de cada empresa analisada.

Empresas	Métodos Construtivos	Tempo de mercado
Empresa A	Hand lay up	6 anos
Empresa B	Hand lay up	10 anos
	Infusão	
Empresa C	Hand lay up	10 anos
Empresa D	Hand lay up	12 anos
Empresa E	Hand lay up	5 anos
	Spray-up	
Empresa F	Hand lay up	24 anos
Empresa G	Hand lay up	6 anos
Empresa H	Hand lay up	2 anos
Empresa I	Hand lay up	1 ano
Empresa J	Hand lay up	39 anos
	Spray-up	
	Infusão	
Empresa K	Strip-Planking	35 anos
	Laminado Moldado	
Empresa M	Hand lay up	Sem informações
	Spray-up	
Empresa N	Hand lay up	6 meses
	Infusão	
Empresa O	Infusão	40 anos
Empresa L	Hand lay up	Mais de 20 anos

Fonte: Autor.

Para a análise dos dados propostos no quadro 7, é importante destacar que o processo mais simples e menos custoso, é o processo *hand lay up*.

Este é também o que possui menor ferramental empregado e, portanto, é o mais barato de se implementar.

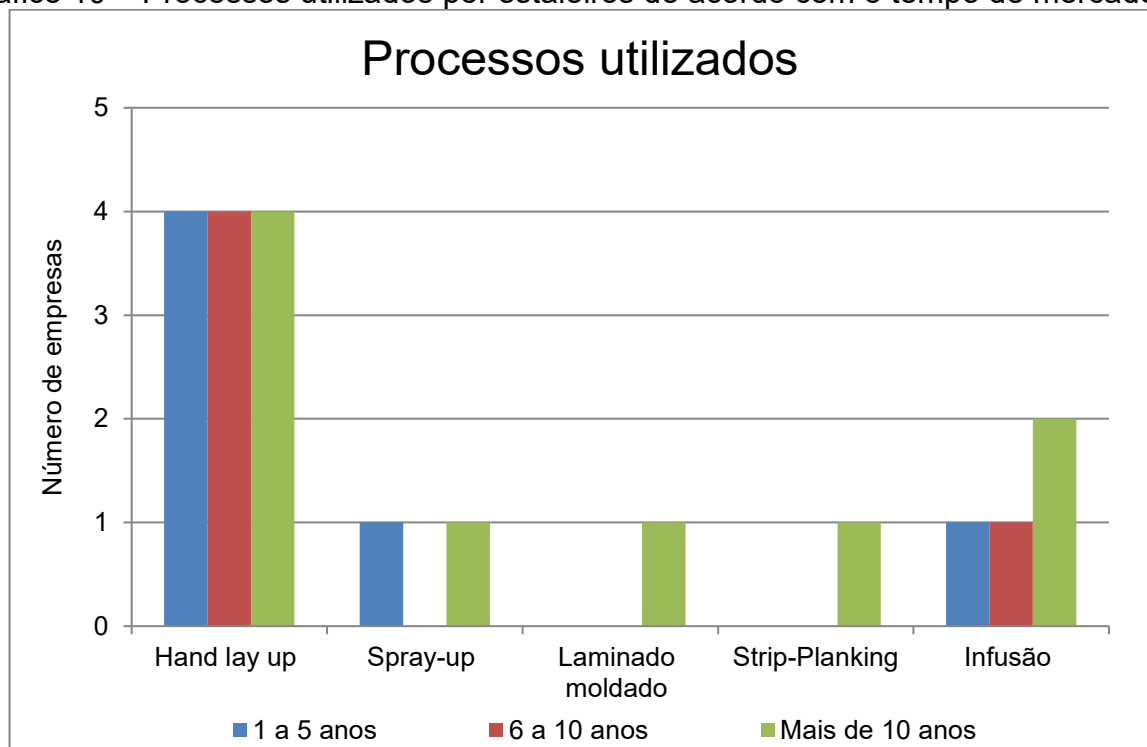
Procurando compilar, o Quadro 7 no Gráfico 10, fez-se a distinção das empresas por intervalos de anos, como é ilustrado no Quadro 8. Os intervalos escolhidos foram, de zero a cinco anos, de seis a dez anos e de mais de dez anos.

Quadro 8 – Tempo de mercado vs Número de empresas.

Tempo de mercado	Número de empresas
0 a 5 anos	4
6 a 10 anos	4
Mais de 10 anos	6

Fonte: Autor.

Gráfico 10 – Processos utilizados por estaleiros de acordo com o tempo de mercado.



Fonte: Autor

Dissecando o gráfico gerado, vê-se que duas das seis com mais de dez anos no mercado utilizam o processo de infusão, totalizando 33,67%, sendo maior que a porcentagem de empresas dos outros dois intervalos, que fazem uso do mesmo método, no caso 25% para ambos os intervalos. Porém, essa diferença percentual é extremamente pequena para se deduzir que empresas com mais tempo no mercado, tem maior propensão a utilizar o método de infusão.

É interessante notar, que apesar do período no mercado ser diferente, o mesmo número de empresas nos três grupos utilizam o processo *hand lay up*. Ou seja, por ser um processo com custo de ferramental baixo e bastante difundido, como

já foi citado anteriormente, as empresas fazem seu uso, independentemente do período de aos que estão operando no setor.

É possível ver também, que apenas uma empresa possui o processo *strip-planking* e laminado moldado, e está pertence as empresas com mais de dez anos. O motivo pode ser explicado pela afirmação de Nasseh (2011), que diz que hoje em dia o custo da madeira não apresenta mais vantagens em relação ao material composto, como acontecia antigamente, quando havia grande disponibilidade de material. Ainda segundo ele, madeiras de boa qualidade são difíceis de encontrar, e em sua maioria, são pré cortadas necessitando de seis meses de secagem. Além disso, o desperdício de material é muito maior do que na construção com compósitos.

## 5.10 FERRAMENTAS DE BUSCA E CONSULTA

Pensando em facilitar a busca das empresas do ramo náutico da região norte de Santa Catarina, principalmente para futuras pesquisas e necessidades da Universidade Federal de Santa Catarina, no curso de engenharia naval, criou-se duas ferramentas de busca das empresas pesquisadas.

### 5.10.1 GLOBAL POSITIONING SYSTEM - GPS

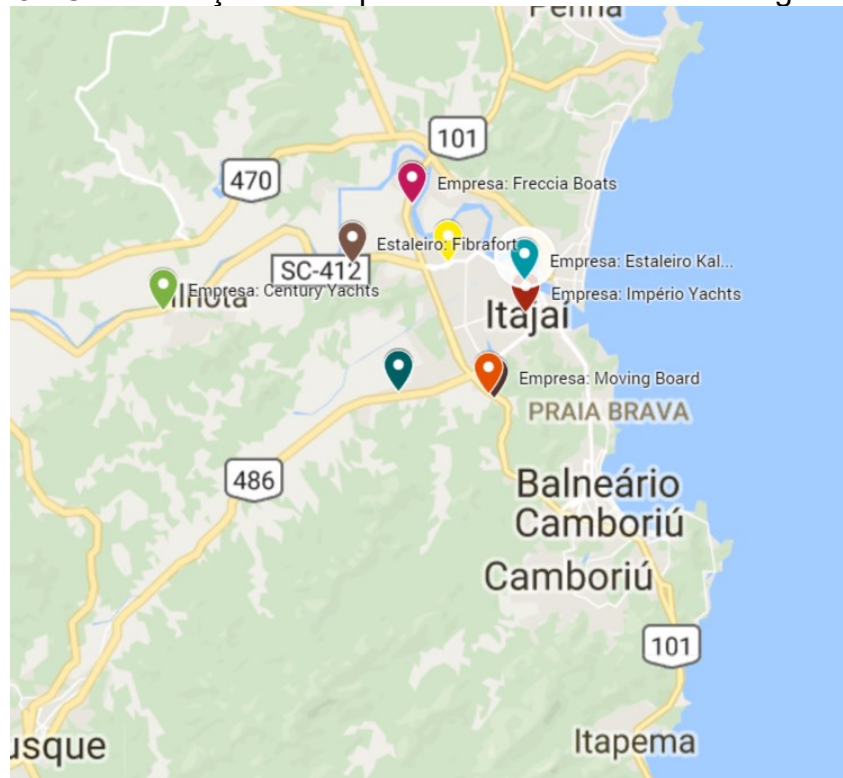
A primeira foi realizada usufruindo-se do poder da ferramenta Global Positioning System – GPS.

Utilizando a opção “meus mapas” do Google Maps, criou-se um mapeamento das empresas náuticas na região. Neste, também foram adicionadas as informações coletadas em cada estaleiro.

Esta alternativa de consulta, possíveis pesquisas e levantamentos futuros que profissionais da área ou pesquisadores, estejam interessados em fazer.

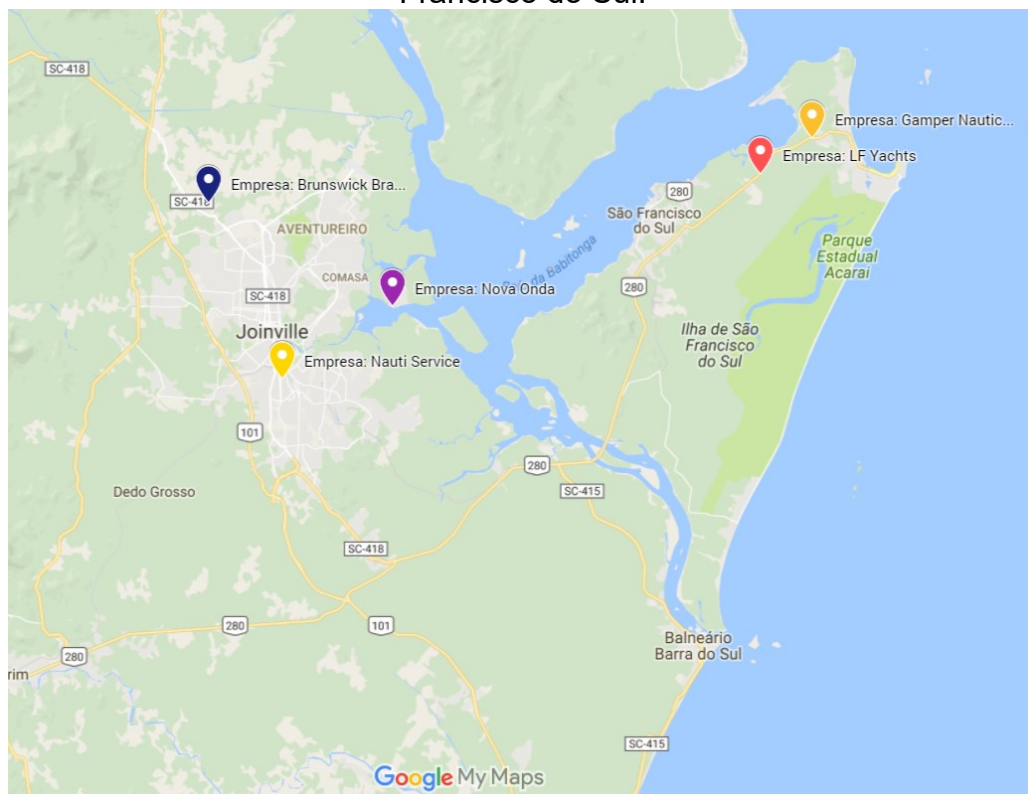
As Figuras 18 e 19 exemplificam a visualização da concentração dos estaleiros de acordo com as localidades.

Figura 18 - Concentração de empresas do ramo náutico na região de Itajaí.



Fonte: Autor

Figura 19 - Concentração de empresas do ramo náutico na região de Joinville e São Francisco do Sul.

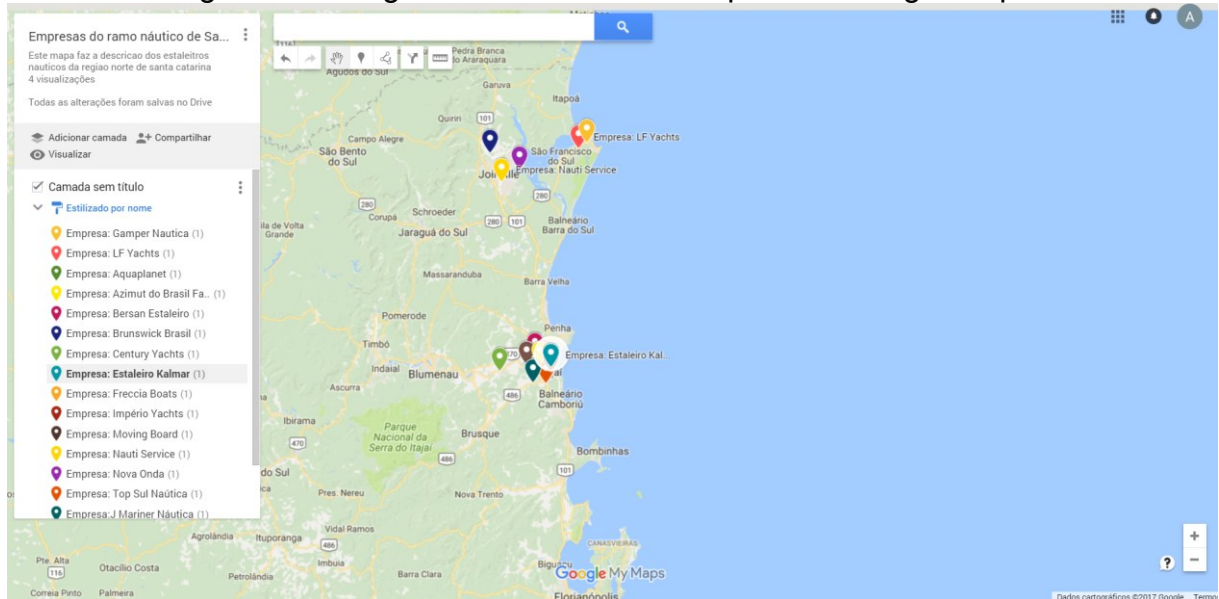


Fonte: Autor

A utilização deste método de pesquisa funciona da seguinte forma:

- 1- Inicialmente deve-se acessar o endereço eletrônico, sendo que este ficará disponível aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina.
- 2- Então, a Figura 20, poderá ser vista.

Figura 20 – Pagina inicial do “meus mapas” no Google Maps”.



Fonte: Autor

- 3- Acessando qualquer empresa no menu à esquerda, todas as informações coletadas poderão ser observadas, entre elas tempo de atuação no mercado, número de funcionários, entre outros itens.

Esse método de pesquisa é indicado para quando se quer tirar informações sobre um estaleiro específico.

### 5.10.2 EXCEL®

A segunda ferramenta confeccionada, foi o Excel®. Montou-se uma tabela com o objetivo de utilizar filtros, para também facilitar futuras pesquisas.

Neste caso, pode-se ver quais empresas utilizam determinados tipos de métodos ou materiais, assim como com que tipo de embarcação trabalham e seu porte.

Isso pode ser um fator facilitador para futuras pesquisas, nas quais se desejam utilizar estaleiros que tem como método de construção o *strip-planking*, ou que utilizem laminação manual por exemplo, pois saberão qual estaleiro contatar.

No Quadro 9, podemos observar a ferramenta de busca e consulta que pode ser consultada pelos professores e acadêmicos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Quadro 9 – Filtro utilizado para busca e consulta no Excel®.

Empresas	Localizacao	Numero de funcionarios	Tipo de embarcacao	Tamanho	Métodos Construtivos	Tipo de producao
Empresa A	Sao Francisco do Sul	1	Lancha	Até 20 pés	Handy lay up	Série
Empresa B	Sao Francisco do Sul	9	Inflavel	Até 20 pés/20a25 pés	Handy lay up ou infusão	One-Off
Empresa C	Joinville	9	Lancha	Até 20 pés/20 a 35 pés	Handy lay up	Série
Empresa D	Joinville	2	Lancha	Até 20 pés	Handy lay up	Série
Empresa E	Joinville	140	Lancha	20 a 35 pés/35 a 50 pés	Handy lay up ou Spray up	Série
Empresa F	Itajai	140	Lancha	Até 20 pés/20 a 35 pés	Handy lay up	Série
Empresa G	Itajai	6	Lancha	20-35 pés	Handy lay up	Série
Empresa H	Itajai	4	Lancha	Até 20 pés	Handy lay up	Série
Empresa I	Itajai	4	Catamarã	Até 20 pés	Handy lay up	Ambos
Empresa J	Itajai	8	Lancha	Acima de 50 pés	Handy lay up ou infusão ou Spray Up	Série
Empresa K	Itajai	8	Lancha ou Veleiro ou Baleeiro ou Trawlers	Até 20 pés/20 a 35 pés/35 a 50 pés	Strip-Planking ou Laminado moldado	One-Off
Empresa L	Itajai	4	Lancha	Até 20 pés	Handy lay up	Série
Empresa M	Itajai	1	Lancha	20-35 pés	Handy lay up ou Spray up	Série
Empresa N	Itajai	4	Catamarã	Até 20 pés	Handy lay up ou Infusão	Série
Empresa O	Itajai	250	Lancha	35 a 50 pés/Acima de 50 pés	Infusao	Série

Fonte: Autor

## 6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou analisar e compilar os procedimentos, os materiais e as embarcações construídas pelos estaleiros náuticos da região do litoral norte de Santa Catarina. Além disso, também permitiu uma pesquisa de campo para obter dados consistentes, sobre os diversos tópicos abordados nesta pesquisa, como métodos de construção, métodos de produção e materiais utilizados na confecção de embarcações, nas empresas de construção náutica da região.

Ao fazer a compilação dos dados e posteriores análises, notou a preferência por materiais e métodos mais baratos, visando preços mais baixos, em detrimento de uma qualidade de acabamento maior. Além disso, foi possível mensurar quais os materiais mais usados, tipos de fibras, de resinas e de núcleos, bem como os métodos mais utilizados, tanto de construção quanto de produção. Algumas informações adicionais ainda puderam ser obtidas, como onde estão concentradas as empresas do ramo, na região estudada, além do tipo de frota produzida.

Foi possível notar também, que o tempo das empresas no mercado, não influencia nos métodos construtivos utilizados por elas, e que grande parte das empresas utiliza o método mais simples e barato para a confecção de suas embarcações.

A realização das ferramentas de busca, utilizando o *Global System Positioning* – GPS e o Excel®, proporcionaram também, uma maneira rápida e prática de se ter acesso aos dados obtidos na presente pesquisa.

O questionário formulado para a realização do presente trabalho, através do método de pesquisa *survey* exploratória qualitativa, proporcionou a busca de informações relevantes a pesquisa e conseguiu compilar de forma rápida e prática, os resultados obtidos.

Dado a abrangência do estudo, é possível expandi-lo, a fim de caracterizar outras regiões do estado, para no futuro caracteriza-lo, podendo propiciar a instalação de novas empresas que fornecem serviços terceirizados e matérias primas para empresas de construção náutica, com o objetivo de fortalecer a economia do estado.



## 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.

A partir da conclusão do trabalho proposto, alguns temas que podem vir a complementar esta pesquisa são listadas neste subcapítulo.

- Expandir a pesquisa realizada, para outras regiões do estado.
- Realizar estudos, sobre a margem de lucro dos estaleiros de um determinado ramo náutico, analisando variáveis como por exemplo, preço de mão de obra na região, quantidade de material envolvido nos processos utilizados, fabricação do molde, além de outros itens, sendo tudo isso subtraído no preço de venda.
- Através das visitas de campo pode-se notar que muitos estaleiros, não fornecem boas condições de trabalho aos seus operários, muitas vezes sem equipamentos de segurança que acabam sofrendo diretamente com o contato com a fibra de vidro e outros produtos cancerígenos. Pode-se por tanto fazer uma avaliação sobre estas questões.
- Realizar um estudo para compreender quais são os gargalos de uma produção seriada e empresas com linhas de produção, e apontar possíveis soluções.
- Fazer um estudo sobre a porcentagem do custo dos materiais envolvidos na fabricação de embarcações feitas com compósitos, em relação ao custo de fabricação e de venda

## REFERÊNCIAS

ABMACO. **Compósitos 1: Materiais, Processos, Aplicações, Desempenhos e Tendências**. [S.l.], 2008.

ACOBAR. **Indústria Náutica Brasileira: Fatos e Números 2012**. Fórum Náutico Brasileiro. Rio de Janeiro, 2012.

ALYRIO, Rovigati Danilo. **Métodos e técnicas de pesquisa em administração**. Volume único / Rovigati Danilo Alyrio. - Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009. 281p.

CALLISTER, W. D. **Materials Science and Engineering**. Nova York: Ed. John Wiley & Sons. Inc, 1997. Composites, 2007.

COOPMACO. **Laminação à pistola – Spray up**. Disponível em: <<http://coopmaco.com.br/wp-content/uploads/2014/02/Laminacao-a-pistola-Spray-Up.pdf>>. Acesso em: 05/05/2017.

GAY, D. - **Matériaux Composites** - Editions Hermès, Paris, 1991.

LEVY NETO, F.; PARDINI, L.C. **Compósitos estruturais: ciencia e tecnologia**. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 2006. 313p.

MENDONCA, P: de T.R. **Materiais compósitos e estruturas-sanduíche: projeto e análise**. Barueri, SP: Manoele, 2005.

MOURA, Reinaldo A.. **Kanban a Simplicidade do Controle da Produção**. Ed. IMAM, São Paulo, Brasil, 2003.

NASSEH, Jorge. Barcos: **Métodos Avançados de Construção em Composites**. [s.n.] Rio de Janeiro: Divisão de Engenharia e Marketing da empresa Barracuda Advanced Composites, 2007.

NASSEH, Jorge. **Manual de Construção de Barcos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Divisão de Engenharia e Marketing da Empresa Barracuda Advanced Composites, 2011.

REVISTA PORTUÁRIA. **Santa Catarina se firma como polo naval e náutico**. Disponível em: <<http://www.revistaportuaria.com.br/blog/16206>>. Acesso em: 20/05/2017.

SEBRAE. **Construção Naval**. Disponível em: <<http://arquivopdf.sebrae.com.br/uf/amazonas/sebrae>> Acesso em: 04/05/2017.

SMITH. University of Hawaii, USA: Department of Botany. 1998.