

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

Hendrick de Souza

**Estudo de viabilidade técnica e econômica para a melhoria do processo de
instalação de motores centro rabeta em uma embarcação de 28 pés**

Joinville

2023

Hendrick de Souza

**Estudo de viabilidade técnica e econômica para a melhoria do processo de
instalação de motores centro rabeta em uma embarcação de 28 pés**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Naval do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Naval.

Orientador (a): Prof. Dr. Ricardo Aurélio Quinhões Pinto

Joinville

2023

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

de Souza, Hendrick

Estudo de viabilidade técnica e econômica para a melhoria do processo de instalação de motores centro rabeta em uma embarcação de 28 pés / Hendrick de Souza ; orientador, Ricardo Aurélio Quinhões Pinto, 2023.
75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville,
Graduação em Engenharia Naval, Joinville, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Naval. 2. Melhoria de processo. 3. Estudo de viabilidade. 4. Laminação em PRFV. I. Aurélio Quinhões Pinto, Ricardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Naval. III. Título.

Hendrick de Souza

Estudo de viabilidade técnica e econômica para a melhoria do processo de instalação de motores centro rabeta em uma embarcação de 28 pés

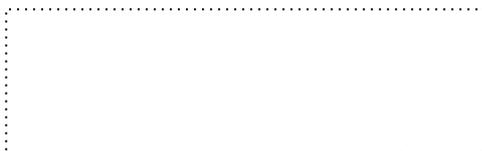
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Naval e aprovado em sua forma final pelo curso de graduação em Engenharia Naval.

Joinville, 20 de junho de 2023.



Coordenação do Curso

Banca examinadora



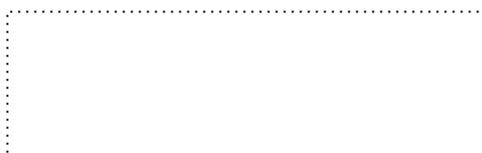
Prof. Dr. Ricardo Aurélio Quinhões Pinto

Presidente/Orientador



Prof. Dr. Thiago Pontin Tancredi

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Ms. Luiz Eduardo Bueno Minioli

Universidade Federal de Santa Catarina

Joinville, 2023.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sempre esteve comigo em todas as adversidades, iluminando meus passos com o seu direcionamento.

Aos meus pais, Cinthia e Ednilson, pelo amor, carinho, apoio e incentivo a buscar conhecimento ao longo de todos esses anos.

Às minhas avós Rosalina e Terezinha, por todo seu amor, carinho, orações e cuidados.

À minha namorada Yasmin, pelo seu amor, dedicação, apoio e compreensão durante a execução do presente trabalho.

Aos meus irmãos, Hendrielly e Vitor, que fazem parte da minha trajetória, contribuindo com todo o seu amor e carinho.

Ao Professor Dr. Ricardo Aurélio Quinhões Pinto e à banca avaliadora Professor Dr. Thiago Pontin Tancredi e Professor Ms. Luiz Eduardo Bueno Minioli, pelo tempo dedicado à leitura, correção e orientação para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que fiz na UFSC, em especial ao Tiago e Giovani, por todo o companheirismo e estudos.

Ao estaleiro que foi executado este trabalho, dispondo de sua estrutura, ferramentas e equipe. Isto permitiu o meu desenvolvimento acadêmico e profissional, graças ao resultado positivo obtido.

Aos amigos que fiz no estaleiro, em especial ao Fabiano e Lucas, que auxiliaram o desenvolvimento das atividades relacionadas ao presente trabalho.

Por fim, aos familiares, amigos e professores que contribuíram na minha trajetória.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”. (Albert Einstein)

RESUMO

O cenário náutico atual no Brasil evoluiu rapidamente, principalmente após a pandemia de COVID-19, com o estado de Santa Catarina no topo da lista de mais embarcações produzidas. Isto gerou oportunidades de melhorias de processos para aumentar a competitividade dos estaleiros. O presente trabalho realizou um estudo de viabilidade técnica e econômica para uma melhoria no processo de instalação de motores de centro rabeta de 250Hp à 350Hp em uma embarcação de 28 pés, construída em PRFV em um estaleiro de Santa Catarina, por meio da fabricação de um apêndice em PRFV. O primeiro passo foi acompanhar o processo atual de instalação dos motores e mensurar os tempos das etapas bem como os custos decorrentes. O segundo passo foi estimar os custos de produção do apêndice, onde foi preciso analisar os métodos de fabricação recomendados por norma e literatura. Em seguida, foi necessário verificar todos os requisitos que o fabricante de motores exige para manter a garantia. Após a realização e aprovação das viabilidades técnicas e econômicas, foi iniciada a construção do apêndice, para utilizar no molde do casco. Dentre os resultados obtidos, destaca-se a redução de 12 horas no tempo do processo de instalação dos motores e aumento do seu lucro líquido em 2,25 vezes.

Palavras-chave: Melhoria de processos; Estudo de viabilidade; Apêndice em PRFV.

ABSTRACT

The current nautical scenario in Brazil is evolving rapidly, especially after the COVID-19 pandemic, with the state of Santa Catarina at the top of the list of the highest number of produced boats. This has generated opportunities for process improvements to increase shipyards' competitiveness. The present study conducted a technical and economic feasibility analysis for an enhancement in the installation process of stern-drive engines ranging from 250Hp to 350Hp in a 28-foot vessel, built with FRP (Fiber Reinforced Plastic) in a shipyard in Santa Catarina, through the manufacturing of an FRP . The first step was to monitor the current engine installation process and measure the time and associated costs of each step. The second step involved estimating the production costs of the appendix, which required analyzing the manufacturing methods recommended by regulations and literature. Subsequently, it was necessary to verify all the requirements imposed by the engine manufacturer to maintain the warranty. After conducting and approving the technical and economic feasibilities, the construction of the appendix for use in the hull mold was initiated. Among the obtained results, the reduction of 12 hours in the engine installation process time and an increase in net profit by 2.25 times stand out.

Keywords: Process improvement; Feasibility study; FRP plug.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de veleiro	20
Figura 2 - Exemplo de iate.....	21
Figura 3 - Exemplo de lancha	22
Figura 4 - Exemplo de barco de madeira.....	23
Figura 5 - Exemplo de barco de aço.....	23
Figura 6 - Exemplo de barco de alumínio	24
Figura 7 - Exemplo de barco de fibra de vidro	25
Figura 8 - Processo spray up.....	26
Figura 9 - Exemplo de laminação manual	28
Figura 10 - Exemplo de molde de laminação por infusão	29
Figura 11 - Exemplo de motor de popa	32
Figura 12 - Exemplo de barco com motor de popa.....	32
Figura 13 - Exemplo de motor de centro com eixo	33
Figura 14 - Exemplo de motor hidrojato.....	34
Figura 15 - Exemplo de rabeta	35
Figura 16 - Exemplo de motor de centro com rabeta.....	35
Figura 17 - Popa de embarcação com motor centro rabeta	36
Figura 18 - Instrução Mercury de medição de ângulo de espelho de popa ..	37
Figura 19 - Gabarito de corte do espelho de popa	38
Figura 20 - Exemplo de corte do espelho de popa	38
Figura 21 - Processo de isolamento da superfície.....	40
Figura 22 - Posicionamento do gabarito de corte	41
Figura 23 - Corte realizado no espelho de popa - vista externa	41
Figura 24 - Corte realizado no espelho de popa - vista interna	42
Figura 25 - Isolamento superfície externa do recorte do espelho de popa ...	53
Figura 26 - Desenvolvimento do modelo	54
Figura 27 - Preparação da superfície do modelo.....	55
Figura 28 - Pintura do modelo	55
Figura 29 - Modelo finalizado	56
Figura 30 - Preparação para laminação do molde.....	56
Figura 31 - Molde laminado	57
Figura 32 - Molde finalizado	57

Figura 33 - Apêndice desmoldado	58
Figura 34 - Apêndice com furos de fixação	59
Figura 35 - Aplicação de cera para desmolde	59
Figura 36 - Apêndice alinhado e fixado no molde.....	60
Figura 37 - Pintura gel aplicada no apêndice	61
Figura 38 - Molde laminado	61
Figura 39 - Casco desmoldado.....	62
Figura 40 - Vista externa do apêndice no casco.....	62
Figura 41 - Vista externa do casco	63
Figura 42 - Vista interna do casco	63
Figura 43 - Remoção do material depositado no apêndice	64
Figura 44 - Validação da altura do espelho de popa	64
Figura 45 - Conferência da espessura do espelho de popa	65
Figura 46 - Conferência do paralelismo do espelho de popa	66

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Posição do gabarito em função do ângulo.....	37
Tabela 2 - Custo de execução do corte do espelho de popa.....	45
Tabela 3 - Comparativo de custo do processo atual versus proposto	46
Tabela 4 - Custo estimado de produção do modelo	48
Tabela 5 - Custo estimado de produção do molde	49
Tabela 6 - Custo estimado de produção do apêndice	50
Tabela 7 - Custo total estimado de construção do apêndice	51
Tabela 8 - Custo de produção do modelo.....	67
Tabela 9 - Custo de produção do molde.....	68
Tabela 10 - Custo de produção do apêndice.....	68
Tabela 11 - Custo total da construção do apêndice	69
Tabela 12 - Comparativo de custos com desperdícios	70
Gráfico 1 - Comparativo dos custos estimado versus os custos reais.....	69
Gráfico 2 – Capacidade de instalação do processo atual versus processo novo	71
Gráfico 3 - Custo de instalação de motor de centro com rabeta em uma embarcação 28 pés	71
Gráfico 4 - Comparativo de receita líquida do processo atual versus o processo novo.....	72
Gráfico 5 - Receita líquida anual com a instalação dos motores de centro com rabeta	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA.....	16
1.2	OBJETIVOS.....	17
1.2.1	Objetivo geral	17
1.2.2	Objetivos específicos	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	MERCADO NÁUTICO.....	19
2.2	TIPOS DE EMBARCAÇÕES DE RECREIO.....	19
2.2.1	Veleiros	20
2.2.2	lates	20
2.2.3	Lanchas	21
2.3	MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES DE RECREIO.....	22
2.3.1	Madeira	22
2.3.2	Aço	23
2.3.3	Ligas de alumínio	24
2.3.4	Fibra de vidro	24
2.4	TIPOS DE LAMINAÇÃO.....	25
2.4.1	Infusão	26
2.4.2	Spray-up	26
2.4.3	Handlay-up	27
2.5	MOLDES PARA LAMINAÇÃO DE PRFV.....	29
2.5.1	Molde para laminação por infusão	29
2.5.2	Molde para laminação manual ou spray up	30
2.6	ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO CASCO DA EMBARCAÇÃO.....	30
2.7	TIPOS DE MOTORES A COMBUSTÃO PARA EMBARCAÇÕES DE RECREIO.....	31
2.7.1	Motor de popa	32
2.7.2	Motor de centro com eixo	33
2.7.3	Motor hidrojato	33
2.7.4	Motor de centro rabeta	34
2.8	REQUISITOS DE MONTAGEM DE MOTOR CENTRO RABETA.....	36

2.8.1	Altura da rabeta em relação a quilha.....	36
2.8.2	Espessura do espelho de popa	39
2.8.3	Paralelismo do espelho de popa	39
2.8.4	Ângulo do espelho de popa	39
2.9	PROCESSO ATUAL DE RECORTE DO CONVITE DA RABETA DO MOTOR NO ESPELHO DE POPA	39
2.9.1	Marcação e posicionamento do gabarito de corte do espelho de popa	40
2.9.2	Corte do espelho de popa	41
2.9.3	Conferência da espessura do espelho de popa	42
3	PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE INSTALAÇÃO DO MOTOR CENTRO RABETA NA EMBARCAÇÃO DE 28 PÉS.....	43
3.1	ANÁLISE DO CUSTO DO PROCESSO ATUAL	43
3.2	ANÁLISE DO CUSTO DE FABRICAÇÃO DO APÊNDICE	46
3.3	AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE	51
3.4	AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE	51
4	PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE	53
4.1	CONSTRUÇÃO DO MODELO.....	53
4.2	CONSTRUÇÃO DO MOLDE.....	56
4.3	CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE	58
4.4	INSTALAÇÃO DA PEÇA NO MOLDE DO CASCO.....	59
4.5	TESTE DE DESEMPENHO DA PEÇA	64
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	67
6	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS	76

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Colunna (2021), o mercado náutico brasileiro cresceu durante a pandemia de COVID-19 em função do isolamento social e mudança no perfil de consumo. Inclusive ocorreu a mudança na primeira posição do ranking dos estados que mais produzem embarcações de recreio, onde Santa Catarina ultrapassou São Paulo. Com o aumento na demanda de embarcações, é necessário que os estaleiros se desenvolvam e se adaptem para atender o crescimento do número de vendas.

O crescente cenário náutico atual somado à necessidade de desenvolvimento de melhorias no processo de fabricação de lanchas para aumentar a competitividade de um estaleiro no estado de Santa Catarina fomentaram a elaboração deste trabalho.

O estaleiro produz lanchas de 28 à 37 pés com PRFV. Segundo Sargeant (2005), as lanchas possuem bastante versatilidade, pois permite ao usuário viajar, festejar e até mesmo relaxar. Além disto, a lancha não exige tantos conhecimentos para sua condução quanto um veleiro, possibilitando uma experiência mais agradável para condutores iniciantes.

O presente trabalho utiliza referências práticas e teóricas da literatura para embasar a proposta de melhoria no processo de instalação de motores centro rabeta Mercury em uma embarcação de 28 pés. A melhoria a ser avaliada a viabilidade é a implantação de um apêndice no molde do casco para reduzir o tempo de montagem dos motores.

Para tal, mensurou-se os tempos e custos do processo atual e em seguida avaliou-se a viabilidade técnica, o custo de fabricação e implantação de um apêndice no molde do casco para eliminar a etapa de corte manual, com a finalidade de otimizar o processo.

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Um estaleiro do estado de Santa Catarina que produz embarcações de recreio desde 2017, necessita de auxílio para otimizar o processo de instalação de motores centro rabeta, pois atualmente, apresenta dificuldade para cumprir as demandas de montagem de motores, sendo necessário recorrer a contratação de empresas terceirizadas, o que provoca a diminuição de margem de lucro. Atualmente o estaleiro

precisa atender o mercado nacional e internacional, com exportações para países como Estados Unidos, México, Turquia e Emirados Árabes Unidos.

O estaleiro possui três modelos de embarcações, com tamanhos de 28 pés, 34 pés e 37 pés. Todavia o estudo do presente trabalho foi voltado somente para o processo de fabricação da lancha de 28 pés. A priorização deste modelo frente aos outros justifica-se por apresentar maior demanda de mercado, e por consequência, ser o mais vendido.

De acordo com os dados fornecidos pelo estaleiro, são fabricadas dez embarcações 28 pés por mês, enquanto as de 34 pés e 37 pés, são fabricadas quatro e três unidades respectivamente. O trabalho focou nas embarcações com instalação de motores de centro rabeta Mercury, com modelos que variam de 250 HP até 350 HP.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral é melhorar o processo de instalação de motores de centro rabeta em uma embarcação de 28 pés em um Estaleiro em Itajaí, Santa Catarina, reduzindo os custos e aumentando a receita, por meio da construção e implantação de um apêndice no molde do casco.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram elencados cinco objetivos específicos, sendo eles:

- a) Verificar os requisitos de instalação do motor de centro com rabeta;
- b) Analisar etapas do processo de instalação atual do motor de centro com rabeta;
- c) Calcular os custos do processo atual do recorte do espelho de popa para a instalação da rabeta do motor;
- d) Estimar os custos da fabricação e então fabricar um apêndice no molde do casco para melhoria de processo;

- e) Comparar os custos do processo atual comparado ao proposto e verificar o tempo de retorno do investimento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo traz o embasamento teórico utilizado no trabalho. Sendo apresentados dados do setor náutico do Brasil, os diferentes tipos de embarcações de recreio, conceitos sobre processos de fabricação de embarcações em fibra de vidro, seus materiais e os principais requisitos para montagem de motores de centro rabeta.

2.1 MERCADO NÁUTICO

Segundo Colunna (2021), atual presidente da ACOBAR, o mercado náutico brasileiro foi beneficiado durante a pandemia do COVID-19 devido a mudança do perfil de consumo ocasionado pelo isolamento social. O setor náutico faturou R\$761.000.000,00 (setecentos e sessenta e um milhões de reais) em 2020, contra R\$634.000.000,00 (seiscentos e trinta e quatro milhões de reais) em 2019, representando 20% de crescimento.

O nosso país conta com pouco mais de 1 milhão de pessoas habilitadas considerando arrais amador, motonauta, mestre amador e capitão. Ao considerar o período citado, a frota náutica nacional saltou de 670 mil para 690 mil embarcações registradas. Atualmente, Santa Catarina é o principal polo náutico brasileiro com o maior número de fabricantes, graças ao Pró-Náutica, que proporciona descontos nos impostos IPI e ICMS. Colunna (2021) complementa que os principais fatores do sucesso deste setor no Brasil são a capacidade tecnológica, mão de obra especializada, uma costa navegável de 9 mil quilômetros e 60 mil quilômetros de águas interiores navegáveis.

2.2 TIPOS DE EMBARCAÇÕES DE RECREIO

A Marinha do Brasil (2023) classifica como embarcação de recreio as que são utilizadas somente em atividades esportivas de recreação e lazer, além de deverem ser conduzidas por pessoa habilitada na categoria amadora. Dentre elas, pode-se citar veleiros, iates e lanchas.

2.2.1 Veleiros

Segundo Marinha do Brasil (2016) veleiro ou barco a vela é uma embarcação que navega com a força do vento por meio da vela com o auxílio de quilha e leme. Sargeant (2005) complementa que veleiros possuem uma ou mais velas e podem contar com a presença de motores a combustão auxiliares para manobras de atracação e condições de ausência de vento. Este tipo de navegação exige conhecimento e experiência na correção da posição da vela para a adequação da condução desejada mediante às condições de mar e vento. Além disso, Sargeant (2005) descreve como vantagem a baixa emissão sonora, pois a sua navegação não depende de motores à combustão. A Figura 1 apresenta um exemplo de veleiro.

Figura 1 - Exemplo de veleiro



Fonte: LEME, 2023.

2.2.2 Iates

Conforme definição da Marinha do Brasil (2018, p. 54), iate é uma “embarcação de esporte e/ou recreio com comprimento igual ou superior a 24 metros”.

Já segundo Sargeant (2005) iates são embarcações de grande porte construídas para navegar com muito requinte e conforto em alto mar. A propulsão pode ser a vela ou mecânica e sua proposta permite a utilização como casa ou ambiente de descanso. De acordo com a Marinha do Brasil (2016) as embarcações que apresentam comprimento maior que 78 pés obrigatoriamente necessitam de registro no tribunal marítimo internacional. A Figura 2 apresenta um exemplo de iate.

Figura 2 - Exemplo de iate



Fonte: AZIMUT, 2023.

2.2.3 Lanchas

De acordo com a Marinha do Brasil (2018, p. 55) lancha é uma “embarcação rápida, de vários formatos e portes, com propulsão mecânica, normalmente utilizada para transporte de pessoal, esporte e/ou recreio”. Para Sargeant (2005) as lanchas podem ser usadas para viajar, pescar, festas, praticar esportes ou simplesmente relaxar.

Sargeant (2005) comenta que as lanchas podem ser de proa aberta ou fechada. Nos casos de proa aberta, a principal vantagem é o maior número de lugares para as pessoas sentarem na proa. Enquanto as lanchas com cabine possibilitam estender a viagem a distâncias maiores, pois podem ser utilizadas durante o dia e a noite com conforto.

Sargeant (2005) discorre que as lanchas não possuem vela e são propelidas apenas por motores. Em decorrência disso, são mais fáceis de aprender a conduzir do que um veleiro. A Marinha do Brasil (2016) exige habilitação amadora para a condução de lanchas, desde que não exerça atividade comercial. A Figura 3 apresenta um exemplo de lancha.

Figura 3 - Exemplo de lancha



Fonte: NHD BOATS, 2023.

2.3 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES DE RECREIO

Para Nasseh (2011) e Sargeant (2005), os principais materiais utilizados na construção de embarcações são madeira, aço, alumínio e fibra de vidro.

2.3.1 Madeira

Nasseh (2011) descreve que a utilização de madeira na construção de embarcações diminuiu nos últimos 50 anos, todavia, perdura até os dias de hoje devido a facilidade de acesso à matéria prima e suas propriedades mecânicas atrativas, sendo elas a resistência a tração e a flexão. As dificuldades neste tipo de construção são encontrar mão de obra capacitada, alta absorção de umidade, apodrecimento, baixa reprodutibilidade quando comparada às embarcações em fibra em produção em série. A Figura 4 abaixo apresenta um exemplo de embarcação construída com madeira.

Figura 4 - Exemplo de barco de madeira



Fonte: KALMAR, 2023.

2.3.2 Aço

Segundo Nasseh (2011) a utilização de aço na construção de embarcações de recreio torna-se viável a partir de 70 pés de comprimento devido ao seu alto peso específico. Tem como principal vantagem a facilidade de junção das chapas de aço por meio de solda elétrica e como desvantagens apresenta baixa resistência a corrosão, tempo de produção devido a quantidade de soldas. A Figura 5 abaixo apresenta um exemplo de embarcação construída com aço.

Figura 5 - Exemplo de barco de aço



Fonte: NÁUTICA, 2023.

2.3.3 Ligas de alumínio

Nasseh (2011) discorre que as ligas de alumínio por um breve período de tempo, chegaram a ser o material utilizado em veleiros de competição antes da expansão do mercado de fibras. Seu sucesso em relação ao aço é devido ao seu peso específico ser menor, possibilitando embarcações mais leves e eficientes. Além disso, as ligas de alumínio permitem estampagem a frio. A perda de espaço no mercado foi causada principalmente pelo custo e complexidade do seu processo de soldagem, restringindo a quantidade de construtores capacitados. Outra desvantagem é a necessidade de bastante atenção no projeto de proteção contra a corrosão galvânica, ao qual o alumínio possui vulnerabilidade frente a outros metais ou correntes elétricas presentes em marinas. A Figura 6 apresenta um exemplo de embarcação construída com liga de alumínio.

Figura 6 - Exemplo de barco de alumínio



Fonte: LEVEFORT, 2023.

2.3.4 Fibra de vidro

De acordo com Nasseh (2011) o plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) é atualmente o material mais utilizado na fabricação de embarcações de recreio e de competição. Seu surgimento data do ano de 1836, mas, somente a partir da década de setenta passou a apresentar maior viabilidade econômica devido à redução de seu preço, facilidade de acesso a materiais e fornecedores. A sua utilização é associada com uma matriz de resina para obter os resultados mecânicos esperados.

Nasseh (2011) declara que as embarcações produzidas em fibra de vidro são as que possuem menor desvalorização e maior facilidade de revenda. Com este material é possível produzir de forma eficiente em série embarcações mais leves, padronizadas, com formas complexas. A Figura 7 apresenta um exemplo de embarcação construída com PRFV.

Figura 7 - Exemplo de barco de fibra de vidro



Fonte: FIBRAFORT, 2023a.

Sendo o PRFV o material mais utilizado e o de interesse direto neste trabalho, apresenta-se na próxima seção alguns dos seus principais processos de laminação.

2.4 TIPOS DE LAMINAÇÃO

Segundo Levy Neto e Pardini (2016) o procedimento de laminação representa aproximadamente de 50% a 60% do custo total do compósito. Devido a este fato exige-se muito cuidado no desenvolvimento do projeto e execução desta etapa.

Nasseh (2011) recomenda que o projetista deva considerar a quantia monetária disponível para investimento, o tipo de produto, qualidade de acabamento, mão de obra disponível e a estrutura física para ponderar qual método de produção será adotado. Os principais métodos utilizados na indústria náutica são infusão, *Spray Up* e laminação manual (*Hand Lay Up*).

2.4.1 Infusão

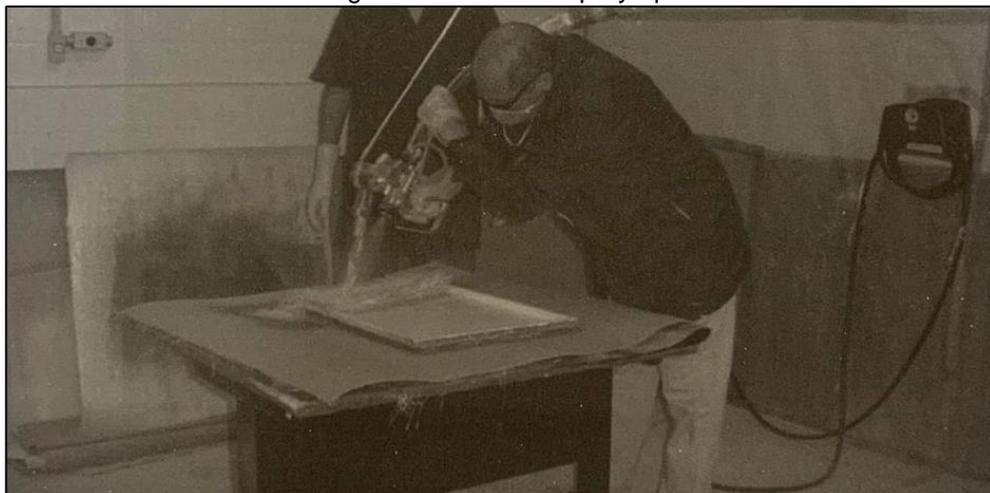
Tanto Nasseh (2011) quanto a NBR 14574:2012, apresentam o método de infusão como um processo realizado com molde aberto onde a fibra de vidro é pré cortada, acondicionada no molde, selada com uma bolsa por cima das camadas e, após isto, a resina é aplicada por meio do diferencial de pressão gerado por bomba a vácuo presente no sistema.

Marinucci (2011) destaca como vantagem deste processo a economia de resina, devido ao controle de matéria prima para obter o resultado desejado de propriedades mecânicas. Por outro lado, apresenta como desvantagens o custo com os materiais descartáveis e a necessidade de estudo detalhado para cada peça, pois qualquer erro pode ocasionar a sua perda.

2.4.2 Spray-up

O método de laminação Spray Up (Figura 8) , também chamado de laminação à pistola ou por injeção, permite um aumento significativo do fluxo de produção em relação ao processo de laminação manual (MARINUCCI, 2011).

Figura 8 - Processo spray up



Fonte: MARINUCCI, 2011, p. 178.

O processo é realizado por meio de uma pistola que aplica resina e fibra de vidro ao mesmo tempo. O equipamento corta a fibra em tamanho determinado anteriormente ao lançamento no molde e, simultaneamente, a resina é expelida com

o ativador, onde a mistura de ambos pode ocorrer no bico da pistola ou no ar dependendo do equipamento escolhido (MARINUCCI, 2011).

A NBR 14574:2012 veta a aplicação de fibra com comprimento inferior a 20mm. Após a aplicação no molde deve ser realizado o processo de compactação do compósito com roletes para remover bolhas.

Marinucci (2011) cita como vantagens do processo a pouca restrição de tamanho e ajuste a fração volumétrica de material lançado no molde, permitindo maior ritmo de produção, entretanto, é necessário um laminador experiente para controlar a espessura.

Nasseh (2011) descreve que apesar da velocidade do processo ser atrativa, é necessário regulagem e calibragem frequentes para garantir as proporções adequadas de velocidade de deposição das matérias primas no molde. A negligencia destes cuidados podem ocasionar defeitos estruturais na peça.

2.4.3 Hand lay-up

O processo conhecido como laminação manual ou *Hand Lay Up* é realizado em molde aberto e possibilita maior facilidade na produção. A NBR 14574:2012 é exige que a primeira camada após o gel coat deva ser realizada com manta. Segundo Marinucci (2011), trata-se de um processo simples, barato e de fácil acesso aos operadores qualificados.

Nasseh (2011) informa que o tipo de fibra de vidro mais utilizado é do tipo “E”, seja em forma de manta ou tecido, devido ao seu custo ser na maioria dos casos mais viável economicamente, enquanto que Marinucci (2011) complementa que os equipamentos necessários para a execução do processo são pincéis, roletes, espátulas e ferramenta de corte.

Nasseh (2011) descreve que o processo é realizado por meio da alternância entre camadas de resina pré catalisada e fibra de vidro. Exige-se muita atenção no manuseio do rolete para evitar imperfeições como bolhas. Neste processo são utilizados três tipos de resina, onde cada uma tem sua função determinada, sendo elas utilizadas para a pintura de molde, pintura de peças e laminação. A Figura 9 apresenta um exemplo do processo de laminação manual.

Figura 9 - Exemplo de laminação manual



Fonte: Autor, 2023.

Nasseh (2011), Marinucci (2011) e Levy Neto e Pardini (2016) descrevem que a distribuição de peso de um compósito gerado pela laminação manual é aproximadamente 70% resina e 30% manta e/ou tecido. Além disso, discorrem que o cálculo do custo de mão de obra depende da habilidade e experiência do laminador ou modelador, fazendo-se necessário consultá-los.

Nasseh (2008) discorre que a espessura de um compósito utilizando de manta de fibra de vidro 450g/m² com este método é de aproximadamente 1mm, proporcionalmente, ao utilizar manta 300g/m² a espessura esperada é 0,67mm. Além disso, Nasseh (2011) discorre que é coerente considerar um desperdício de 30%, por tratar-se de um processo manual.

Já o item 4.2.3 na NBR 14574:2012 estima a espessura do compósito seguindo a Equação 01

$$t = \frac{W}{K} \times \left(\frac{2,56}{t_v} - 1,36 \right) \quad (01)$$

Onde:

t = espessura do compósito em mm

W = descrição de massa do reforço de fibra de vidro em g/m²

K = constante igual a 3.072

t_v = teor de fibra de vidro no laminado em fração decimal

2.5 MOLDES PARA LAMINAÇÃO DE PRFV

Nasseh (2011) explica que para cada tipo de processo de laminação de PRFV é necessário atentar-se ao tipo de molde correto. Nesta seção discorreu-se sobre as particularidades dos moldes para laminação manual e por infusão.

2.5.1 Molde para laminação por infusão

Segundo Nasseh (2011) o molde para a laminação de PRFV pelo método de infusão requer alta resistência à fadiga térmica, pois em alguns casos a temperatura pode chegar a 120°C. Além disto, o molde deve resistir à variação de pressão gerada pelas bombas de vácuo que são utilizadas para distribuir a resina ao longo da peça.

Portanto, exige-se a utilização de materiais com alto desempenho, consequentemente com maior custo. O molde de infusão é aberto e contém borda para facilitar o posicionamento e estanqueidade das bolsas de vácuo. A Figura 10 apresenta um exemplo de molde de laminação por infusão.

Figura 10 – Exemplo de molde de laminação por infusão



Fonte: NASSEH, 2011, p. 433.

2.5.2 Molde para laminação manual ou spray up

Nasseh (2011) afirma que o molde para laminação manual ou spray up é aberto para facilitar o acesso dos colaboradores. O molde deve ser construído por uma equipe especializada de modelagem, que pode ser uma divisão interna do estaleiro ou empresa terceirizada. Os membros da equipe de fabricação de moldes são chamados de modeladores.

A escolha de construir o molde é conveniente para situações em que se deseja produzir peças padronizadas e com fidelidade às dimensões propostas pelo projetista. A qualidade dos materiais utilizados na construção afeta diretamente a durabilidade do equipamento e a qualidade das peças produzidas.

Segundo Nasseh (2011), 90% ou mais dos moldes são produzidos com fibra de vidro e resina poliéster sobrepostas e curadas com o método de laminação manual sobre um modelo, sem o uso de pressão ou calor. A ferramenta pode ser construída como molde macho, fêmea ou apêndice de acordo com a necessidade, custo e qualidade. A utilização de apêndice é válida quando ocorre a necessidade de desmolde junto com a peça e sua fixação no molde é realizada por meio de parafusos. O gel coat de molde ou gel estervinílico, utilizado no acabamento do molde, se apresenta normalmente nas cores preta, verde ou vermelha e possui um acabamento duro e resistente à temperatura. Seu uso é restrito a esta aplicação, pois devido aos seus componentes, está mais suscetível à hidrólise do que um gel coat isofitálico, mais comum para a pintura de peças.

Nasseh (2011) discorre que um molde deve apresentar pelo menos 2400kg/m² de manta, como exemplo: utilizar duas camadas de manta 300g/m² e quatro camadas de manta 450g/m².

2.6 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO CASCO DA EMBARCAÇÃO

Conforme Marinucci (2011) recomenda, a laminação do casco da embarcação é orientada pelo plano de laminação, que deve estar de fácil acesso no setor e conter a sequência adequada de gel coat, PRFV e núcleo de madeira. Inclusive o núcleo de madeira no caso deste trabalho está presente para atender ao requisito de montagem de motores, que será abordado mais à frente, em que o espelho de popa deve apresentar uma espessura mínima de 51mm e máxima de 57mm. Para atender esta

espessura, o plano de laminação projetado aplica um compensado naval com 28mm de espessura combinado com o composto de fibra de vidro e resina.

Na preparação do molde, a instrução de trabalho do estaleiro exige que seja verificada a limpeza do molde antes da execução da pintura. A presença de impurezas pode comprometer o resultado final da peça, exigindo execução de reparo. A cautela nesta etapa ampara-se no fato de que gastos extras no processo de reparo aumentam o custo de produção e comprometem o lucro do estaleiro.

A construção inicia pela camada mais externa da embarcação, que é o processo de pintura em gel coat, efetuada prioritariamente no período da madrugada, pois os níveis de temperatura são mais estáveis. O pintor e um ajudante são responsáveis por esta etapa, que dura normalmente 2 horas e consome cerca de 60kg de gel coat isofitálico. A execução é feita por meio da utilização de uma gelcoteadeira pneumática com o catalizador regulado em 1,5%. As configurações da máquina são reguladas com o suporte e treinamento do fabricante do equipamento e o fornecedor do gel coat.

A equipe de laminação de casco é composta por seis pessoas que seguem o plano de laminação e o processo completo dura dois dias e meio ou vinte horas trabalhadas. Utiliza-se somente o método de laminação manual para a fabricação do casco. O principal ponto de atenção é a compactação adequada do compósito para evitar a formação de bolhas, que geram custo de reparo.

O desmolde é realizado por dois colaboradores com o auxílio de uma monovia com dois guinchos elétricos para içar a peça do molde. O ponto de atenção nesta etapa refere-se à fixação correta dos guinchos na peça e atenção com a segurança por ser um trabalho com peça suspensa. Após o desmolde, coloca-se o casco sobre berços ou carretas de rodo encalhe e o molde é feito a limpeza para repetir o ciclo de produção.

2.7 TIPOS DE MOTORES A COMBUSTÃO PARA EMBARCAÇÕES DE RECREIO

Devido ao estaleiro onde foi realizado o estudo não utilizar propulsão a vela ou motores elétricos, o foco sobre a abordagem do tema de propulsores será direcionado aos 4 principais modelos de motorização a combustão elencados por Nasseh (2011).

2.7.1 Motor de popa

Segundo Nasseh (2011), trata-se de um motor compacto e instalado na parte externa da embarcação no espelho de popa, é comumente utilizado em embarcações menores que 25 pés. A Figura 11 apresenta um exemplo de motor de popa.

Figura 11 - Exemplo de motor de popa



Fonte: MERCURY, 2023a.

Sua principal vantagem é a facilidade de manutenção, pois com a utilização do trim é possível retirar totalmente da água, todavia seu uso restringe o espaço de utilização do convés da embarcação na popa, além da poluição visual, conforme mostrada na Figura 12. Os modelos disponíveis no mercado são movidos a gasolina.

Figura 12 - Exemplo de barco com motor de popa

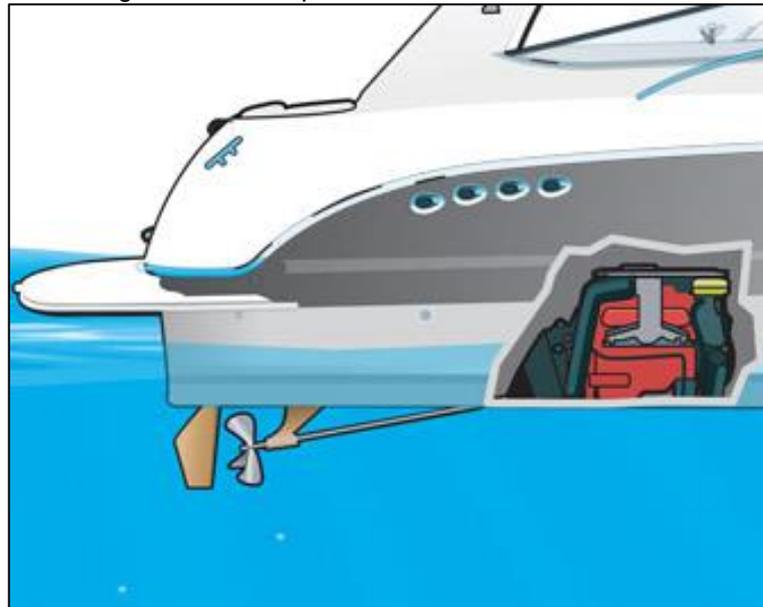


Fonte: MERCURY, 2023a.

2.7.2 Motor de centro com eixo

Segundo Nasseh (2011), é um sistema de propulsão comumente utilizado em embarcações acima de 40 pés. O conjunto é composto por motor fixado aos jazentes por meio de calços que podem ser rígidos ou flexíveis, caixa redutora, eixo de aço inoxidável conectado ao hélice, suporte do eixo comumente chamado de “pé de galinha” e leme. A Figura 13 apresenta um exemplo de motor de centro com eixo.

Figura 13 - Exemplo de motor de centro com eixo



Fonte: BOMBARCO, 2023.

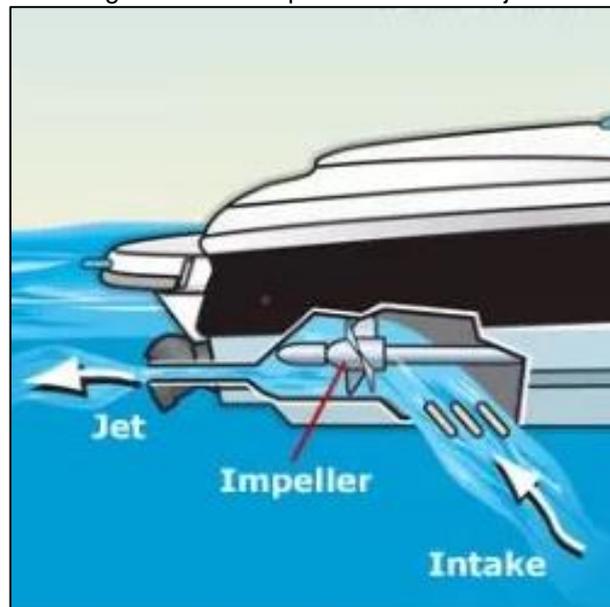
Trata-se de uma solução simples e econômica do ponto de vista construtivo, entretanto, perde eficiência durante a navegação devido a angulação do eixo, que causa arrasto, perda de empuxo e aumento de calado. Os modelos disponíveis no mercado são movidos a gasolina ou diesel.

2.7.3 Motor hidrojetado

Segundo Nasseh (2011), popularizou-se com o surgimento do jet-ski e atualmente também é utilizado em outras embarcações, trata-se basicamente de uma bomba d'água de alta pressão que expulsa a popa impulsionando a embarcação para frente. Apesar de ser considerado eficiente em altas velocidades e conseguir navegar em águas rasas, o alto custo torna seu uso restrito em pequenas embarcações. Os

modelos disponíveis no mercado são movidos a gasolina. A Figura 14 apresenta um exemplo de hidrojato.

Figura 14 - Exemplo de motor hidrojato



Fonte: BOMBARCO, 2023.

2.7.4 Motor de centro rabeta

Este motor é o caso de análise deste trabalho e segundo Nasseh (2011) trata-se de uma alternativa altamente vantajosa para embarcações até 50 pés, pois a rabeta propriamente dita substitui de uma só vez o conjunto eixo, pé de galinha, caixa redutora e leme. A rabeta é facilmente acoplada ao motor pelo espelho de popa, possui articulações verticais e laterais que permitem a correção do trim durante a navegação que melhora a performance e reduz o arrasto hidrodinâmico e o consumo. A Figura 15 apresenta um exemplo de rabeta.

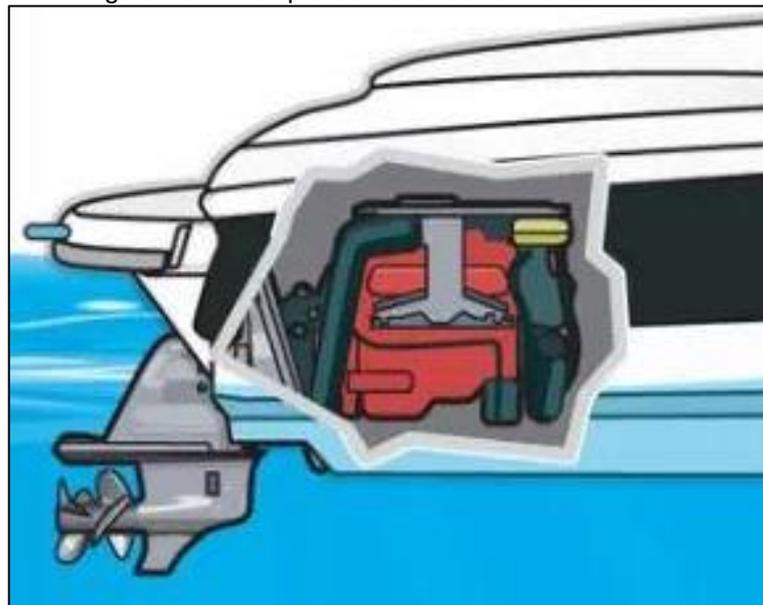
Figura 15 - Exemplo de rabeta



Fonte: MERCURY, 2023b.

Devido ao seu sistema mais enxuto, pode-se posicionar o motor mais a ré na embarcação, o que agrega aumento do espaço útil interno quando comparado ao sistema de motor de centro com eixo. A Figura 16 apresenta em esquema de motor de centro com rabeta.

Figura 16 - Exemplo de motor de centro com rabeta



Fonte: BOMBARCO, 2023.

Quando comparado aos motores de popa, sua vantagem é que além de não poluir esteticamente a embarcação, possibilita o melhor aproveitamento do espaço da

popa no convés para esporte e lazer. Os modelos disponíveis no mercado são movidos a gasolina e diesel. A Figura 17 apresenta um exemplo de plataforma de popa de uma embarcação com motor de centro com rabeta.

Figura 17 - Popa de embarcação com motor centro rabeta



Fonte: FIBRAFORT, 2023b.

2.8 REQUISITOS DE MONTAGEM DE MOTOR CENTRO RABETA

Para a embarcação de 28 pés, o estaleiro do presente estudo trabalha exclusivamente com a venda e instalação de motores centro rabeta da marca Mercury. Segundo Mercury (2013) a instalação e a ativação de motores somente podem ser feitas por pessoas autorizadas e devidamente treinadas, que necessitam de reciclagem anualmente. O manual de instalação de motores apresenta todos os requisitos mecânicos necessários para a montagem correta de seus equipamentos. Infringir quaisquer destes itens incorrerá na perda da garantia do fabricante. Segue abaixo os requisitos exigidos pertinentes ao presente trabalho.

2.8.1 Altura da rabeta em relação a quilha

A altura mínima para a instalação da rabeta no espelho de popa é condicionada ao ângulo do espelho de popa, conforme apresentado na Tabela 1.

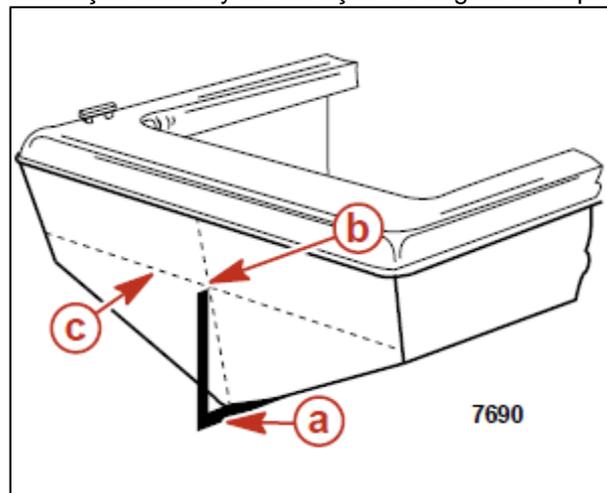
Tabela 1 - Posição do gabarito em função do ângulo

Transom Angle (degrees)	X-dimension
16	36,4 cm
15	36,2 cm
14	36,0 cm
13	35,9 cm
12	35,7 cm
11	35,6 cm
10	35,4 cm

Fonte: Adaptado Mercury, 2013, p. 52.

Mercury (2013) demonstra a forma correta para mensurar o ângulo do espelho de popa na Figura 18.

Figura 18 - Instrução Mercury de medição de ângulo de espelho de popa

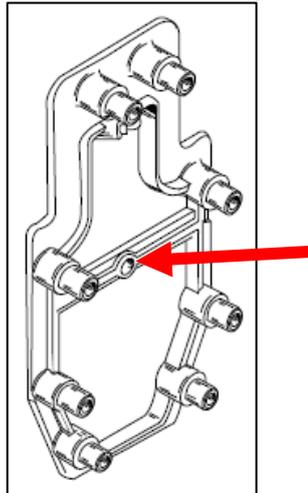


Fonte: MERCURY, 2013, p. 52.

O item “a” da figura 18 representa um esquadro, o item “b” seria o ponto de centralização do gabarito e o item “c” representa uma linha horizontal perpendicular à linha vertical que parte da quilha. A distância de linha horizontal em relação a quilha é dependente da tabela 1, pois a intersecção com a linha vertical demarca o local exato do posicionamento do gabarito de corte.

A próxima etapa do processo é posicionar o gabarito de corte, representado na Figura 19.

Figura 19 - Gabarito de corte do espelho de popa

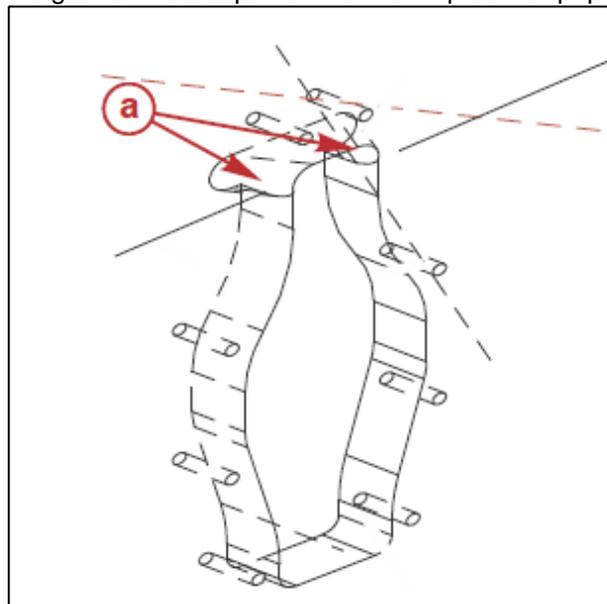


Fonte: MERCURY, 2013, p. 53.

A fixação do gabarito é iniciada por meio de um parafuso no ponto central indicado pela seta vermelha e alinhado com a linha horizontal marcada anteriormente. Após o correto posicionamento, efetua-se a marcação do contorno interno do gabarito, que é a área a ser retirada do espelho de popa.

O gabarito de corte possui a função de marcar a posição dos parafusos de fixação da rabeta e da área para ser cortada com serra copo 52mm para a movimentação da alavanca de direção. A Figura 20 demonstra o resultado do procedimento finalizado.

Figura 20 - Exemplo de corte do espelho de popa



Fonte: MERCURY, 2013, p. 54.

O item “a” da figura 20 representa a região necessária para a movimentação da alavanca de direção.

2.8.2 Espessura do espelho de popa

Mercury (2013) discorre que devido ao número de estaleiros ser muito superior ao número de fabricantes de motores, foi necessário seguir uma padronização para facilitar a comercialização. Um dos padrões é a espessura do espelho de popa, que deve respeitar o limite mínimo de 51mm e o máximo de 57mm. A NBR 14574:2012 determina que para embarcações com 250Hp ou mais devem possuir espelho de popa com no mínimo 51mm.

2.8.3 Paralelismo do espelho de popa

A Mercury (2013) explica que devido as placas de fixação da rabeta serem de metal fundido, a mesma apresenta baixa resistência a flexão e expõe o produto a trincar e comprometer a estanqueidade da embarcação e a segurança dos ocupantes. Segundo o manual de montagem da Mercury, é tolerada uma variação máxima na espessura do espelho de popa de 3mm.

2.8.4 Ângulo do espelho de popa

A Mercury (2013) limita o uso dos seus motores de centro rabeta a embarcações com ângulo de espelho de popa entre 10° e 16°.

2.9 PROCESSO ATUAL DE RECORTE DO CONVITE DA RABETA DO MOTOR NO ESPELHO DE POPA

O estaleiro do estudo possui cinco modelos diferentes de motores Mercury homologados para a instalação em sua embarcação, sendo eles, motores diesel ou gasolina, com potência de 250HP a 350HP. A exigência de altura mínima em relação a quilha depende do ângulo do espelho de popa. Neste caso a inclinação é de 12°.

2.9.1 Marcação e posicionamento do gabarito de corte do espelho de popa

O montador de motores devidamente homologado inicia o processo traçando as linhas de referência para o correto posicionamento do gabarito de marcação do corte. O ponto de referência para o início da marcação é quilha.

A Figura 21 apresenta o processo parcial de isolamento da superfície do espelho de popa para não danificar a pintura externa com as marcações de posicionamento do gabarito.

Figura 21 - Processo de isolamento da superfície



Fonte: Autor, 2023.

Devido à embarcação de 28 pés do estudo ser produzida em série com a utilização de um molde, sua geometria externa é padronizada, o que garante o ângulo de 12° no espelho de popa para todas as embarcações. Portanto, neste caso, a altura de posicionamento do gabarito em relação à quilha é de 35,7cm.

Com a marcação devidamente feita, o montador posiciona o gabarito na posição correta, conforme demonstra a Figura 22.

Figura 22 - Posicionamento do gabarito de corte



Fonte: Autor, 2023.

2.9.2 Corte do espelho de popa

Depois da devida marcação e conferência, o colaborador executa o processo de recorte do espelho de popa. As ferramentas utilizadas são máquina de corte com disco circular de cinco polegadas, serra tico-tico e serra copo 52mm.

A Figura 23 apresenta o corte finalizado com a vista externa. E a Figura 24 com a vista interna.

Figura 23 - Corte realizado no espelho de popa - vista externa



Fonte: Autor, 2023.

Figura 24 - Corte realizado no espelho de popa - vista interna



Fonte: Autor, 2023.

2.9.3 Conferência da espessura do espelho de popa

Após o recorte, o montador confere com o auxílio de um paquímetro a espessura do espelho de popa se atende aos requisitos. Nos casos de não conformidade, o montador deve realizar o reparo. Nos casos de espessura abaixo de 51mm, faz-se necessário a laminação de camadas suficientes para regularizar. Nas situações em que a espessura está acima de 57mm o operador utiliza uma esmerilhadeira para retirar material a fim de atender as exigências. Nas ocasiões em que a variação de 3mm no paralelismo é violada, o operador, por maior praticidade, aplica material nas regiões de menor espessura para atender a demanda.

3 PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO DE INSTALAÇÃO DO MOTOR CENTRO RABETA NA EMBARCAÇÃO DE 28 PÉS

O principal objetivo do presente trabalho é propor uma solução a fim de otimizar o processo de montagem de motores centro rabeta Mercury em uma embarcação de 28 pés, que atenda aos requisitos de viabilidade. Para a realização propôs-se o desenvolvimento de um apêndice no molde casco a fim de eliminar a etapa de corte do espelho de popa do casco durante o processo de instalação dos motores.

Os principais requisitos exigidos para a execução do projeto foram:

- Deve-se analisar os requisitos obrigatórios exigidos pelo fabricante do motor para que não ocorra a perda da garantia;
- Utilizar mão de obra somente dos colaboradores já contratados, sendo vedada a contratação de terceiros para este serviço;
- Utilizar matéria prima somente dos fornecedores já homologados e cadastrados pelo estaleiro, sendo vedada a contratação de novos fornecedores;
- O custo da implantação da melhoria não pode exceder 30% do custo anual atual de instalação dos motores;
- Aumentar em 50% a receita líquida anual da montagem de motores.

Neste caso, avaliou-se o custo do atual processo e posteriormente calculou-se o custo do desenvolvimento do apêndice, para que seja possível verificar se atente parâmetros estipulados de viabilidade.

3.1 ANÁLISE DO CUSTO DO PROCESSO ATUAL

No presente tópico analisou-se o custo do processo atual mensurando o custo dos materiais e o tempo de trabalho de mão de obra. Para tal, fez-se necessário o acompanhamento do trabalho completo de recorte do espelho de popa, desde o alinhamento do gabarito de corte até a inspeção e regularização da superfície.

O procedimento iniciou-se com o montador de motores devidamente homologado traçando uma linha vertical a partir da quilha até 357 mm de altura e efetua uma marcação para traçar uma linha horizontal nivelada com a embarcação para posicionar o centro do gabarito de recorte da Mercury com parafusos. A altura mínima em relação a quilha foi definida por meio de uma tabela baseada no ângulo do espelho de popa (Tabela 1) e neste caso ângulo de 12°. Esta etapa levou cerca de duas horas.

No próximo estágio, foi feito o recorte do espelho de popa, onde foram utilizados serra tico-tico, disco de corte circular e serra copo. Nesta etapa foi necessário ter cautela no manuseio das ferramentas para não danificar o equipamento, pois o compósito no espelho de popa possui aproximadamente 51 mm de espessura. O tempo de execução da operação foi de aproximadamente quatro horas e foram utilizadas cinco serras de tico-tico, quatro discos de corte, uma serra copo de 52mm. A serra copo foi descartada após o final desta etapa devido a perda do fio de corte, prolongar o uso dela incorreria na falha da furadeira por sobreaquecimento.

Após a realização do corte efetuou-se a conferência da espessura em oito pontos do recorte para verificar se seria enquadrado na faixa exigida entre 51 mm e 57 mm e se atendia os 3 mm de variação tolerados pela Mercury. Neste caso ocorreu uma variação de 5 mm no espelho de popa, além de que em dois pontos o limite de 57 mm foi excedido, sendo mensurado 59 mm de espessura. Com isto, foi necessário utilizar uma esmerilhadeira para retirar o material excedente, para em seguida laminar a região mantendo o padrão de acabamento e nivelando a superfície. Tal etapa durou 3 horas e consumiu-se dois discos de lixa 50, 1000g de resina e 500g de manta de fibra de vidro.

Todos os valores foram transferidos para a Tabela 2, sendo os valores retirados das notas fiscais referentes a última compra realizada pelo estaleiro e o valor do custo de hora trabalhada do montador de motores com base no valor informado pelo RH da empresa, que seria de R\$ 40,56.

Tabela 2 - Custo de execução do corte do espelho de popa

Descrição	Preço	Quantidade	Custo
Mão de obra	R\$ 40,56/h	12,0 h	R\$ 486,72
Disco de corte	R\$ 1,58	4,0 peças	R\$ 6,32
Serra tico-tico T344D	R\$ 7,46	5,0 peças	R\$ 37,29
Disco de lixa 80	R\$ 1,80	5,0 peças	R\$ 9,00
Resina	R\$ 20,60/kg	1,0 kg	R\$ 20,60
Serra copo 52 mm	R\$ 40,00	1,0 peça	R\$ 40,00
Manta de fibra de vidro	R\$ 0,50/kg	15,4 kg	R\$ 7,70
TOTAL POR CORTE			R\$ 607,63

Fonte: Autor, 2023.

Para cada embarcação 28 pés, o estaleiro cobra três mil reais para a instalação dos motores. Atualmente o processo de montagem completo dos motores dura vinte e oito horas, sendo que deste tempo, doze horas são destinadas ao corte do espelho de popa. A capacidade atual da empresa de instalação é de seis embarcações por mês, considerando as 176 horas disponíveis do montador de motores contratado.

Todavia, o estaleiro produz dez barcos 28 pés mensalmente, exigindo a contratação de empresas terceirizadas para cumprir a demanda, que cobram cinco mil reais para instalar e esse valor é repassado ao cliente, não gerando custo e nem lucro para a empresa.

Com base nos dados aferidos, o estaleiro lucra por motor instalado R\$1.743,41, o que mensalmente gera uma receita líquida de R\$10.460,46 e anualmente de R\$125.525,52. O custo mensal do estaleiro com o corte é de R\$3.645,68 e o custo anual é de R\$43.749,36. Se considerar que cada motor montado por uma empresa terceirizada deixa-se de lucrar R\$1.743,41, então mensalmente perde-se R\$6.973,64 e anualmente R\$83.683,68.

Com a proposta de implantação do apêndice, será eliminada a etapa de corte do processo, conseqüentemente o seu custo, além de reduzido para dezesseis horas o tempo de montagem dos motores. O que permite a instalação de onze motores mensalmente, eliminando a necessidade de contratação de empresas terceirizadas.

Considerando estes dados, ocorreria um salto no lucro líquido de 224,75%, alcançando R\$282.124,80 anualmente. Para facilitar a visualização dos dados, segue a Tabela 3.

Tabela 3 - Comparativo de custo do processo atual versus proposto

Descrição	Atual	Proposto
Receita bruta por montagem de motor	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
Total de horas trabalhadas no mês	176 horas	176 horas
Tempo total de montagem	28 horas	16 horas
Capacidade de instalação de motores	6 barcos	11 barcos
Embarcações produzidas	10 barcos	10 barcos
Custo mensal com recorte	R\$ 3.645,78	-
Custo anual com recorte	R\$ 43.749,36	-
Custo de instalação por motor	R\$ 1.256,59	R\$ 648,96
Custo mensal com a instalação dos motores	R\$ 7.539,54	R\$ 6.489,60
Custo anual com a instalação dos motores	R\$ 90.474,48	R\$ 77.875,20
Receita líquida por montagem de motor	R\$ 1.743,41	R\$ 2.351,04
Quantidade de barcos instalados por terceiros	4	-
Custo de não produção mensal	R\$ 6.973,64	-
Custo de não produção anual	R\$ 83.683,68	-
Receita mensal bruta	R\$ 18.000,00	R\$ 30.000,00
Receita mensal líquida	R\$ 10.460,46	R\$ 23.510,40
Receita líquida anual	R\$ 125.525,52	R\$ 282.124,80
Diferença		R\$ 156.599,28
Ganho percentual		224,75%

Fonte: Autor, 2023.

3.2 ANÁLISE DO CUSTO DE FABRICAÇÃO DO APÊNDICE

Nesta etapa avaliou-se o custo de fabricação do apêndice. Pois é com base na estimativa de custo de implantação que será possível determinar se um projeto é viável ou não. Para o embasamento de fabricação levou-se e em consideração a NBR 14574:2012 e as referências teóricas de Nasseh (2011) em conjunto com as ferramentas disponíveis no estaleiro.

Optou-se pela fabricação de um apêndice que seja aplicável ao processo de laminação manual. Segundo Nasseh (2011), uma das formas mais comuns de produzir um molde, seria replicar um produto já existente ou um modelo que replique a forma desejada.

Neste caso, considerou-se utilizar como base um recorte já efetuado para replicar a forma da superfície, que produzirá um modelo. Após a confecção do modelo, a próxima etapa foi produzir o molde e em seguida o apêndice.

A NBR 14574:2012 possui o tópico 4.2.3 para estimar a de espessura do compósito utilizando manta 450g/m² seguindo a Equação 01.

$$t = \frac{450}{3072} \times \left(\frac{2,56}{0,3} - 1,36 \right) = 1,05mm$$

Também foi utilizada a Equação 01 para estimar a espessura de composto com manta 300g/m².

$$t = \frac{300}{3072} \times \left(\frac{2,56}{0,3} - 1,36 \right) = 0,7mm$$

Com a Equação 01 estimou-se que a espessura de um laminado com teor de fibra de vidro de 30% com manta 300g/m² é de 0,7mm, enquanto para manta 450g/m² a espessura foi de 1,05mm.

Segundo Nasseh (2011), a análise de custo de materiais está diretamente relacionada com a área da peça, do molde e a quantidade de camadas. O objeto de estudo apresenta 0,15m². As mantas a serem utilizadas apresentam 300g/m² e 450g/m². Nasseh (2011), Marinucci (2011), Levy Neto e Pardini (2016) explicam que a resina representa cerca de 70% do peso do compósito laminado manualmente, ou seja, ao considerar a manta 300g/m², estima-se 700g/m², enquanto para a manta 450g/m², estima-se 1050g/m². Nasseh (2008) discorre que um laminado de 450g/m² apresenta aproximadamente 1mm de espessura, e por consequência o laminado com manta 300g/m² possui 0,67mm.

Outro material a ser considerado é o gel coat isofitálico com o custo de R\$33,80 por quilograma e o gel molde estervinílico com o custo de R\$94,49 por quilograma. Nasseh (2011) discorre que utilização do gel coat e do gel molde são estimados considerando uma espessura de 0,6 mm e seu peso específico é de 1025kg/m³. Explica ainda que devido ao processo ser de laminação manual, deve-se considerar um desperdício de 30%, enquanto a NBR 14574:2012 não menciona a variável de desperdício.

Ao comparar os dois modelos de estimativa, considerando um composto com gel coat, duas camadas de manta 300g/m² e quatro camadas de manta 450g/m², seguindo a NBR 14574:2012 a espessura final seria de 6,2 mm, enquanto por Nasseh (2011) seria 5,94mm. Todavia, ao considerar 30% de desperdício no cálculo de Nasseh (2011), conforme o mesmo recomenda, a quantidade de material utilizada seria suficiente para 7,72mm de laminado, sendo portanto, mais conservadora para a estimativa de custo do que a própria NBR.

Por tratar-se de uma peça provisória, projetou-se pintar o modelo com gel coat isofitálico. Foi aplicado o plano de laminação recomendado por Nasseh (2011), sendo duas camadas de manta 300g/m² e quatro camadas de manta 450g/m². A Tabela 4 descreve os valores estimados para o custo estimado de fabricação do modelo.

Tabela 4 - Custo estimado de produção do modelo

Descrição	Quantidade	Custo*
Mão de obra	16 horas	R\$ 648,96
Cera desmoldante	0,420 kg	R\$ 35,00
Resina	1,092 kg	R\$ 22,12
Manta 450	0,351 kg	R\$ 5,41
Manta 300	0,117 kg	R\$ 1,80
Gel coat	0,120 kg	R\$ 4,05
Massa poliéster	1,000 kg	R\$ 26,09
CUSTO DE PRODUÇÃO DO MODELO		R\$ 743,43

Fonte: Autor, 2023.

*valores consultados em notas fiscais referentes 03/2023 no estaleiro em questão.

Além do custo de material de laminação, considerou-se a necessidade de regularização da superfície por meio de aplicação de massa poliéster, repintura e polimento do modelo. Pois de acordo com Nasseh (2011) quanto melhor o acabamento do modelo, melhor será o do molde e conseqüentemente o da peça, que neste caso é o apêndice.

A próxima etapa foi estimar o custo de construção do molde (Tabela 5). Partindo do princípio que o modelo foi finalizado, efetua-se a preparação com cera para desmolde. Posteriormente pinta-se o modelo com gel molde verde e em seguida

aplica-se a sequência de laminação indicada por Nasseh (2011), já citada anteriormente.

Após a cura do compósito, faz-se a separação do modelo e do molde. Em seguida executa-se a retirada de rebarbas presentes no molde. Devido ao investimento na produção do modelo, espera-se que o molde fique com o acabamento igual ou muito semelhante após o desmolde.

Tabela 5 - Custo estimado de produção do molde

Descrição	Quantidade	Custo*
Mão de obra	8 horas	R\$ 324,48
Resina	1,092 kg	R\$ 22,12
Manta 300	0,120 kg	R\$ 1,80
Manta 450	0,351 kg	R\$ 5,41
Gel molde	0,120 kg	R\$ 11,33
CUSTO DE PRODUÇÃO DO MOLDE		R\$ 365,51

Fonte: Autor, 2023.

*valores consultados em notas fiscais referentes 03/2023 no estaleiro em questão.

Considerando o molde finalizado, inicia-se o processo de fabricação do apêndice que deverá ser maciço com 51mm de espessura, para evitar deformações, distorções e garantir a dimensão desejada. Aplica-se a cera para desmolde e executa-se a pintura do molde com gel molde verde.

A laminação inicia-se seguindo o indicado por Nasseh (2011), que deverá gerar um composto com aproximadamente 7mm de espessura. Porém como deseja-se uma peça maciça no dimensional almejado, optou-se pela utilização de compensado naval de 40mm como núcleo de preenchimento, somando-se 47mm. Em seguida completa-se o processo com quatro camadas de manta 450g/m² para chegar ao resultado desejado de 51mm.

Nasseh (2011) indica a utilização de abas de aço para aumentar a durabilidade do molde, ou como neste caso, o apêndice, para evitar danos durante o desmolde e garantir o dimensional desejado. Para tal, considerou-se aplicar uma chapa de 2mm de aço sobre a última camada, onde o apêndice obterá 53mm de espessura. Após finalizada a etapa de laminação do apêndice, será executado o seu desmolde e

retirada de rebarbas. O custo estimado deste processo de fabricação está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Custo estimado de produção do apêndice

Descrição	Quantidade	Custo*
Mão de obra	16 horas	R\$ 648,96
Resina	1,91 kg	R\$ 38,72
Manta 300	0,12 kg	R\$ 1,80
Manta 450	0,70 kg	R\$ 10,81
Gel molde	0,12 kg	R\$ 11,33
Chapa de aço 2mm	2,00 kg	R\$ 16,00
Parafuso allen M8x110mm	3,00 peças	R\$ 4,50
Porca M8	3,00 peças	R\$ 0,45
Arruela furo 8mm aba larga	6,00 peças	R\$ 1,20
Compensado Naval 40mm	0,15 m ²	R\$ 26,18
CUSTO DE PRODUÇÃO DO MOLDE		R\$ 759,95

Fonte: Autor, 2023.

*valores consultados em notas fiscais referentes 03/2023 no estaleiro em questão.

Após finalizado o processo de laminação do apêndice, necessita-se adaptar o mesmo para que sua fixação no molde seja possível e de fácil manuseio. Ao mensurar a espessura do molde, que é de 20mm, e a do apêndice, que é de 53mm, soma-se um total de 73mm. Para atender esta espessura e comportar porca para o travamento do apêndice no molde, exige-se a utilização de parafuso com no mínimo 90mm de comprimento, onde ao consultar o estoque do estaleiro, verificou-se que a menor espessura é o parafuso rosca máquina 8mm allen com 110mm de comprimento. Neste caso, como necessita-se o travamento do apêndice em dois eixos, o vertical e horizontal, considerou-se a utilização de dois parafusos, para que não ocorra a rotação e mais um parafuso demarcando o centro do gabarito.

Considerando a utilização de três parafusos, com o custo de R\$1,50 cada, três porcas M8, com o custo de R\$0,15, e seis arruelas lisas aba larga, com o custo de R\$0,20 cada, estimou-se que o custo de fixação no molde será de R\$6,15.

Portanto, o custo total estimado da construção do apêndice ficou estimado em R\$1.868,90, conforme apresentado na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 - Custo total estimado de construção do apêndice

Descrição	Quantidade
Custo de produção do modelo	R\$ 743,43
Custo de produção do molde	R\$ 365,51
Custo de produção do apêndice	R\$ 759,95
CUSTO TOTAL DE CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE	R\$ 1868,90

Fonte: Autor, 2023

3.3 AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE

Ao avaliar os requisitos estipulados em 1.1, a primeira exigência refere-se ao apêndice atender aos requisitos de montagem de motores para manter a garantia do fabricante, onde o mesmo apresentou-se apto, devido à sua espessura (53mm) estar dentro do limite mínimo de 51mm e máximo de 57mm. Outro fator, refere-se ao seu posicionamento vertical e horizontal, que será executado por um montador homologado pela Mercury, de acordo a diretriz do manual de instalação do dos motores de centro rabeta na Tabela 1.

Outro ponto de avaliação técnica é a utilização de materiais e processos corretos, onde todas as etapas foram realizadas conforme o indicado pela NBR 14574:2012 e complementada pela literatura de Nasseh (2008) e Nasseh (2011), que é o atual vice-presidente da Associação Brasileira de Construtores de Barcos e Seus Implementos (ACOBAR).

Portanto, no que se refere à viabilidade técnica para a construção do apêndice e implementação da melhoria, a proposta mostrou-se viável.

3.4 AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE

O processo de construção proposto utiliza somente a mão de obra interna e os fornecedores já homologados, demonstrando-se apto no segundo e terceiro requisitos de 1.1. O quarto critério foi cumprido com êxito, pois o custo de construção do apêndice representa 2,07% do custo anual de instalação dos motores. O quinto requisito exige aumentar no mínimo 50% da receita líquida anual atual com a

montagem de motores. Cumpriu-se esta demanda com um aumento estimado de 224,75%, representando um salto de R\$ 125.525,52 para R\$282.124,80.

O tempo de amortização ou também conhecido como Payback, refere-se ao tempo necessário para recuperar o investimento dispendido na melhoria do processo. Neste caso, o custo de investimento a ser analisado é o de R\$1.868,90. Para esta análise, serão utilizados os dados da Tabela 2, que considera uma economia de R\$607,63, devido a redução do custo de montagem por motor.

De acordo com a estimativa, o valor investido será recuperado na instalação do quarto motor. Assim, a partir deste será efetivado o ganho de melhoria do processo. Ou seja, já no primeiro mês será possível mensurar as vantagens da implantação da melhoria.

Portanto, no que se refere à viabilidade econômica para a construção do apêndice e implementação da melhoria, a proposta mostrou-se viável.

4 PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE

Para que se pudesse construir apêndice, o processo possui três etapas: a fabricação do modelo, posteriormente o molde e então o apêndice.

4.1 CONSTRUÇÃO DO MODELO

Nasseh (2011) indica utilizar uma peça ou forma desejada existente para fabricar um modelo. Portanto, utilizou-se um recorte previamente efetuado no espelho de popa (Figura 24), realizado pelo montador de motores homologado.

Para garantir a forma desejada, foi colocado uma chapa de compensado naval para delimitar a região necessária, conforme Figura 25.

Figura 25 - Isolamento superfície externa do recorte do espelho de popa



Fonte: Autor, 2023.

Foi passada cera para desmolde, para facilitar a retirada do modelo do local após a laminação. Na etapa seguinte efetuou-se a pintura do local com gel branco isofitálico e após o gel time, cerca de duas horas, laminou-se 3 camadas de manta, conforme a Figura 26.

Figura 26 - Desenvolvimento do modelo



Fonte: Autor, 2023

Depois da cura, foi efetuado o desmolde. Após o desmolde, avaliou-se a necessidade de regularizar as bordas e melhorar o acabamento superficial. Pois, segundo Nasseh (2011), a qualidade do modelo será replicada no molde e posteriormente na peça e incorrerá em custo extra de reparo.

O reparo foi efetuado pelo coordenador de modelagem do estaleiro, que possui mais de dez anos de experiência na área. O colaborador nivelou a borda do modelo para 51mm de espessura e regularizou a superfície com massa poliéster, apropriada para a aplicação, conforme mostra a Figura 27.

Figura 27 - Preparação da superfície do modelo



Fonte: Autor, 2023

Posteriormente pintou-se uma camada de gel coat isofitálico por tratar-se de um molde temporário, conforme mostra a Figura 28.

Figura 28 - Pintura do modelo



Fonte: Autor, 2023

Em seguida, efetuou-se o processo de polimento para melhorar o acabamento superficial da peça, representado pela Figura 29.

Figura 29 - Modelo finalizado



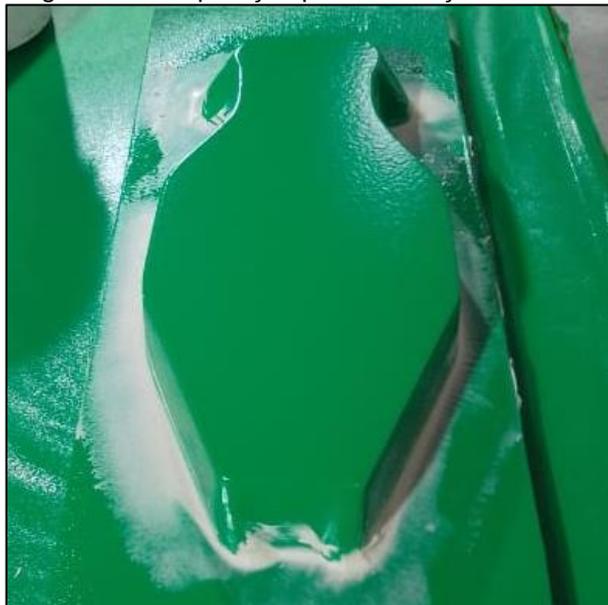
Fonte: Autor, 2023.

Ao atingir o acabamento superficial com brilho, finalizou-se a construção do modelo.

4.2 CONSTRUÇÃO DO MOLDE

O processo de fabricação do molde definitivo para a fabricação do apêndice iniciou-se com a aplicação de cera desmoldante. Posteriormente, efetuou-se a pintura do modelo com gel verde estervinílico para molde, conforme a Figura 30. Após o gel time, aplicou-se massa para cantos e vincos, que evitam a formação de bolhas.

Figura 30 - Preparação para laminação do molde



Fonte: Autor, 2023.

Na etapa seguinte iniciou-se o processo de laminação, seguindo a diretriz de Nasseh (2011), com duas camadas de manta 300g/m² e quatro camadas de manta 450g/m², conforme apresenta a Figura 31.

Figura 31 - Molde laminado



Fonte: Autor, 2023.

Após a laminação completa do molde sobre o modelo, efetuou-se o desmolde e retirada de rebarbas, conforme demonstra a Figura 32.

Figura 32 - Molde finalizado



Fonte: Autor, 2023

4.3 CONSTRUÇÃO DO APÊNDICE

O procedimento inicial para a criação do apêndice foi a aplicação de cera para desmolde no molde. Na etapa seguinte, pintou-se o molde com gel estervinílico verde para molde, repetiu-se o plano de laminação do molde, acrescentou-se compensado naval com espessura de 40mm, laminou-se quatro camadas de manta 450g/m² para totalizar a espessura mínima de 51mm. Finalizou-se o processo laminando uma chapa de aço de 2mm para proteger o molde de equipamentos abrasivos que serão utilizados para remover possíveis irregularidades ou rebarbas do laminado que estejam desconformes com a espessura ou que obstruam o desmolde. A Figura 33 apresenta o apêndice após o desmolde.

Figura 33 - Apêndice desmoldado



Fonte: Autor, 2023.

Na etapa seguinte, efetuou-se duas furações com broca 8mm para a fixação da peça no molde com parafusos, conforme a Figura 34 abaixo.

Figura 34 - Apêndice com furos de fixação



Fonte: Autor, 2023.

Posteriormente foi efetuada a aplicação de cera para desmolde no apêndice conforme a Figura 35.

Figura 35 - Aplicação de cera para desmolde



Fonte: Autor, 2023.

4.4 INSTALAÇÃO DO APÊNDICE NO MOLDE DO CASCO

Após a finalização da construção do apêndice, foi solicitado ao setor de programação de produção do estaleiro a data mais próxima de desmolde do casco.

Com a informação de disponibilidade, agendou-se com o montador de motores homologado pela Mercury a marcação do posicionamento correto do apêndice no molde do casco. Posteriormente à marcação, efetuou-se três furações no molde com broca 8mm para utilizar como guia e gabarito da posição exata. Logo em seguida, a fixação do apêndice no molde foi executada com a utilização de parafusos conforme o recomendado por Nasseh (2011). A Figura 36 apresenta o apêndice travado no molde.

Figura 36 - Apêndice alinhado e fixado no molde



Fonte: Autor, 2023.

A próxima etapa foi realizar a aplicação de massa para cantos e vincos na junção entre o apêndice ou molde do casco a fim de evitar frestas. Além disso, foi aplicada fita sobre os parafusos, para evitar interferência da resina no processo de soltar os parafusos. Com conclusão das etapas anteriores, executou-se a pintura do molde com gel coat conforme a Figura 37.

Figura 37 - Pintura gel aplicada no apêndice



Fonte: Autor, 2023.

O próximo passo é laminar do casco de acordo com o plano de laminação, conforme a Figura 38.

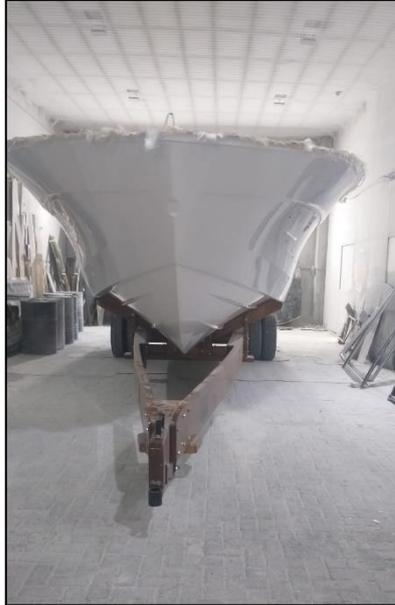
Figura 38 - Molde laminado



Fonte: Autor, 2023.

Depois de finalizada esta etapa, realizou-se a lixação das rebarbas ao redor da borda do apêndice para garantir a espessura correta exigida pela Mercury. Em seguida, foi efetuada a retirada dos parafusos e o desmolde do casco, sendo apoiado sobre uma carreta rodo-encalhe conforme Figura 39.

Figura 39 - Casco desmoldado



Fonte: Autor, 2023.

Na Figura 40 é possível visualizar a vista externa do apêndice após o desmolde do casco.

Figura 40 - Vista externa do apêndice no casco



Fonte: Autor, 2023.

Na sequência, foi removido o apêndice com o auxílio de uma marreta de borracha. A vista externa está apresentada na Figura 41 e vista interna na Figura 42 a seguir.

Figura 41 - Vista externa do casco



Fonte: Autor, 2023.

Figura 42 - Vista interna do casco



Fonte: Autor, 2023.

O material depositado sobre a face com a chapa de aço do apêndice saiu facilmente devido a utilização da cera desmoldante conforme a Figura 43 demonstra.

Figura 43 - Remoção do material depositado no apêndice



Fonte: Autor, 2023.

4.5 TESTE DE DESEMPENHO DA PEÇA

Para mensurar o desempenho do apêndice, se fez necessário que o montador do motor homologado avaliasse o posicionamento, espessura e o paralelismo. O posicionamento estava com 357mm de altura, atendendo a exigência da Mercury para espelho de popa com ângulo de 12°. A Figura 44 apresenta a conferência do posicionamento.

Figura 44 - Validação da altura do espelho de popa



Fonte: Autor, 2023.

A espessura média mensurada foi de 54mm, ou seja, está dentro dos limites de 51mm à 57mm. A Figura 45 mostra o processo de aferição em 6 pontos.

Figura 45 - Conferência da espessura do espelho de popa



Fonte: Autor, 2023.

Quanto ao paralelismo ocorreu uma variação de 1,6mm, portanto foi aprovado devido a encontrar-se abaixo da tolerância de 3mm. Figura 46 apresenta o processo de medição do paralelismo sendo realizado, sendo medido externamente e internamente.

Figura 46 - Conferência do paralelismo do espelho de popa



Fonte: Autor, 2023.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa foi realizado um comparativo entre o custo estimado e custo real de produção do apêndice. Primeiramente foi tabelado o custo real de fabricação do modelo, totalizando R\$ 605,24, sendo possível visualizar na Tabela 8.

Tabela 8 - Custo de produção do modelo

Descrição	Quantidade	Custo
Mão de obra	13 horas	R\$ 527,28
Cera desmoldante	0,10 kg	R\$ 7,78
Resina	1,01 kg	R\$ 20,76
Manta 300g/cm ²	0,11 kg	R\$ 1,66
Manta 450 g/cm ²	0,32 kg	R\$ 4,99
Gel coat	0,18 kg	R\$ 6,08
Massa poliéster	0,45 kg	R\$ 11,74
Lixa folha 80	2 unidades	R\$ 3,60
Lixa folha 150	1 unidade	R\$ 1,80
Lixa folha 220	1 unidade	R\$ 1,80
Lixa hookit 220	1 unidade	R\$ 1,80
Lixa hookit 320	1 unidade	R\$ 1,80
Lixa hookit 400	1 unidade	R\$ 1,80
Lixa hookit 600	1 unidade	R\$ 1,80
Lixa hookit 800	1 unidade	R\$ 1,80
Lixa hookit 1200	1 unidade	R\$ 4,59
Massa de polir	0,15 kg	R\$ 4,15
CUSTO DE PRODUÇÃO DO MODELO		R\$ 605,24

Fonte: Autor, 2023.

Posteriormente foi executado o levantamento dos custos de produção do molde, somando R\$ 297,97, descrito na Tabela 9.

Tabela 9 - Custo de produção do molde

Descrição	Quantidade	Custo*
Mão de obra	6 horas	R\$ 243,36
Cera desmoldante	0,10 kg	R\$ 7,78
Resina	1,09 kg	R\$ 11,59
Manta 300 g/cm ²	0,10 kg	R\$ 22,12
Manta 450 g/cm ²	0,36 kg	R\$ 5,61
Gel molde	0,18 kg	R\$ 17,00
CUSTO DE PRODUÇÃO DO MOLDE		R\$ 297,47

Fonte: Autor, 2023

Em seguida foram descritos os custos para a produção do apêndice, resultando em R\$ 712,50, conforme Tabela 10

Tabela 10 - Custo de produção do apêndice

Descrição	Quantidade	Custo*
Mão de obra	15 horas	R\$ 608,40
Cera desmoldante	0,1 kg	R\$ 7,78
Resina	1,37 kg	R\$ 27,65
Manta 300 g/cm ²	0,10 kg	R\$ 1,52
Manta 450 g/cm ²	0,49 kg	R\$ 7,48
Gel molde	0,12 kg	R\$ 11,33
Chapa de aço	2,00 kg	R\$ 16,00
Parafuso allen m8x110mm	3 unidades	R\$ 4,50
Porca M8	3 unidades	R\$ 0,45
Arruela Furo 8mm aba larga	6 unidades	R\$ 1,20
Compensado Naval	0,15 m ²	R\$ 26,18
CUSTO DE PRODUÇÃO DO APÊNDICE		R\$ 712,50

Fonte: Autor, 2023

Com a soma dos custos reais foi possível obter o custo total da fabricação do apêndice que foi de R\$1.615,21 conforme apresentado na Tabela 11.

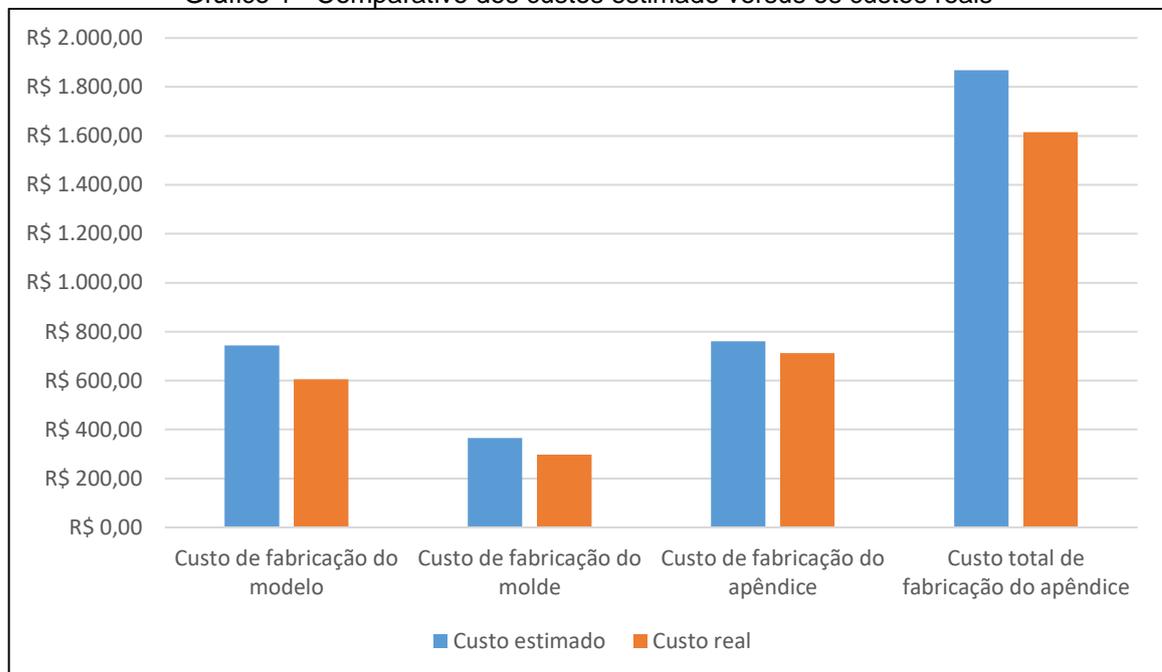
Tabela 11 - Custo total da construção do apêndice

Descrição	Custo
Custo de fabricação do modelo	R\$ 605,24
Custo de fabricação do molde	R\$ 297,47
Custo de fabricação do apêndice	R\$ 712,50
CUSTO DE PRODUÇÃO DO APÊNDICE	R\$ 1.615,21

Fonte: Autor, 2023.

A partir dos valores tabulados, percebeu-se que em todas as etapas o custo real foi menor que o estimado, conforme demonstra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparativo dos custos estimado versus os custos reais



Fonte: Autor, 2023.

Inclusive, foi mensurado e tabelado (Tabela 12) o desperdício de matéria prima para realizar uma comparação do desperdício estimado de 30% com o real, que foi de 21%.

Tabela 12 - Comparativo de custos com desperdícios

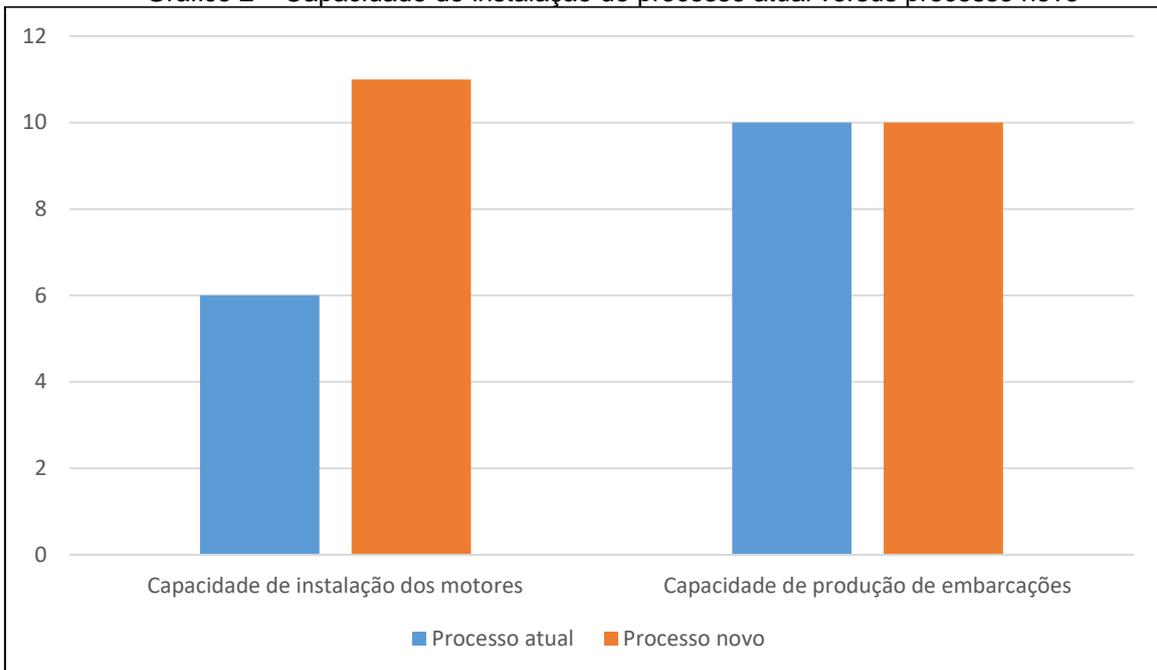
Descrição	Custo
Custo estimado segundo Nasseh (2011) sem 30% de desperdício	R\$ 105,45
Custo estimado segundo Nasseh (2011) com 30% de desperdício	R\$ 137,08
Custo estimado segundo NBR 14574:2012	R\$ 115,35
Custo real	R\$ 127,82

Fonte: Autor, 2023.

O custo real de fabricação foi R\$253,69 menor que o estimado. Com base nos dados verificados, notou-se que além de atender todos os requisitos de projeto, a construção do apêndice foi 13,57% mais econômica que o previsto. Logo, o percentual do custo de implantação da melhoria no processo comparado ao custo anual atual de montagem de motores reduziu de 2,07% para 1,79%. Outro fator importante é que a amortização do investimento deixará de ocorrer na quarta instalação de motores e passará a acontecer na terceira.

Com a implantação do apêndice no processo foi possível efetivar a redução no tempo de instalação de motores de centro com rabeta de 28 horas para 16 horas, representando uma redução de 43%. O Gráfico 2 abaixo demonstra o salto na capacidade de montagem de motores do estaleiro de 6 para 11 unidades, inclusive ultrapassou a capacidade de produção de embarcações 28 pés de estaleiro, que é de 10 unidades. Isto demonstra que o novo processo será capaz de atender a demanda com uma margem de segurança de 10%.

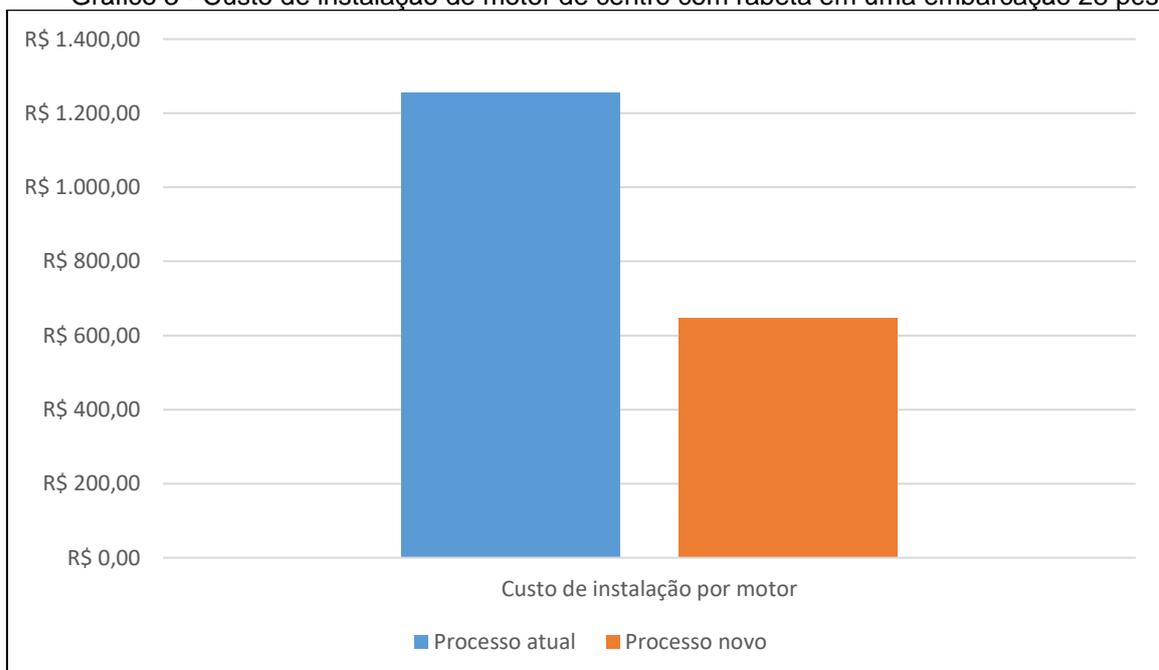
Gráfico 2 – Capacidade de instalação do processo atual versus processo novo



Fonte: Autor, 2023.

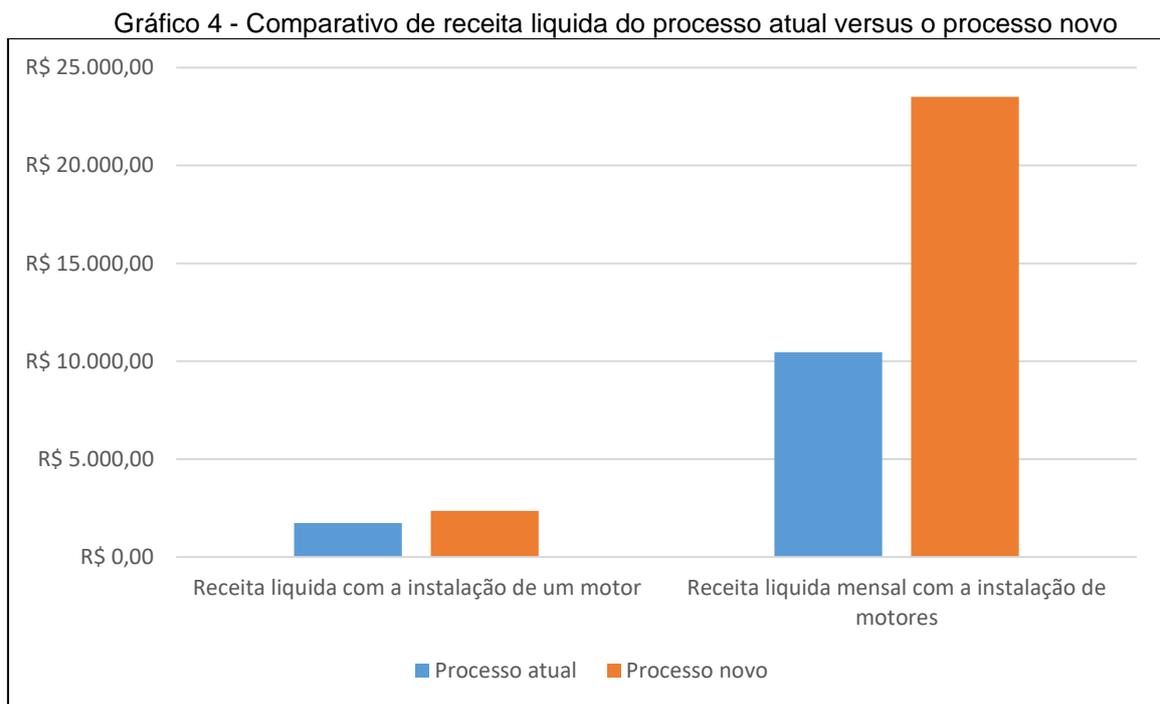
Outra análise feita está apresentada no Gráfico 3, que é o comparativo das diferenças nos custos de instalação dos motores, em que ocorreu uma redução de 48,36% no custo, reduzindo de R\$1.256,59 para R\$648,96.

Gráfico 3 - Custo de instalação de motor de centro com rabeta em uma embarcação 28 pés



Fonte: Autor, 2023.

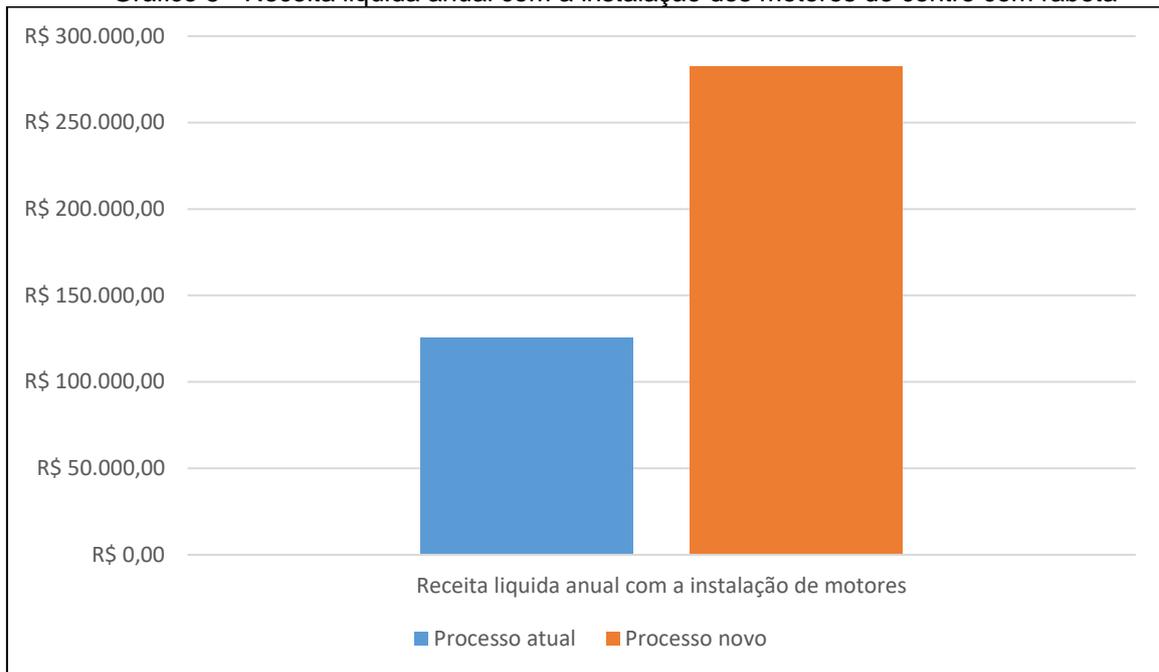
Em seguida avaliou-se graficamente o aumento da receita líquida com a montagem dos motores por unidade e mensal, conforme o Gráfico 4. Nota-se uma variação maior na receita líquida mensal devido ao salto na capacidade de montagem de motores de 6 para 10 embarcações. Onde a receita líquida por motor deu um salto de R\$1.743,41 para R\$2.351,04 e por consequência a receita líquida mensal aumentou de R\$10.460,43 para R\$23.510,40.



Fonte: Autor, 2023.

O Gráfico 5 apresenta a receita líquida anual entre o processo atual e o novo, em que ocorreu a mudança de R\$125.525,52 para R\$282.124,80.

Gráfico 5 - Receita líquida anual com a instalação dos motores de centro com rabeta



Fonte: Autor, 2023.

A receita líquida anual com o novo processo de montagem de motores será aproximadamente 2,25 vezes maior que o procedimento atual.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que o presente trabalho atendeu a demanda proposta de melhorar o processo de montagem dos motores Mercury centro rabeta na embarcação de 28 pés. Também é possível notar que apesar do mercado náutico brasileiro ser considerado consolidado, existe muito espaço para melhorias e desenvolvimento.

Além de cumprir com os requisitos de projeto, foram alcançados os objetivos específicos. O primeiro destes era verificar os requisitos de instalação dos motores, que foi atendido com sucesso, pois o apêndice foi aplicado no processo e foi mantida a garantia do fabricante de motores.

O segundo objetivo atingido, foi o acompanhamento da montagem de um motor do início ao fim. Com isto foi possível realizar o terceiro objetivo, que era mensurar os custos de montagem de um motor de centro com rabeta na embarcação de 28 pés, que é de R\$1256,59. Para completar o quarto objetivo, utilizou-se principalmente a referência de Nasseh (2011) para a construção e cálculo dos custos de fabricação de molde para PRFV.

Ao realizar o quinto objetivo, que era comparar o custo de instalação de motores atual com o processo proposto, foi possível verificar que o modelo proposto atenderia aos requisitos de projeto. Além disso, neste último objetivo foi constatada a sua eficácia no processo novo, reduzindo o tempo em 12 horas. Já o retorno do investimento ocorrerá durante a instalação do terceiro motor, no primeiro mês.

Na próxima análise, foi constatado que é cabível considerar 30% de desperdício para estimar a produção de peças em PRFV, conforme Nasseh (2011) indica. Pois na fabricação do apêndice analisando somente a matéria prima, houve um desperdício de 21%. Ou seja, o projetista estará mais exposto ao erro se desconsiderar o fator desperdício em um processo de laminação manual de PRFV para estimar custo.

Devido a isto, foi possível manter o custo real R\$253,69 abaixo do estimado, não havendo a necessidade de injetar mais recursos para executar a tarefa. Pelo fato de a implementação da melhoria ter gerado o aumento de receita líquida mensal de R\$10.460,43 para R\$23.510,40 os sócios do estaleiro têm pretensão de avaliar a viabilidade de implantação da melhoria nos seus outros modelos de embarcação.

A melhoria acarretará um aumento no faturamento anual com montagem de motores no estaleiro de R\$125.525,52 para R\$282.124,80 possibilitando maior competitividade num mercado emergente, que pode refletir em mais investimentos em equipamentos e processos.

A implementação da melhoria no processo de instalação dos motores de centro rabeta apresentou um custo de 1,03% em relação ao retorno anual que será gerado pelo novo processo de instalação de motores. Este custo foi considerado baixo quando comparado ao retorno obtido, pois pagou-se já no primeiro mês.

Como proposta para trabalhos futuros, o presente estaleiro, possui outros dois modelos de embarcações, sendo uma de 34 pés e outra com 37 pés, recomenda-se uma avaliação de viabilidade para melhorar o processo de instalação dos motores de centro com rabeta Mercury, que também são feitos manualmente por um montador de motores homologado. Pois além de serem maiores, utilizam um conjunto de propulsão com dois motores, também conhecido como parrelha.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14574**: Embarcações de recreio em plástico reforçado com fibra de vidro - Requisitos para construção. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 45 p.

AZIMUT. **Catálogo embarcação Grande 32 Metri**. 2023. Disponível em: <https://azimutyachts.com.br/azimutgrande32metri.html>. Acesso em: 03 fev. 2023.

BOMBARCO. **Conheça os 4 tipos de motores**. 2023. Disponível em: <https://www.bombarco.com.br/comunidade/noticias/conheca-4-tipos-de-motores>. Acesso em: 10 mar. 2023.

COLUNNA, Eduardo. **Entrevista à Revista Náutica**. 2021. Disponível em: http://www.acobar.org.br/pdf_download_2021/Clipping%20revista%20nautica%20-%20Entrevista%20Eduardo%20Colunna%20N375.pdf. Acesso em: 04 fev. 2023.

FIBRAFORT. **Focker 333 Gran Turismo**. 2023. Disponível em: <https://www.fibrafort.com.br/pt/barcos-e-lanchas-focker-333-gran-turismo-#gallery-1>. Acesso em: 20 mar. 2023a.

FIBRAFORT. **Focker 333 Gran Turismo**. 2023. Disponível em: <https://www.fibrafort.com.br/pt/barcos-e-lanchas-focker-333-gran-turismo-#gallery-21>. Acesso em: 20 mar. 2023b.

KALMAR. **Catálogo embarcação Runabout IT22**. 2023. Disponível em: <https://www.kalmar.com.br/classic-yachts/lancha-runabout-it22/>. Acesso em: 07 fev. 2023.

LEME, Vanessa. **Veleiros e as características**. Disponível em: <https://www.bombarco.com.br/comunidade/noticias/veleiro-e-as-caracteristicas>. Acesso em: 03 fev. 2023.

LEVEFORT. **Catálogo embarcações Apolus**. 2023. Disponível em: <https://www.levafort.com.br/produto/2996/apolus-tr-cl-e-clx>. Acesso em: 07 fev. 2023.

LEVY NETO, Flávio; PARDINI, Luiz Cláudio. **Compósitos Estruturais: ciência e tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 418 p.

MARINHA DO BRASIL. **Embarcações esporte e/ou recreio**. 2023. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cpsc/esporte.recreio>. Acesso em: 07 fev. 2023.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-02/DPC**: NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA EMBARCAÇÕES EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO INTERIOR. 18 ed. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, 2018. 473 p. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam-02_dpc_mod18.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-03/DPC**: NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA AMADORES, EMBARCAÇÕES DE ESPORTE E/OU RECREIO E PARA

CADASTRAMENTO E FUNCIONAMENTO DAS MARINAS, CLUBES E ENTIDADES DESPORTIVAS NÁUTICAS. 22 ed. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, 2016. 169 p. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cpap/sites/www.marinha.mil.br.cpap/files/normam03.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2023.

MARINUCCI, Gerson. **Materiais Compósitos Poliméricos**: fundamentos e tecnologia. São Paulo: Artliber, 2011. 333 p.

MERCURY. **Sterndrive 8.2 Mag Models installation manual**. Fond Du Lac: Mercury, 2013. 198 p.

MERCURY. **Catálogo motor Verado 350 - 400hp**. 2023. Disponível em: <https://www.mercurymarine.com/pt/br/engines/outboard/verado/350-400-hp/>. Acesso em: 26 fev. 2023a.

MERCURY. **Catálogo rabetas bravo three**. 2023. Disponível em: <https://www.mercurymarine.com/pt/br/engines/inboard-and-sterndrive/drives/bravo-three/>. Acesso em: 03 mar. 2023b.

NASSEH, Jorge. **Técnica e Prática de Laminação em Composites**. Rio de Janeiro: Barracuda Advanced Composites, 2008. 349 p.

NASSEH, Jorge. **Manual de Construção de Barcos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Barracuda Advanced Composites, 2011. 660 p.

NÁUTICA, Vilas Boas. **Projeto Ayra**. 2023. Disponível em: <https://www.vilasboasnautica.com.br/projeto/ayra/>. Acesso em: 07 fev. 2023.

NHD BOATS. **Catálogo embarcação NHD 340**. 2023. Disponível em: <https://www.nhdboats.com.br/lancha/nhd-340>. Acesso em: 03 fev. 2023.

SARGEANT, Frank. **Boating and Sailing**. 3. ed. New York: Alpha Books, 2005. 418 p