



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS JOINVILLE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DA MOBILIDADE
CURSO ENGENHARIA NAVAL

PATRIC LARA FERRARI

PROPOSTA DE SEQUENCIAMENTO PRODUTIVO EM UM ESTALEIRO NÁUTICO
COM PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA UTILIZANDO PERT/CPM

Joinville

2024

Patric Lara Ferrari

PROPOSTA DE SEQUENCIAMENTO PRODUTIVO EM UM ESTALEIRO NÁUTICO
COM PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA UTILIZANDO PERT/CPM

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.

Orientadora: Dra. Eng. Francielly Hedler Staudt

Joinville

2024

FERRARI, Patric Lara

PROPOSTA DE SEQUENCIAMENTO PRODUTIVO EM UM ESTALEIRO
NÁUTICO COM PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA UTILIZANDO PERT/CPM /
Patric Lara FERRARI ; orientadora, Francielly Hedler
Staudt, 2024.

73 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville,
Graduação em Engenharia Naval, Joinville, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Naval. 2. PCP. 3. Sequenciamento
produtivo. 4. PERT/CPM. 5. MTO. I. Staudt, Francielly
Hedler. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Engenharia Naval. III. Título.

PATRIC LARA FERRARI

Proposta de sequenciamento produtivo em um estaleiro sob encomenda utilizando
PERT/CPM.

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

Local Joinville, 05 de julho de 2024

Banca examinadora



Dra. Eng. Francielly Hedler Staudt
Orientadora/Presidente

Eng. Eduardo dos Anjos Inacio
2º membro

M. Eng. Camila Dias Rodrigues
3º membro

Dra. Eng. Viviane Lilian Soethe Parucker
4º membro

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família e a todos que considero como família, que são a base de tudo. Meu eterno agradecimento aos meus pais, Ghislaine Ferrari e Ronaldo Ferrari, por seu amor, apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim. Vocês são meu maior exemplo e inspiração. Ao meu irmão e demais familiares, por todo o carinho e encorajamento.

Agradeço também a todas as Universidades, em especial à Universidade Federal de Santa Catarina, pela estrutura e oportunidades oferecidas, que foram fundamentais para o desenvolvimento acadêmico e profissional meu e de muitos outros.

Agradeço aos docentes da universidade, que com dedicação e competência me proporcionaram os conhecimentos e as orientações necessárias ao longo de minha jornada acadêmica. Em especial, agradeço à minha orientadora, Francielly Staudt, por sua dedicação, paciência, conselhos valiosos e por sua constante prontidão para ajudar em todas as fases deste trabalho.

À empresa que gentilmente permitiu a realização desta pesquisa em suas instalações, meu sincero agradecimento pela confiança, suporte e pela oportunidade de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo palavras de incentivo, momentos de descontração e apoio incondicional, meu muito obrigado. A amizade de vocês foi essencial para manter minha motivação e entusiasmo durante este percurso.

Por fim, a todos que fizeram ou fazem parte da minha vida e de alguma forma contribuíram para a construção não só deste trabalho, mas de quem eu sou, meu sincero obrigado.

RESUMO

Nos últimos anos, o mercado nacional de embarcações de recreio tem mostrado um crescimento constante. Para aproveitar essa ascensão, é crucial que as empresas desse setor invistam na eficiência produtiva. Em uma manufatura sob encomenda, a responsabilidade com prazos é essencial. Portanto, é necessário desenvolver um sequenciamento robusto que permita à empresa entender todas as relações de precedência entre as diversas atividades e planejar o cumprimento dos prazos. Dentro deste contexto, este trabalho tem como objetivo propor o sequenciamento produtivo para um estaleiro náutico com fabricação sob encomenda, utilizando o método PERT/CPM. Para isso, realizou-se um levantamento bibliográfico para revisar e identificar as principais características desse sistema produtivo e sua gerência, bem como do método de sequenciamento produtivo. Em seguida, foi feita a coleta de dados por meio de entrevistas semiestruturadas e também a coleta de tempos com formulário padrão para uma embarcação foco do estudo. Os dados foram aplicados na construção da rede PERT/CPM, uma técnica amplamente difundida que permite o mapeamento geral de atividades produtivas, destacando seus caminhos críticos e folgas. Isso possibilita a criação de um sequenciamento eficiente e seguro para a empresa. O sequenciamento gerado por essas operações resultou em uma redução de cerca de 54% no tempo total de construção da embarcação foco do trabalho, diminuindo de 11,5 dias para 5,3 dias.

Palavras-chave: PERT/CPM; Produção sobre encomenda; MTO; Sequenciamento; Planejamento e controle da produção; PCP; náutica; eficiência.

ABSTRACT

In recent years, the national recreational boat market has shown steady growth. To take advantage of this rise, it is crucial for companies in this sector to invest in increasing productive efficiency. In make-to-order manufacturing, meeting deadlines is essential. Therefore, it is necessary to develop a robust sequencing system that allows the company to understand all precedence relationships between various activities and plan to meet deadlines. In this context, this work aims to propose a production sequencing for a shipyard with make-to-order manufacturing, using the PERT/CPM method. For this, a bibliographic survey was carried out to review and identify the main characteristics of this production system, as well as its management and the production sequencing method. Subsequently, data collection was conducted through semi-structured interviews and time collection using a standard form for the vessel focused on in the study. The data were applied to construct the PERT/CPM network, a widely used technique that allows the overall mapping of production activities, highlighting their critical paths and slack times. This enables the creation of an efficient and reliable sequencing for the company. The sequencing generated by these operations resulted in a reduction of about 54% in the total construction time of the vessel focused on in this work, reducing it from 11.5 days to 5.3 days.

Keywords: PERT/CPM; Produção sobre encomenda; MTO; Sequenciamento; Planejamento e controle da produção; PCP; náutica; eficiência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interfaces do PCP com algumas áreas funcionais	22
Figura 2 – Os sistemas produtivos e suas estratégias competitivas	23
Figura 3 – Exemplo de Programa mestre de produção	25
Figura 4 - Exemplo arranjo físico posicional.....	27
Figura 5 - Exemplo arranjo físico posicional.....	28
Figura 6 – Cronograma de Gantt.....	30
Figura 7 – Rede PERT/CPM	31
Figura 8 – Etapas metodológicas	34
Figura 9 – Exemplo da lista de atividades produtivas aplicadas pela empresa.....	37
Figura 10 – Exemplo de fluxo de processos realizados	39
Figura 11 – Cronograma produtivo utilizado pela empresa	41
Figura 12 – Embarcação selecionada	42
Figura 13 – Construção da Rede PERT/CPM e caminho crítico da produção.	46
Figura 14 – Exemplo de sequenciamento produtivo	48
Figura 15 – Gráfico de Gantt do sequenciamento proposto	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Naturezas dos planejamentos	22
Quadro 2 – Símbolos do fluxograma	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de atividades por setor	36
Tabela 2 – Mão de obra por setor produtivo.....	43
Tabela 3 – Exemplo de resultados das entrevistas	44
Tabela 4 – Conferência de confiabilidade dos valores pesquisados	44
Tabela 5 - Caminho crítico pelo sequenciamento produtivo.....	49
Tabela 6 – Calculo da variância total caminho crítico	51
Tabela 7 – Probabilidade e conclusão da embarcação em função de dias.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATO – Assembly-to-Order

CPM – Critical Path Method

ETO – Engineering-to-Order

MRP – Material Requirements Planning

MTO – Make-to-Order

MTS – Make-to-Stock

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PERT – Program Evaluation and Review Technique

PMP – Plano Mestre de Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVO	18
1.1.1	Objetivo geral	18
1.1.2	Objetivos específicos	18
1.2	JUSTIFICATIVA.....	18
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	21
2.1	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP).....	21
2.1.1	Plano mestre de produção (PMP)	24
2.1.2	Sistema de produção sob encomenda (MTO)	26
2.2	SEQUENCIAMENTO PRODUTIVO.....	28
2.2.1	Gráfico de Gantt	29
2.2.2	PERT/CPM	30
2.2.2.1	<i>Etapas para a elaboração de uma rede PERT/CPM</i>	32
3	METODOLOGIA	34
3.1	COLETA DE DADOS DA PESQUISA.....	35
4	APRESENTAÇÃO DOS DADOS	40
4.1	SCONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA.....	40
4.1.1	LÓGICA DE PRODUÇÃO DA EMPRESA	40
4.2	ESCOLHA DA EMBARCAÇÃO.....	42
4.3	TRATAMENTO DOS DADOS COLETADOS	43
4.4	MONTAGEM DA REDE PERT/CPM.....	45
4.5	SEQUENCIAMENTO PRODUTIVO.....	47
5	ANÁLISE DOS DADOS	51
5.1	ANÁLISE DO CAMINHO CRÍTICO	51
5.2	AVALIAÇÃO DO SEQUENCIAMENTO PROPOSTO	53
6	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A – LISTA DE TAREFAS PROPOSTA E TEMPOS OBTIDOS PELA ENTREVISTA	61
	APÊNDICE B – TAREFAS SEQUENCIADAS POR DIA	67

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a InvestSP (Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade) (2023), a indústria náutica brasileira demonstra um crescimento contínuo, tendo produzido aproximadamente 3,9 mil embarcações em 2019 e 4,5 mil em 2020 (1% da produção mundial), com expectativa de dobrar de tamanho entre 2019 e 2025. Concordante a isso, Silveira e Zibetti (2015) apontam que o turismo náutico, um segmento de turismo praticado em muitos lugares do mundo, é visto como uma forte alavanca para impulsionar o desenvolvimento de regiões que dispõem de recursos hidrográficos ou marítimos.

Assim, o investimento no setor náutico mostra-se um importante fator de aprimoramento socioeconômico, contribuindo para o desenvolvimento local e a geração de empregos. Nesse sentido, para que um estaleiro se estabeleça de forma robusta e competitiva o planejamento estratégico é essencial.

Planejamento é uma formalização do que deve acontecer em algum tempo no futuro (Slack, Brandon-Jone; Johnson, 2018, p. 466). Conforme explicado por Tubino (2007), em uma empresa com manufatura sob encomenda, o foco é atender necessidades específicas dos clientes, com datas específicas a serem cumpridas. Para Souza (2019), esse modelo de produção não se submete a previsão de demanda, pois os produtos são feitos por encomenda, e somente após o pedido ser confirmado o processo de fabricação terá início.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), o processo de decisão de qual tarefa deve ser realizada primeiro em determinado centro de trabalho é denominado sequenciamento ou definição de prioridades. Para Barbosa (2017), o sequenciamento está entre os principais tipos de problemas de programação na produção; solucioná-los implica na redução de custos gerados por atrasos.

A técnica mais empregada para planejar, sequenciar e acompanhar projetos é a técnica conhecida como PERT (Program Evaluation and Review Technique)/CPM Critical Path Method) (Tubino, 2007, p. 126). Segundo Eloy et al. (2019), essa técnica tem como objetivo minimizar contratempos em projetos, conhecer previamente as atividades críticas, estabelecer quando cada tarefa deve começar, e ser um instrumento de planejamento, coordenação e controle do projeto.

A partir dos conhecimentos supracitados e com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da indústria náutica nacional, o presente trabalho propõe a implementação de um sequenciamento produtivo em um estaleiro náutico com produção sob encomenda utilizando PERT/CPM.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo gerar uma proposta de sequenciamento produtivo para uma embarcação com produção sob encomenda em um estaleiro náutico utilizando PERT/CPM.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar bibliografia sobre planejamento da produção e técnica PERT/CPM;
- Coletar os tempos e relações de precedência das atividades produtivas da embarcação em estudo;
- Construir rede PERT/CPM com todas as atividades associadas à montagem da embarcação;
- Sequenciar as atividades minimizando folgas produtivas;
- Gerar gráfico de Gantt.

1.2 JUSTIFICATIVA

A pesquisa visa desenvolver o sequenciamento produtivo em uma empresa de médio porte com fabricação sob encomenda. Segundo Filho e Thurer (2012), pequenas e médias empresas que utilizam esse método de fabricação enfrentam dificuldades para melhorar seu Planejamento e Controle da Produção (PCP), uma vez

que a maioria das pesquisas e soluções são focadas em grandes empresas com ambientes de produção repetitivos.

Assim, o presente trabalho é relevante, pois demonstra a aplicação do sequenciamento produtivo em uma indústria náutica sob encomenda. De acordo com Telles (2014), a crescente demanda por produtos e serviços náuticos impulsiona a dinâmica socioeconômica em várias regiões do Brasil. O autor destaca que as embarcações de recreio se tornaram um dos pilares da indústria marítima.

O trabalho pretende contribuir com o sequenciamento produtivo em uma empresa com fabricação sob encomenda utilizando a ferramenta PERT/CPM. Essa ferramenta pode ser aplicada em pequenas e médias empresas uma vez que demanda pouco poder computacional. Como explicado por Tubino (2007), para que uma empresa que aplique esse sistema se comprometa com datas de entrega confiáveis, o PCP deve dispor de um calendário de carregamento dos recursos (gráfico de Gantt).

Nessa conjuntura, o presente trabalho almeja trazer contribuições no desenvolvimento de sequenciamentos produtivos em empresas com fabricação sob encomenda, garantindo ao PCP dessas companhias uma gerência mais segura de sua produção.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta o tema do trabalho, a justificativa, bem como os objetivos gerais e específicos da pesquisa. A introdução tem como propósito contextualizar o leitor e definir a importância da investigação proposta.

O segundo capítulo trata da fundamentação teórica, nele são exploradas as principais teorias, conceitos e estudos anteriores que fundamentam a pesquisa. O capítulo fornece a base teórica necessária para a compreensão dos aspectos abordados no trabalho.

No terceiro capítulo, são apresentadas as metodologias utilizadas para a coleta e análise dos dados. A escolha da abordagem metodológica é justificada e detalhamento dos procedimentos de pesquisa.

O quarto capítulo apresenta os dados coletados durante a pesquisa, bem como as características principais da companhia utilizada de base para pesquisa. Esse capítulo visa apresentar o contexto em que a pesquisa foi realizada, além do tratamento dos dados.

O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa, bem como a análise realizada. A discussão dos resultados é baseada nos conhecimentos obtidos no referencial teórico, permitindo uma compreensão aprofundada dos resultados em relação aos objetivos do estudo.

No sexto capítulo, são sintetizados os principais resultados e conclusões do trabalho. Além disso, são discutidas as limitações da pesquisa e apresentadas sugestões para estudos futuros. Este capítulo encerra o trabalho com uma visão geral das contribuições da pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO (PCP)

A atividade de planejamento e controle trata da gestão da alocação contínua de recursos e atividades para garantir que os processos da operação sejam eficientes e reflitam a demanda dos clientes por produtos e serviços (Slack; Brandon-Jone; Johnson, 2018, p. 464).

Como explicado por Tubino (2007), para um sistema produtivo transformar um produto, ele precisa ser pensado em termos de prazos, nos quais planos são elaborados e ações são executadas com base nesses planos, para que, ao fim desses prazos, os eventos planejados se tornem realidade. Complementando essa ideia, Nascimento (2020) define o planejamento como um exercício sistemático que tende a reduzir a incerteza envolvida nos processos decisórios e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de realização dos objetivos, desafios e metas estabelecidos para a empresa. O planejamento estratégico busca maximizar os resultados e minimizar os riscos nas tomadas de decisões das empresas (Tubino, 2007, p.35).

O processo de planejamento é contínuo. Em cada momento, deve-se ter a noção da situação presente, a visão de futuro, os objetivos pretendidos (que podem alterar-se ao longo do tempo) e o entendimento de como esses elementos afetam as decisões que se devem tomar hoje (Corrêa; Corrêa; 2007).

De acordo com Andrade e Fernandes (2018) as companhias necessitam planejar e coordenar cada etapa na disponibilização de um produto desde as etapas iniciais do projeto do produto, passando pela produção, distribuição e serviços pós-venda.

Slack, Brandon-Jone e Johnson (2018) descrevem que a natureza das atividades de planejamento e controle muda ao longo do tempo. Para eles, existem 3 tipos de planejamento, longo, médio e curto prazo. O Quadro 1 apresenta a descrição dos autores para cada natureza de planejamento.

Quadro 1 – Naturezas dos planejamentos

<i>Natureza</i>	<i>Características</i>
Longo prazo	Os gerentes de produção fazem planos relativos ao que pretendem fazer, que recursos precisam e que objetivos esperam atingir. A ênfase está mais no planejamento do que no controle porque há ainda pouco a ser controlado. Eles usarão previsões da demanda provável, descritas em termos agregados.
Médio prazo	Os planos são mais detalhados, avaliando a demanda global que a operação deve atender de maneira parcialmente desagregada.
Curto prazo	muitos dos recursos terão sido definidos e será difícil fazer grandes mudanças. Entretanto, intervenções a curto prazo serão possíveis se as coisas não correrem conforme os planos.

Fonte: Adaptado de Slack, Brandon-Jone e Johnson (2018)

Nesse contexto o setor de PCP desempenha um papel fundamental. Este setor é responsável por receber informações provenientes dos diversos departamentos da organização, elaborar estratégias, tomar decisões e controlar a implementação e os resultados dessas ações. A Figura 1 apresenta as interfaces do PCP com outros setores de uma companhia

Figura 1 – Interfaces do PCP com algumas áreas funcionais



Fonte: Andrade e Fernandes (2018)

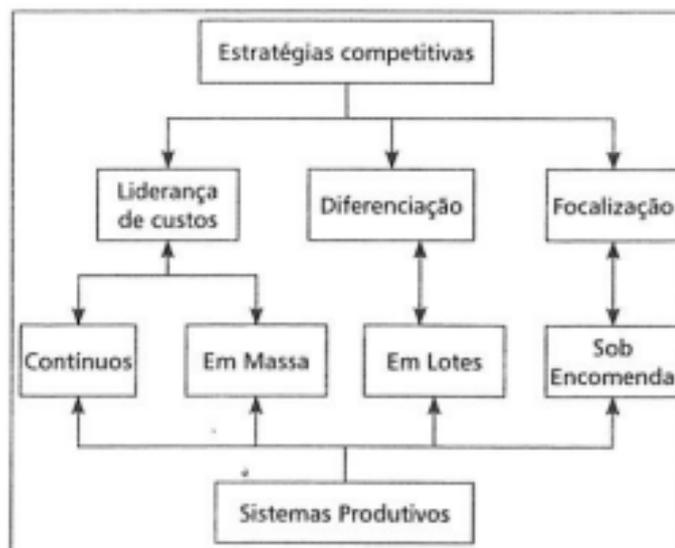
As estratégias de produção do PCP dizem respeito ao padrão de decisões e ações estratégicas que definem o papel, os objetivos e as atividades da produção (Slack; Brandon-Jone; Johnson, 2018, p.135).

Tubino (2007) elucida a existência de três estratégias genéricas de margem/volume que podem ser empregadas pelas empresas na competição do mercado, são elas:

- Liderança em custos: nessa estratégia a empresa deverá buscar a produção ao menor custo possível, podendo com isto praticar os menores preços do mercado e aumentar o volume de vendas;
- Diferenciação: nela busca-se a exclusividade em alguma característica do produto que seja mais valorizada pelos clientes;
- Focalização: aqui a empresa focará suas habilidades em um determinado grupo de clientes e com isto atendê-los melhor do que os demais competidores do mercado oferecendo-lhes exclusividade no projeto do produto.

Tubino (2007) acrescenta que a escolha da estratégia produtiva se relaciona ao sistema produtivo em que a companhia está inserida. A Figura 2 apresenta essa relação.

Figura 2 – Os sistemas produtivos e suas estratégias competitivas



Fonte: Tubino (2007).

Como exposto por Souza (2019) entender adequadamente os diversos sistemas produtivos é essencial na determinação das técnicas, ferramentas e

métodos que auxiliarão na gestão dos processos produtivos nos diferentes ambientes de produção. A autora apresenta os sistemas produtivos em quatro diferentes categorias:

- Produção para estoque (Make-to-Stock – MTS): caracteriza-se pela alta padronização de seus produtos, onde é baseado principalmente em previsões de demandas;
- Montagem sob encomenda (Assembly-to-Order – ATO): caracteriza-se por um sistema onde materiais e subconjuntos são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes;
- Produção sob encomenda (Make-to-Order – MTO): nesse sistema a produção somente iniciará seu processo após o pedido ser realizado pelo cliente;
- Engenharia sob encomenda (Engineering-to-Order – ETO): neste modelo, as especificações do cliente serão inicialmente transformadas em projeto do produto, para depois seguir para produção,

Em uma companhia onde o cumprimento de prazos é essencial, cabe ao PCP (Planejamento e Controle da Produção) conectar os diferentes agentes da cadeia produtiva. Segundo Tubino (2007), o planejamento-mestre da produção permite ao PCP analisar e validar a capacidade de médio prazo do sistema produtivo para atender à demanda. Além disso, ele identifica as quantidades de produtos acabados que devem ser produzidas, iniciando assim o processo de programação da produção.

2.1.1 Plano mestre de produção (PMP)

Para que o planejamento e controle da produção sejam efetivos, é essencial estabelecer planos e metas pela empresa. O planejamento-mestre de produção desempenha um papel fundamental no gerenciamento produtivo, pois fornece as bases para a construção do PCP, garantindo o atendimento às demandas e o desenvolvimento de estratégias produtivas.

O planejamento-mestre de produção está encarregado de desmembrar os planos produtivos estratégicos de longo prazo em planos específicos de produtos acabados (bens ou serviços) para o médio prazo, no sentido de direcionar etapas de programação e execução das atividades operacionais da empresa (montagem, fabricação e compras). A partir do planejamento-mestre da produção, a empresa passa a assumir compromissos de

montagem dos produtos acabados, fabricação das partes manufaturadas internamente, e da compra dos itens e matérias-primas produzidos pelos fornecedores externos (Tubino, 2007, p.51).

Um dos principais benefícios é a otimização do fluxo de produção, uma vez que a sincronização entre o PMP e o PCP permite uma melhor alocação de recursos e uma gestão mais eficiente dos prazos de entrega. Como explicado por Tubino (2007), dentro do PCP o PMP possui a função de direcionar a programação da produção para atender aos pedidos dos clientes no curto prazo e permite a análise e validação do sistema produtivo em atender demandas futuras.

Slack, Brandon-Jone e Johnson (2018), definem os programas mestres de produção como registros escalonados no tempo de cada produto final, neles contém a posição da demanda e do estoque atualmente disponível de cada item acabado. Com base nessas informações, o estoque disponível é projetado antecipadamente. Quando houver estoque insuficiente para satisfazer a demanda futura, as quantidades pedidas são inseridas na linha do programa mestre. A Figura 3 apresenta um exemplo de programa mestre proposto pelos autores. A “Demanda” apresenta a necessidade de material naquele momento, já o “Estoque disponível” apresenta quanto ainda há de estoque, a linha do “PMP” mostra quantos itens precisam ser concluídos e disponibilizados em cada semana para satisfazer a demanda e por fim “Em mãos” apresenta o estoque inicial do material.

Figura 3 – Exemplo de Programa mestre de produção

Número da semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda	10	10	10	10	15	15	15	20	20
Estoque disponível	20	10	0	10	0	0	0	0	0
PMP	0	0	10	10	15	15	15	20	20
Em mãos	30								

Fonte: Slack, Brandon-Jone e Johnson (2018)

A atuação do PMP dentro da linha produtiva está ligada com a estratégia da produção da companhia. De acordo com Tubino (2007) ao se traçarem os rumos estratégicos da produção, decidindo sobre um aumento ou redução da produção, existem três grupos de alternativas que podem ser seguidas, são elas: manter uma

taxa de produção constante, manter uma taxa de produção casada com a demanda e variar a taxa de produção em patamares.

Em conclusão, o planejamento-mestre de produção é essencial para a eficácia do planejamento e controle da produção. Ao transformar planos estratégicos em ações operacionais, o PMP assegura a sincronização entre demanda e capacidade produtiva, otimizando o fluxo de produção e reduzindo custos, garantindo assim a eficiência e competitividade da empresa.

Segundo Leão (2014), para que o controle desempenhe um papel proativo na identificação e correção das causas dos problemas, ele deve ser realizado em tempo real. Isso permite uma intervenção direta nos processos de produção, expandindo sua função além da simples inspeção ou certificação. Dessa forma ferramentas como o MRP (Material Requirements Planning) podem ser aplicadas para viabilizar esse tipo de controle eficiente.

Existe uma variedade de formulários que possibilitam supervisionar e manter o controle dos processos de manufatura, mas geralmente essas informações são preenchidas de forma manual, acarretando uma grande demanda de anotações, como por exemplo: horário de início, horário fim de uma operação, motivos de paradas dentre outros (em regra, as pessoas não registram todas as informações). Com a aplicação do MRP, é possível gerenciar toda a produção por meio de um terminal, sem ter que analisar planilhas paralelas, pois o sistema de MRP integra todas as operações, permitindo o controle da produção (Guerra; Silva; Tondolo, 2014, p.54).

Um PMP bem dimensionado garante que as demandas produtivas sejam atendidas de maneira eficiente e no tempo necessário. Em um sistema MTO, onde o cumprimento dos prazos é essencial para a competitividade da empresa, a precisão e a adequação do PMP são cruciais para assegurar que a produção atenda às exigências específicas de cada pedido, mantendo a qualidade e a pontualidade das entregas.

2.1.2 Sistema de produção sob encomenda (MTO)

Como exposto por Americo e Costa (2019), a produção MTO é um sistema onde a empresa entrega seu produto no tempo solicitado pelo cliente, com a finalidade de entregar um produto conforme o cliente solicita. Para os autores, empresas com esse modelo de produção possuem máquinas não automatizadas e processos pouco padronizados.

Como exposto por Souza (2019), o gerenciamento em um sistema de produção sob encomenda é considerado um processo quase artesanal devido às constantes mudanças no projeto dos produtos, o que gera em alguns casos aumento no lead time de produção e pode comprometer a qualidade do final do produto.

De acordo com Americo e Costa (2019), no sistema de produção sob encomenda, necessita o controle de todos os seus processos, objetivando sempre a produção e a entrega de qualidade aos seus clientes, cumprindo as datas estipuladas. O PCP atua, portanto, antes, durante e depois do processo produtivo.

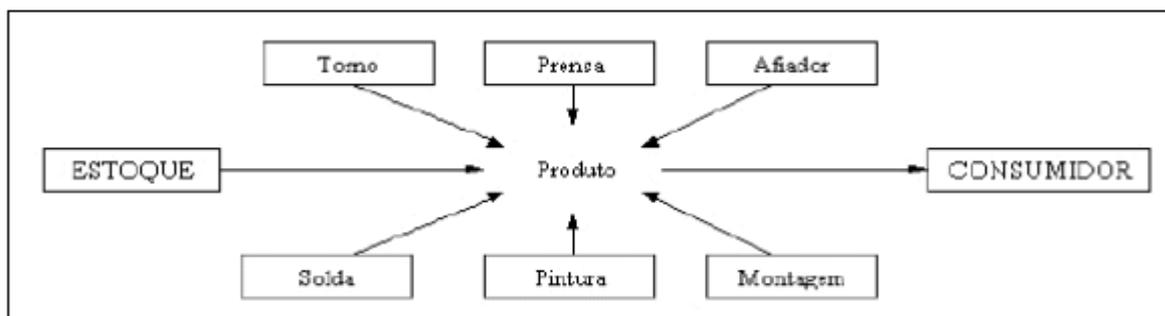
No contexto MTO, muitas atividades produtivas podem ser realizadas simultaneamente, bem como, dependentes entre si. Isso significa que organizações com essas características devem utilizar ferramentas de programação de produção.

De acordo com Leão (2014), o controle dos projetos está intrinsecamente entrelaçado com o planejamento, uma vez que um estabelece metas e os percursos, enquanto o outro garante que o curso seja mantido e metas sejam alcançadas.

Slack, Brandon-Jones e Johnson (2018) explicam que o "arranjo físico" (ou layout) de um processo refere-se à maneira como os recursos de transformação são posicionados entre si, como suas várias tarefas são alocadas a esses recursos e a aparência geral desses recursos. Eles afirmam que, em um sistema MTO (Make to Order), dois layouts são aplicáveis: o de posição fixa e o funcional.

O arranjo físico posicional ou de "posição fixa" é, de certa forma, uma contradição em termos, já que os recursos transformados não se movem entre os processos. Em vez de materiais, informações ou clientes fluírem por uma operação, quem sofre o processamento fica no lugar, enquanto equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário (Slack; Brandon-Jone; Johnson, 2018, p.334). A Figura 4 apresenta o em exemplo da estrutura de um arranjo físico posicional.

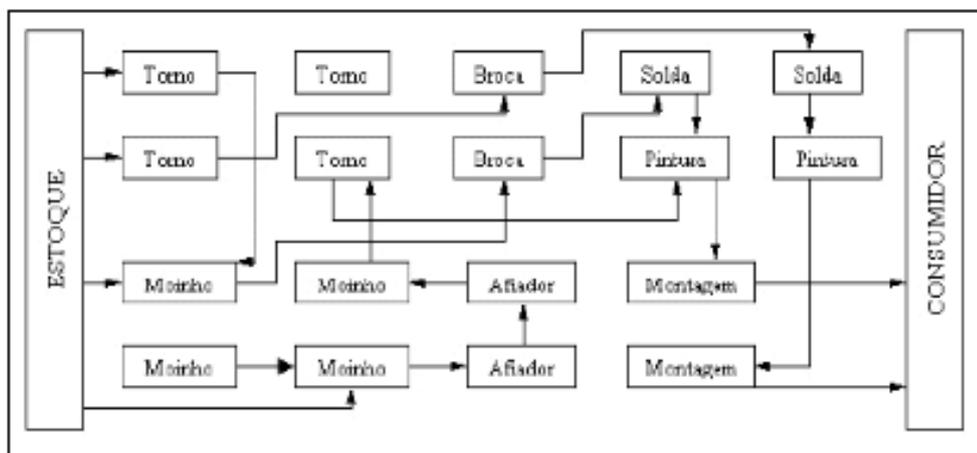
Figura 4 - Exemplo arranjo físico posicional



Fonte: Hora et al. (2011)

No arranjo físico funcional, os recursos ou processos semelhantes estão localizados juntos. Isso pode ocorrer porque é conveniente agrupá-los ou porque a utilização dos recursos de transformação é melhorada. Isso significa que, quando produtos, informações ou clientes fluem pela operação, eles percorrem um roteiro de atividade a atividade, de acordo com suas necessidades (Slack, Brandon-Jone e Johnson, 2018, p.335). A Figura 5 apresenta o em exemplo da estrutura de um arranjo físico funcional.

Figura 5 - Exemplo arranjo físico posicional



Fonte: Hora et al. (2011)

Por fim, Slack, Brandon-Jones e Johnson (2018) afirmam que um arranjo físico pode ser considerado "bom" se atender aos objetivos das metas estratégicas, como segurança, acessibilidade, uso eficiente do espaço, uso do capital, uso do espaço, minimizar atraso e flexibilidade a longo prazo.

2.2 SEQUENCIAMENTO PRODUTIVO

Para o correto acompanhamento e controle da produção, é essencial a uma companhia desenvolver seu sequenciamento produtivo. Sequenciar a produção é uma forma de ordenar diferentes operações de forma a otimizar o uso de recursos e alcançar os objetivos de maneira mais eficiente possível.

Nesse sentido, Pinedo (2005) complementa apontando que para o planejamento e programação de projetos de grandes escalas, onde a força de trabalho é limitada, pode ocorrer que dois trabalhos não possam ser processados ao mesmo

tempo, mesmo que ambos sejam permitidos para começar no que diz respeito às restrições de precedência.

Exemplos de tais projetos são empreendimentos imobiliários, construção de centros de geração de energia, desenvolvimento de software e lançamentos de naves espaciais. Outras aplicações incluem projetos na indústria de defesa, como o projeto, desenvolvimento e construção de porta-aviões e submarinos nucleares (Pinedo, 2005, p.52).

Assim, o sequenciamento produtivo é essencial para o acompanhamento e controle eficazes da produção, permitindo a otimização de recursos e cumprimento de prazos. Conforme discutido por Barbosa (2017) e Pinedo (2005), o sequenciamento ordena as tarefas de maneira a gerenciar a escassez de recursos e a lidar com as restrições de precedência, especialmente em projetos de grande escala e alta complexidade.

Segundo Vizzotto (2022), o gráfico de Gantt, também conhecido como gráfico de barras, consiste em uma ferramenta utilizada para visualizar, de forma mais clara, o cronograma de atividades de um projeto. Ele é apresentado em detalhes na próxima seção.

2.2.1 Gráfico de Gantt

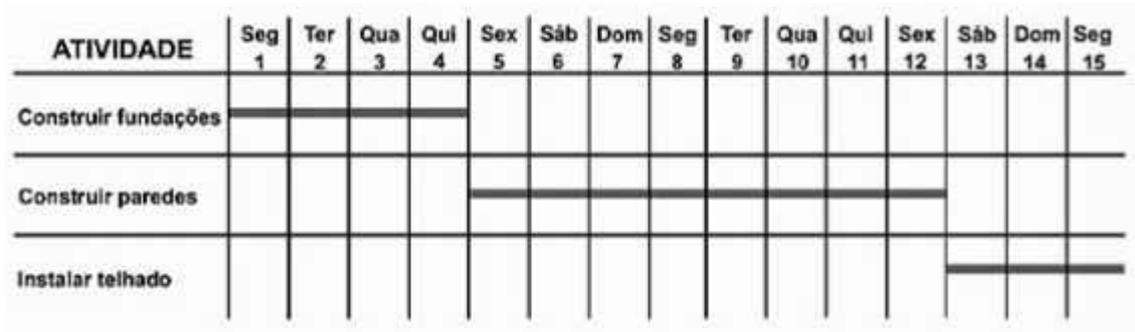
De acordo com Lorenzi, Guimarães e Severo (2015), os gráficos de Gantt possibilitam a empresa testar programações. Os autores adicionam que o teste de diversas alternativas pode trazer bons resultados, pela existência de vários fatores que interferem na decisão do sequenciamento da produção.

Para Mattos (2010) o cronograma de Gantt é simples, constituindo apenas de uma linha de tempo com barras que representam a duração da atividade. O autor complementa afirmando que a ferramenta constitui uma importante ferramenta de controle, porque é visualmente atraente, fácil de ser lido e apresenta de maneira simples e imediata a posição relativa das atividades ao longo do tempo.

Concordante a isso Pfaffenzeller et al. (2015) afirma que gráfico de barras com sua clareza e poder de comunicação representa também uma interessante ferramenta de acompanhamento e controle, na medida em que se pode representar também por meio de barras, o desenvolvimento real da obra, comparado com o programado.

A Figura 6 apresenta um exemplo de cronograma produtivo de Gantt com os períodos separados em dias.

Figura 6 – Cronograma de Gantt



Fonte: Mattos (2010)

Por fim Monteiro (2022) explica que os princípios fundamentais do gráfico de Gantt são:

- A eficiência, visando maximizar entregas dentro de um período de tempo;
- A objetividade, proporcionando um entendimento rápido e claro de qual atividade deve ser trabalhada em determinado período;
- A determinação, assegurando que o plano seja executado sem desvios;
- A análise, onde o trabalho é dividido em tarefas detalhadas antecipadamente para promover maior eficiência;
- A responsabilidade, com cada tarefa tendo responsáveis claros por sua execução; e
- Na sequencialidade, garantindo que, após a conclusão de uma atividade, esta seja “congelada” e a próxima seja realizada na ordem correta para assegurar a execução precisa do projeto.

2.2.2 PERT/CPM

O Critical Path Method (CPM), ou método do caminho crítico, é uma ferramenta de grande importância para o sequenciamento produtivo ao identificar as atividades mais críticas e determinar sua sequência. Isso permite uma alocação

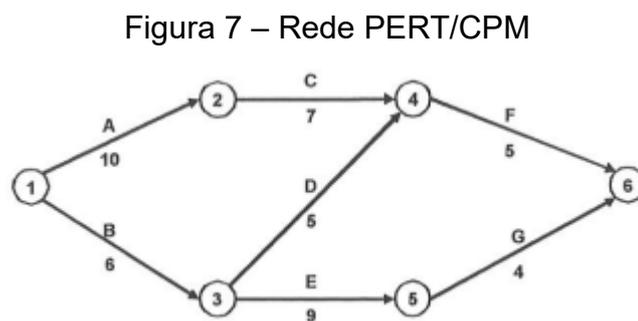
precisa de recursos e um foco direcionado nas áreas que impactam diretamente o prazo de entrega. Além disso, o CPM ajuda a otimizar o fluxo de trabalho, minimizando tempos de espera e atrasos na produção, resultando em uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis.

Pfaffenzeller et al. (2015) expõe que CPM é um método de apuração do caminho crítico a partir de uma sequência de atividades que, por sua vez, permite destacar o caminho crítico, ou seja, quais atividades não podem sofrer mudanças sem que isso comprometa o prazo final de entrega. No mesmo sentido, Vizzotto (2022) aponta que o método garante a obtenção de informações sobre a existência ou não de folgas nas atividades.

Para Pinedo (2005), o algoritmo que produz um cronograma do tempo total da programação de tarefas mínimo é relativamente simples. Para isso deve-se começar com tempo zero, com todas as tarefas que não possuam antecessores, quando forem concluídas inicia-se o processamento das tarefas predecessoras.

Para garantir a funcionalidade do CPM é preciso antes obter os tempos necessários para cada atividade. Para isso, a ferramenta PERT (Program Evaluation and Review Technique) é utilizada. Para Vizzotto (2022), PERT consiste em um método probabilístico o qual foi criado para determinação de um prazo. Já Pfaffenzeller et al. (2015) descrevem PERT como uma média ponderada de três durações possíveis de uma atividade (otimista, mais provável e pessimista).

Assim, a rede PERT/CPM é uma rede formada por um conjunto de setas e nós, os quais as setas representam as atividades do projeto que consomem determinado recursos e/ou tempo, já os nós representam o momento de início e fim das atividades, os quais são chamados eventos Tubino (2007). A Figura 7 apresenta um modelo de uma rede PERT/CPM:



Fonte: Tubino (2007)

É importante notar na Figura 7 que algumas tarefas (4, 6) exigem duas ou mais predecessoras. Nesse caso, a tarefa só pode ser iniciada após a conclusão de todas as predecessoras, com o início marcado pelo término da última delas, enquanto as predecessoras restantes terão um tempo de folga.

2.2.2.1 Etapas para a elaboração de uma rede PERT/CPM

Para elaborar a rede PERT/CPM algumas etapas devem ser seguidas, de acordo com Tubino (2007), a primeira providência para elaborar a rede a PERT/CPM consiste em elaborar uma rede, ou diagrama, que represente as dependências entre todas as atividades que compõe um projeto. A partir da montagem da rede, pode-se trabalhar com os tempos e a distribuir os recursos necessários para atingir a previsão de conclusão

Nessa segunda etapa serão calculados os tempos esperados de cada uma das atividades da rede. Segundo Vizzotto (2022), o método PERT utiliza os tempos máximos (a) (sendo o tempo mais pessimista), mínimos (b) (sendo o tempo mais otimista) e normais (m) (sendo o tempo mais provável) de produção, a partir dos quais é possível estimar o tempo esperado (t_e) para duração de uma tarefa. O tempo esperado é dado pela equação 1:

$$t_e = \frac{a+4m+b}{6} \quad (1)$$

A partir dessa etapa, já é possível identificar o caminho crítico no sistema. Em seguida, na terceira etapa, calcula-se a variância (σ^2) do sistema. Para Tubino (2007) a variância, que estabelece o grau de incerteza associado à previsão, é estimada como a sexta parte da diferença entre as previsões mais otimistas e pessimistas. Essa variância é dada pela equação 2:

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \quad (2)$$

Na quarta etapa, a variância total (σ_{cp}^2) do sistema é calculada. De acordo com Pinedo (2005), para se obter uma estimativa da variância do tempo total deve-se focar apenas no caminho crítico e desconsideramos todos os outros trabalhos. Como os trabalhos no caminho crítico precisam ser processados um após o outro, a variação do tempo total de processamento de todos os trabalhos no caminho crítico pode ser estimada pela equação 3:

$$\sigma_{cp}^2 = \sum_{j \in J_{cp}} \sigma_j^2 \quad (3)$$

Em que “ J_{cp} ” corresponde ao conjunto de atividades pertencentes ao caminho crítico e “ σ_j^2 ” corresponde à variância de cada uma dessas atividades.

Por último, de acordo com Tubino (2007), como os tempos de realização são probabilísticos, é de suma importância estimar a probabilidade do término de um projeto em determinado prazo. Dessa forma, o autor emprega o tempo total esperado e a variância total do caminho crítico, obtendo o fator de probabilidade (K) associado a tabela da curva normal a uma probabilidade de conclusão. A equação 4 apresenta a determinação do fator “K” em função do tempo total do caminho crítico (t_{total}), tempo preestabelecido (t) e a variância total do caminho crítico (σ_{cp})

$$K = \frac{t - t_{total}}{\sqrt{\sigma_{cp}^2}} \quad (4)$$

Com o uso da ferramenta PERT/CPM, não apenas a gestão obtém uma visualização clara das interdependências entre as atividades produtivas, mas também assegura a probabilidade de cumprimento dos prazos de maneira eficaz.

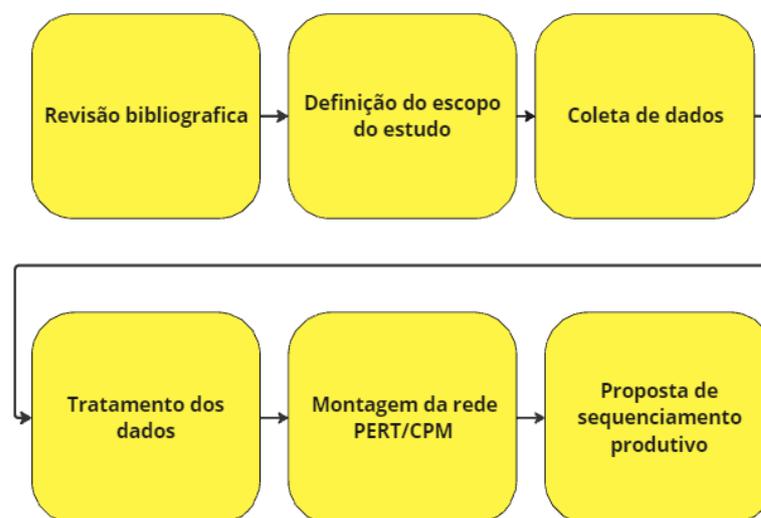
3 METODOLOGIA

A Metodologia é, em termos gerais, a maneira como um pesquisador conduz a pesquisa. É a forma como ele escolhe lidar com uma questão específica (Jonker; Pennink, 2010, p.17). O estudo de caso reúne uma grande quantidade de informações com riqueza em detalhes para descrição e conhecimento da empresa, com pouco controle sobre os fatos e com foco no contexto de vida real (Wahyuni, 2012. p.4).

Para Creswell (2009), o processo de uma pesquisa quantitativa envolve surgimento de questões e procedimentos; coleta de dados no ambiente dos participantes; análise dos dados indutivamente, partindo de aspectos específicos para temas gerais; e interpretações do significado dos dados. Já em pesquisas quantitativas as variáveis são medidas, tipicamente por instrumentos de modo que dados numerados possam ser analisados usando procedimentos estatísticos.

Segundo Zambello et al. (2018), diversos métodos e técnicas estão à disposição do pesquisador, e uma mesma pesquisa pode comportar mais de um deles. No projeto, deve-se esclarecer qual opção foi feita em relação à utilização desses métodos e técnicas. Devido a isso, a Figura 8 explicita as etapas metodológicas abordadas no trabalho, com o objetivo de trazer clareza a respeito dessas etapas metodológicas.

Figura 8 – Etapas metodológicas



Fonte: Autor (2024)

Após a definição da empresa em estudo e o tema ser voltado para o sequenciamento do processo produtivo, uma revisão bibliográfica (Etapa 1) foi conduzida utilizando plataformas acadêmicas reconhecidas, como Scopus, Scielo, Google Scholar, além de repositórios acadêmicos. O objetivo da revisão foi identificar as principais metodologias de sequenciamento produtivo existentes na literatura. A pesquisa nas bases foi realizada no período de fevereiro à maio de 2024 de forma não-estruturada, utilizando as palavras-chave "make-to-order", "MTO", "planejamento", "planejamento e controle da produção - PCP", "plano-mestre de produção - PMP", "gerenciamento", "sequenciamento", "PERT" e "CPM".

Na etapa 2 definiu-se o escopo do estudo em uma reunião realizada pelo pesquisador com os gestores da empresa, de forma presencial, na primeira semana de abril. Nesta reunião, as principais problemáticas da empresa relacionadas ao planejamento da produção foram levantadas. Por fim, verificou-se a necessidade de reordenar as atividades e os tempos de execução das atividades para um melhor aproveitamento da capacidade instalada na linha produtiva da embarcação com maior volume de vendas da empresa.

Na etapa 3 realizou-se a coleta de dados utilizando entrevistas semiestruturadas e também coleta de tempos com formulário padrão. Os dados foram coletados no período de março e abril de 2024. O tratamento dos dados (etapa 4) foi realizado utilizando planilhas eletrônicas. A coleta dos dados é detalhada na seção 4.3.

Após o levantamento de todos os tempos produtivos da embarcação em estudo, construiu-se a rede PERT/CPM (etapa 5) utilizando o software MIRO[®]. Nessa ferramenta, foi elaborado o diagrama CPM com o intuito de identificar o caminho crítico do sistema produtivo.

Por fim, o sequenciamento do processo (etapa 6) foi realizado utilizando o software MS Project[®], que possibilitou criar um diagrama de Gantt das atividades a partir de algumas restrições do processo e do caminho crítico previamente elaborado.

3.1 COLETA DE DADOS DA PESQUISA

Para Creswell (2009), o processo de uma pesquisa qualitativa envolve surgimento de questões e procedimentos; coleta de dados no ambiente dos participantes; análise dos dados indutivamente, partindo de aspectos específicos para

temas gerais; e interpretações do significado dos dados. Já em pesquisas quantitativas as variáveis são medidas, tipicamente por instrumentos de modo que dados numerados possam ser analisados usando procedimentos estatísticos.

Um dos métodos para obtenção dos tempos das atividades é a cronoanálise, segundo Bortoli (2013), esse método é utilizado para cronometrar e realizar análises do tempo que um operador leva para realizar uma tarefa no fluxo produtivo. O autor expõe que o uso da cronoanálise é indicado quando há necessidade de melhorar a produtividade e entender detalhadamente o que ocorre no processo produtivo.

Para ser confiável o método demanda um grande número de amostragens. Dessa forma para obtenção dos tempos a partir dessa metodologia, ela já deve estar implementada na rotina fabril.

Devido à ausência dessa implementação e ao grande número de atividades realizadas simultaneamente em uma embarcação, a abordagem utilizada para o sequenciamento foi a realização de entrevistas semiestruturadas com os seis funcionários mais experientes de cada setor produtivo. Esses funcionários forneceram informações detalhadas sobre os tempos de execução das atividades e suas relações de precedência. A pesquisa foi baseada nas listas de tarefas utilizadas pelo estaleiro e teve como objetivo obter os tempos mais otimistas, pessimistas e normais de cada atividade. No total, foram coletadas 228 atividades produtivas, divididas por setor de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Número de atividades por setor

<i>Setor</i>	<i>Número de atividades</i>
Marcenaria	37
Hidráulica	59
Elétrica	38
Montagem	41
Pré montagem	32
Mecânica	21

Fonte: Autor (2024).

A Figura 9 apresenta um trecho de uma das listas de tarefas utilizadas pela companhia.

Figura 9 – Exemplo da lista de atividades produtivas aplicadas pela empresa

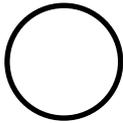
LISTA DE TAREFAS - XXX			
BARCO/OP: XXX		FO-PD-001 - REV 00	
CLIENTE: XXX		Prev. Início:	
SETOR: Montagem		Prev. Fim:	
Nº	TAREFAS	DATA	NOME
1	Instalação da chapa do Chassi/OP		
2	Instalação verdugo		
3	Instalação cunhos (6)		
4	Instalação escada de popa		
5	Instalação tampa da escada de popa		
6	Instalação U-Boat caixa de âncora		
7	Instalação U-Boat de proa		
8	Instalação U-Boats popa		

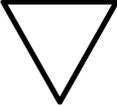
Fonte: Autor (2024).

Além disso, foram identificadas as relações de precedência e as principais características de cada atividade, que são compostas por diversas subatividades, como posicionar abraçadeiras, apertar parafusos e colar.

Para garantir a fidelidade dos tempos obtidos na pesquisa, algumas atividades foram acompanhadas com uso do fluxograma de processos. Segundo a ABPMP (2019, p. 100), um fluxograma é baseado em um conjunto de símbolos simples para operações, decisões e outros elementos primários do processo. Para Peinado e Graeml (2007, p.145), o fluxograma apresenta de forma mais simples e visível o processo utilizado para a realização de qualquer tarefa. O Quadro 2 expõe os principais símbolos presentes em um fluxograma de processos.

Quadro 2 – Símbolos do fluxograma

<i>Símbolo</i>	<i>Descrição</i>
	<u>Operação</u> : ocorre quando se modifica intencionalmente um objeto em qualquer de suas características físicas ou químicas, ou também quando se monta ou desmonta componentes e partes.
	<u>Transporte</u> : ocorre quando um objeto ou matéria prima é transferido de um lugar para o outro, de uma seção para outra, de um prédio para outro. Obs: apenas o manuseio não representa atividade de transporte

	<u>Espera ou demora</u> : Ocorre quando um objeto ou matéria prima é colocado intencionalmente numa posição estática. O material permanece aguardando processamento ou encaminhamento
	<u>Inspeção</u> : ocorre quando um objeto ou matéria-prima é examinado para sua identificação, quantidade ou condição de qualidade
	<u>Armazenagem</u> : ocorre quando um objeto ou matéria-prima é mantido em área protegida específica na forma de estoque.

Fonte: Peinado e Graeml (2007, p.145)

No fluxograma de processos, os tempos de cada operação também são coletados. Essa coleta de tempo da realização de uma tarefa por etapas garante que tempos de atividades não relacionadas a produção, como pausas para banheiro, reunião e almoço sejam desconsiderados. A Figura 10 apresenta um dos fluxogramas realizados durante a coleta de dados.

Além de garantir uma aferição precisa de cada atividade que compõe o processo produtivo, essa ferramenta também garante a documentação de todas as atividades necessárias para produção garantindo a identificação de possíveis oportunidades de melhorias.

Figura 10 – Exemplo de fluxo de processos realizados

Código do fluxograma: FL-001		Data: 30/abr							
OP:		Atividade				Atual	Proposto	Ganhos	
Setor	HID PRÉ MONTAGEM DO TANQUE DE COMBUSTIVEL	Operação	○	8					
		Transporte	⇨	0					
		Espera	⏸	2					
		Inspeção	□	2					
		Armazenamento	▽	0					
Possui dependencia: (X) não () sim		Distância total (m):				0			
Se sim, o que?		Tempo total:				25:05:00			

DESCRIÇÃO		DISTÂNCIA (m)	TEMPO INICIAL	TEMPO FINAL	TEMPO TOTAL	TIPO DE ATIVIDADE				
						○	⇨	⏸	□	▽
1	Inspeccionar plug da boia do tanque		15:28:00	15:30:00	00:02:00	○	⇨	⏸	□	▽
2	Ajustar plug da boia do tanque		15:30:00	15:37:00	00:07:00	●	⇨	⏸	□	▽
3	Fixar plug da boia do tanque		15:37:00	15:40:00	00:03:00	●	⇨	⏸	□	▽
4	Ajustar boia do tanque		15:40:00	15:51:00	00:11:00	●	⇨	⏸	□	▽
5	Passar cola no bocal		16:02:00	16:04:00	00:02:00	●	⇨	⏸	□	▽
6	Esperar cura da cola		16:04:00	16:30:00	00:26:00	○	⇨	⏸	□	▽
7	Testar boia		16:21:00	16:30:00	00:09:00	○	⇨	⏸	■	▽
8	Ajustar pescador		16:25:00	16:27:00	00:02:00	●	⇨	⏸	□	▽
9	Conferir pescador		16:27:00	16:28:00	00:01:00	○	⇨	⏸	■	▽
10	Instalar pecador		16:28:00	16:29:00	00:01:00	●	⇨	⏸	□	▽
11	Instalar tampão (não necessario no caso de Diesel)		16:29:00	16:30:00	00:01:00	●	⇨	⏸	□	▽
12	Aguardar 24hrs secagem total da cola		16:43:00	16:43:00	24:00:00	○	⇨	⏸	□	▽

Fonte: Autor (2024).

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA EMPRESA

A organização selecionada para análise foi um estaleiro náutico situado na grande Florianópolis, em Santa Catarina. Especializado na construção de embarcações de fibra de vidro com dimensões que variam de 5,5 a 11 metros, o estaleiro emprega predominantemente métodos de fabricação manual.

A organização é composta por duas unidades operacionais, localizadas em cidades distintas. A planta de laminação, responsável pela produção dos cascos, convés e estruturas de fibra de vidro. Já a planta de montagem, onde as embarcações são equipadas com todos os componentes e finalizadas para entrega.

4.1.1 LÓGICA DE PRODUÇÃO DA EMPRESA

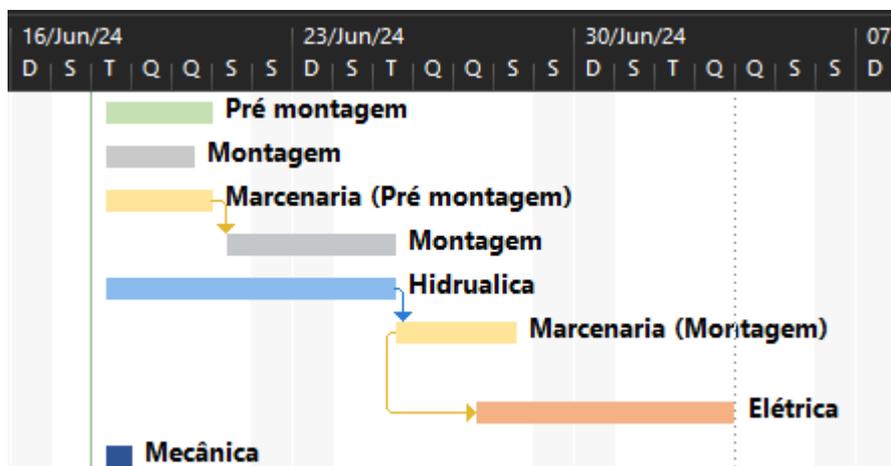
O presente trabalho será realizado com base no estudo da planta de montagem, que é organizada em setores especializados, a saber: montagem, mecânica, elétrica, marcenaria, hidráulica e pré-montagem. No setor de montagem, os componentes que compõem a embarcação são instalados. O setor elétrico cuida dos sistemas elétricos, enquanto o de marcenaria fabrica e instala os móveis. O setor hidráulico trata dos sistemas de água e combustível. A pré-montagem prepara os componentes. O setor mecânico instala e ajusta os motores e sistemas de propulsão, garantindo que as embarcações estejam prontas para navegação. Vale ressaltar que setores que não agreguem valor ao barco, como retrabalho de acabamento e finalização não foram considerados.

A empresa deste estudo tem a produção baseada no modelo MTO, ou seja, o processo de produção da embarcação só ocorre após a pedido ser realizado, a busca da satisfação dos clientes ocorre através da diferenciação da qualidade com checklists sendo realizados ao fim de cada etapa produtiva. A partir da compra, a ordem de produção (OP) é emitida, inserindo assim a embarcação no cronograma produtivo.

As plantas de fabricação são gerenciadas de forma independente, com a planta responsável pela laminação atuando como fornecedora para a linha de montagem. Esta planta envia as peças e o casco finalizados para a planta de montagem.

Na empresa, não há sequenciamento formal das atividades; o cronograma de produção é baseado no momento em que cada setor deve iniciar suas atividades. O tempo estimado de trabalho para cada setor é obtido empiricamente, com base em experiências anteriores com outras embarcações. O gráfico de Gantt utilizado para o cronograma produtivo está apresentado na Figura 11.

Figura 11 – Cronograma produtivo utilizado pela empresa



Fonte: Autor (2024)

As listas de atividades produtivas respectivas a cada setor ficam dispostas na escada de acesso à embarcação; nelas os funcionários responsáveis pela execução de cada atividade assinam a data de conclusão de cada atividade. A sequência de realização de cada atividade é definida pelo líder de cada setor. A lista de atividade de cada setor está disponível no Apêndice A.

Atualmente, os valores utilizados para o sequenciamento produtivo são obtidos através da média de um banco de dados composto pelos últimos três anos de produção. Esses valores, no entanto, englobam diversos gargalos produtivos, refletindo ineficiências e variabilidades presentes em projetos anteriores.

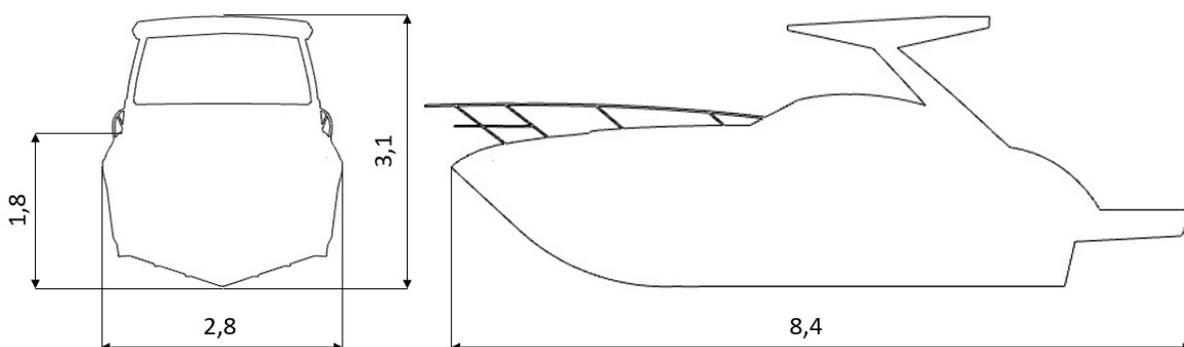
4.2 ESCOLHA DA EMBARCAÇÃO

A empresa foco do estudo possui cerca de 11 modelos de embarcações, os quais possuem um amplo leque de customizações. Para selecionar o modelo para realização dos estudos buscou-se o que melhor representasse os potenciais desafios enfrentados no setor produtivo.

O modelo selecionado para o presente trabalho foi uma embarcação de 8,4 metros de comprimento, 2,8 metros de boca e 1,8 metros de pontal. Esta embarcação possui com hard top e motorização de centro rabeta, tem capacidade para 13 passageiros mais 1 tripulante. Com tempo de produção de 11,5 dias produtivos (101,12 horas). Este modelo específico foi escolhido devido à sua popularidade no mercado, representando aproximadamente 22% da produção em sua versão cabinada. Considerando ambos os modelos, cabinada e proa aberta, essa participação no mercado aumenta para 35% das embarcações produzidas na empresa.

O modelo cabinado foi escolhido, uma vez que engloba todos os setores produtivos, possuindo cabine completa com quarto, cozinha e banheiro, casaria e espaço gourmet. Vale ressaltar que, para garantir maior abrangência do projeto, não foram considerados a inclusão de opcionais. A embarcação selecionada está representada na Figura 12.

Figura 12 – Embarcação selecionada



Fonte: Autor (2024)

Para fabricação de suas embarcações a empresa possui 3 equipes (A, B e C) destinadas respectivamente as embarcações de pequeno, médio e grande porte, com cada equipe subdividida entre os setores produtivos. A Tabela 2 apresenta o número de funcionários de cada setor para equipe B, destinada a produção da embarcação foco do estudo.

Tabela 2 – Mão de obra por setor produtivo

<i>Setor</i>	<i>Mão de obra</i>
Marcenaria	4
Elétrica	3
Mecânica	2
Hidráulica	1
Montagem	5
Pré montagem	1

Fonte: Autor (2024)

Vale ressaltar que essa mão de obra está disponível para a produção do modelo como um todo, e não para cada embarcação individualmente. Isso significa que os funcionários estão divididos entre diversas embarcações em produção simultaneamente.

4.3 TRATAMENTO DOS DADOS COLETADOS

A seção 3.1 apresentou a metodologia utilizada para a coleta dos dados em campo. Foram realizadas entrevistas com os funcionários mais experientes dos seis setores. Além disso, foram feitas 10 tomadas de tempo utilizando o fluxograma de processos para conferir a confiabilidade dos valores apontados nas pesquisas. Para exemplificar, a Tabela 3 apresenta algumas atividades do setor produtivo, juntamente com seus tempos mínimos (a), normais (m) e máximos (b), bem como o tempo esperado, dado em minutos e convertido para dias, obtidos a partir das entrevistas, além da variância em dias². É importante observar que, quanto maior a variância, maior será o grau de incerteza associado àquela atividade.

Tabela 3 – Exemplo de resultados das entrevistas

ELÉTRICA						
Tarefa	a [min]	m [min]	b [min]	Te [min]	Te [dias]	σ^2 [dias ²]
Furações para passagem dos chicotes elétricos	25	30	40	30,8	0,06	1,35E-04
Furações para instalação das tomadas	25	30	40	30,8	0,06	1,35E-04
Colocação do semar	10	15	30	16,7	0,03	2,39E-4
Passagem chicote elétrico principal DC e AC 12 V e guincho	50	60	80	61,7	0,12	5,38E-04
Passagem chicote elétrico principal AC 110V	30	40	50	40,0	0,08	2,39E-04

Fonte: Autor (2024)

Com a finalidade de garantir a segurança dos valores pesquisados, as aferições foram obtidas a partir de tomadas de tempo. A Tabela 4 apresenta os tempos aferidos a partir das tomadas de tempos e, bem como os valores máximos e mínimos apresentados coletados durante a entrevista com os funcionários. Para que os valores obtidos pelas pesquisas sejam julgados confiáveis os valores apontados pelas tomadas de tempo devem estar dentro dos intervalos de tempos mínimos e máximos pesquisados.

Tabela 4 – Conferência de confiabilidade dos valores pesquisados

Tarefa	Tempo aferido (min)	Tempo mínimo (min)	Tempo máximo (min)	Conferência
Instalar moldura do armário do micro-ondas	20	20	30	Ok
Ajustar anteparas do banheiro	58	40	80	Ok
Instalação das janelas laterais	142	120	160	Ok
Pré montagem tanque de combustível	25	20	60	Ok
Pré montagem tanque de água	16	10	30	Ok
Instalação do HT	65	40	180	Ok

Passagem mangueira do HT	28	20	60	Ok
Passagem chicote elétrico do HT	47	40	90	Ok
Instalação botão do WC	45	30	60	Ok
Instalar vigias	78	40	80	Ok

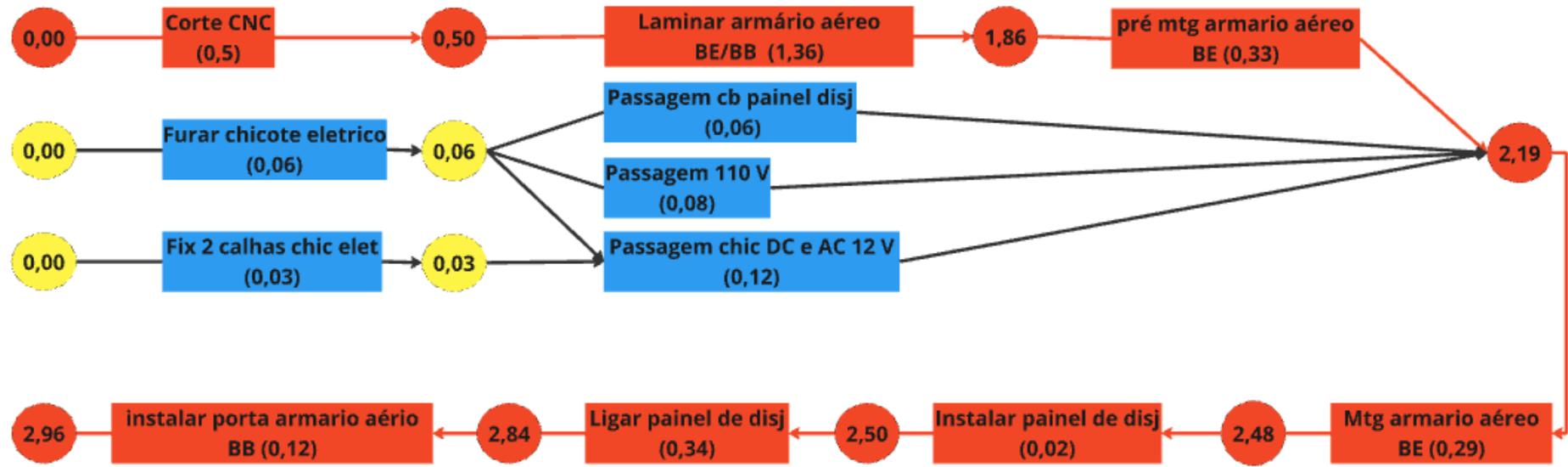
Fonte: Autor (2024)

Dessa forma, é possível verificar que todos os valores aferidos estão dentro do intervalo de estipulados pelas pesquisas, garantindo assim segurança para continuidade do estudo.

4.4 MONTAGEM DA REDE PERT/CPM

Para a construção da rede PERT/CPM, utilizou-se o software MIRO[®]. Nessa ferramenta, foi elaborado o diagrama CPM com o intuito de identificar o caminho crítico do sistema produtivo. A Figura 13 apresenta um trecho da construção da rede PERT/CPM juntamente com o caminho crítico destacado em vermelho. Durante a elaboração da rede, cada atividade foi devidamente nomeada e interrelacionada, seus tempos médios esperados foram identificados, abaixo da nomenclatura, com unidade em dias, sendo um dia equivale a 8,8 horas (tempo comercial de funcionamento da empresa). Os círculos amarelos representam os eventos de início e fim de cada atividade com o valor em seu interior representando o instante em que a atividade pode ser iniciada contando a partir do tempo inicial zero.

Figura 13 – Construção da Rede PERT/CPM e caminho crítico da produção.



Fonte: Autor (2024).

A partir do caminho crítico apontado, é possível verificar que em uma produção sem restrição de mão de obra, onde as tarefas possam ser realizadas de maneira simultânea, a conclusão da embarcação seria realizada em aproximadamente 2,96 dias.

4.5 SEQUENCIAMENTO PRODUTIVO

As atividades e relações de precedências foram inseridas no software MS Project®, juntamente com o tempo esperado (t_e) para sua conclusão. Junto a isso, foram atribuídas algumas premissas para direcionar o sequenciamento produtivo, são elas:

- O funcionário de um setor só realizará uma atividade por vez;
- O mesmo operador iniciará a próxima atividade imediatamente após o término da anterior;
- A embarcação possui espaço restrito em seu interior, dessa forma o mínimo de funcionários deve operar simultaneamente;
- O sequenciamento será realizado para a construção de uma embarcação básica, ou seja, sem seus opcionais;
- As peças e insumos estarão disponíveis no momento necessário.

Para atender a restrição de espaço no interior da embarcação foram selecionados apenas 1 operador por setor for selecionado por embarcação, apenas a marcenaria contendo 2. Dessa forma, mesmo o máximo de funcionários possíveis no interior da embarcação será 7.

Para a realização do sequenciamento, é necessário definir previamente a lógica pela qual as atividades serão organizadas. Dessa forma, a seguinte lógica foi aplicada:

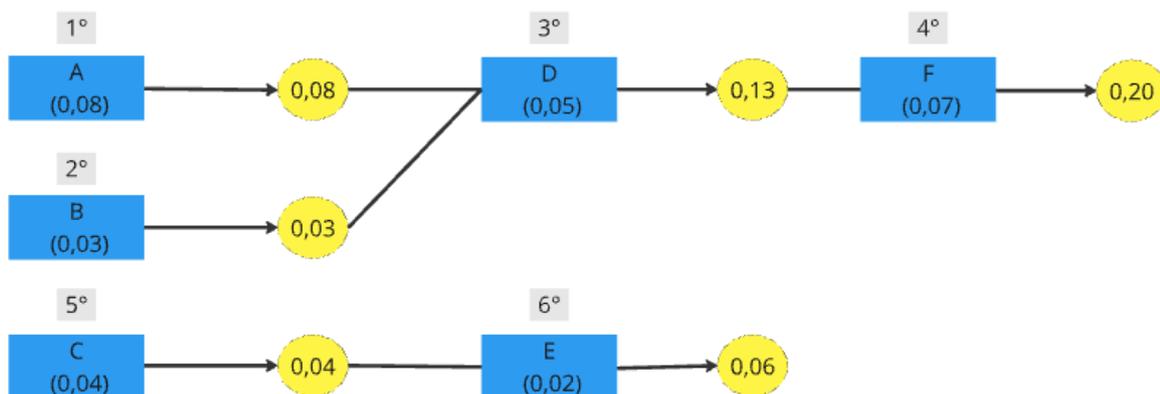
- As ranquear os caminhos produtivos do PERT/CPM do maior para o menor tempo de finalização, dando prioridade à produção dos maiores;
- Caso haja tempo hábil em uma folga produtiva, atividades posteriores serão adiantadas;

- Atividades que possam interferir na execução de outras, como a instalação de tampas e acabamentos que possam obstruir o acesso a outras regiões, serão realizadas posteriormente.

Após a conclusão destas atividades, a prioridade foi dada ao próximo caminho com maior tempo de conclusão. A fim de garantir a maior eficiência produtiva, períodos de espera e folga foram preenchidos com tarefas do caminho subsequente, pertencentes ao respectivo setor de produção.

A Figura 14 apresenta um exemplo de como o sequenciamento produtivo é realizado com a restrição de apenas um funcionário. O caminho A-D-F não possui folgas produtivas, ou seja, as atividades podem ser realizadas sem esperas. No entanto, devido à restrição, as atividades 'A' e 'B' não podem ser realizadas simultaneamente e precisam ser finalizadas antes que D seja iniciada. Assim, a prioridade foi dada à atividade de maior valor, 'A', seguida pela atividade de menor valor, 'B', garantindo a execução de 'D'. As atividades 'C' e 'E' pertencem a um caminho de menor tempo de conclusão, por isso só serão realizadas após o término de F.

Figura 14 – Exemplo de sequenciamento produtivo



Fonte: Autor (2024).

Um ponto importante a ser observado é que, caso apenas a atividade A fosse destinada a um setor diferente (ou seja, executada por outro funcionário), as atividades B e D teriam uma folga produtiva de 0,05 dias, o que possibilitaria a execução de C. A Tabela 5 apresenta o novo caminho crítico gerado a partir do

sequenciamento. As atividades estão organizadas da primeira até a última, com seus instantes de início e fim dados em dias, sendo o instante zero o início da produção de todo o projeto.

Tabela 5 - Caminho crítico pelo sequenciamento produtivo

Ordem	Duração [Dias]	Tarefa	Início [Dias]	Fim [Dias]
1ª	0,12	Furação da cabine	0	0,12
2ª	0,23	Distribuição das mangueiras de água quente e fria	0,12	0,35
3ª	0,12	Instalar conexões de distribuição de água doce de proa	0,35	0,47
4ª	0,03	Furações casco/convés	0,47	0,5
5ª	0,08	Instalação dos bocais do tanque de combustível e água	0,5	0,58
6ª	0,01	Instalação do EVA no bocal do tanque de água doce e combustível	0,58	0,59
7ª	0,06	Instalação entradas/saídas de casco/costado	0,59	0,65
8ª	0,04	Conexão da mangueira de saída do costado	0,65	0,69
9ª	0,02	Fixação e conexão das mangueiras da cozinha	0,69	0,71
10ª	0,36	Ajuste da pia da cozinha	0,71	1,07
11ª	0,06	Furação da pia da cozinha	1,07	1,13
12ª	0,06	Passagem da mangueira do ralo do WC	1,13	1,19
13ª	0,11	Instalação da entrada e saída do vaso (WC)	1,19	1,3
14ª	0,06	Passagem da mangueira do vaso (WC)	1,3	1,36
15ª	0,06	Conexão entrada e saída de costado (WC)	1,36	1,42
16ª	0,12	Ajuste dos acrílicos	1,42	1,54
17ª	0,11	Instalar misturador no acrílico	1,54	1,65
18ª	0,08	Pré montagem do tanque de combustível	1,65	1,73
19ª	0,04	Pré montagem do tanque de água	1,73	1,77
20ª	0,02	Teste tanque água doce	1,77	1,79
21ª	0,12	Instalação do tanque de água	1,79	1,91
22ª	0,06	Furações casa de maquinas (hidráulica)	1,91	1,97
23ª	0,02	Ajuste das furações	1,97	1,99
24ª	0,06	Passagem das mangueiras do porão	1,99	2,05
25ª	0,06	Conexão do "T" da saída de costado	2,05	2,11

26ª	0,06	Instalação do ralo do cockpit	2,11	2,17
27ª	0,06	Conexão das mangueiras do ralo do cockpit	2,17	2,23
28ª	0,17	Montagem da pia da cozinha	2,23	2,4
29ª	0,11	Moldura do tampo da pia	2,4	2,51
30ª	0,5	Pré montagem armário do WC	2,51	3,01
31ª	0,11	Ajuste anteparas do WC	3,01	3,12
34ª	0,58	Montagem anteparas do WC	3,12	3,7
35ª	0,11	Montagem armário do WC	3,7	3,81
36ª	0,11	Pré montar lixeira do WC	3,81	3,92
37ª	0,03	Montar lixeira do WC	3,92	3,95
38ª	0,28	Pré montagem armário aéreo do micro-ondas	3,95	4,23
39ª	0,29	Montar armário aéreo micro-ondas	4,23	4,52
40ª	0,06	Instalar moldura do armário aéreo micro-ondas	4,52	4,58
41ª	0,06	Instalar moldura de alumínio da porta WC	4,58	4,64
42ª	0,06	Instalar fechadura da porta do WC	4,64	4,7
43ª	0,06	Instalar borracha da porta do WC	4,7	4,76
44ª	0,06	Instalar porta do WC	4,76	4,82
45ª	0,06	Degrau de acesso a cabine	4,82	4,88
46ª	0,11	Instalar moldura da geleira	4,88	4,99

Fonte: Autor (2024).

O sequenciamento completo é apresentado no Apêndice B. Nele, as atividades foram enumeradas e separadas por dia. Com a finalidade de facilitar o acompanhamento da produção, cada tarefa foi dividida em dias produtivos, com seus tempos esperados dados em horas.

5 ANÁLISE DOS DADOS

5.1 ANÁLISE DO CAMINHO CRÍTICO

Após o sequenciamento obtido na seção 4.5, é necessário analisar a probabilidade de conclusão do projeto em um período pré-determinado. Conforme detalhado na seção 2.2.2.1, a variância associada ao projeto é determinada pela soma das variâncias de cada tarefa que compõe o caminho crítico (Equação 3). A Tabela 6 apresenta as atividades pertencentes ao caminho crítico, bem como seus tempos, variância e somatória.

Tabela 6 – Calculo da variância total caminho crítico

Tarefa	Tempo mínimo [dias]	Tempo normal [dias]	Tempo máximo [dias]	Tempo esperado [dias]	σ^2 [dias ²]
Moldura do tampo da pia	0,09	0,11	0,13	0,11	3,99E-05
Pré montagem armário do WC	0,21	0,23	0,25	0,23	4,71E-04
Montagem da anteparas do WC	0,45	0,50	1,00	0,58	8,26E-03
Montagem armário aéreo BE	0,23	0,25	0,50	0,29	2,07E-03
Pré montar lixeira do WC	0,09	0,11	0,13	0,11	3,99E-05
Montar lixeira do WC	0,02	0,03	0,04	0,03	9,96E-06
Pré montagem armário do micro-ondas	0,34	0,23	0,42	0,28	1,59E-04
Montar armário aéreo micro-ondas	0,09	0,11	0,13	0,11	3,99E-05
Instalar moldura do armário aéreo micro-ondas	0,04	0,06	0,09	0,06	8,97E-05
Instalar moldura de alumínio da porta WC	0,05	0,06	0,08	0,06	2,24E-05
Instalar fechadura da porta do WC	0,02	0,03	0,04	0,03	9,96E-06
Instalar borracha da porta do WC	0,05	0,06	0,07	0,06	9,96E-06
Instalar porta do WC	0,08	0,11	0,15	0,11	1,59E-04
Degrau de acesso a cabine	0,05	0,06	0,07	0,06	9,96E-06
Instalar moldura da geleira	0,09	0,11	0,13	0,11	3,99E-05
Furação da cabine	0,09	0,11	0,15	0,12	8,97E-05
Distribuição das mangueiras de água quente e fria	0,19	0,23	0,28	0,23	2,49E-04
Instalar conexões de distribuição de água doce de proa	0,09	0,11	0,15	0,12	8,97E-05
Furações casco/convés	0,02	0,03	0,04	0,03	6,38E-06
Instalação dos bocais do tanque de combustível e água	0,06	0,08	0,09	0,08	3,99E-05
Instalação do EVA no bocal do tanque de água doce e combustível	0,02	0,01	0,03	0,01	4,88E-06

Instalação entradas/saídas de casco/costado	0,05	0,06	0,08	0,06	2,24E-05
Conexão da mangueira de saída do costado	0,03	0,04	0,06	0,04	2,24E-05
Fixação e conexão das mangueiras da cozinha	0,02	0,02	0,03	0,02	4,88E-06
Ajuste da pia da cozinha	0,28	0,34	0,50	0,36	1,29E-03
Furação da pia da cozinha	0,04	0,06	0,08	0,06	3,99E-05
Passagem da mangueira do ralo do WC	0,05	0,06	0,08	0,06	2,24E-05
Instalação da entrada e saída do vaso (WC)	0,09	0,11	0,13	0,11	3,99E-05
Passagem da mangueira do vaso (WC)	0,09	0,11	0,13	0,11	3,99E-05
Conexão entrada e saída de costado (WC)	0,04	0,06	0,08	0,06	3,99E-05
Ajuste dos acrílicos	0,09	0,11	0,15	0,12	8,97E-05
Instalar misturador no acrílico	0,09	0,11	0,13	0,11	3,99E-05
Pré montagem do tanque de combustível	0,04	0,08	0,11	0,08	1,59E-04
Pré montagem do tanque de água	0,01	0,02	0,02	0,02	2,49E-06
Teste tanque água doce	0,01	0,02	0,02	0,02	3,99E-07
Instalação do tanque de água	0,02	0,04	0,06	0,04	3,99E-05
Furações casa de maquinas (hidráulica)	0,05	0,06	0,09	0,06	6,23E-05
Ajuste das furações	0,02	0,02	0,03	0,02	4,88E-06
Passagem das mangueiras do porão	0,05	0,06	0,08	0,06	2,24E-05
Conexão do "T" da saída de costado	0,05	0,06	0,07	0,06	9,96E-06
Instalação do ralo do cockpit	0,05	0,06	0,07	0,06	9,96E-06
Conexão das mangueiras do ralo do cockpit	0,05	0,06	0,07	0,06	9,96E-06
Montagem da pia da cozinha	0,09	0,11	0,17	0,12	1,59E-04
Somatório					1,40E-02

Fonte: Autor (2024).

A partir do somatório das variâncias pertencentes ao caminho crítico é possível calcular o valor de probabilidade K (Equação 4). Considerando a variância total do caminho crítico e assumindo que a duração do projeto segue uma distribuição normal, a Tabela 7 apresenta algumas probabilidades de finalização em função de um período de dias (t).

Tabela 7 – Probabilidade e conclusão da embarcação em função de dias

t [dias]	K	Probabilidade
4,6	-3,29	0%
4,65	-2,87	0%
4,7	-2,45	1%
4,75	-2,02	2%
4,8	-1,60	5%
4,85	-1,18	12%
4,9	-0,76	22%
4,95	-0,34	37%

5	0,08	53%
5,05	0,51	70%
5,1	0,93	82%
5,15	1,35	91%
5,2	1,77	96%
5,25	2,19	99%
5,3	2,62	100%

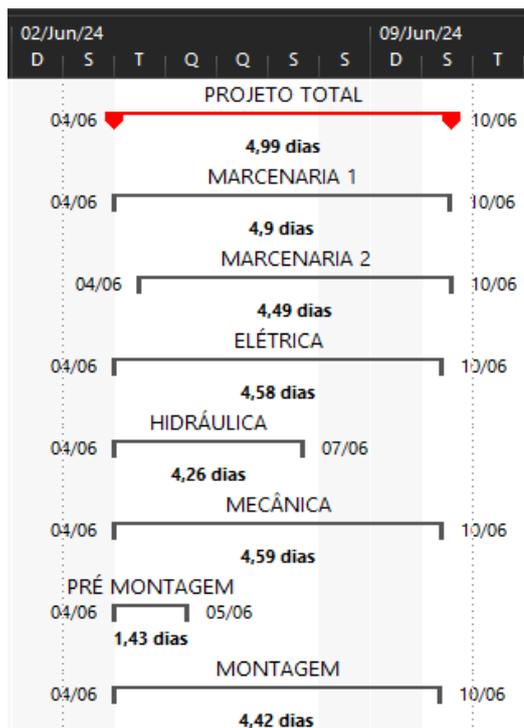
Fonte: Autor (2024).

A partir da demonstração, pode-se concluir que existe uma probabilidade de conclusão da embarcação aplicando o sequenciamento produtivo proposto em 4,7 dias. A relevância é maior a partir de 5,05 dias, com 70% de probabilidade de conclusão, e alcançando 100% após 5,3 dias.

5.2 AVALIAÇÃO DO SEQUENCIAMENTO PROPOSTO

Para simplificar a visualização e a avaliação do sequenciamento proposto, as atividades foram agrupadas de acordo com a mão de obra responsável por sua execução, segregadas por setor. A análise revelou que o tempo total de conclusão do projeto sofreu um ajuste significativo, reduzindo-se para aproximadamente 5 dias, o que representa uma diminuição de cerca de 54% em relação ao tempo atual. A Figura 15 apresenta o gráfico de Gantt geral, por áreas, do sequenciamento proposto.

Figura 15 – Gráfico de Gantt do sequenciamento proposto



Fonte: Autor (2024).

A discrepância entre os valores tempo total do sequenciamento proposto e do método atual, de 4,99 para pode ser atribuída ao excesso de folgas entre as atividades no planejamento atual, como instalação de opcionais não considerados no sequenciamento e gargalos produtivos na cadeia de supply. As folgas poderiam resultar da ausência de um sequenciamento lógico, o que leva à priorização de atividades não críticas que deveriam ser realizadas posteriormente.

Para garantir a aplicação do sequenciamento proposto, bem como os ganhos de eficiência demonstrados, alguns itens devem estar implementados, são eles:

- Implantação de sistemas MRP – instalação de sistemas que permitam acompanhar as demandas e andamentos da produção em tempo real.
- Implantação de kits por atividades – Cada atividade produtiva deve possuir seu próprio kit separado e conferido antes do início da atividade;
- Qualidade pré processamento – Antes de um insumo entrar para processamento ele deve passar por uma inspeção de qualidade evitando assim, retrabalhos e ajustes no momento da produção.

O sequenciamento produtivo, atrelado a ferramentas de MRP, alimenta o PCP com informações cruciais sobre qual material será necessário e em que momento será necessário. Essa integração é vital para garantir a fluidez das operações e minimizar atrasos na produção.

Os terminais MRP desempenham um papel crucial ao garantir o abastecimento preciso da cadeia produtiva. Eles também fornecem ao PCP informações vitais, como o estágio atual do projeto e a estimativa de tempo de execução de cada atividade produtiva.

Além disso, além das exigências de aplicação do sequenciamento produtivo, algumas oportunidades de melhorias foram identificadas durante a realização das pesquisas, são elas:

- comunicação entre os setores – o almoxarifado deve ser informado sobre a necessidade de materiais no processo produtivo, e sugere-se que fique responsável pelo transporte dos produtos até a embarcação, conforme prevê o layout posicional;
- Implementar cronoanálise na rotina de produção – construir um banco de dados robusto a partir de amostragens realizadas periodicamente em busca de maior eficiência produtiva;
- reorganização do ambiente de trabalho – Garantir que as ferramentas e insumos necessários estejam de fácil acesso aos operadores;
- bancadas móveis de marcenaria – Implementar bancadas móveis com ferramentas para ajustes de peças próximo a embarcação, uma vez que o funcionário deve se deslocar à espaço destinado a marcenaria toda vez que necessita realizar um ajuste;
- estufa de secagem – muitas atividades realizadas na produção demandam espera para secagem de colas e silicones, o tempo destinado a essa secagem pode variar muito de acordo com a temperatura e humidade do ar, a presença de estufas controladas garantem maior uniformidade nesses tempos.

É de grande importância buscar melhorias que aumentem a eficiência do setor de marcenaria, uma vez que este possui uma presença significativa nos caminhos críticos, tanto da rede PERT/CPM quanto do sequenciamento produtivo. Isso significa

que qualquer redução de tempo nesse setor impactará diretamente o tempo final de conclusão da embarcação.

6 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo desenvolver um sequenciamento produtivo para uma empresa de médio porte na indústria náutica sob encomenda. Os resultados indicaram que a implementação de um sistema de sequenciamento otimizado, aliado a ferramentas de controle produtivo, como MRP, pode melhorar significativamente a eficiência e a gestão da produção, gerando uma redução de até 54%, diminuindo o tempo total de produção no tempo de produção de 11,5 para 4,99 dias.

O desenvolvimento dessa pesquisa demonstrou que é possível realizar o sequenciamento produtivo sem a necessidade de grande capacidade computacional, utilizando ferramentas como o PERT/CPM. Além disso, a pesquisa contribuiu para a literatura ao focar em um setor específico e pouco explorado.

A ausência de um banco de dados robustos com os tempos de execução das atividades foi uma das limitações encontradas para desenvolvimento da pesquisa, sendo necessário se basear no conhecimento de funcionários experientes da empresa. Um banco de dados robusto com intervalos de produção de tempo bem determinado pode trazer resultados diferentes do que os obtidos. Futuras pesquisas poderiam tratar dos impactos da implementação de ferramentas de MRP em estaleiros náuticos baseados na produção sobre encomenda.

As implicações teóricas incluem a integração de metodologias de sequenciamento produtivo adaptadas especificamente para o setor náutico. Por outro lado, as implicações práticas sugerem que empresas de médio porte podem se beneficiar significativamente da implementação de sistemas MRP e cronoanálise para aprimorar seu planejamento e controle da produção (PCP). Essas contribuições podem servir como base para futuras pesquisas e melhorias na área.

Além disso, outro ponto importante para investigação são as metodologias de PCP e sequenciamento produtivo em sistemas de produção com grande variação de projetos, como o Engineer-to-Order (ETO).

Este trabalho não apenas avançou o conhecimento acadêmico, mas também forneceu insights práticos que podem ser aplicados diretamente na indústria náutica, promovendo uma gestão mais eficiente e competitiva. A realização deste estudo proporcionou um significativo aprendizado pessoal, reforçando a importância de abordagens metodológicas.

REFERÊNCIAS

ABPMP. **BPM CBOK 3.0**: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de Conhecimento. 3. ed. Chicago: ABPMP International, 2019.

AGÊNCIA PAULISTA DE PROMOÇÃO DE INVESTIMENTOS E COMPETITIVIDADE. **Setor de embarcações recreativas no Brasil terá aumento de 200% na produção até 2025**: Estudo mostra que país tem enorme potencial de crescimento. InvestSP, São Paulo, 28 jul. 2023. Disponível em: < <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/setor-de-embarcacoes-recreativas-no-brasil-tera-aumento-de-200-na-producao-ate-2025/> >. Acesso em: 21 jun. 2024.

AMÉRICO, Gilvani André; COSTA, Carlos Alberto. **Planejamento e controle da produção em um ambiente de produção sob encomenda**. *Scientia Cum Industria*, v. 7, n. 2, pp. 68-75, 2019.

ANDRADE, José Henrique de; FERNANDES, Flávio Cesar Faria. **Barreiras e desafios para melhoria da integração interfuncional entre Desenvolvimento de Produto e Planejamento e Controle da Produção em ambiente Engineering-to-Order**. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 25, n. 3, p. 610-625, 2018.

BARBOSA, Larissa Bagini. **Otimização do sequenciamento de tarefas em máquinas paralelas com tempos de processamento diferentes**. Joinville, 2017.

BORTOLI, Henrique Weber. **Aplicação da cronoanálise para melhoria do processo de suprimento da linha de montagem de uma empresa de grande porte do ramo agrícola**. 2013. Horizontina, RS, 2013.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**: Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2007. ISBN 9788522442126.

CRESWELL, John W. **Research Design**: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Thousand Oaks: Sage, 2009.

ELOY, Thiago Pereira et al. **Aplicação de PERT/CPM ao projeto de construção de uma peça teatral**. XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Santos, 2019.

GUERRA, R. M. A.; SILVA, M. S. TONDOLO, V. A. G. **Planejamento das necessidades de materiais: ferramenta para a melhoria do planejamento e controle da produção**. GEPROS. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Bauru, Ano 9, nº 3, 46-60, 2014.

HORA, Henrique Rego Monteiro Da; COSTA, Helder Gomes; PAES, Alex Ferreira; PEREIRA, Lorena Santos; GUSMÃO, Mesaque Medeiros. **Análise crítica do layout de uma instituição financeira**: um estudo de caso em uma agência bancária. In:

ENCONTRO FLUMINENSE DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3., 2011, Rio de Janeiro: ENEPOR, 2011

JONKER, Jan; PENNINK, Bartjan W. **The Essence of Research Methodology: A Concise Guide for Master and PhD Students in Management Science**. Berlin: Springer, 2010.

LEÃO, Cibeli Ferrando. **Proposta de modelo para controle integrado da produção e da qualidade utilizando tecnologia de informação**. Porto Alegre, 2014.

LORENZI, Rafael Santos; GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro de; SEVERO, Eliana Andrea; CORTE, Vitor Francisco Dalla. **Utilização de gráfico de Gantt para programação da produção**. Revista Global Manager, v. 15, n. 1, 2015.

MATTOS, A. **Planejamento e controle de obras**, 1ª Ed. São Paulo. Editora Pini, 2010

MONTEIRO, Gustavo Coimbra. **Metodologias, Ferramentas e Aplicações de Gestão de Projetos em Cadeia de Suprimentos na Indústria**. Porto Alegre, 2022.

NASCIMENTO, Talison Marcolino. **Otimização do sequenciamento de tarefas em máquinas paralelas com tempos de processamento diferentes**. Fortaleza, 2020.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PFÄFFENZELLER, Marta Schmidt et al. **Lean thinking na construção civil: Estudo da utilização da filosofia lean em diferentes fluxos da construção civil**. Revista Iberoamericana de engenharia industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

PINEDO, Michael L. **Planning and scheduling in manufacturing and services**. New York: Springer Science, 2005.

SILVEIRA, Marcos Aurélio Tarlombani; ZIBETTI, Ruy Alberto. **O turismo náutico como vetor de desenvolvimento turístico da região hidrográfica do Paraguai: desafios e oportunidades**. V Cidesport (Congresso Internacional de Desempenho Portuário), 2018.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOUZA, Tainá Bernardes. **Os desafios no gerenciamento de processos de produção do tipo make to order: Uma Revisão de Literatura**. Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Taubaté, 2019.

TELLES, Daniel Hauer Queiroz. **Uso náutico do território e políticas de turismo no Brasil: técnica, trabalho e informação a partir de marinas em Angra dos Reis/RJ**. Revista do Departamento de Geografia – USP, v. 27, p. 248-281, 2014

THURER, Matthias; FILHO, Moacir Godinho. **Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Workload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP)**. Gestão e Produção, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 43-58, 2012.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. 1. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2007. ISBN 978522448456.

VIZZOTTO, João Pedro Nessler. **Análise da aplicação das ferramentas de planejamento, controle e execução de projetos em microempresa de construção civil**. Florianópolis, 2022.

WAHYNI, Dina. **The Research Design Maze: Understanding Paradigms, Cases, Methods and Methodologies**. Journal of Applied Management Accounting Research, v. 1, ed. 1, 2012.

ZAMBELLO, Aline Vanessa et al. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. 1. ed. Penápolis: FUNEP, 2018.

**APÊNDICE A – LISTA DE TAREFAS PROPOSTA E TEMPOS OBTIDOS
PELA ENTREVISTA**

MARCENARIA					
Tarefa	a	m	b	Te	Te
	min	min	min	min	dias
Corte CNC	253	264	274	263,8	0,50
Laminar armário aéreo BE/BB	649	708	798	713,17	1,35
Laminar demais móveis	442	482	552	487,00	0,92
Laminar anteparas do banheiro	45	60	90	62,5	0,12
Pré montagem armário aéreo BE	165	175	185	175,0	0,33
Pré montagem armário aéreo BB	165	175	185	175,0	0,33
Pré montar armário do aéreo WC	110	120	130	120,0	0,23
Pré montagem armário do micro-ondas	180	120	220	146,7	0,28
Pré montagem armário da cozinha	254	264	274	264,0	0,50
Pré montar armário do banheiro	254	264	274	264,0	0,50
Ajustar anteparas do WC	40	60	80	60,0	0,11
Montagem da antepara da porta do WC	120	132	264	152,0	0,29
Montagem da antepara do WC	120	132	264	152,0	0,29
Placa estofada do teto	60	90	132	92,0	0,17
Montagem armário aéreo BE	120	132	264	152,0	0,29
Montagem armário aéreo BB	120	132	264	152,0	0,29
Régua da mesa interina	60	90	132	92,0	0,17
Régua das luzes do teto	60	90	132	92,0	0,17
Armário aéreo do WC	120	132	264	152,0	0,29
Porta do armário aéreo do WC	20	30	40	30,0	0,06
Montagem armário do banheiro	50	60	70	60,0	0,11
Montagem armário da cozinha	50	60	70	60,0	0,11
Moldura do tampo da pia	50	60	70	60,0	0,11
Moldura do armário do micro-ondas	20	30	50	31,7	0,06
Instalação da base do espelho	40	60	80	60,0	0,11
Porta do armário aéreo bombordo	50	60	80	61,7	0,12
Porta do armário aéreo BE	50	60	80	61,7	0,12
Gavetas da cozinha	20	30	40	30,0	0,06
Moldura da geleira	50	60	70	60,0	0,11
Porta do WC	40	60	80	60,0	0,11
Moldura de alumínio da porta do WC	25	30	40	30,8	0,06
Fechadura da porta do WC	10	15	20	15,0	0,03
Borracha da porta do WC	25	30	35	30,0	0,06
Espelho da proa	25	30	35	30,0	0,06
Armário da lixeira do WC	50	60	70	60,0	0,11
Lixeira do WC	10	15	20	15,0	0,03
Porta do armário da lixeira do WC	10	15	20	15,0	0,03
Mesa interna	50	60	70	60,0	0,11

Degrau de acesso a cabine	25	30	35	30,0	0,06
HIDRAULICA					
Tarefa	a	m	b	Te	Te
	min	min	min	min	dias
Pré montagem do tanque de água	7	8	12	8,5	0,02
Teste tanque água doce	7	8	9	8,0	0,02
Instalação do tanque de água	10	20	30	20,0	0,04
Pré montagem do tanque de combustível	20	40	60	40,0	0,08
Teste tanque combustível	7	8	9	8,0	0,02
Instalação tanque combustível	50	60	80	61,7	0,12
Furação dos ralos do HT	11	13	15	13,0	0,02
Passagem da mangueira de escoamento do HT	20	25	60	30,0	0,06
Furações casa de maquinas (hidráulica)	25	30	50	32,5	0,06
Ajuste das furações	8	10	15	10,5	0,02
Passagem da mangueira do ralo do banheiro	25	30	40	30,8	0,06
Instalação automático da bomba de porão de proa	10	15	20	15,0	0,03
Conexão da bomba de porão de proa	5	10	15	10,0	0,02
Fazer furação de costado	12	16	20	16,0	0,03
Passagem do escoamento das entradas de ar	50	60	70	60,0	0,11
Conexão e travamento das mangueiras do tanque de água	25	30	35	30,0	0,06
Instalação bomba de água doce	25	30	35	30,0	0,06
Instalação do ralo do cockpit	25	30	35	30,0	0,06
Conexão do "T" da saída de costado	25	30	35	30,0	0,06
Conexão das mangueiras do ralo do cockpit	25	30	35	30,0	0,06
Distribuição das mangueiras de água quente e fria	100	120	150	121,7	0,23
Instalação e conexão da ducha de popa	25	30	35	30,0	0,06
Instalação do respiro do tanque de água doce/combustível	15	20	25	20,0	0,04
Instalação dos bocais do tanque de combustível e água	30	40	50	40,0	0,08
Conexão da mangueira do respiro do tanque água doce e combustível	5	10	15	10,0	0,02
Conexão e travamento das mangueiras de combustível	10	20	30	20,0	0,04
Passagem da mangueira da saída de águas servidas	5	10	15	10,0	0,02
Passagem das mangueiras do porão	25	30	40	30,8	0,06
Passagem das mangueiras do espaço gourmet	25	30	40	30,8	0,06
Passagem das mangueiras da geleira	5	10	15	10,0	0,02
Conexão da mangueira de saída do costado	15	20	30	20,8	0,04
Ajuste da base da bomba de porão de popa	50	60	80	61,7	0,12
Fixação da bomba e automático de porão de popa	25	30	35	30,0	0,06
Instalação do EVA no bocal do tanque de água doce e combustível	8	5	15	7,2	0,01
Instalação da caixa de água servida	25	30	40	30,8	0,06
Fixação dos pisos antiderrapantes na praça de maquinas	50	60	80	61,7	0,12
Furação da cabine	50	60	80	61,7	0,12
Ajustes dos acrílicos dos banheiros	50	60	80	61,7	0,12
Instalação entradas/saídas de casco/costado	25	30	40	30,8	0,06
Passagem da mangueira do vaso (WC)	25	30	40	30,8	0,06
Instalar torneira do banheiro	15	20	25	20,0	0,04

Fixação dos acrílicos peça de acrílico	30	40	50	40,8	0,08
Instalar conexões de distribuição de água doce de proa	50	60	80	61,7	0,12
Fixação da mangueira da cozinha	8	10	15	10,5	0,02
Instalação da entrada e saída do vaso (WC)	50	60	70	60,0	0,11
Conexão entrada e saída de costado (WC)	20	30	40	30,0	0,06
Instalação do misturador no acrílico	50	60	70	60,0	0,11
Conexão das mangueiras no misturador	50	60	70	60,0	0,11
Instalar torre do chuveiro	15	20	30	20,8	0,04
Instalação da tampa de inspeção da bomba de porão de proa	8	10	12	10,0	0,02
Ajuste pia da cozinha	150	180	264	189,0	0,36
Furação da pia da cozinha	20	30	40	30,0	0,06
Montagem da pia da cozinha	50	60	90	63,3	0,12
Fixação e conexão da mangueira do ralo da pia da cozinha	15	20	30	20,8	0,04
Instalação da bueira	5	10	15	10,0	0,02
Furação da caixa de âncora	5	10	15	10,0	0,02
Instalação do guincho	5	10	15	10,0	0,02
Conexão da mangueira de escoamento do HT no "T" do costado	5	10	15	10,0	0,02
Instalação do ralo de escoamento das caixas do banco	5	10	15	10,0	0,02
ELÉTRICA					
Tarefa	a	m	b	Te	Te
	min	min	min	min	dias
Furações para passagem dos chicotes elétricos	25	30	40	30,8	0,06
Furações para instalação das tomadas	25	30	40	30,8	0,06
Colocação do semar	10	15	30	16,7	0,03
Passagem chicote elétrico principal DC e AC 12 V e guincho	50	60	80	61,7	0,12
Passagem chicote elétrico principal AC 110V	30	40	50	40,0	0,08
Furação para chave geral	8	10	30	13,0	0,02
Fixação chave geral	8	10	12	10,0	0,02
Furação anodo	10	15	30	16,7	0,03
Fixação das 2 calhas para passagem do chicote elétrico para luz subaquática, cortesia e bomba de porão	10	15	30	16,7	0,03
Fixação da calha para chicote elétrico das baterias, chave geral e caixa de fusível	40	50	60	50,0	0,09
Montagem da caixa de bateria	25	30	35	30,0	0,06
Fixação da caixa de bateria	40	50	60	50,0	0,09
Posicionamento das baterias	8	10	15	10,5	0,02
Ligação caixa de águas servidas	10	15	30	16,7	0,03
Ligação bomba de água doce	25	30	50	32,5	0,06
Ligação automático e bomba de porão sala máquinas	20	30	60	33,3	0,06
Montagem da caixa patola de acrílico (Barramento negativo, fusível, divisor de carga, rele, fusível da buzina)	35	40	50	40,8	0,08
Fixação da caixa patola de acrílico (Barramento negativo, fusível, divisor de carga, rele, fusível da buzina)	25	30	40	30,8	0,06
Passagem de cabo da bateria	25	30	40	30,8	0,06
Passagem de cabo da caixa de fusível (caixa patola acrílica)	25	30	40	30,8	0,06
Passagem de cabo da Circuit-break	25	30	40	30,8	0,06
Instalação da luz de cortesia	35	40	60	42,5	0,08

Furações para teclas painel	25	30	50	32,5	0,06
Fixação das teclas	30	40	60	41,7	0,08
Ligações elétricas painel	50	60	80	61,7	0,12
Passagem do chicote do HT	40	90	120	86,7	0,16
Montagem das luzes do HT	100	120	140	120,0	0,23
Instalação das luzes da cabine	8	10	20	11,3	0,02
Instalação interruptores no banheiro	15	20	30	20,8	0,04
Instalação luminárias no banheiro	5	5	10	5,8	0,01
Instalação interruptores na cabine	30	40	60	41,7	0,08
Instalação painel de disjuntores	5	10	20	10,8	0,02
Ligação painel de disjuntores	150	180	200	178,3	0,34
Ligação do vaso sanitário elétrico (WC)	15	20	30	20,8	0,04
Instalação tecla do vaso sanitário elétrico (WC)	30	40	60	41,7	0,08
Conexão da bomba de porão e automático de proa	10	15	30	16,7	0,03
Instalação tampa de inspeção banheiro	8	10	12	10,0	0,02
Ligação blower	5	5	8	5,5	0,01
Teste de todos os componentes elétricos	50	60	65	59,2	0,11
MONTAGEM					
Tarefa	a	m	b	Te	Te
	min	min	min	min	dias
Instalação da chapa do chassi	15	20	30	20,8	0,04
Instalação do verdugo	234	264	235	254,2	0,48
Instalação dos cunhos	50	60	90	63,3	0,12
Instalação da escada de popa	15	20	30	20,8	0,04
Instalação da tampa de escada de popa	10	15	20	15,0	0,03
Instalação ubolt caixa de âncora	8	10	12	10,0	0,02
Instalação ubolt de proa	10	15	20	15,0	0,03
Instalação ubolt popa	20	30	40	30,0	0,06
Instalação para-brisa frontal	40	54	70	54,3	0,10
Instalação haste e descaço do para-brisa	30	40	50	40,0	0,08
Fixação da tampa do piso cockpit	8	10	15	10,5	0,02
Fixação tampa de âncora	10	20	30	20,0	0,04
Instalação do carro de âncora	30	40	60	41,7	0,08
Instalação do guarda mancebo	60	75	90	75,0	0,14
Instalação chapa de proteção de proa	15	20	30	20,8	0,04
Instalação do suporte do painel	10	15	30	16,7	0,03
Instalação do painel	10	15	20	15,0	0,03
Instalação escada descida da cabine	18	20	22	20,0	0,04
Instalação porta da cabine	50	60	90	63,3	0,12
Instalação da pega mão saída da cabine	8	10	12	10,0	0,02
Instalar portinhola de popa	20	25	30	25,0	0,05
Instalação das caixas do cockpit	10	15	20	15,0	0,03
Instalar acústico sala de maquinas	50	60	80	61,7	0,12
Instalar chapa de acabamento da porta	10	15	30	16,7	0,03
Instalar entradas de ar	10	15	20	15,0	0,03

Instalação da tampa do motor	10	15	20	15,0	0,03
Instalar amortecedor da tampa do motor	4	5	6	5,0	0,01
Instalação do HT	40	65	180	80,0	0,15
Recorte das vigias laterais	20	25	30	25,0	0,05
Instalação das vigias	40	60	80	60,0	0,11
Instalação dos para-brisas laterais	120	140	160	140,0	0,27
Instalação das molduras nas janelas laterais	25	30	40	30,8	0,06
Instalar janelas laterais	120	140	160	140,0	0,27
Instalação gaiuta de proa	20	30	40	30,0	0,06
Instalação encaixe E para estofados	25	30	40	30,8	0,06
Instalação estofamento do solário de proa	8	10	15	10,5	0,02
Instalação estofado portinhola de popa	4	5	6	5,0	0,01
Instalação estofados laterais HT	10	15	20	15,0	0,03
Instalação estofados do teto do HT	70	80	90	80,0	0,15
Instalação blower sala de maquinas	15	20	30	20,8	0,04
Conexão das mangueiras do espaço gourmet	15	20	30	20,8	0,04
Fixação da caixa da geleira	15	20	30	20,8	0,04
PRÉ MONTAGEM					
Tarefa	a	m	b	Te	Te
	min	min	min	min	dias
Instalação chapa de acabamento da porta	8	10	15	10,5	0,02
Instalação trilho da porta da cabine	25	30	40	30,8	0,06
Instalação da placa refrigeradora da geleira	20	30	40	30,0	0,06
Instalação saída de ar do espaço gourmet	8	10	15	10,5	0,02
Instalação da lixeira do espaço gourmet	4	5	6	5,0	0,01
Instalação tampa do espaço gourmet	35	40	50	40,8	0,08
Instalação caixa do espaço gourmet na tampa do motor	8	10	12	10,0	0,02
Instalação acústico na tampa do motor	40	60	80	60,0	0,11
Instalação porta copos (2) no espaço gourmet	20	25	30	25,0	0,05
Instalação cuba espaço gourmet	35	40	50	40,8	0,08
Instalação mangueira da torneira da pia do espaço gourmet	4	5	10	5,7	0,01
Instalação mangueira do ralo da pia do espaço gourmet	4	5	6	5,0	0,01
Instalação estofado tampa da área gourmet	4	5	6	5,0	0,01
Instalação pega mãos (2) caixas cockpit BB/BE	10	20	30	20,0	0,04
Instalação porta copos (6) caixas cockpit BB/BE	10	15	20	15,0	0,03
Instalação base giratória no banco piloto/copiloto	25	30	40	30,8	0,06
Instalação articulador banco piloto	25	30	40	30,8	0,06
Instalação dobradiças encosto solário de proa BB/BE	60	70	90	71,7	0,14
Tampa da escada de popa	15	20	30	20,8	0,04
Instalação dobradiça e puxador tampa piso cockpit	15	20	30	20,8	0,04
Instalação dobradiça e puxador tampa da caixa de âncora	20	25	30	25,0	0,05
Instalação porta copos painel	25	30	35	30,0	0,06
Instalação tampa e aro de inspeção banheiro	8	10	15	10,5	0,02
Instalação EVAs caixas cockpit BB/BE	4	5	6	5,0	0,01
Instalação tela na entrada de ar	25	30	40	30,8	0,06

Instalação puxador do espaço gourmet	10	15	20	15,0	0,03
Instalação pega mão geleira	15	20	25	20,0	0,04
Instalação ralo da geleira	15	20	25	20,0	0,04
Instalação chapa de inox na entrada de ar	15	20	25	20,0	0,04
Instalação calha e ralo entrada de ar	15	20	30	20,8	0,04
Dobradiça 6 furos área gourmet	20	25	30	25,0	0,05
Suporte amortecedor superior área gourmet	25	35	40	34,2	0,06
Estofado encosto da área gourmet	15	20	30	20,8	0,04
MECÂNICA					
Tarefa	a	m	b	Te	Te
	min	min	min	min	dias
Furação do painel	50	60	120	68,3	0,13
Fixação dos relógios (ou Vessel view (OPC))	25	30	40	30,8	0,06
Ligação dos relógios (ou Vessel view (OPC))	25	30	35	30,0	0,06
Instalação caixa de direção	25	30	35	30,0	0,06
Instalação do volante	25	30	35	30,0	0,06
Montagem do manete (apensa se manete mecânica)	25	30	35	30,0	0,06
Instalação do manete (Mecânica ou DTS)	25	30	35	30,0	0,06
Passagem de chicote elétrico do motor	25	30	40	30,8	0,06
Passagem do cabo de direção	8	10	15	10,5	0,02
Refração dos parafusos do transon	8	10	15	10,5	0,02
Ajuste da transon	15	20	30	20,8	0,04
Instalação da bomba de trim	45	60	80	60,8	0,12
Colocação do motor	15	20	40	22,5	0,04
Alinhamento do motor	50	60	90	63,3	0,12
Fixação do motor	25	30	35	30,0	0,06
Ligação elétrica do motor	100	120	150	121,7	0,23
Conexão dos cabos do manete no motor	25	30	35	30,0	0,06
Instalação da rabeta	50	60	70	60,0	0,11
Instalação hélice	50	60	70	60,0	0,11
Teste motor e configuração	50	60	70	60,0	0,11
Ligação sistema de combustível no motor	25	30	40	30,8	0,06
Preenchimento livreto do motor	25	30	35	30,0	0,06

Fonte: Autor (2024).

APÊNDICE B – TAREFAS SEQUENCIADAS POR DIA

MARCENARIA 1		
ORDEM	TAREFA	TEMPO ESPERADO [HH:MM]
DIA 1		
1	Corte CNC	4:24
2	Laminar armário aéreo BE/BB	4:24
DIA 2		
3	Laminar armário aéreo BE/BB	7:34
4	Pré montagem armário aéreo BE	1:13
DIA 3		
5	Pré montagem armário aéreo BE	1:40
6	Montagem armário aéreo BE	2:33
7	Instalar base do espelho de proa	0:58
8	Instalar espelho de proa	0:31
9	Porta do armário aéreo BE	1:30
10	Pré montagem armário aéreo BB	2:10
DIA 4		
11	Pré montagem armário aéreo BB	0:52
12	Montagem armário aéreo BB	2:33
13	Porta do armário aéreo BB	1:30
14	Pré montagem armário aéreo WC	2:10
15	Montagem anteparas do WC	2:17
DIA 5		
16	Montagem anteparas do WC	0:15
17	Montagem porta armário aéreo do WC	0:31
18	Régua das luzes do teto	1:29
19	Placa estofada do teto	1:29
20	Instalar régua da mesa interna	1:29
21	Instalar mesa interna	0:58

MARCENARIA 2		
ORDEM	TAREFA	TEMPO ESPERADO [HH:MM]
DIA1		
1	Laminar demais móveis	8:11
2	Pré montar armário da cozinha	0:36
DIA 2		
3	Pré montar armário da cozinha	3:47
4	Montar armário da cozinha	1:29
5	Laminar antepara do WC	01:30
6	Moldura do tampo da pia	0:58
7	Pré montagem armário do WC	1:29

DIA 3		
8	Pré montagem armário do WC	2:54
9	Ajuste anteparas do WC	0:58
10	Montagem anteparas do WC	4:55
DIA 4		
11	Montagem anteparas do WC	0:10
12	Montagem armário do WC	0:58
13	Pré montar lixeira do WC	0:58
14	Montar lixeira do WC	0:15
15	Pré montagem armário aéreo do micro-ondas	2:27
16	Montar armário aéreo micro-ondas	2:33
17	Instalar moldura do armário aéreo micro-ondas	0:31
18	Instalar moldura de alumínio da porta WC	0:31
19	Instalar fechadura da porta do WC	0:21
DIA 5		
20	Instalar fechadura da porta do WC	0:10
21	Instalar borracha da porta do WC	0:31
22	Instalar porta do WC	0:31
23	Degrau de acesso a cabine	0:31
24	Instalar moldura da geleira	0:58

ELÉTRICA		
ORDEM	TAREFA	TEMPO ESPERADO [HH:MM]
DIA 1		
1	Furações para passagem dos chicotes elétricos	0:31
2	Colocação de semar	0:15
3	Fixação das 2 calhas para passagem do chicote elétrico para luz subaquática, cortesia e bomba de porão	0:15
4	Passagem de cabo do painel de disjuntores	0:31
5	Passagem chicote elétrico principal DC e AC 12 V e guincho	1:30
6	Passagem chicote elétrico principal AC 110V	0:42
7	Fixação da calha para chicote elétrico das baterias, chave geral e caixa de fusível	0:47
8	Passagem de cabo da caixa de fusível (caixa patola acrílica)	0:31
9	Montagem caixa patola de acrílico	0:42
10	Instalação do ânodo	0:31
11	Furação para chave geral	0:10
12	Fixação chave geral	0:10
13	Passagem de cabo da bateria	0:15
14	Montagem da caixa de bateria	0:31
15	Fixação da caixa de bateria	0:47
16	Posicionamento das baterias	0:10
17	Furações para teclas painel	0:31
18	Instalação da luz de cortesia	0:15

DIA 2		
19	Instalação da luz de cortesia	0:26
20	Instalação tecla do vaso sanitário elétrico (WC)	0:42
21	Fixação das teclas	0:42
22	Ligações elétricas painel	1:03
23	Instalação interruptores na cabine	0:42
24	Ligação do vaso sanitário elétrico (WC)	0:21
25	Furações para instalação das tomadas	0:31
26	Instalação luminárias no banheiro	0:05
27	Instalação interruptores no banheiro	0:21
28	Conexão da bomba de porão e automático de proa	0:15
29	Instalação tampa de inspeção banheiro	0:10
DIA 3		
30	Instalação painel de disjuntores	0:10
31	Ligação painel de disjuntores	2:59
32	Fixação da caixa patola de acrílico (Barramento negativo, fusível, divisor de carga, rele, fusível da buzina)	0:15
33	Fixação da caixa patola de acrílico (Barramento negativo, fusível, divisor de carga, rele, fusível da buzina)	0:15
34	Ligação bomba de água doce	0:31
35	Ligação caixa de águas servidas	0:15
DIA 4		
36	Ligação automático e bomba de porão de popa	0:31
37	Ligação do blower	0:05
38	Passagem do chicote do HT	1:24
39	Montagem das luzes do HT	2:01
DIA 5		
40	Instalação das luzes da cabine	0:10
41	Teste de todos os componentes elétricos	0:58

HIDRÁULICA		
ORDEM	TAREFA	TEMPO ESPERADO [HH:MM]
DIA 1		
1	Furação da cabine	1:30
2	Distribuição das mangueiras de água quente e fria	2:01
3	Instalar conexões de distribuição de água doce de proa	1:03
4	Furações casco/convés	0:15
5	Instalação dos bocais do tanque de combustível e água	0:42
6	Instalação do EVA no bocal do tanque de água doce e combustível	0:05
7	Instalação entradas/saídas de casco/costado	0:31
8	Conexão da mangueira de saída do costado	0:21
9	Fixação e conexão das mangueiras da cozinha	0:10
10	Ajuste da pia da cozinha	2:33
DIA 2		

11	Ajuste da pia da cozinha	0:36
12	Furação da pia da cozinha	0:31
13	Passagem da mangueira do ralo do WC	0:31
14	Instalação da entrada e saída do vaso (WC)	0:58
15	Passagem da mangueira do vaso (WC)	0:31
16	Conexão entrada e saída de costado (WC)	0:31
17	Ajuste dos acrílicos	1:03
18	Instalar misturador no acrílico	0:58
20	Pré montagem do tanque de água	0:21
21	Teste tanque água doce	0:10
22	Instalação do tanque de água	1:03
23	Furações casa de maquinas (hidráulica)	0:31
24	Ajuste das furações	0:10
25	Passagem das mangueiras do porão	0:05
26	Passagem das mangueiras do porão	0:26
27	Conexão do "T" da saída de costado	0:15
DIA 3		
28	Conexão do "T" da saída de costado	0:15
29	Instalação do ralo do cockpit	0:31
30	Conexão das mangueiras do ralo do cockpit	0:31
31	Montagem da pia da cozinha	1:29
32	Passagem do escoamento das entradas de ar	0:58
33	Teste tanque combustível	0:10
34	Instalação tanque combustível	1:03
35	Conexão e travamento das mangueiras de combustível	0:21
36	Conexão e travamento das mangueiras do tanque de água	0:31
37	Instalação e conexão bomba de água doce	1:03
38	Passagem da mangueira da saída de águas servidas	0:10
39	Instalação da caixa de água servida	0:31
40	Fixação dos pisos antiderrapantes na praça de maquinas	0:26
DIA 4		
41	Fixação dos pisos antiderrapantes na praça de maquinas	0:36
42	Instalação e conexão da ducha de popa	0:31
43	Passagem das mangueiras da geleira	0:10
44	Passagem das mangueiras do espaço gourmet	0:31
45	Ajuste da base da bomba de porão de popa	1:03
46	Fixação da bomba e automático de porão de popa	0:31
47	Instalação do respiro do tanque de água doce/combustível	0:21
48	Conexão da mangueira do respiro do tanque água doce e combustível	0:10
49	Colocação da bueira	0:10
50	Furação dos ralos do HT	0:10
51	Passagem da mangueira de escoamento do HT	0:31
52	Fixação das peças e acrílico	0:42
53	Conexão das mangueiras no misturador	0:58
54	Conexão da mangueira de escoamento do HT no "T" do	0:10

55	Instalação automático da bomba de porão de proa	0:15
56	Conexão da bomba de porão de proa	0:10
57	Instalar torneira do banheiro	0:21
58	Instalar torre do chuveiro	0:21
59	Instalação da tampa de inspeção da bomba de porão de proa	0:10
60	Furação da caixa de âncora	0:10
61	Instalação do guincho	0:10
62	Instalação do ralo de escoamento das caixas do banco	0:10

MECÂNICA		
ORDEM	TAREFA	TEMPO ESPERADO [HH:MM]
DIA 1		
1	Refuração dos parafusos do transon	0:10
2	Ajuste da transon	0:21
3	Instalação da bomba de trim	1:03
4	Montagem do manete (apensa se manete mecânica)	0:31
5	Instalação caixa de direção	0:31
6	Passagem do cabo de direção	0:10
7	Instalação do volante	0:31
8	Furação do painel	1:08
9	Fixação dos relógios (ou Vessel view (OPC))	0:31
10	Passagem de chicote elétrico do motor	0:31
11	Instalação do manete (Mecânica ou DTS)	0:31
12	Conexão dos cabos do manete no motor	0:31
DIA 2		
13	Ligação dos relógios (ou Vessel view (OPC))	0:31
DIA 3		
14	Colocação do motor	0:21
15	Alinhamento do motor	1:03
16	Fixação do motor	0:31
17	Ligação elétrica do motor	2:01
18	Instalação da rabeta	0:58
19	Instalação hélice	0:58
20	Teste motor e configuração	0:58
21	Ligação sistema de combustível no motor	0:31

PRÉ MONTAGEM		
ORDEM	TAREFA	TEMPO ESPERADO [HH:MM]
DIA 1		
1	Instalação pega mão da geleira	0:21
2	Instalação ralo da geleira	0:21
3	Instalação chapa de acabamento da porta	0:10

4	Instalação trilho da porta da cabine	0:31
5	Instalação porta copos painel	0:31
6	Instalação acústico na tampa do motor	0:58
7	Instalação saída de ar do espaço gourmet	0:10
8	Instalação da lixeira do espaço gourmet	0:05
9	Instalação tampa do espaço gourmet	0:42
10	Instalação porta copos (2) no espaço gourmet	0:26
11	Instalação cuba espaço gourmet	0:42
12	Instalação mangueira da torneira da pia do espaço gourmet	0:05
13	Instalação mangueira do ralo da pia do espaço gourmet	0:05
14	Instalação estofado tampa do espaço gourmet	0:05
15	Instalação puxador do espaço gourmet	0:15
16	Instalação dobradiça 6 furos área gourmet	0:26
17	Suporte amortecedor superior área gourmet	0:31
18	Instalação estofado inferior e superior do espaço gourmet	0:21
19	Estofado encosto da área gourmet	0:10
20	Instalação calha e ralo entrada de ar	0:21
21	Instalação chapa de inox na entrada de ar	0:21
22	Instalação tela na entrada de ar	0:31
23	Instalação pega mãos (2) caixas cockpit BB/BE	0:21
24	Instalação porta copos (6) caixas cockpit BB/BE	0:05
DIA 2		
25	Instalação porta copos (6) caixas cockpit BB/BE	0:10
26	Instalação EVAs caixas cockpit BB/BE	0:05
27	Instalação dobradiças encosto solário de proa BB/BE	1:13
28	Instalação base giratória no banco piloto/copiloto	0:31
29	Instalação articulador banco piloto	0:31
30	Tampa da escada de popa	0:21
31	Instalação dobradiça e puxador tampa piso cockpit	0:21
32	Instalação dobradiça e puxador tampa da caixa de âncora	0:26
33	Instalação tampa e aro de inspeção banheiro	0:10

MONTAGEM		
ORDEM	TAREFA	TEMPO ESPERADO [HH:MM]
DIA 1		
1	Instalar moldura das janelas laterais	0:31
2	Instalação do blower na sala de maquinas	0:21
3	Instalar porta da cabine	1:03
4	Instalação do suporte do painel	0:15
5	Instalação do painel	0:15
6	Instalação do verdugo	4:29
7	Instalação da tampa do motor	0:15
8	Conexão das mangueiras do espaço gourmet	0:21

9	Instalação dos amortecedores da tampa do motor	0:05
10	Instalação estofados do teto do HT	1:08
DIA 2		
11	Instalação estofados do teto do HT	0:10
12	Instalar entradas de ar	0:15
13	Instalar janelas laterais	2:22
14	Recorte das vigias laterais	0:26
15	Instalação das vigias	0:58
16	Instalação do guarda mancebo	1:13
17	Instalação dos cunhos	1:03
18	Instalação para-brisa frontal	0:52
19	Instalação haste e descaço do para-brisa	0:42
20	Instalação do carro de âncora	0:42
DIA 3		
21	Instalação encaixe E para estofados	0:31
22	Instalação gaiuta de proa	0:31
23	Instalação chapa de proteção de proa	0:21
24	Instalação escada descida da cabine	0:21
25	Fixação tampa de âncora	0:21
26	Instalação da chapa do chassi	0:21
27	Instalação da escada de popa	0:21
28	Instalação da tampa de escada de popa	0:15
29	Instalação ubolt de proa	0:15
30	Instalação Ubolt caixa de âncora	0:10
31	Instalação ubolt popa	0:31
32	Fixação da tampa do piso cockpit	0:10
33	Instalar acústico sala de maquinas	1:03
34	Instalação da pega mão saída da cabine	0:10
35	Instalar portinhola de popa	0:26
36	Instalação das caixas do cockpit	0:15
37	Instalar chapa de acabamento da porta	0:15
38	Instalação estofamento do solário de proa	0:10
39	Instalação estofado portinhola de popa	0:05
40	Instalar caixa da geleira	0:21
41	Instalação do HT	1:19
DIA 4		
42	Instalar para-brisas laterais	2:22

Fonte: Autor (2024).