

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS  
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS

**ABORDAGEM MODULAR PARA OTIMIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO  
DE EMBARCAÇÕES DE ESPORTE E RECREIO**

EVALDO DE SOUZA

Joinville – SC

2023

EVALDO DE SOUZA

**ABORDAGEM MODULAR PARA OTIMIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO  
DE EMBARCAÇÕES DE ESPORTE E RECREIO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia de Processos da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia de Processos

Orientadora: Prof. Dra. Noeli Sellin.

Coorientador: Prof. Dr. Danilo Corrêa Silva.

Joinville – SC

2023

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

S729a Souza, Evaldo de  
Abordagem modular para otimização do desenvolvimento de embarcações de esporte e recreio / Evaldo de Souza; orientadora Dra. Noeli Sellin; coorientador: Dr. Danilo Corrêa Silva. – Joinville: UNIVILLE, 2023.

93 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade da Região de Joinville)

1. Barcos - Construção. 2. Engenharia naval. 3. Produtos novos. 4. Engenharia de produção. I. Sellin, Noeli (orient.). II. Silva, Danilo Corrêa (coorient.). III. Título.

CDD 623.81

## Termo de Aprovação

### “Abordagem Modular para Otimização do Desenvolvimento de Embarcações de Esporte e Recreio”

por

Evaldo de Souza

#### Banca Examinadora:

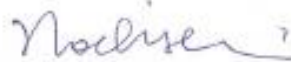
Profª. Dra. Noeli Sellin  
Orientadora (UNIVILLE)

Prof. Dr. Danilo Corrêa Silva  
Coorientador (UNIVILLE)

Prof. Dr. Rogério Gomes Araújo  
(CREA/SC)

Prof. Dr. Claiton Emilio do Amaral  
(UNIVILLE)

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos, área de concentração Desenvolvimento e Gestão de Processos e Produtos e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos.



---

Profª. Dra. Noeli Sellin  
Orientadora (UNIVILLE)



---

Profª. Dra. Ana Paula Testa Pezzin  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos

Joinville, 30 de novembro de 2023.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me conceder a vida e aos meus pais Osvaldo e Terezinha por sempre me apoiarem.

A minha família por entender minha dinâmica na vida.

Aos meus professores e em especial minha orientadora Professora Dra. Noeli Sellin por sua determinação em me ensinar.

Confia ao Senhor as tuas obras,  
e teus pensamentos serão  
estabelecidos. Provérbios 16:3  
Bíblia Sagrada

## RESUMO

Abordagem modular para otimização do desenvolvimento de embarcações de esporte e recreio

O desenvolvimento de produtos náuticos em série carece de novas técnicas direcionadas por suas especificidades. Métodos padrões compartilhados entre o setor naval e náutico já não atendem à demanda gerada por produtos seriados no setor náutico. As indústrias de produção seriada têm contribuído de forma significativa para os avanços tecnológicos e gerenciais desde que surgiram, destacando-se pela adoção da estratégia modular no desenvolvimento de produtos e na configuração produtiva industrial. Embora os benefícios da modularidade já sejam amplamente conhecidos em outras áreas, a indústria náutica não se aproveita deste pela falta de métodos compatíveis com sua realidade. Desta forma, este trabalho teve como objetivo elaborar um framework para a abordagem e aplicação do conceito e dos princípios da modularidade no desenvolvimento de produtos náuticos. O *framework* desenvolvido foi aplicado em uma família de produtos de embarcações de esporte e recreio de 30 a 37 pés fabricados em materiais compósitos (resina poliéster reforçada com fibra de vidro) e foram avaliados os ganhos econômicos e ambientais. Observou-se diminuição do tempo de lançamento dos produtos no mercado em torno de 60%, redução dos custos de com matérias primas de 86% nos moldes e ganhos ambientais consideráveis, devido à diminuição no uso de matérias-primas no processo de fabricação das embarcações e ao reuso direto de componentes padrões. A modularidade contribuiu para a melhoria da qualidade do processo de desenvolvimento dos produtos náuticos, devido ser uma metodologia sistêmica e progressiva, gerando uma consciência crítica aos designers, engenheiros e projetistas que aplicam o “*framework*” nos seus processos de desenvolvimento de produtos.

**Palavras-chaves:** embarcações de recreio, modularidade na indústria náutica, intercambialidade, desenvolvimento de produtos náuticos, arquitetura de produtos.

## **ABSTRACT**

Modular approach to optimizing the development of sports and recreational vessels

The development of serial nautical products requires new techniques guided by their specificities. Standard methods shared between the naval and nautical sectors no longer meet the demand generated for serial products in the nautical sector. Serial production industries have contributed significantly to technological and managerial advances since they emerged, standing out for their adoption of a modular strategy in product development and industrial production configuration. Although the benefits of modularity are already widely known in other areas, the nautical industry does not take advantage of this due to the lack of methods compatible with its reality. Therefore, this work aimed to develop a framework for the approach and application of the concept and principles of modularity in the development of nautical products. The developed framework was applied to a family of sports and recreational boat products from 30 to 37 feet made of composite materials (polyester resin reinforced with fiberglass) and the economic and environmental gains were evaluated. There was a reduction in the time taken to launch products on the market by around 60%, a reduction in raw material costs of 86% in molds and considerable environmental gains, due to the reduction in the use of raw materials in the vessel manufacturing process, and the direct reuse of standard components. Modularity contributed to improving the quality of the nautical product development process, as it is a systemic and progressive methodology, generating critical awareness among designers, engineers and planners who apply the “framework” in their product development processes.

**Keywords:** pleasure craft, modularity in the nautical industry, interchangeability, development of nautical products, product architecture.



## RESUMEN

Enfoque modular para optimizar el desarrollo de embarcaciones deportivas y recreativas.

El desarrollo de productos náuticos en serie requiere nuevas técnicas guiadas por sus especificidades. Los métodos estándar compartidos entre el sector naval y náutico ya no satisfacen la demanda generada de productos en serie en el sector náutico. Las industrias de producción en serie han contribuido significativamente a los avances tecnológicos y de gestión desde su surgimiento, destacándose por la adopción de una estrategia modular en el desarrollo de productos y la configuración de la producción industrial. Aunque los beneficios de la modularidad son ya ampliamente conocidos en otros ámbitos, la industria náutica no los aprovecha por falta de métodos compatibles con su realidad. Por tanto, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un marco para el enfoque y aplicación del concepto y principios de modularidad en el desarrollo de productos náuticos. El marco desarrollado se aplicó a una familia de productos de embarcaciones deportivas y recreativas de 30 a 37 pies fabricados con materiales compuestos (resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio) y se evaluaron los beneficios económicos y ambientales. Hubo una reducción del tiempo necesario para lanzar los productos al mercado en torno al 60%, una reducción de los costes de materia prima del 86% en los moldes y ganancias medioambientales considerables, debido a la reducción del uso de materias primas en el proceso de fabricación de las vasijas. ... y la reutilización directa de componentes estándar. La modularidad contribuyó a mejorar la calidad del proceso de desarrollo de productos náuticos, al ser una metodología sistémica y progresiva, generando conciencia crítica entre diseñadores, ingenieros y planificadores que aplican el “framework” en sus procesos de desarrollo de productos.

**Palabras claves:** embarcaciones de recreo, modularidad en la industria náutica, intercambiabilidad, desarrollo de productos náuticos, arquitectura de producto.

## LISTA DE ABREVIATURAS

BOM - *Bill of Material*

CAD - *Computer Aided Design*

CNT - Confederação Nacional de Transportes

DFMA - *Design for Manufacturing and Assembly*

DFSS - *Design for Six Sigma*

DPC - Departamento de Portos e Costas

DTM - *Digital Terrain Model*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

GDP - Gestão de Desenvolvimento de Produtos

HT - *Hard Top*

IoT - *Internet of Things*

LPD - *Lean Product Development*

MBSE - *Model-Based Systems Engineering*

NPD - *New Product Development*

NPI - *New Product Introduction*

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PDM - *Product Data Management*

PDP - Processo de Desenvolvimento de Produtos

PRODIP - Processos de Desenvolvimento Integrado de Produtos

PLM - *Product Lifecycle Management*

QFD - *Quality Function Deployment*

RoHs - *Restriction of Certain Hazardous Substances*

SSCs - Sistemas, Subsistemas e Componentes

STDP - Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos

TRIZ - *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Distribuição de Barcos para 1000 habitantes - Mundo.....	18
<b>Figura 2:</b> Área de Navegação Costeira.....	19
<b>Figura 3:</b> Área de Navegação Interior.....	20
<b>Figura 4:</b> Níveis do PLM.....	33
<b>Figura 5:</b> Abordagem MBSE.....	35
<b>Figura 6:</b> Representação gráfica do modelo do processo de desenvolvimento integrado de produtos – PRODIP.....	36
<b>Figura 7:</b> Etapas do Processo de Desenvolvimento de produtos.....	38
<b>Figura 8:</b> Uso das perspectivas do sistema <i>Lean</i> na prática.....	40
<b>Figura 9:</b> Modularidade na Indústria automobilística.....	42
<b>Figura 10:</b> Espiral de desenvolvimento de embarcações.....	44
<b>Figura 11:</b> <i>Framework</i> de desenvolvimento produtos modulares náuticos.....	55
<b>Figura 12:</b> Fluxo Para Estratégia de Família de Produtos.....	56
<b>Figura 13:</b> Fluxo para Metas de Família de Produtos.....	57
<b>Figura 14:</b> Fluxo do Ecossistema Modular.....	58
<b>Figura 15:</b> Fluxo para Levantamento de Sistemas Modulares.....	59
<b>Figura 16:</b> Fluxo para Definição da Arquitetura do Sistema.....	60
<b>Figura 17:</b> Fluxo Documental da Arquitetura de Produtos.....	61
<b>Figura 18:</b> Áreas do conhecimento na contribuição da pesquisa.....	64
<b>Figura 19:</b> Barco 37 pés motor de Centro.....	65
<b>Figura 20:</b> Barco 37 pés motor de Popa.....	65
<b>Figura 21:</b> Barco 36 pés motor de Centro.....	66
<b>Figura 22:</b> Barco 36 pés motor de Centro.....	66
<b>Figura 23:</b> Comparativo de desembolso entre produto único versus família de produto.....	67
<b>Figura 24:</b> <i>Payback</i> empregando plataforma de desenvolvimento de produto único e plataforma de família de produtos.....	71

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1:</b> Principais fases do processo de desenvolvimento de produtos.....	48
<b>Quadro 2:</b> Comparativo de processos de desenvolvimento.....	52
<b>Quadro 3:</b> Descrição dos módulos.....	62
<b>Tabela 1:</b> Custos com consumo de matérias-primas usadas na fabricação dos produtos náuticos considerando plataforma modular e plataforma de produto único.....	73
<b>Tabela 2:</b> Tabela de valores de descarte de lixo químico.....	74
<b>Tabela 3:</b> Tabela de valores de descarte de lixo químico.....	75

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	22
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	22
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	22
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	23
<b>3.1 Produção Seriada</b> .....	23
<b>3.2 Customização em Massa</b> .....	24
<b>3.3 Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)</b> .....	25
<b>3.4 Arquitetura de Produtos</b> .....	27
<b>3.5 Modularidade em Processos de Produção</b> .....	28
<b>3.6 Modelos de Processos de Desenvolvimento de Produtos</b> .....	31
3.6.1 Product Lifecycle Management (PLM).....	32
3.6.2 Model-Based Systems Engineering (MBSE).....	33
3.6.3 Processos de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP).....	36
3.6.4 Modelo Unificado Gestão de Desenvolvimento de Produtos (GDP).....	37
3.6.5 Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos.....	39
<b>3.7 Modularidade nos Processos</b> .....	41
<b>3.8 Modelos de Desenvolvimento de Produtos Náuticos</b> .....	43
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	46
<b>4.1 Avaliação de Modelos de Modularidade aplicados no Desenvolvimento de produtos náuticos</b> .....	46
<b>4.2 Elaboração de um Framework para Desenvolvimento dos Produtos Náuticos a Partir dos Modelos pesquisados</b> .....	46
<b>4.3 Aplicação Prática do Framework no Desenvolvimento de Embarcações de Esporte e Recreio</b> .....	49
<b>4.4 Levantamento de Aspectos Econômicos e Ambientais da Aplicação da Modularidade no Processo de Desenvolvimento das Embarcações</b> .....	49
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>5.1 Comparação entre as Etapas Envolvidas no Processo de Desenvolvimento de Produtos Modulares e sua Aplicação no Setor Náutico</b> .....	51
<b>5.2 Framework para Desenvolvimento dos Produtos Náuticos</b> .....	53
5.2.1 Estratégia de família de produtos.....	56
5.2.2 Metas da família de produtos.....	57

5.2.3 Ecossistema modular.....	58
5.2.4 Levantamentos de Sistemas modulares pré-existentes.....	59
5.2.5 Arquitetura do sistema.....	60
5.2.6 Documentação do Produto e sua arquitetura.....	60
<b>5.3 Aplicação Prática da Modularidade com uso do framework.....</b>	<b>61</b>
<b>5.4 Aspectos econômicos e ambientais da aplicação da modularidade no processo de desenvolvimento das embarcações.....</b>	<b>67</b>
5.4.1 Aspectos econômicos.....	67
5.4.2 Aspectos Ambientais.....	73
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNCICE.....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os empreendimentos náuticos no Brasil deram seus passos mais significativos por volta da década de 90, época em que a produção de embarcações começou a ganhar consistência em escala industrial, requerendo maior profissionalização das organizações com seus respectivos processos e da mão de obra aplicada. Essa exigência ocorreu pela abertura do mercado brasileiro da época, que passou a ter possibilidade de transpor e compartilhar conhecimentos com o mercado internacional. Porém, em meio a esse processo surgiram desafios para os produtores brasileiros, mediante a oferta internacional de produtos com maior tecnologia apresentada aos consumidores, levando produtores nacionais a ter que adequar seus produtos para competir de forma global (Moura e Botter, 2011).

Esse ambiente hostil, devido à alta competitividade, induziu negócios a sucumbirem e outros a se fortalecerem. Desde então, a indústria náutica brasileira passou por várias fases, por vezes de recessão, por vezes de crescimento, mas que no contexto geral se firmou, transpondo as dificuldades da economia e dos cenários políticos voláteis.

Nesse contexto, não se pode deixar de citar a evolução da cultura náutica, em que os hábitos de consumo têm conduzido um número significativo de novos entrantes para o mundo náutico, elevando a demanda por esses produtos, constatado pela Associação Brasileira de Construtores de Barcos e seus Implementos (ACOBAR, 2021). O atual diretor dessa entidade, Eduardo Columna, comenta sobre um aumento de vendas de 20% do setor (faturamento em 2019 de R\$ 634 milhões e em 2020 de R\$ 761 milhões) em meio a fortíssima queda da economia nacional e mundial, num período em que o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro registrou queda de 5%, considerando os anos de 2019 em relação a 2020.

O setor náutico experimentou repentinamente em meio a pandemia mundial da Covid-19 um impulso inesperado, instigado pela mudança de hábitos impostas pela situação. Sem possibilidades de viagens internacionais e com as restrições das atividades culturais e coletivas, os consumidores passaram a ver os barcos como um lugar seguro para fugir da pandemia, juntamente com suas

famílias, dispondo de um ambiente saudável. Muitos desses consumidores experimentaram um barco pela primeira vez, tendo em vista que o número de habilitações novas concedidas saltou de 973 mil para 1.013.000 habilitações concedidas pelo Departamento de Portos e Costas (DPC) da Marinha do Brasil no período de 2019 a 2020. Esses números continuam crescendo (EDUARDO COLUNNA, 2023), apontando um crescimento de 25% ao ano olhando o cenário pós pandemia.

Nessa conjuntura, a indústria náutica tem o desafio de manter a atratividade e o interesse desses novos consumidores e manutenção dos atuais, que têm uma visão global a adquirir produtos nacionais. Esse cenário postula fatores que ditam a necessidade de constante inovação, aumento da qualidade e redução dos custos, refletindo na percepção do consumidor (MORAES, 2017; NISHIDA e ABRANTES, 2020).

Compor um processo de desenvolvimento e fabricação de produtos estável, aliado a uma boa relação custo versus benefício é um dos fatores preponderantes para que se alcance produtos a preços competitivos, mesmo que de forma indireta e sutil, com os pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico (ALEJANDRINO *et al.*, 2021). As embarcações fabricadas em sua maioria por compósitos de resina poliéster e fibra de vidro, estão deixando de ser produzidas de forma artesanal e, passando a ser produzidas por verdadeiras indústrias náuticas, utilizando-se processos em linha, componentes e partes padronizados e fluxos contínuos de produção. A customização passou a ser oferecida sob a forma de benefícios opcionais, alinhando a escolha do cliente de acordo com alternativas padrões da empresa (SCHMIDT, 2016).

As semelhanças com setores que já passaram pelo processo de modularização (setor automotivo, de eletrônicos, linha branca, energia, etc), obtém-se do seu pioneirismo a aplicação de técnicas modulares desenvolvidas desde o final do século XIX, bem como toda sua evolução no século XX, conseguindo aplicar ferramentas como *Stage-gate*, *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA), *Design for Six Sigma* (DFSS) descrito por Ferreira *et al.*, (2021). O conceito de *Design for "X"* é dado por uma série de variáveis atribuídas a variante do acrônimo final "X" que pode referir-se a: montagem cognitiva, ergonomia, confiabilidade, eficiência em custos, reciclagem, segurança, solicitação estética,



simplicidade de desmontagem, meio ambiente, dentre outros (MELO *et al.*, 2017). Tais ferramentas, amplamente usadas no processo de desenvolvimento de produtos (PDP), nas indústrias de vanguarda que contribuíram para a evolução das técnicas, demonstram sua capacidade de emprego efetivo em qualquer outra área, desde que se verifique as peculiaridades do respectivo setor. Entre estas ferramentas e/ou métodos, um em particular vem ganhando espaço significativo por sua adaptabilidade em diferentes fases no ciclo de vida do produto que é aqui denominada “modularidade”. O design para a modularidade descrito conceitualmente refere-se a atividades inteligíveis com intuito de subdividir produtos e suas famílias em peças e componentes que podem ser posteriormente recombinadas de acordo com determinadas regras e situações. Do ponto de vista de sistemas segundo o autor, a modularidade é essencialmente uma abordagem estratégica para atender a complexidade, seja ela de caráter estrutural, comportamental, contextual, perceptual ou temporal. É operacionalizada dividindo-se um sistema em peças gerenciáveis e independentes. A modularidade em essência é utilizada em diferentes áreas do conhecimento como biologia, ciências da computação, línguas, matemática e engenharias. Dentre os vários conceitos possíveis, algumas características básicas formam o raciocínio para o entendimento da modularidade: 1- Divisão de um sistema maior em peças ou componentes menores;

2 - Princípio da autonomia das peças;

3 - A recombinação das peças em múltiplos produtos finais de acordo com conjunto de regras dadas por uma arquitetura abrangente (ERIKSTAD, 2019).

Nesse sentido, a modularização é uma oportunidade com uso dessas ferramentas, que direciona o PDP para um ganho econômico. Sua aplicação durante o processo de desenvolvimento, leva o projetista a ter a possibilidade de verificar a integração do produto em desenvolvimento com outros produtos futuros e indiretamente avaliar ganhos pontuais de acordo com o tripé (ambiental, social e econômico) da sustentabilidade (SCALICE, 2003).

A implantação dos princípios e das ferramentas da modularidade possibilita a oferta de uma maior gama de produtos no portfólio do fabricante, que podem ser customizados, gerando vantagens competitivas como: redução do custo de desenvolvimento, menor tempo de pesquisa e maior rapidez no

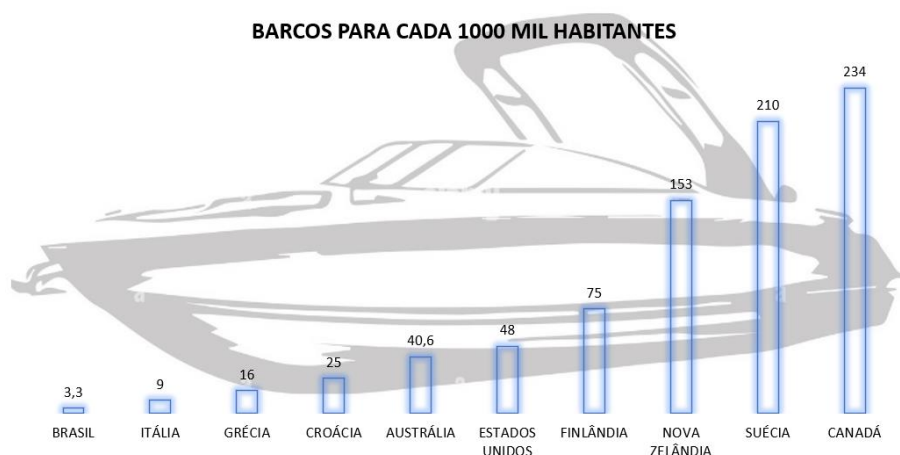
lançamento dos produtos, além de redução no consumo de matérias-primas, insumos e de menor geração de resíduos no processo, influenciando de forma direta o ciclo de vida do produto e suas características sustentáveis, contribuindo para o equilíbrio dos interesses privados e a vanguarda das preocupações ambientais e sociais (SEILER; GREVE et al., 2019; SONEGO; ECHEVESTE et al., 2018).

A aplicação do pensamento modular, durante o processo de desenvolvimento de produtos náuticos, busca benefícios para a empresa, para o cliente e para a sociedade, tanto do ponto de vista econômico, quanto da sustentabilidade.

A aprendizagem na formação de uma “cultura verde” baseada na modularidade no desenvolvimento de produtos, estimula uma nova mentalidade nas equipes de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), sendo um fator que excede os ganhos citados, ficando como um legado para as mesmas nos próximos projetos de desenvolvimento, quer seja na organização, onde os projetistas estejam inseridos, ou em novos desafios que farão em suas carreiras profissionais (FLORES et al., 2018).

Esta busca por um PDP com técnicas robustas se ampara nos dados apresentados no 5º Congresso Internacional de Náutica de 2019, realizado em São Paulo, onde foi apresentado que Canadá e Suécia são os líderes na proporcionalidade de barcos por habitantes (Figura 1).

**Figura 1:** Distribuição de Barcos para 1000 habitantes - Mundo.

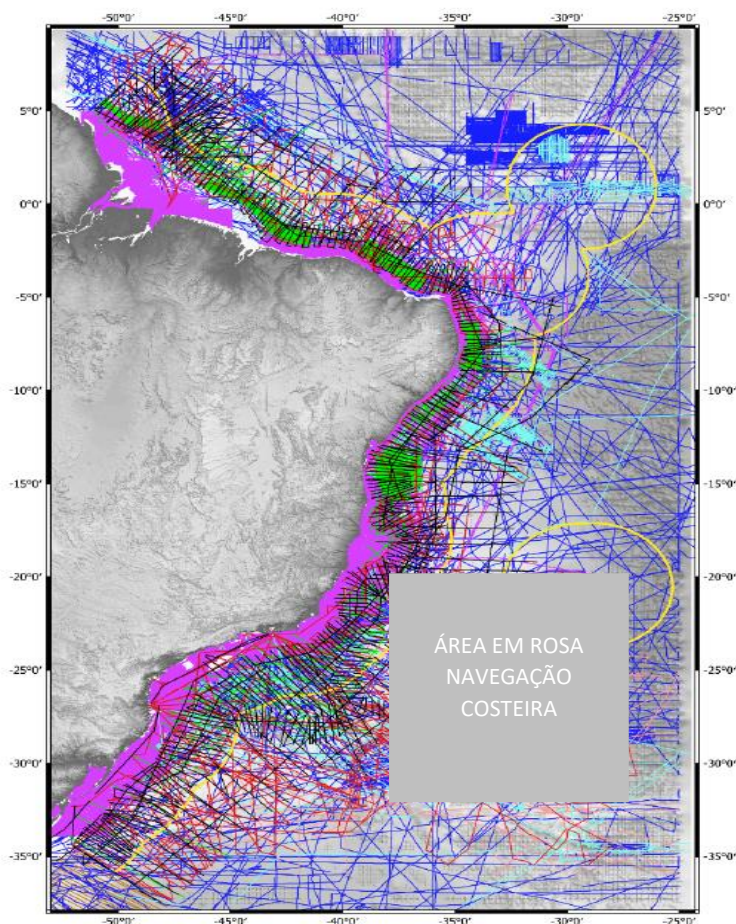


**Fonte:** Adaptado do 5º Congresso Internacional de Náutica (2019).

Os Estados Unidos, conforme pode ser observado na Figura 01, encontra-se numa faixa intermediária em número de barcos quando comparado aos demais países, enquanto o Brasil apresenta o menor número dentre os selecionados. Isto posto, juntamente com a geografia do Brasil, verifica-se a oportunidade de crescimento do setor, que demanda para tal mão de obra e tecnologias emergentes, adaptadas ao cenário brasileiro.

O esforço para a evolução das técnicas aplicadas ao setor náutico se dá também pela própria geografia da costa litorânea do país (fisiografia), onde tem-se áreas costeiras com mais de 7.400 quilômetros de área navegável sem grandes impactos climáticos e ambientais, oportunizando uma extensão favorável a navegação (MARINHA DO BRASIL, 2023), como pode ser verificado na representação gráfica elaborada pela Marinha do Brasil, por seu Departamento Hidrográfico e de Navegação (DHN) apresentada na Figura 2.

**Figura 2:** Área de Navegação Costeira.



**Fonte:** Marinha do Brasil (2023).

Verifica-se a área em rosa (Figura 2), demonstrando todo o potencial da navegação costeira, nas quais as embarcações de esporte e recreio tem possibilidade de navegação. Na extensão territorial na porção firme encontra-se os entalhes de rios, lagos e alagados, que contribuem com maior quantidade de área navegável, sendo mais 63.000 quilômetros disponíveis, conforme apresenta o Conselho nacional de Transportes.

No âmbito hidroviário, conforme Figura 3, as vias interiores podem ser navegáveis por suas características naturais, sem necessidade de intervenções, o que sustenta a evolução para uma cultura cada vez mais arraigada da náutica de esporte e recreio, bem como o ecossistema de infraestrutura: como marinas, serviços de navegação, docas de elevação, serviços de manutenção, abastecimento de combustível para embarcações, logística de suprimentos, fabricantes de embarcações e abastecedores da rede de logística de materiais primas e componentes (CNT, 2019).

**Figura 3:** Área de Navegação Interior.



**Fonte:** CNT (2019).

A indústria náutica brasileira experimentou um avanço de vendas no mercado nacional e internacional em torno de 20% de 2019 para 2021 segundo a

ACOBAR (2021), no entanto, precisa manter e conquistar os novos consumidores, já que muitos ficam em filas de espera, aguardando o produto ficar pronto. A implantação das técnicas de modularização, tais como as aplicadas em indústrias que já passaram pelo processo de modularização, representa uma oportunidade para a indústria náutica, permitindo que esta ofereça uma gama maior de produtos no portfólio dos fabricantes, customização, redução de custos e tempo de pesquisa e desenvolvimento, para tal a elaboração de um framework para a abordagem e aplicação do conceito e dos princípios da modularidade no desenvolvimento de produtos náuticos pode se tornar uma solução a ser estudada.

O processo utilizado atualmente é o desenvolvimento unitário de produtos, no qual cada produto é projetado testado e colocado em produção de forma singular. Essa forma de desenvolvimento reduz as margens de lucro, dilatam o tempo de apresentação do produto para o mercado e geram resíduos para cada forma fabricada. A proposição para a mitigação desses fatores, é pesquisar setores da economia que já implantaram soluções de desenvolvimento que contribuam para gerar respostas a serem analisadas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral:

Elaborar um *framework* para a abordagem e aplicação do conceito e dos princípios da modularidade no desenvolvimento de produtos náuticos.

### 2.2 Objetivos específicos:

- Avaliar modelos de modularidade e definir um padrão adaptável para aplicação no desenvolvimento de produtos náuticos;
- Elaborar um *framework* para o processo de desenvolvimento de produtos náuticos a partir do modelo de modularidade definido;
- Avaliar a aplicabilidade do *framework* no desenvolvimento de embarcações de esporte e recreio de 30 a 37 pés;
- Avaliar aspectos econômicos e ambientais da aplicação da modularidade no processo de desenvolvimento das embarcações.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 Produção Seriada

A divisão do trabalho, gerado pela administração científica, é resultado do espírito inventivo de cada geração, que ao longo do tempo tem desenvolvido métodos mais rápidos e melhores para as operações industriais, podendo ser considerado progresso sistêmico, como produto da evolução e da sobrevivência das melhores ideias. A padronização dos produtos e dos movimentos dos operários tornou-se fundamental para a produção em massa, significando aumento de prosperidade e diminuição da pobreza, não somente para os trabalhadores, mas para toda a comunidade (TAYLOR, 1911).

Objecções que se fazem contra o grande número de estilos e modelos de produtos, é que tal variedade afeta a produção econômica de qualquer empresa. Mas, se as empresas se especializarem cada qual com seus modelos, a economia e a variedade poderão caminhar juntas. A finalidade da indústria não pretende uma padronização automática do mundo em que o cérebro se torna inútil e sim, ao contrário, um mundo em que as pessoas usam sua habilidade intelectual, livres da preocupação de prover a subsistência. Padronizar equivale a escolher o melhor emprego de soluções técnicas para a situação. A estandardização não tem nenhum sentido, se não significar um esforço para algo superior. Pergunta-se então: qual a melhor forma de fazer um produto? Simplesmente, o montante possível dos bons meios descobertos até hoje. Esse total é o *standard* (padrão). Mas não se pode afirmar que o *standard* de hoje será o mesmo de amanhã, pois o *standard* de hoje torna obsoleto o de ontem e será suplantado pelo de amanhã. Ao se considerar a padronização como um modelo que pode ser melhorado, busca-se estar no caminho mais adequado. Ao impulso das habilidades dos *designers*, projetistas e engenheiros, a indústria melhorou rapidamente todos os seus padrões, e em vez desse fato constituir barreira para o progresso, tornou-se a base para o futuro (FORD, 1922).

Esse contexto gerado no fim do século XIX e início do século XX é fruto de uma sociedade que em seu âmago necessitava de uma solução social e econômica, que encontrou nas ciências naturais um molde para sua constituição.

A ideia de que a própria sociedade pode ser organizada de forma racional seduziu as organizações, que contribuiu com a possibilidade na época de um ambiente racional para o trabalho humano (RAMOS, 1949).

Nos anos subsequentes, ter a lógica na forma de pensar, toma conta do contexto industrial e empresarial, sendo expressa pela tecnologia desenvolvida, como pode ser visto no clássico “A máquina que mudou o mundo” escrito por Womack, Jones *et al.* (1990), no final do século XX. O automóvel, como um dos grandes feitos da atividade industrial, influenciou toda uma geração em suas vidas diárias, pois os autores expressam em sua obra, que a maneira como se produz determina, não somente como se trabalha, mais ainda como se pensa, o que se compra e como se vive.

O contexto industrial tomou formas aprimoradas com ótimo desempenho nas indústrias japonesas, mostrando toda a aplicabilidade de um sistema “enxuto”, principalmente se comparado com outros fabricantes mundiais, como os europeus e os norte-americanos (MORGAN; LIKER, 2008).

Tais mudanças fazem surgir um ecossistema propício que concebe novos produtos e serviços, estimulado pelas transformações nas formas de gestão, não importando se está sendo feito um produto direcionado às pessoas em geral ou para determinados nichos, todos podem se beneficiar de uma gestão orientada a produtos (MUNIZ *et al.*, 2020).

Observa-se os passos dados desde a revolução industrial, conduzindo as técnicas para convergência na indústria 4.0, aperfeiçoada na Alemanha e disseminada rapidamente mediante ao contexto globalizado da efetividade do ponto de vista das estratégias de negócios, dos processos produtivos e da ampla abordagem dos produtos (JAVAID *et al.*, 2022).

### **3.2 Customização em Massa**

No decorrer do progresso dos séculos XX à XXI se constata uma mudança significativa em ambos os lados dos negócios: a exigência dos clientes no atendimento de suas necessidades específicas, diferenciando-se da grande multidão de consumidores, pagando para isso um preço justo; e de outro lado as organizações tendo que produzir de forma a proporcionar escolhas



customizadas, a um custo acessível a grande massa. Essa revolução afeta a sociedade e a economia de várias maneiras, uma vez que todos esses clientes e produtores estão em plataformas digitais, conectando-se, aprendendo, ofertando produtos a nível global e também comprando insumos de qualquer parte do mundo (XU, MIN et al., 2018).

A produção em massa é tida então como influenciadora do desenvolvimento econômico e tecnológico da sociedade, no qual o comércio foi confrontado com a necessidade de oferecer uma gama ampla de produtos, com capacidade de reagir rapidamente às tendências de mercado e especificidades solicitadas pelos consumidores (FERNANDES, 2021).

Tais estratégias incorporadas aos processos industriais servem para melhorar a capacidade de resposta a estas demandas, oferecendo portfólios de produtos com alta variabilidade e encurtando os prazos de produção. Esses são argumentos que deram origem estratégica ao “*make-to-order*” que significa produção sob demanda, de forma rápida e eficiente. Todos esses fatos geram uma infinidade de requisitos, que se atendidos, incluem a organização na já citada customização em massa, na qual pode-se definir duas grandes exigências: variedade de produtos e redução do prazo de entrega (DUPONT, 2021).

A customização em massa surge então como uma estratégia para produção personificada em série, gerando valor percebido para o cliente, reduzindo os custos produtivos e aumentando a efetividade da entrega. Embora essa técnica seja conhecida, na prática, tem-se a oportunidade de pesquisar os detalhes que corroboram de forma categórica para que todo este enredo aconteça, como é o caso do processo de desenvolvimento de produtos, que contribui na base, para as questões de produção em massa e da modularização (DUPONT, 2021).

### **3.3 Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP)**

O desenvolvimento de novos produtos é o principal fator de progresso econômico na construção de vantagens competitivas econômicas em uma

economia globalizada. O ciclo de vida dos produtos torna-se muito curto e tende a ser menor ano após ano. Assim, a inovação na oferta de produtos, torna-se o principal motor na economia, enquanto o desenvolvimento de novos produtos é considerado fator chave para o progresso e vantagem competitiva entre as nações. Empresas em todo o mundo enfrentam mudanças nas tecnologias produtivas e nos seus processos organizacionais (SILINEVIČA et al., 2016).

As tendências do universo digital, como a *Internet of Things – IoT* (internet das coisas), a digitalização, bem como a Indústria 4.0, trazem oportunidades e reveses habitualmente chamados de *trade-offs* (conflitos de escolha) nos processos de desenvolvimento de produtos (PDP). Para resolver esses problemas, como reduzir o *time-to-market* (tempo usado no PDP) e avançar sobre as oscilações do mercado, se constrói uma estrutura robusta para PDP com uma ampla perspectiva, abordando as novas tecnologias e a geração de valor percebido para o cliente (RAHATULAIN et al., 2021).

Trata-se de uma ligação a conceitos como adaptação do produto aos meios produtivos e vice-versa, sendo a troca rápida de informação entre o desenvolvimento do produto, a fabricação e o mercado, fator determinante para o sucesso dos novos produtos, onde não se pode desconsiderar a destinação final do produto baseando-se na sustentabilidade ambiental e social exigida por todas as partes interessadas (SANTOS et al., 2017).

Abordando as novas formas de PDP, as principais atividades a serem descritas são: os ciclos de informações, as teorias dos *insights* conceituais (baseadas nas funções e propriedades requeridas) que conduz a especificação do projeto definindo a estrutura do produto. As principais entradas e saídas do ciclo PDP apresentam-se como a distinção entre características e propriedades. As características definem parâmetros especificados por engenheiros e designers, como a geometria e o material de um componente. Já as propriedades, descrevem o comportamento pretendido e real do produto, como a confiabilidade e custos, na qual a iteração é fundamental nessa etapa, em que as análises e sínteses são realizadas para suportar o novo produto e geralmente executadas por grupos multidisciplinares (INKERMANN et al., 2019).

Modularização tornou-se um recurso básico para a racionalização do projeto e da produção citado assim por Pahl, et. al., (2005), que listam as

seguintes vantagens:

Para o fabricante: Em muitos casos de aplicação o trabalho de projeto é efetuado uma única vez sob princípios ordenantes; A produção de lotes de determinados tamanhos se repete e por isso fica mais econômica; uma alta qualidade pode ser alcançada mais cedo.

Para o usuário: Produtos com preços atraentes e qualitativamente bons; Redução do prazo de entrega; Aquisição descomplicada de peças de reposição e complementação.

Obtém-se para as atividades de engenharia grandes ganhos técnicos, pois as mesmas soluções podem ser aplicadas em diversos produtos, usando plataformas de base e variando-se os tamanhos. Este fator geralmente não é percebido pelo cliente pois o mesmo entende tratar-se de outro produto, principalmente quanto essa modularidade é pensada dentro de uma família de produtos de forma engenheirada, onde a função estética acaba por cobrir as igualdades requeridas.

### **3.4 Arquitetura de Produtos**

No prisma da engenharia de sistemas, conforme Bussemaker et al. (2022), a arquitetura de produtos é descrita como componentes que trabalham juntos para cumprir as funções do sistema. O projeto de arquiteturas de sistema lida com um espaço de projeto extremamente grande devido a uma explosão combinatória de alternativas. Uma forma de lidar com isso é aplicando a exploração sistemática do espaço de design de arquiteturas, na prática significa que técnicas de otimização são aplicadas na busca da melhor arquitetura de sistemas.

A arquitetura do produto é o conceito lógico construtivo, no qual se estabelecem as interfaces entre os componentes que o formam. Pode ser pensada de duas formas: modular e integral. As arquiteturas integrais são pensadas para apenas um produto, enquanto as modulares fazem com que módulos tenham funções e interfaces possíveis de configuração com diversos outros componentes (CHAVDA et al., 2021).

Segundo Meissner et al. (2021), os produtos possuem uma arquitetura e quando estes são compostos por subsistemas e componentes independentes com interfaces padronizadas, a arquitetura é considerada modular. Em comparação, subsistemas e componentes interdependentes, com interfaces fechadas, são descritos como arquiteturas de produtos integrados. A escolha de uma arquitetura de produto modular ou arquitetura de produto integrada é aquela entre flexibilidade e complexidade. Projetos de produtos modulares estão tornando-se mais onipresentes à medida que a economia global se torna mais interligada e menos produtos e serviços são usados como unidades integradas. Dado os altos níveis de interdependência de componentes, as arquiteturas de produtos integrados são muito mais difíceis de reprojeter para novos usos sem redesenho arquitetônico significativo. Produtos modulares são habilitados pela presença de uma arquitetura capaz que reconectar componentes independentes. Com componentes independentes e estáveis e interfaces padronizadas, a arquitetura de um produto modular permite equipes de P&D distribuídas para isolar as mudanças de projeto dentro do limite de um componente sem exigir modificação em outros componentes ou a própria arquitetura. Isolar as mudanças de projeto no nível do componente tem uma série de benefícios potenciais tanto para as empresas líderes quanto para outras empresas especializadas no setor. Ele permite que componentes atualizados sejam substituídos na arquitetura de produto ou em famílias de produtos, e permite uma mistura e combinação mais ampla de componentes para oferecer ampla base para a modularização.

### **3.5 Modularidade em Processos de Produção**

No estabelecimento do conceito de modularidade, Sun e Zhong (2020) apresentam o termo como um conjunto de componentes que podem ser removidos do produto final de forma não destrutiva como uma unidade. Sendo assim, um sistema complexo pode conter modularidade em seus subsistemas constituintes, que podem ser projetados e construídos de forma independente, mas ao se conectarem funcionarão como parte do todo de um produto. Os autores consideram a modularidade uma estratégia de design que evita a criação

de fortes interdependências entre módulos específicos, tornando-os genéricos a ponto de serem utilizados em diversos contextos.

A modularidade é uma técnica empregada como ferramenta fundamental para alguns setores da economia, ajudando na aplicação de estratégias gerais de liderança com custos e de diferenciação; expandiu-se da automobilística para a indústria de computadores, máquinas e equipamentos, linha branca, computação bem como para outros setores, como pode ser já visto em seus primeiros passos na construção naval e engenharia civil. O foco desta técnica é dividir produtos em módulos padrão, ganhando-se escala para os itens bem como a utilização de uma mesma peça ou conjunto na formação de novos produtos. Outra contribuição é a possibilidade de fornecedores abastecerem módulos específicos em que tem *know-how*, deixando para a empresa base somente itens de sua competência técnica (CARNEVALLI et al., 2021).

Na definição de Jung et al. (2021), a modularidade é o conjunto de itens ou produtos (famílias) que compartilham um ou mais elementos comuns, como componentes, módulos e subsistemas para atingir uma variedade de diferentes segmentos de mercado. Sendo assim, os produtos devem ser cuidadosamente projetados para capturar a economia total de custos e reduzir o tempo de lançamento no mercado, dada a variedade de ofertas de produtos baseados em uma plataforma.

Com uma visão ampliada do conceito, Modrak e Soltysova (2021) derivam sua definição da engenharia de sistemas, na qual a modularidade pode ser caracterizada como o grau em que um sistema é composto de peças relativamente independentes, enquanto cada parte normalmente carrega um conjunto isolado de funcionalidades. O conceito de modularidade do sistema tornou-se parte da teoria geral dos sistemas, uma vez que se pode aplicá-la a diferentes tipos de sistemas, como técnicos, sociais ou biológicos. Constata-se assim três grandes campos da modularidade: modularidade em projetos, modularidade em uso e modularidade em produção.

Nos últimos anos, identifica-se uma atenção especial para as equipes de pesquisa e desenvolvimento (P&D) dentro das organizações, uma vez que são responsáveis pela inovação e lançamento de novos produtos no mercado. Geralmente, essas equipes são multidisciplinares com foco no design e na

engenharia. Essas equipes de P&D estão com ciclos para desenvolver seus produtos cada vez mais curtos e em contraponto tem-se tecnologias cada vez mais complexas a serem implementadas. Essas dualidades requerem novos avanços dentro do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), nos quais os estudiosos propõem a abordagem da “modularidade” para gerenciamento e redução da complexidade durante a etapa de desenvolvimento de produtos. O contexto demanda então uma atenção especial dentro das organizações dos mais diversificados setores com colaboração da academia no tutelamento para adequação e proposição da tecnologia na modularidade em produtos (MARTIN, 2019).

A modularidade tornou-se, diante das atuais demandas, um conceito chave nos processos de invenção, tida como uma metodologia que tem efeito fundamental no processo de desenvolvimento de um novo produto, e na inovação, apresentando respostas às áreas comerciais e às expectativas dos consumidores. A definição do termo “modularidade” é abordada como um conjunto moderadamente significativo de componentes de um produto que estão interconectados por meio de uma interface comum, a fim de expandir e criar diversas possibilidades para um produto final, essas interfaces são superfícies de contato, funcionais: mecânicas, elétricas e digitais (DOCTORAN et al., 2020).

Foi fundamental para o nascimento da modularidade a padronização dos processos, levando à possibilidade de escalabilidade para produtos que outrora seriam inviáveis por sua baixa demanda. A promoção de fluxos contínuos e lineares é o ganho percebido nos processos industriais gerados durante a elaboração do design e engenharia do produto (ANTTONEN, 2020).

Entre as vantagens da aplicação da modularização, está o desenvolvimento mais rápido, a redução de custo de desenvolvimento de produto, a utilização do mesmo módulo em múltiplos produtos permitindo vasta variedade, fatores que levam a economia de escala, redução de custos com estoque e logística, dissociação de tarefas, reutilização de componentes, redução de tempo de montagem, redução de treinamento de operadores, facilitação na introdução de novas tecnologias, redução de erros de montagem, ganhos de qualidade no produto. É comum se utilizar junto com o termo “modularidade” o conceito de arquitetura de produto, ambos estão

interconectados a partir do esquema pela qual a atribuição de um produto é endereçada aos seus componentes físicos/digitais por intermédio do pensamento arquitetado para o produto. Pode-se dividir a arquitetura de um produto em dois tipos: integral e modular. A arquitetura integral é geralmente conectada a um único componente por meio da sua interface, enquanto as modulares podem ser ligadas a subconjuntos funcionais com variadas conexões entre componentes (SONEGO e ECHEVESTE, 2015).

Do ponto de vista do desenvolvimento de produtos, a modularidade evita a criação de forte independência entre módulos específicos dentro do mesmo produto, o projetista passa a pensar em uma gama maior de interconectividade, fazendo com que a criação seja considerada como família de produtos, gerando uma progressividade visual e funcional, de identidade da marca e do produto em desenvolvimento e dos futuros. A estrutura modular é pensada na forma de comunabilidade (itens comuns) e combinabilidade (possibilidade de combinação entre componentes), consistindo na possibilidade de uso do módulo em diferentes variantes do produto e em diferentes famílias de produtos bem como a redução de peças (*part numbers*) que são gerenciados dentro da cadeia logística (JACOBS *et al.*, 2007); (SUN e ZHONG, 2020).

### **3.6 Modelos de Processos de Desenvolvimento de Produtos**

Os processos das indústrias já consolidadas são grandes direcionadoras para as empresas das mais variadas áreas do conhecimento, e uma das suas grandes contribuições para a humanidade é o conceito de modularidade no concernente ao processo de desenvolvimento de produtos. Considerado como a pedra angular no desenvolvimento progressivo de produtos, a técnica vem avançando rapidamente e contribuindo para eletrificação do século XXI. As “estruturas de bases” mais conhecidas como Frameworks são as trilhas atualmente utilizadas na criação de uma arquitetura que padroniza componentes, cria interfaces comuns, possibilita reconfigurações de produtos, escalonamento, e progressividade para a indústria de automóveis (SHARMA *et al.*, 2022).

Na busca de apresentar os produtos ao mercado com menor tempo possível e garantia da qualidade, e oferecendo assim um certo grau de customização, a indústria fundamenta sua filosofia de desenvolvimento modular. Sua abrangência foi além das portas das fábricas, exigindo que toda a cadeia produtiva setorial se adaptasse à técnica. As subjacências são de extrema importância para o setor, chegando a ser tratado como um ecossistema totalmente conectado fornecendo soluções modulares. Deste modo, a cadeia de abastecimento divide a responsabilidade de desenvolver os mais complexos módulos, destacando assim a contribuição de cada peça ao conhecimento arquitetônico sistêmico para a modularidade necessária (TEE, 2019).

Inúmeros métodos de processos de desenvolvimento de produtos (PDP) são elaborados e adaptados às mais variadas áreas (eletrônica de consumo, máquinas industriais, linha branca, aeroespacial, tecnologia da informação, energia etc.). As abordagens propagadas com maior ênfase nas literaturas acadêmicas pesquisadas (artigos, dissertações, teses e livros) são delineadas a seguir.

### **3.6.1 Product Lifecycle Management (PLM)**

O modelo PLM (*Product Lifecycle Management*) pode ser considerado um método de gerenciamento de desenvolvimento de produtos que tem uma amplitude significativa comparado aos processos usuais comuns, conduzindo todo o ciclo de vida de um produto, desde seu primeiro conceito, passando pelo design, fabricação, até a responsabilidade do descarte ou reaproveitamento. Este modelo integra pessoas, dados, processos e sistemas de negócios e fornece um arcabouço de informações de produtos para empresas e todas as partes interessadas (SANTOS et al., 2018). Importante lembrar que em alguns momentos o PLM é confundido com um *software* de gestão de produtos, mas a arquitetura lógica de raciocínio é seu fator preponderante, servindo de base para os demais métodos existentes. A ideia básica é a integração entre os sistemas de desenvolvimento, ordenando suas etapas, incorporando sistemas de produção e engenharia de dados, como demonstrado na Figura 04 (KULKARNI et al., 2021).



A robustez e abrangência da metodologia PLM mostrada na Figura 4, se dá principalmente, em remover e estabelecer os desperdícios em todo ciclo de desenvolvimento do produto, construção, suporte e manutenção.

**Figura 04:** Níveis do PLM.



**Fonte:** adaptado de Elangovan (2020).

O fluxo da Figura 4 revela a amplitude do PLM, trabalhando desde o termo de abertura do projeto e seus estudos de NPD/NPI (*New Product Development/New Product Introduction*), no qual o NPD trata da ideação e do processo de design e o NPI da fabricação e lançamento do produto. O NPD/NPI conectam-se perfeitamente com sistemas como PDM (*Product Data Management*), que concentra e compartilha dados do produto e do processo produtivo, desenhos assistidos por computadores, como o CAD (*Computer Aided Design*), e outros sistemas de gestão como ERP (*Enterprise Resource Planning*), que tem por objetivo o planejamento dos recursos da empresa. Está compreendida no ERP a lista de materiais conhecida em inglês como BOM (*Bill of Material*). Toda consideração obtida com o PLM nas fronteiras de negócios mostra sua versatilidade, certificando todos os estágios do processo de ciclo de vida do produto, constituindo um importante roteiro para a indústria de transformação e sua preocupação com o meio ambiente, no qual o RoHs (*Restriction of Certain Hazardous Substances*) orienta o não uso de substâncias perigosas e poluentes.

### 3.6.2 Model-Based Systems Engineering (MBSE)

O *Model-Based Systems Engineering* (MBSE), que pode ser traduzido como engenharia de sistemas baseada em modelos de modularidade vem se destacando e sendo bastante citado na literatura, como método inovador de emprego holístico, gerando otimização máxima, fornecendo e incluindo elementos de modelo para todos os seus estágios. A técnica é advinda da engenharia aeroespacial, na qual habitualmente era utilizada nos desenvolvimentos de alta complexidade, agora sua aplicabilidade transcende para outros setores como o automotivo no desenvolvimento de produtos em plataformas, prestando assistência às necessidades que por vezes não eram atendidas pelos métodos até então empregados. O MBSE surge como uma aplicação formalizada de modelagem para suportar os requisitos do PDP, melhorando as atividades de projeto, análise, verificação e validação começando na fase de projeto conceitual e continuando ao longo do desenvolvimento e em etapas posteriores como o fim do ciclo de vida dos produtos (HUSUNG et al., 2021).

Nos desenvolvimentos dos novos produtos aeroespaciais feitos pela NASA (2020), no laboratório de propulsores situado na Califórnia/USA, aplica-se o MBSE por conta do nível de complexidade de desenvolvimento, situação na qual é primordial reduzir ao máximo os erros e retrabalhos, além de melhorar a qualidade do sistema de desenvolvimento do projeto em relação às técnicas tradicionais de engenharia de desenvolvimento de produtos. O estado da arte dessa metodologia é o aprimoramento das comunicações auxiliando na apresentação e compreensão do todo, sendo possível entender o progresso dos requisitos estabelecidos, tais como os de qualidade, de rastreabilidade, modularidade, custos e de produtividade, instituindo uma melhora na transferência de conhecimento por meio da captura eficaz do conhecimento e sua padronização para uso futuro. O foco nas atividades dos estágios iniciais do ciclo produtivo, visam reduzir riscos de acúmulos de custos ampliados e associados ao tratamento posterior dos defeitos pois tem uma ampla visão modular. Este tipo de modelo denominado de “super sistema” por Chadzynski et al. (2018), pode ser usado para reavaliar as opções de projeto à medida que novos componentes se tornam disponíveis ou novas variantes do sistema são necessárias para novos clientes ou mercados.

Segundo Audoire (2019), o MBSE é a aplicação formalizada da modelagem para suportar requisitos do sistema como um todo, análise geral, projeto, verificação e validação. Oriundo desta técnica, o Modelo em “V” é a representação gráfica dessa abordagem, conforme apresentado na Figura 5. Esse modelo demonstra as relações entre cada fase do ciclo de desenvolvimento e suas associações durante o projeto. Os eixos horizontais e verticais representam o tempo e a integração (da esquerda para a direita) e as ideias advindas durante o percurso no modelo.

**Figura 5:** Abordagem MBSE



**Fonte:** adaptado de Audoire (2019).

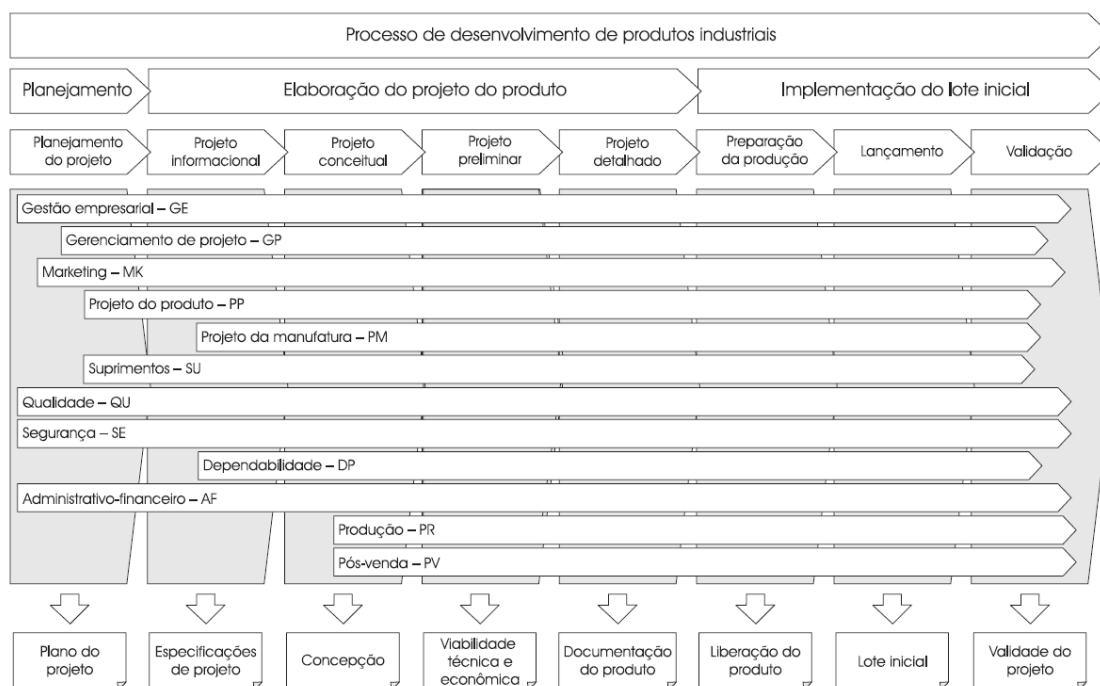
A Figura 05 em formato de “V” empregada pela técnica do MBSE orienta as práticas de desenvolvimento de produtos distribuindo sua sequência da esquerda para a direita, onde se analisa e define práticas a nível de negócios (Business Case), passando para a integração e composição. Os milestones (losangos) são os marcos que buscam adequar cada etapa ao seu respectivo prazo durante o desenvolvimento. Pode-se observar que este método já avança sobre o pós vendas, como um atributo de qualidade percebida do produto.

### 3.6.3 Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP)

Na observância do uso dos conhecimentos científicos pode-se abordar a forma projetual de desenvolvimento integrado como o conjunto de informações técnicas e imaginação na definição de estruturas, máquinas ou sistemas para desempenhar funções pré-estabelecidas com máxima economia e eficiência. Para elaborar produtos com nível de qualidade global, exigida pelo mercado, se faz necessário saber de antemão: o que fazer, para quem fazer, quando fazer, com que fazer e como fazer. A otimização integrada considera todo o ciclo de vida do produto, e busca na sua essência um produto melhor aos atributos requeridos pelos usuários e partes interessadas, abrangendo sua concepção até o descarte (BACK *et al.*, 2008).

Esta técnica se vale do modelo sequencial (Figura 6) e de sobreposições para dispor seu raciocínio lógico apontando as saídas documentais de cada etapa.

**Figura 6:** Representação gráfica do modelo do processo de desenvolvimento integrado de produtos – PRODIP.



Fonte: Back *et al.* (2008).

O processo como um todo é decomposto em três grandes fases que posteriormente são subdivididas em mais oito etapas. Cada uma dessas fases quando obtidos seus resultados dá acesso a próxima, quando alcançada sua finalidade.

Sobre a diversidade de requisitos, Back *et al.* (2008) diz resultar em grande variedade de produtos e uma produção complexa e difícil de planejar e controlar. Nesta situação, a modularização é apresentada pelo autor como uma alternativa, pois já é aplicada desde produtos simples como brinquedos e móveis até os mais complexos como automóveis e aviões. Dois conceitos são distinguidos: módulos funcionais e módulos construtivos. O módulo funcional é um conceito abstrato formado por suas funções no sistema, enquanto os módulos construtivos são soluções físicas que incorporam um ou mais módulos funcionais. Os módulos são classificados aqui em quatro tipos:

- Módulo básico: estabelece funções básicas e é partilhado com os diferentes produtos do sistema;
- Módulo auxiliar: gera soluções auxiliares sendo aplicado juntamente com módulos básicos para gerar soluções para a diversidade de produtos;
- Módulo adaptativo: faz a integração das funções adaptativas usadas para ampliar as características ou conciliar produtos e suas limitações;
- Módulos especiais: realiza funções específicas, sendo projetado como solução final para atendimento das necessidades dos usuários.

A partir destas combinações os produtos podem ser customizados e podem satisfazer uma ampla gama de necessidades.

#### **3.6.4 Modelo Unificado de Gestão de Desenvolvimento de Produtos (GDP)**

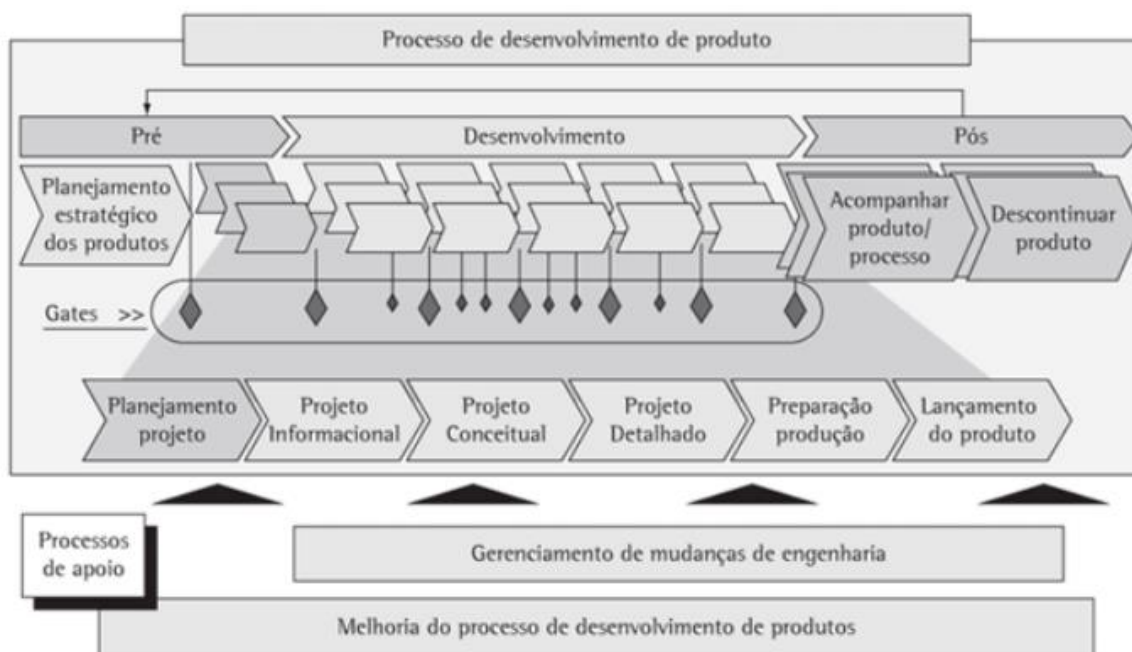
A apresentação do modelo unificado de Gestão de Desenvolvimento de Produtos (GDP) é uma forma didática encontrada por Rozenfeld *et al.* (2006), que se tornou um clássico utilizado nos cursos de design e engenharias, possui particularidades relacionadas com o desenvolvimento de bens duráveis e de equipamentos. Esse modelo geral, conforme justificam os autores, pode ser adaptado ao desenvolvimento dos mais variados tipos de produto.

O modelo gráfico apresentado na Figura 7 demonstra a organização feita

por fases que agregam as atividades a serem executadas. O foco desse esquema é proporcionar ao executante uma visão da evolução do desenvolvimento do produto, proporcionando uma interação com as várias áreas do conhecimento necessários ao conceber um produto.

A sistematização proposta é utilizada como transformação do processo de desenvolvimento de produtos de forma incremental, introduzindo melhores práticas, aumentando gradualmente a maturidade do processo e aplicando ferramentas já consagradas que aumentam a eficácia das atividades a partir do início do processo até seu monitoramento no nível de melhoria contínua. Parte-se do entendimento “dos problemas a resolver e oportunidades a abraçar”, a motivação para tal é gerada pela própria empresa com o uso do método, trazendo para as novas oportunidades as lições aprendidas na aplicação anterior, tornando-se um ciclo natural contínuo.

**Figura 7:** Etapas do Processo de Desenvolvimento de produtos



**Fonte:** Rozenfeld *et al.* (2006).

Os *gates* (portas) mostrados na Figura 07 por meio de losangos, são os *check points* (pontos de checagem), em que um *check-list* é feito para verificar se a etapa atingiu todos os objetivos pré-estabelecidos, estando aprovado passa-se para a nova fase, o que acontece consecutivamente até a

descontinuação do produto.

Um dos autores desse método salienta em seu artigo publicado (AMARAL *et al.*, 2021) a necessidade constante de atualização dos modelos de desenvolvimento, pois os novos produtos são demandados a permanecerem competitivos e ainda adequados às necessidades dos clientes em nível global. A exigência de adaptação das organizações aos avanços abundantes de produtos e tecnologias, é descrita por Forcellini *et al.* (2015), apontando para as diferentes formas de geração de valor, hoje definida como inovação. A forma de como se desenvolve os novos produtos é parte fundamental para contribuição na percepção do ciclo de vida dos produtos, bem como sua visão dentro de uma forma modular de desenvolvimento, que possibilita a chamada “inovação aberta”.

### **3.6.5 Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos**

O Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos (STDP) ou desenvolvimento de produtos enxutos - LPD (*Lean Product Development*) - segundo Varl *et al.* (2020), é uma técnica para a minimização de desperdícios, desenvolvida no Japão e difundida no mundo inteiro por pesquisadores em busca de respostas quanto a efetividade das indústrias automobilísticas daquele país no processo de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos.

São considerados por Belvedere *et al.* (2019), como os principais desperdícios pelo STDP: superprodução de informações, processamento excessivo de informações, falta de comunicação, falta de informações, geração de informações defeituosas, correção de informações, espera de pessoas e movimentação desnecessária de pessoas e da mesma forma o não uso de talentos humanos. Por meio da supressão dos desperdícios, a técnica se alicerça para aumentar o valor para os clientes, projetando produtos melhores com maior velocidade de forma econômica como publicado por Marodin *et al.* (2018), facilitando a redução de problemas sistêmicos que podem inviabilizar a comercialização. As práticas essenciais incluem a engenharia simultânea, modularização, integração da cadeia logística e o design para manufaturabilidade. Tem-se ganhos significativos quanto a *lead time* de

pesquisa e desenvolvimento, engenharia, redução nos custos de projeto e agregação de lições aprendidas.

De modo pragmático, avaliando o sistema *Lean*, Hopp e Spearman (2020) sob a perspectiva de quem esteve lá desde o nascimento da técnica, propõem uma visão avançada e simples para os dias atuais que está alicerçada nas seguintes regras:

Regra 1 - Todo processo deve ser altamente especificado como: conteúdo, sequência, tempo e resultado;

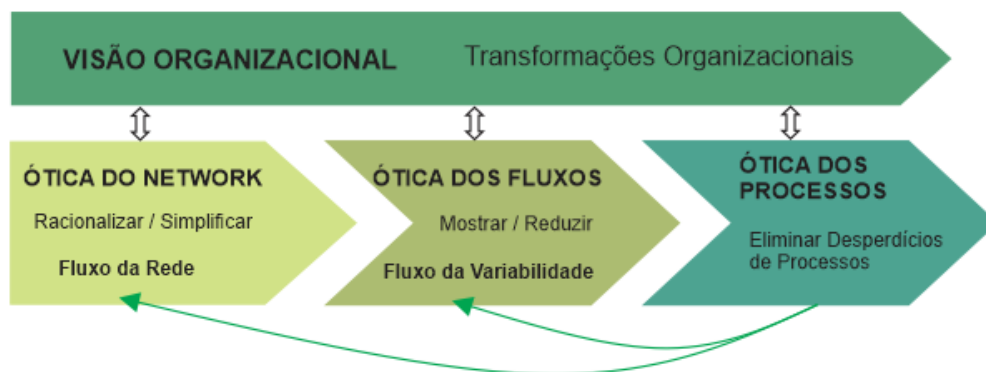
Regra 2 - Todo contato empresa-fornecedor deve ser direto, e deve haver uma forma inequívoca de sim ou não para enviar solicitações e receber respostas;

Regra 3 - O processo de desenvolvimento de cada produto e/ou serviço deve ser simples e direto nas suas etapas;

Regra 4 - Redução de Variabilidades.

Na Figura 8 estão esquematizadas as perspectivas do sistema *Lean Product Development* na prática.

**Figura 8:** Uso das perspectivas do sistema *Lean* na prática



**Fonte:** adaptado de Hopp e Spearman (2020)

Uma das questões que é unanimidade entre os pesquisadores Plakhin et al. (2019), é que empresas que aplicam o Sistema *Lean* no desenvolvimento de produtos apresentam as técnicas como de simples aplicação, permitindo distinguir oportunidades profundas de melhorias, reduzir significativamente as perdas, melhorar constantemente toda a gama de processos de negócios,



aumentar a transparência e a gerenciabilidade do PDP, usar o potencial de cada funcionário, visando aumentar a competitividade e obter benefícios econômicos significativos sem grandes custos *financeiros*. Esse sistema permite que todo o pessoal envolvido no PDP se integre em atividades estruturadas pré-definidas para o estabelecimento das diretrizes, estruturando assim a possibilidade de avaliação da disciplina no uso dos processos no desenvolvimento de produtos.

### **3.7 Modularidade nos processos**

Jung et al. (2018), abordam o assunto há anos, aplicando as técnicas de modularidade nos mais variados setores produtivos, desde a indústria manufatureira de base como produtos de consumo doméstico a aplicações aeroespaciais. A organização feita pelos autores ordena a modularidade em quatro partes com base na diretriz do ciclo de vida de desenvolvimento de plataforma típico: 1) Planejamento e Estratégia de produtos; 2) Arquitetura de Design de Plataforma; 3) Desenvolvimento e Família de Produtos; 4) Aplicações Práticas.

Atualmente, a modularidade permite que o usuário final tenha liberdade para misturar e combinar módulos para um produto final personalizado, que funcione melhor atendendo as necessidades de uso, defendendo assim a divisão de um sistema em subsistemas com interfaces bem definidas entre os subsistemas. No projeto modular, Walsh et al. (2019) apresentam a “modularização” de um produto alicerçado na visão do projeto em nível totalizante como as famílias em que se queira obter, e vai se decompondo conforme os produtos, identificando conjuntos de componentes que estão conectados uns aos outros gerando interfaces genéricas. Um sistema com alto grau de modularidade é aquele com acoplamento forte e comum entre seus grupos de componentes e que podem ser compartilhados com outros produtos.

Gauss et al. (2020) qualificam as plataformas, por sua vez, como ativos intelectuais e materiais compartilhados por uma família de produtos, para minimizar a complexidade de fabricação, e as decompõe no campo da aplicabilidade em duas estratégias:

- 1) Uma estratégia tecnológica para aumentar configurabilidade do produto

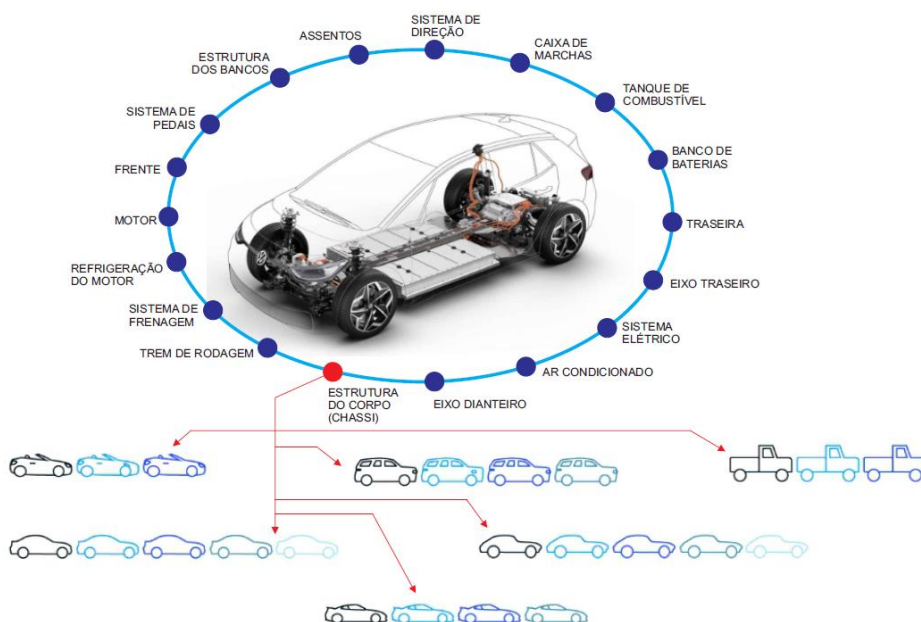
e reduzir o esforço de engenharia dentro linhas de produtos individuais, eliminando soluções técnicas duplicadas e competitivas que são usadas para cumprir o mesmo valor para o cliente;

2) Uma estratégia de fabricação para reduzir o número de linhas de produtos diferentes, estabelecendo um sistema de módulos que incorpora mais valor para o cliente.

Ter uma visão holística na gestão é considerado fator preponderante dentro do sistema de modularidade, pois o controle das variâncias deve garantir vantagens competitivas de forma sustentável. A redução das variantes é competência fundamental no processo de desenvolvimento de novos produtos, como é o caso do setor automobilístico entre tantos outros setores. Na prática, o setor automobilístico usa plataformas estratégicas como base para uma ampla gama de produtos com variação no design, cobrindo assim vários mercados e segmentos.

Na Figura 9 é apresentado um sistema de modularidade da indústria automobilística, onde os vários componentes são compartilhados em plataformas comuns, gerando famílias que trocam módulos e componentes entre si garantido a intercambiabilidade das diversas peças.

**Figura 9:** Modularidade na Indústria automobilística



**Fonte:** adaptado de Frank et al. (2022).

Para controlar sistematicamente a variância e garantir vantagens competitivas de forma sustentável, a gestão holística é considerada competência central da indústria automotiva, em relação à redução de variantes e ao PDP.

Na prática, plataformas estratégicas são frequentemente usadas como base para uma ampla gama de veículos de design diferente cobrindo vários mercados e segmentos. Com a ajuda de uma plataforma compartilhada, diferentes veículos de uma família de produtos são concebidos. Na indústria automotiva, de 30% a 60% dos custos totais de um veículo são advindos de componentes da plataforma (FRANK et al., 2022). Por causa disso e do agrupamento de tecnologias essenciais em uma plataforma (por exemplo, estrutura do corpo), a mesma permanece estável ao longo o ciclo de vida do produto.

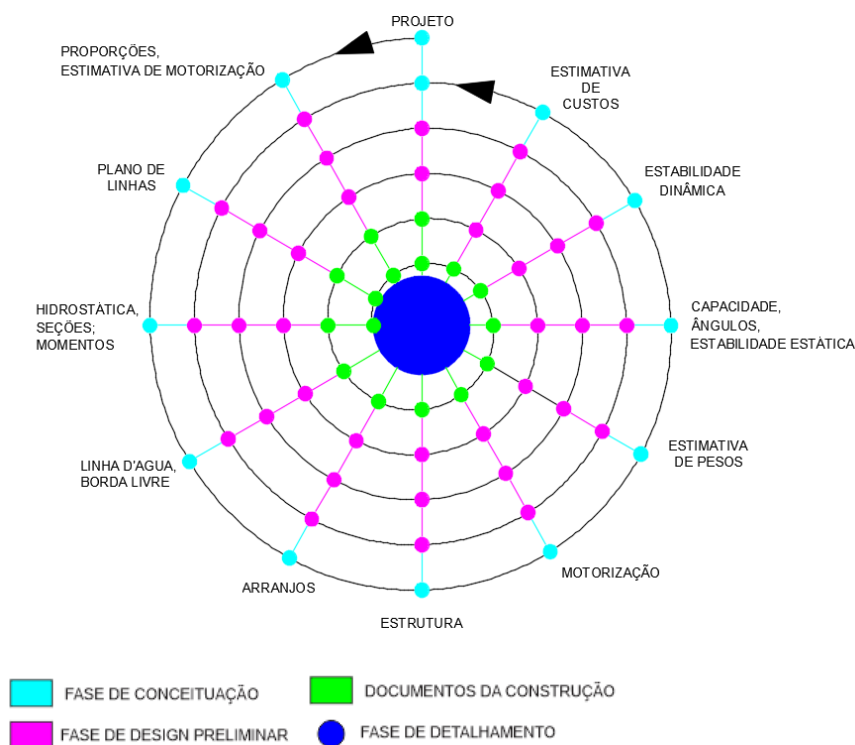
### **3.8 Modelos de Desenvolvimento de Produtos Náuticos**

Projeto de embarcações são reiterados progressivamente, sendo utilizadas ferramentas como o CAD que aceleram esse processo. Porém, nos primórdios do desenvolvimento de embarcações, as iterações tinham seu tempo distendido, com a aprendizagem gradativa passada de um projeto para outro, e muitas vezes os aprimoramentos davam-se entre gerações de indivíduos que os desenvolvia. A partir de 1960 (SKÖLDKVIST, 2021), com o avanço da informática e das ferramentas digitais específicas, houve uma transformação, na qual os cálculos e desenhos já podiam ser virtualizados a partir de softwares. No entanto, é notório o uso do método do design em espiral por designers, arquitetos e engenheiros no desenvolvimento de embarcações, que orienta muitos dos processos de desenvolvimentos usados ainda hoje, embora já se tenha novas formas de desenvolver embarcações (lanchas, iates e navios) (SOPELANA, 2021).

A Espiral de Desenvolvimento (Figura 10) requer uma passagem iterativa percorrendo todas as etapas do projeto e a volta ao ponto de partida onde inicia-se um novo giro, sendo a natureza da repetição, a chave para acomodação do processo cíclico de identificar problemas, analisá-los e gerar as

ações necessárias para resolver tal desvio, para seguir em frente (SHAW, 2018).

**Figura 10:** Espiral de desenvolvimento de embarcações



**Fonte:** adaptado de Sköldkvist (2021).

Este processo demanda conhecimento, convívio e experiência por parte do projetista, e a contribuição da busca do conhecimento científico nos quesitos de tecnologias assistidas por computador nos domínios da engenharia e hidrodinâmica. Como o processo de desenvolvimento de produtos em espiral valoriza mais a intuição do designer e seu julgamento pessoal, é fundamental que essas habilidades pessoais sejam bem construídas e atualizadas. Os autores Pawlusik et al. (2020), do Centro de Pesquisas Marítimas da Polônia, fazem uma crítica a este método, pois ao longo do tempo o processo permaneceu inalterado independente do software utilizado e a ampla gama de processos analíticos desenvolvidos.

A essência mostrada por Ameel (2020), quanto a esta metodologia, parte da perspectiva de que o projeto nunca está totalmente finalizado, o projetista avança para mais perto de seu objetivo e o processo em direção a ele não é linear, gerando sentimento de processo inacabado mediante as infinitas

possibilidades de melhoria do produto dentro das iterações. Não fica claro ao projetista o ponto de encerramento do projeto, tendo em vista a contínua possibilidade de girar na espiral.

Na análise crítica feita por Maimun et al. (2019), os autores discorrem que observar o projeto geral de uma embarcação, torna-se tarefa difícil através do modelo espiral de design, pois o método absorve grande quantidade dos recursos, amplificada pela natureza complexa do produto desenvolvido. Além disso, os projetos apresentam sistemas distribuídos inter-relacionados. A proposição feita pelos autores é a aplicação de métodos dedicados, técnicas e ferramentas para observar e validar sua interação para satisfazer as metas de design do conjunto, objetivos e requisitos funcionais. Concluem que técnicas efetivas para este tipo de desenvolvimento de produtos, precisam ser específicas, sendo que a pesquisa por ferramentas e métodos necessitam de avanços para um abrangente sistemática no desenvolvimento de embarcações.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Avaliação de modelos de modularidade aplicados no desenvolvimento de produtos náuticos

Primeiramente, foi realizada uma análise das principais características dos produtos náuticos e dos desafios enfrentados no processo de desenvolvimento desses produtos. Considerou-se as particularidades da indústria náutica, tais como os materiais utilizados, as condições ambientais em que os produtos são utilizados (em navegação costeira e/ou interior) e as normas e regulamentações específicas. Pesquisou-se sobre aplicações da técnica de modularidade automotiva tanto em estudos publicados nacionalmente escritos em língua portuguesa, como em estudos publicados internacionalmente em língua inglesa, sendo estes 51% dos estudos pesquisados, de um total de 224 artigos teses e dissertações acadêmicas. A pesquisa foi realizada nas bases de dados do Science Direct e Google Acadêmico.

A partir dos estudos, foi realizada uma comparação entre as etapas aplicadas nos processos de desenvolvimento de produtos da indústria automobilística e náutica, verificadas as diferenças entre elas e definidas as mais adequadas para a elaboração de um *framework* para aplicação no processo de desenvolvimento de embarcações na empresa em estudo.

### 4.2 Elaboração de um *framework* para desenvolvimento dos produtos náuticos a partir dos modelos pesquisados

O *framework* foi considerado no estudo como uma estrutura lógica de desenvolvimento de produtos, com foco nos processos que abordam a modularidade de produtos, levando-se em consideração que processo utilizado atualmente é o desenvolvimento único, por produtos, onde projeta-se de forma singular, que não atende mais as necessidades do setor náutico.

Sendo assim as etapas do *framework* foram ordenadas de forma sequencial a partir das pesquisas efetuadas nas diversas bibliografias apresentando-as de forma gráfica como aplicado no estudo de Catto (2021). O método sequencial destaca-se pelo seu uso intuitivo e a possibilidade de tarefas

múltiplas (CAMPESE, 2019).

A proposta para o *framework* foi desenhar uma trilha para auxiliar designers, projetistas e engenheiros nos futuros desenvolvimentos de produtos náuticos, visando obter melhor relação entre os custos para empresa, aumento de valor percebido para o cliente e sustentabilidade oportunizada pelo novo processo.

As etapas dispostas no *framework* foram descritas considerando as fases do processo, desde a análise das necessidades dos clientes, a produção do produto final, incluindo a arquitetura de sistemas, subsistemas e componentes (SSCs). O modelo escolhido como base é o apresentado por Rozenfeld et al. (2006) conforme adaptado no Quadro 1, por sua intuitividade e adaptabilidade aos diversos setores econômicos de bens duráveis conforme sugerido pelos próprios autores.

A etapa inicial apresentada é a de planejamento do projeto em que o documento apresentado é minuta do projeto, que gera as entradas para o termo de abertura. Na sequência o projeto informacional busca o planejamento do projeto com suas fases e prazos bem como as metas do projeto. Na etapa de projeto conceitual são tratados os conceitos do produto e do processo produtivo necessário. No detalhamento é elaborada a concepção do produto com sua arquitetura, alternativas, SSCs, desenhos preliminares e plano macro de processos.

Durante a fase de preparação para a produção trata-se das seguintes aprovações, homologações e certificações: do protótipo, do produto, do lote piloto e do processo produtivo. Assim é liberado o produto e o processo para a fabricação contínua seriada. Neste momento é entregue a lista final de materiais chamada de BOM (Bill of Materials). Esta fase aborda também o plano de fim de vida do produto. Na última é feito o lançamento do produto, no qual a instrução é realizada a partir de processos para a venda do produto, atendimento ao cliente, assistência técnica e o pós vendas.

**Quadro 1:** Principais fases do processo de desenvolvimento de produtos

ETAPA	PROCESSO	AÇÃO NÍVEL 1	AÇÃO NÍVEL 2
PLANEJAMENTO DO PROJETO	MINUTA DO PROJETO	TERMO DE ABERTURA	
PROJETO INFORMACIONAL	PLANO DO PROJETO  ESPECIFICAÇÕES-META	ESCOPO DO PROJETO CONCEITO ATIVIDADES PESSOAL PRAZOS ORÇAMENTOS RECURSOS QUALIDADE RISCOS INDICADORES  REQUISITOS DOS VALORES DA META INFORMAÇÕES QUALITATIVAS	
PROJETO CONCEITUAL	ELABORAÇÃO DE CONCEITOS	CONCEITOS DO PRODUTO CONCEITOS DOS PROCESSOS	
PROJETO DETALHADO	CONCEPÇÃO DO PRODUTO	ARQUITETURA DO PRODUTO ALTERATIVAS DE SOLUÇÃO LISTAS SSCs PRINCIPAIS ESPECIFICAÇÕES INICIAIS DOS SSCs DESENHOS INICIAIS PLANO MACROPROCESSO	
PREPARAÇÃO PARA PRODUÇÃO	PROTÓTIPO APROVADO PRODUTO HOMOLOGADO	ESPECIFICAÇÕES FINAIS PROTÓTIPO FUNCIONAL PROJETO DOS RECURSOS PLANO DE FIM DE VIDA	ESPECIFICAÇÕES DOS SSCs BOM FINAL DESENHO FINAL DESENHOS FINAIS COM TOLERÂNCIAS PLANOS DE PROCESSO PROJETO DE EMBALAGEM MATERIAL DE SUPORTE DO PRODUTO
	LOTE PILOTO APROVADO PROCESSO HOMOLOGADO PRODUTO CERTIFICADO	LIBERAÇÃO DA PRODUÇÃO DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO ESPECIFICAÇÃO PROC. DE PRODUÇÃO ESPECIFICAÇÃO PROC. DE MANUTENÇÃO CAPACITAÇÃO DE PESSOAL	
LANÇAMENTO DO PRODUTO	PRODUTO LANÇADO	DOCUMENTO LANÇAMENTO ESPEC. PROCESSO VENDA ESPEC. PROCESSO ASSISTÊNCIA TÉCNICA ESPEC. PROCESSO ATEND. AO CLIENTE	

Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006).

O Quadro 1 mostra o processo indo da esquerda para a direita, completando-se linha a linha, até a fase final. O sequenciamento é feito por setas



que mostram o caminho a percorrer dentro das divisões. Os colchetes agrupam atividades complementares que são levantadas por a atividade ou fase antecessora no processo.

Por fim, foram apresentados os resultados da aplicação do framework a partir do desenvolvimento deste referencial com suas respectivas fases para uma família de embarcações definida.

### **4.3 Aplicação prática do *framework* no desenvolvimento de embarcações de esporte e recreio**

A partir do *framework*, foram elaborados os *templates* (modelos padrão) para cada etapa do processo de desenvolvimento dos produtos, orientando a gestão de produtos no que deve ser verificado e registrado em cada etapa, evitando o prejuízo de se esquecer etapas importantes.

Definiu-se aplicar a modularidade no desenvolvimento de embarcações de esporte e recreio de 30 a 37 pés para 6 modelos. A escolha da faixa de tamanhos das embarcações foi em função destes produtos já serem desenvolvidos pela empresa do setor náutico, que deu suporte à pesquisa para este estudo.

De forma a ilustrar o objetivo do trabalho, foi elaborada a representação dos produtos por meio de imagens obtidas de CAD (*Computer Aided Design*) em 3D, os módulos base, os componentes modulares que irão compor a família de produtos e que possibilitam legitimar a sua aplicabilidade.

### **4.4 Levantamento de aspectos econômicos e ambientais da aplicação da modularidade no processo de desenvolvimento das embarcações**

Para avaliar de forma preliminar a aplicação da técnica de modularidade do ponto de vista econômico, foi realizado um levantamento dos custos envolvidos na fabricação dos produtos pelo processo usual aplicado pela empresa em estudo e dos custos envolvidos na fabricação dos mesmos produtos

a partir da aplicação da técnica de modularidade, considerando o uso de plataforma baseada numa visão ampla de fabricação de famílias de produtos.

O custo linear de investimento das formas e moldes das embarcações foi determinado, conforme pesquisa de Bader (2002) e Robert (2020), por:

$$\text{Valor dos moldes} = \text{comprimento do barco} \times R\$1000,00$$

Os custos dos produtos foram obtidos a partir dos custos das matérias-primas, componentes, mão de obra e rateios de custos fixos. Para o preço de venda foi utilizada a técnica de *Mark-up* alinhada ao preço de mercado e a partir desses determinou-se a margem para cada produto (BEHR *et al.*, 2017).

No contexto ambiental, o modelo de modularidade foi avaliado quanto a sua contribuição na redução no uso de matérias-primas na fabricação das embarcações e na possibilidade de reutilização de peças, conforme o modelo de economia circular (SILVA, 2022).

Os materiais utilizados como matérias-primas são em grande parte resina de poliéster e fibra de vidro em forma de mantas com filamentos multidirecionais. Esses materiais por sua vez tem uma longevidade significativa, o que pode se tornar um paradoxo do ponto de vista ambiental. Isto acontece, devido aos materiais compósitos que usam fibra de vidro terem vida útil longa, por não sofrerem degradação facilmente (comparado com aços e outros materiais metálicos, por exemplo, que sofrem corrosão). Este fator é positivo quanto à necessidade de reposição do produto, mas do ponto de vista de descarte, torna-se um produto cuja decomposição é lenta e pode se tornar um problema se não for recuperado.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Comparação entre as etapas envolvidas no processo de desenvolvimento de produtos modulares e sua aplicação ao setor náutico**

Durante a pesquisa em literatura, foram encontradas significativas contribuições dos mais variados setores no tocante ao pensamento de desenvolvimento de produtos modulares. Observou-se que é prática comum e generalizada nos processos avançados de desenvolvimento de produtos o uso do pensamento modular e que a cada nova tecnologia é aplicada de forma natural e difundida totalmente no seu ecossistema produtivo.

Processos de desenvolvimento de produtos náuticos baseados na modularidade são pouco descritos na literatura. Identificou-se uma lacuna nessa área, pois os processos atualmente utilizados, como é o caso da espiral de desenvolvimento náutico (SHAW, 2018; SKÖLDKVIST, 2021; SOLOPENA, 2021), são aplicados desde os meados do século XX, permanecendo inalterados até os dias atuais. Outros modelos como de cascata e incremental (BABU, 2023) não tem expressão no setor, pois são pouco difundidos por pesquisadores do setor náutico e naval, sendo estes extremamente complexos e de difícil entendimento.

No Quadro 2 está apresentado um comparativo que exemplifica as lacunas entre as técnicas utilizadas entre os setores automotivo e náutico no desenvolvimento de produtos, expondo as oportunidades que se tem disponível para adaptação ao setor náutico. Observa-se que o setor náutico apresenta grandes lacunas de abordagem das etapas de desenvolvimento de produtos. O setor automotivo, por outro lado, tem uma abordagem estruturada enfatizando a família de produtos, a modularidade, padronização dos produtos e adaptabilidade dos componentes e suas interfaces.

**Quadro 2:** Comparativo de etapas dos processos de desenvolvimento de produtos entre o setor automotivo e náutico.

<b>ETAPAS COMPARADAS: SETOR AUTOMOTIVO VERSUS NÁUTICO</b>			
<b>SETOR AUTOMOTIVO</b>		<b>SETOR NÁUTICO</b>	
<b>ETAPA</b>	<b>EXEMPLO</b>	<b>ETAPA</b>	<b>EXEMPLO</b>
<b>Análise estratégica da família de produtos</b>	1. Atendimento à missão, visão e valores da empresa; 2. Progressividade do design no tempo; 3. Amplitude da família de produtos. (RIASANOW et al., 2020)	NA	NA
<b>Definição de metas com base no ambiente de negócios</b>	1. Benefícios da variedade com semelhança; 2. Preços comercializáveis globalmente; 3. Riscos e contingências; 4. Definição de metas com base no ambiente do cliente. (PAKKANEN et al., 2016)	<b>Estimativa de Custo</b>	1. Estimativa de custo baseado no projeto do produto; 2. Estimativa de motorização; 3. Estimativa de peso. (SKÖLDKVIST, 2021)
<b>Cadeia de abastecimento</b>	1. Plataforma de cadeia de suprimentos; 2. Ecossistema da plataforma. (JOVANOVIC et al., 2022)	NA	NA
<b>Modelo de elementos do sistema modular pré-existente</b>	1. Análise da gama de produtos existentes para identificar elementos genéricos (interno e mercado); 2. Amostra da descrição preliminar da família de produtos e raciocínio. (STYLIDIS et al., 2019)	NA	NA
<b>Arquitetura: componentes genéricos e interfaces</b>	1. Elementos Standard; 2. Elementos configuráveis; 3. Elementos intercambiáveis; 4. Parametrização. (TOMIYAMA et al., 2019)	NA	NA
<b>Variantes dos módulos e as necessidades do cliente</b>	1. Elementos genéricos x princípios de solução; 2. Princípios de solução x variação do produto; 3. Conhecimento das configurações (SHARMA et al., 2022)	<b>Requisitos do projeto</b>	1. Levantamento das necessidades dos clientes; 2. Capacidade produtiva; 3. Cronograma da obra.  (SOLOPENA, 2021)
<b>Documentação da família de produtos</b>	1. Estruturação do Produto (HUSUNG et al., 2021)	<b>Elaboração da Estrutura preliminar do produto</b>	1. Elaboração da lista de materiais. (SHAW, 2018)

Fonte: o autor (2023).

Em síntese tem-se:

1) Do ponto de vista estratégico:

O setor automotivo apresenta estratégia de família de produtos focados na missão, visão e valores da empresa, ao passo que o setor náutico não há etapa que o equivalha.

2) No que tange às metas:

O setor automotivo tem suas metas voltadas ao cenário de mercado e suas variáveis como gama de produtos, progressividade temporal, riscos e formação de preços. Em contrapartida, o setor náutico foca exclusivamente em custos do produto.

3) Logística:

O setor automotivo tem bases logísticas fundamentadas em seu ambiente de inserção, enquanto o setor náutico não tem etapa equivalente.

4) Clientes:

Ao passo que a indústria automotiva foca em módulos que atendem uma gama variada de clientes, a indústria náutica concentra-se em atendimento a requisitos específicos de atendimento único.

5) Processos:

Embora os processos façam parte do arranjo em ambas as áreas, o setor automotivo tem ênfase na melhoria continua dos mesmos, já o setor náutico tem preocupações de atendimento a projetos com começo, meio e fim.

## **5.2 *Framework* para desenvolvimento dos produtos náuticos**

A elaboração do *framework* para o desenvolvimento de produtos náuticos teve como objetivo introduzir a técnica de modularidade automotiva no processo de desenvolvimento de produtos náuticos, com o intuito de melhorar a eficiência e qualidade do processo. Este corrobora com a crescente demanda de mercado que exige qualidade total em seus produtos, tendo em vista que clientes deste

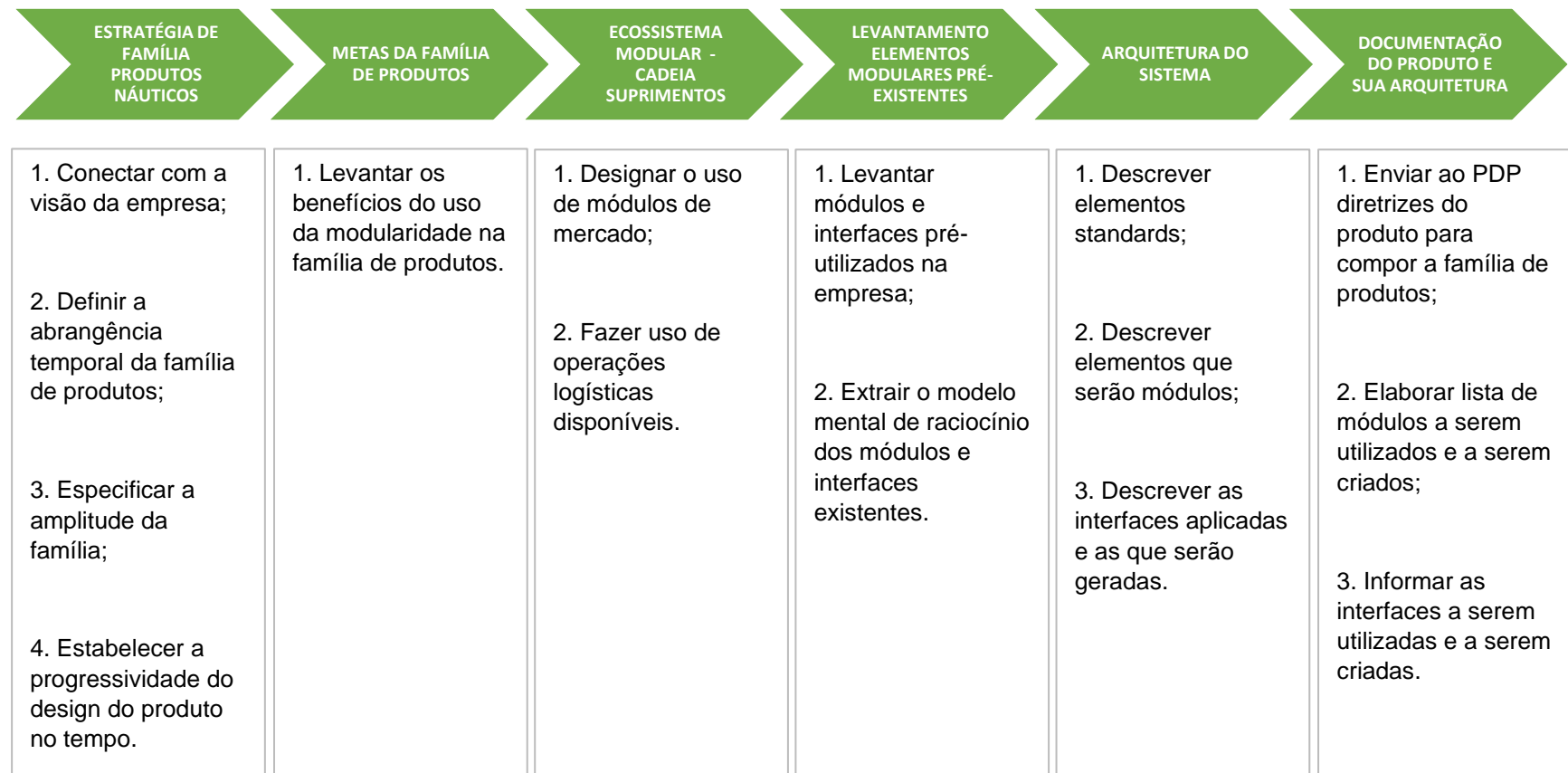
nicho já estão acostumados com produtos de padrão elevado de qualidade, ao mesmo tempo que exigem prazos mais curtos de recebimento do produto até por conta de em vezes ser uma compra de impulso, direcionada para períodos de verão e férias da família.

Quanto ao custo, não obstante com mercados abertos e acesso às importações com grande facilidade, torna-se necessário competir de forma global pelos clientes, fatores estes já vencidos pelo processo de desenvolvimento do setor automotivo. Porém, com grande oportunidade para o setor náutico desenvolver-se em torno de novas tecnologias no tangente ao desenvolvimento de produtos através de processos que possam ser híbridos, a medida que se compara e elabora-se um método sequencial detalhado das fases propostas.

Na Figura 11 está apresentado o *framework* elaborado e suas etapas, considerando o contexto da “Estratégia de Família de Produtos”, tendo como premissa que a alta administração da empresa já considera como fator primordial no desenvolvimento de novos produtos a serem lançados. Seu encerramento se dá com as entregas dos documentos padrões preenchidos com as informações necessárias (conforme os respectivos *templates de cada etapa*), para o gerente de projetos, que aplica o *check-list* para verificar se todas as etapas foram contempladas.

A forma linear escolhida, baseada nas condições atualmente utilizadas no segmento automotivo, é considerada por muitos autores como Catto *et al.* (2022) de fácil entendimento. O profissional ao se ver diante da trilha a entende como um caminho a ser seguido, pois suas etapas em forma sequencial sugere o avanço para a próxima etapa.

**Figura 11:** *Framework* de desenvolvimento produtos modulares náuticos



**Fonte:** o autor (2023).

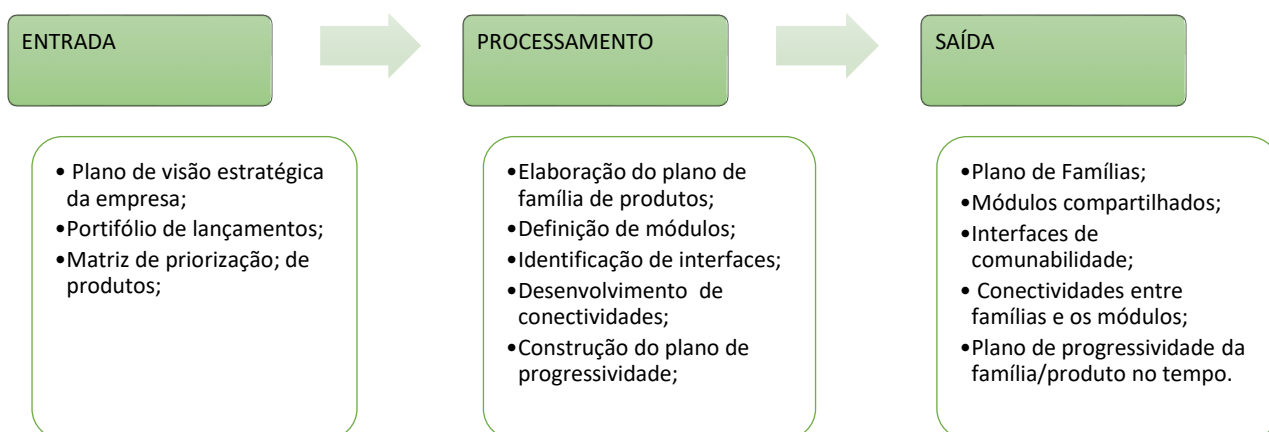
Descrito de forma contínua, os processos são detalhados na parte abaixo da seta com verbos de ação para determinar o que deve ser executado em cada etapa. Por conseguinte, o resultado da etapa anterior é sempre a entrada da próxima, o que se segue sucessivamente. A exceção é a fase número um descrita como: “Estratégia de família de produtos náuticos”, que tem as entradas a partir dos planos estratégicos da empresa e sua missão, visão e valores. Na sequência, está descrito o detalhamento das etapas do *framework* elaborado e o *template* de cada etapa pode ser visualizado no Apêndice I.

### 5.2.1 Estratégia de família de produtos

A necessidade de se posicionar como um *player* na economia mundial é fator geralmente encontrado nas estratégias das organizações. Se torna fundamental para o desenvolvimento de famílias de produtos que a empresa busque para seu futuro a visão temporal. O horizonte de tempo deve ser traduzido em termos pretensões de posicionamento e orientativo para desenvolver as famílias de produtos que farão parte de seu portfólio.

Na figura 12 estão descritos os documentos de entrada e saída da etapa “Estratégia de família de produtos”.

**Figura 12:** Fluxo Para Estratégia de Família de Produtos



**Fonte:** o autor (2023).

Nesse momento, são planejadas as plataformas que suportarão a progressividade dos produtos no tempo. Antecipar as tendências de design dos



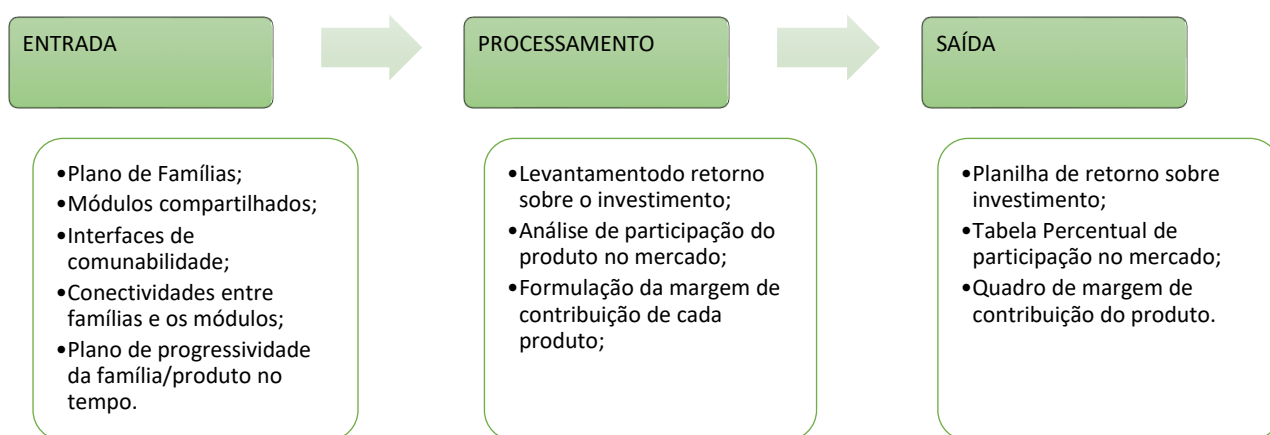
produtos nesta fase, apoia a alocação correta dos recursos empresariais e gera a conectividade de vanguarda diferenciando-se nos mercados futuros.

### 5.2.2 Metas da família de produtos

A definição das metas para as famílias de produtos é aqui estabelecida como as vantagens que se obterá implantando os módulos comuns e suas interfaces. É analisada a rentabilidade dos produtos mediante a dissolução dos investimentos em P&D, prototipagem, ferramentais, treinamentos, plantas fabris e aumento de vendas por respostas rápidas ao mercado.

Na Figura 13 estão apresentados os documentos de entrada, processamento e saída da etapa “Metas de família de produtos”.

**Figura 13:** Fluxo para Metas de Família de Produtos



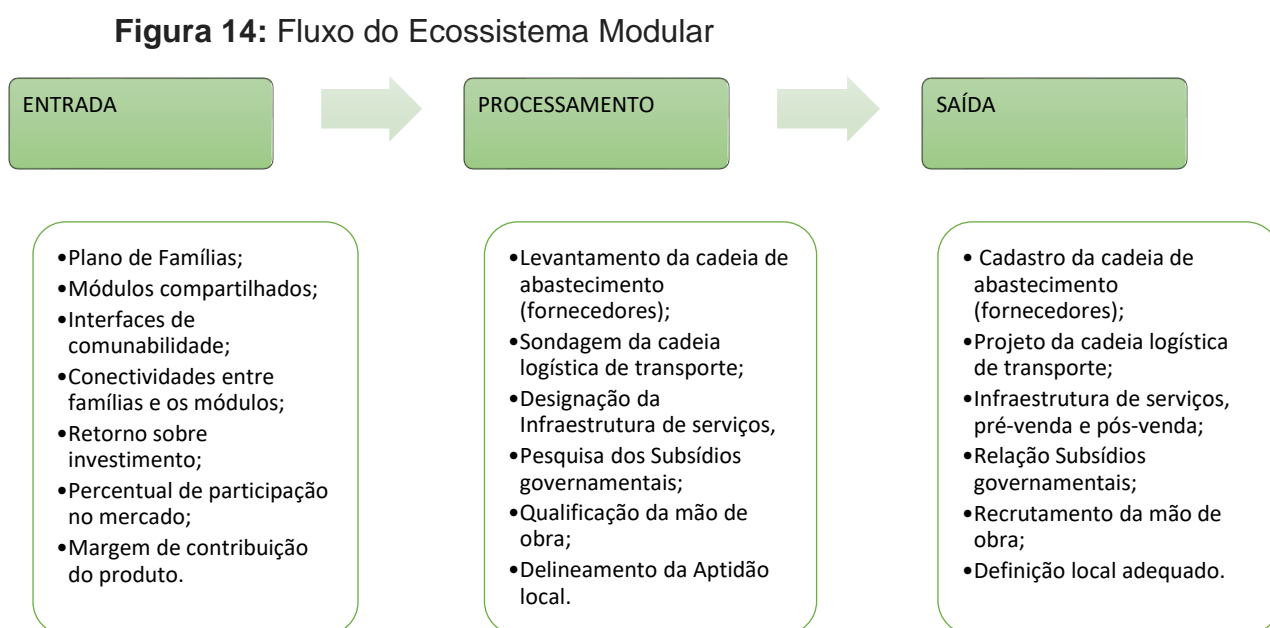
**Fonte:** o autor (2023).

As metas para base de famílias de produtos geralmente buscam: maior participação no mercado, velocidade no lançamento dos produtos, capacidade de ingressar com inovação, respostas rápidas a cenários variados, margem de contribuição e o retorno sobre o investimento ao longo do tempo estabelecido para o resultado.

### 5.2.3 Ecosystema modular

O entendimento que se busca nesta fase, é que as empresas não precisam estar isoladas (como é muito comum na indústria náutica), existe um ecossistema que por hora é conduzido pelo mercado, e que ao mesmo tempo é guiado por este. A utilização do ecossistema logístico, de clientes, fornecedores, academia, mão de obra, governo, podem trabalhar em regime de interdependência e colaboração. O estabelecimento de uma cadeia robusta, é um dos pilares da modularidade. Aqui são trabalhados os padrões em que os fornecedores, fabricantes e clientes se beneficiam, principalmente por sua contribuição na geração de uma interface que forja a conectividade de produtos e serviços.

Na Figura 14 estão descritos os documentos de entrada e saída da etapa “Ecosystema modular”.



**Fonte:** o autor (2023).

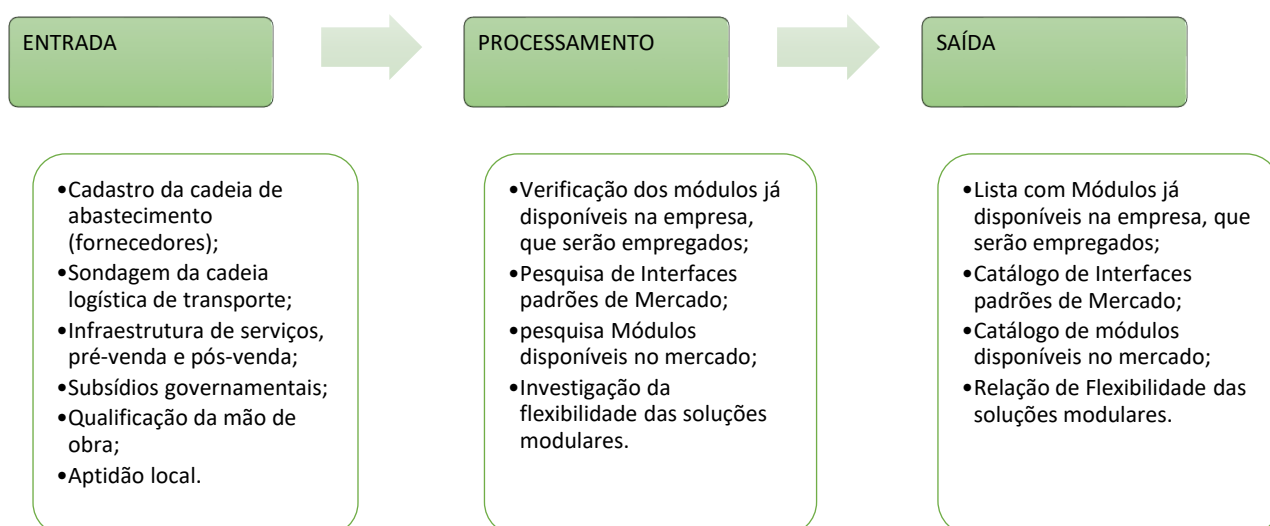
Importante ressaltar que estar inserido em um ecossistema favorável, torna-se fundamental durante o ciclo de vida do produto, pois tanto a empresa como o cliente vão se valer desses benefícios tornando a operação e experiência com o produto positivo. Tem já seu início por parte do cliente quando este procura despachantes náuticos, marinas, rede de manutenção, materiais de reposição, infraestrutura governamental entre outros.

### 5.2.4 Levantamentos de sistemas modulares pré-existent

Fazer uma busca interna das soluções que a empresa já aplica, é base para a construção dos elementos modulares. Nessa busca, apresenta-se também o *know-how* com os produtos (capacidade e a facilidade em lidar com determinado produto) e seus modelos mentais de construção. Em sequência, busca-se fornecedores que tenham módulos pré-desenvolvidos com interfaces padronizadas para o mercado.

Na figura 15 estão descritos os documentos de entrada e saída da etapa “Levantamento de sistemas modulares pré-existent”.

**Figura 15:** Fluxo para Levantamento de Sistemas Modulares



**Fonte:** o autor (2023).

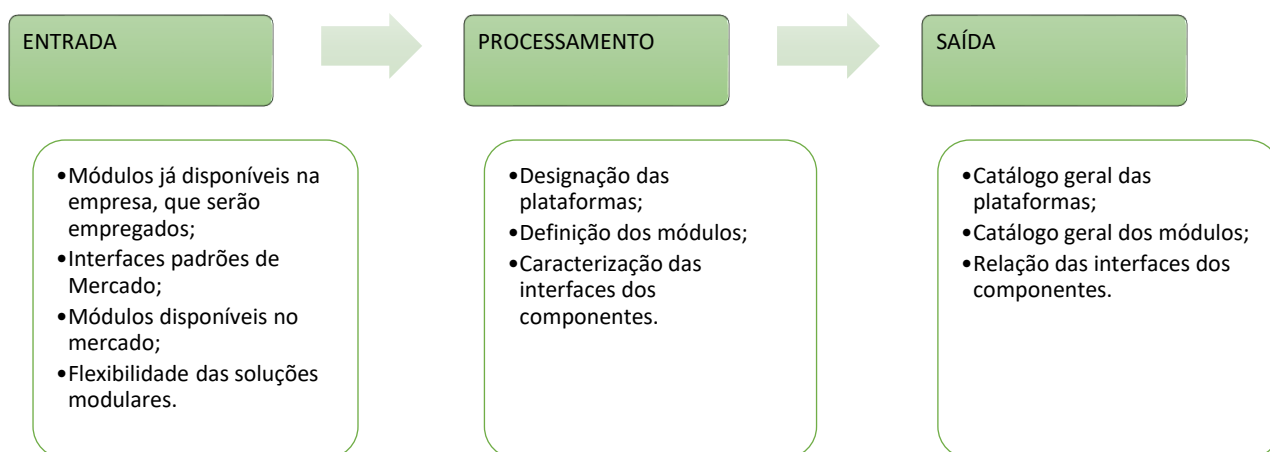
Faz-se necessário que as soluções de mercado sejam escolhidas pelo seu nível de flexibilidade em adaptar-se as interfaces elaboradas para a família de produtos da empresa. Estas devem estar listadas e catalogadas de forma a clarificar a visão da equipe do projeto. Garantir o entendimento do que se propõe em termos de modularidade é fator preponderante nesta etapa do processo de desenvolvimento. Uma perspectiva multidisciplinar deve ser considerada para garantir o pragmatismo técnico bem como o atendimento ao plano estratégico da organização. Coordenar de forma integrativa e abrangente as fases iniciais do desenvolvimento de produtos modulares reduz os riscos da implementação da filosofia da modularidade.

### 5.2.5 Arquitetura do sistema

Em arquitetura do sistema define-se os elementos que serão usados como plataformas para a família, estabelecer os diversos módulos e suas alocações na estrutura do produto, bem como as interfaces padrões que os componentes necessitam possuir para assim ser chamados de interface padrão.

Na figura 16 estão descritos os documentos de entrada e saída da etapa “Arquitetura do sistema”.

**Figura 16:** Fluxo para Definição da Arquitetura do Sistema



**Fonte:** o autor (2023).

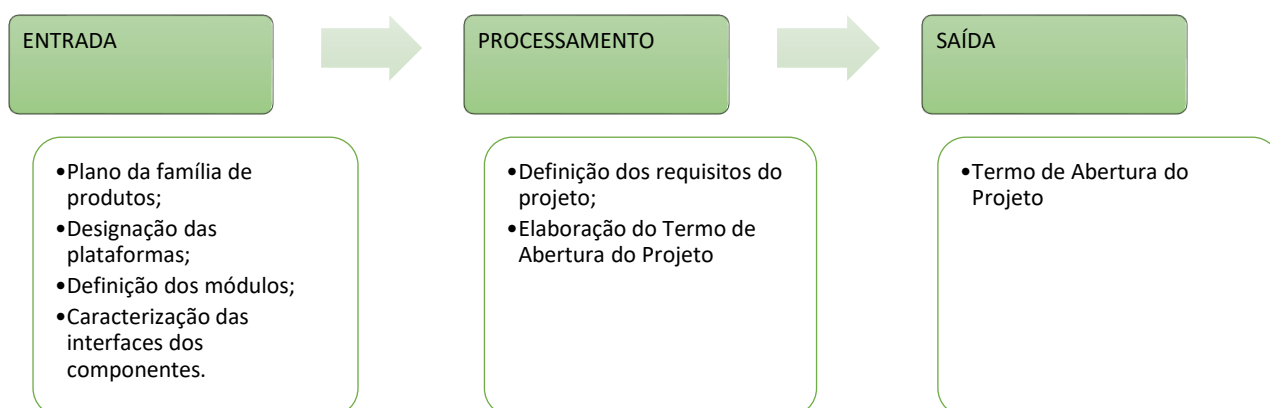
As pesquisas para a definição de módulos e plataformas podem ser executadas em forma de varredura a partir de eventos na área náutica como feiras, literatura técnica, revistas especializadas no setor náutico e junto a associação de fabricantes de embarcações.

### 5.2.6 Documentação do produto e sua arquitetura

Esta etapa faz entrega dos diversos requisitos da família de produtos ao PDP, que desenvolverá a partir destes o produto a ser elaborado. Este documento deve constar juntamente com os requisitos do projeto e ser entregue para compor o termo de abertura do projeto.

Na Figura 17 estão descritos os documentos de entrada e saída da etapa “Documentação do produto e sua arquitetura”.

**Figura 17:** Fluxo Documental da Arquitetura de Produtos



**Fonte:** o autor (2023).

A saída deste processo é o termo de abertura do projeto, onde em seu cerne filosófico está a modularidade de produtos. Os requisitos apresentados devem fazer conexão com a família que se quer desenvolver, ampliar ou atualizar. Os critérios de sucesso devem estar pormenorizados de modo a facilitar o entendimento do que se espera do projeto pelas partes interessadas.

### 5.3 Aplicação prática da modularidade com uso do *framework*

Valendo-se do *framework* desenvolvido, foram elaborados os templates (modelos padrões) para cada etapa do processo, orientando a gestão no que deve ser visto e registrado em cada etapa, evitando o prejuízo de se esquecer partes importantes.

Os modelos foram elaborados no total de 6 laudas, que devem ser preenchidas e passadas a etapa posterior. A etapa subsequente recebe o *template* preenchido, tendo este como entrada do seu processo de trabalho.

A finalidade do processo é determinar e descrever ao gerente do projeto, Coordenador de P&D, Designers, Projetistas, engenheiros, desenhistas, o que a alta direção orienta quanto ao desenvolvimento dos novos produtos e sua abrangência no contexto de mercado.

Equipes de desenvolvimento de produtos precisam estar cientes dos objetivos, e considera-los durante sua execução de modo a garantir a estratégia para

o mercado, dentro do tempo estabelecido e com as características modulares constituídas e aplicadas ao processo e produto.

Toda a orientação quanto a modularidade de produtos e suas interfaces planejadas, devem constar nos requisitos do projeto, e devem ser citadas no termo de abertura do mesmo.

É de suma importância que o patrocinador do projeto seja o principal motivador do conceito modular em relação ao que está buscando, gerando senso de responsabilidade em toda equipe do projeto, mantendo a meta pré-estabelecida nos requisitos citados para compor a documentação do produto.

O gerente de projetos deve assimilar de forma prática a busca da modularidade e interfaces comuns, buscando o devido conhecimento (caso não o tenha) para contribuir com o time de projetos. Suas análises devem sempre considerar o objetivo macro do projeto, nas decisões diárias, tornando hábito a busca pelos módulos e suas interfaces. Os registros dos aprendizados obtidos com cada módulo, interfaces e produto desenvolvido, devem constar das lições aprendidas.

Quanto ao preenchimento dos documentos, os mesmos devem ser feitos em equipe, na qual representantes das áreas comerciais, marketing, produção e gestão de projetos devem participar e contribuir para sua elaboração.

No Quadro 3 estão apresentados os seis modelos produtos náuticos definidos para aplicação da modularidade no seu desenvolvimento, o módulo base e os componentes base para os mesmos.

**Quadro 3:** Descrição dos módulos.

<b>PRODUTO</b>	<b>SIGLA DO PRODUTO</b>	<b>MÓDULO BASE</b>	<b>COMPONENTES BASE</b>
BARCO 37 HT CENTRO	P1	MB1 – MB2	MCN1-1 / MCN1-2 /MCN1-4
BARCO 37 HT POPA	P2	MB1 – MB2	MCN1-1 / MCN1-2 /MCN1-5
BARCO 36 CENTRO	P3	MB1 – MB2	MCN1-2 / MCN1-3 / MCN1-4
BARCO 36 POPA	P4	MB1 – MB2	MCN1-2 / MCN1-3 / MCN1-5
BARCO 34 CENTRO	P5	MB1 – MB2	MCN1-3 / MCN1-4
BARCO 34 POPA	P6	MB1 – MB2	MCN1-3 / MCN1-4

**Fonte:** o autor (2023).

As siglas apresentadas no Quadro 3 referem-se aos seguintes módulos e interfaces:

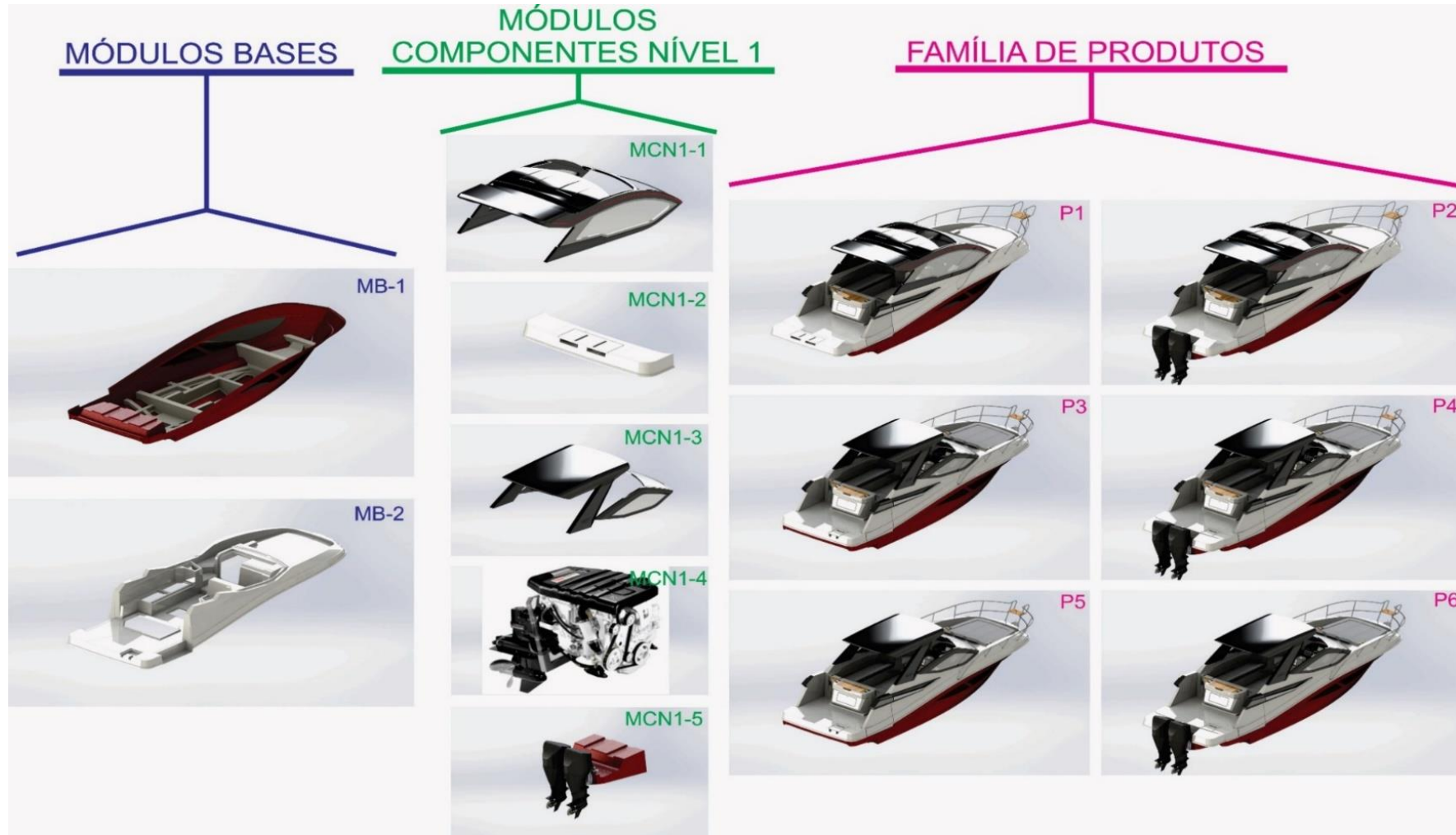
- MB1 – Módulo base 01 – conjunto casco;
- MB2 – Módulo base 02 – conjunto convés;
- MCN1-1 – Módulo componente nível 1 – peça 01 – Hard Top (HT);
- MCN1-2 – Módulo componente nível 1 – peça 02 – Plataforma de Popa
- MCN1-3 - Módulo componente nível 1 – peça 03 – Conjunto Teto/Parabrisas
- MCN1-4 – Módulo componente nível 1 – peça 04 – Motor de Centro
- MCN1-5 - Módulo componente nível 1 – peça 05 – Motores de Popa

Na Figura 18 estão apresentadas imagens dos módulos base apresentados no Quadro 3, os quais são uma estrutura fundamental para a criação de qualquer sistema desenvolvimento de produtos. A arquitetura proposta serve como base para a construção de uma família de produtos que consiste em componentes dos diversos níveis. Assim, são adicionados módulos base para adicionar funcionalidades e expressões de produtos diferentes entre si.

A projeção de arquiteturas com módulos base mostrados na Figura 18, exibem componentes nível 1, 2 até “n” níveis que consistem em módulos comuns e intercambiáveis, fator fundamental para a construção de uma família de produtos reconfiguráveis, capaz de se adaptar às necessidades dos clientes e às mudanças no mercado.

Ressalta-se aqui a contribuição desses módulos nos processos de pós vendas, tendo em vista sua fácil substituição em campo, onde troca-se a peça por hora por um modelo que atenda novas necessidades do cliente, como em casos de reparo por danos e imperfeições do produto. Este produto que é substituído é substituído com extrema facilidade que sua interface foi pensada para conectar-se com facilidade com os vários módulos desenvolvidos. Novos módulos também podem ser agrupados no momento que o cliente estiver disposto a fazer sua aquisição junto a indústria. A divisão apresentada foi feita com este intuito, pensando na aquisição dos complementos e de sua possível substituição nos casos de avaria em campo, quer seja por uso indevido, acidentes de transporte, obsolescência e/ou transferência de titularidade.

Figura 18: Áreas do conhecimento na contribuição da pesquisa



Fonte: o autor (2023).



Nas Figuras 19, 20, 21 e 22 podem ser observadas imagens de quatro produtos (dentre os 6 projetados), para exemplificar, que foram criados com base no conceito de modularidade, que foi aplicado desde a concepção dos produtos a partir do *framework* apresentado.

**Figura 19:** Barco 37 pés motor de Centro



**Fonte:** CBDE Design e Engenharias Ltda (2021).

**Figura 20:** Barco 37 pés motor de Popa



**Fonte:** CBDE Design e Engenharias Ltda (2021).

**Figura 21:** Barco 36 pés motor de Centro



**Fonte:** CBDE Design e Engenharias Ltda (2021).

**Figura 22:** Barco 36 pés motor de Popa



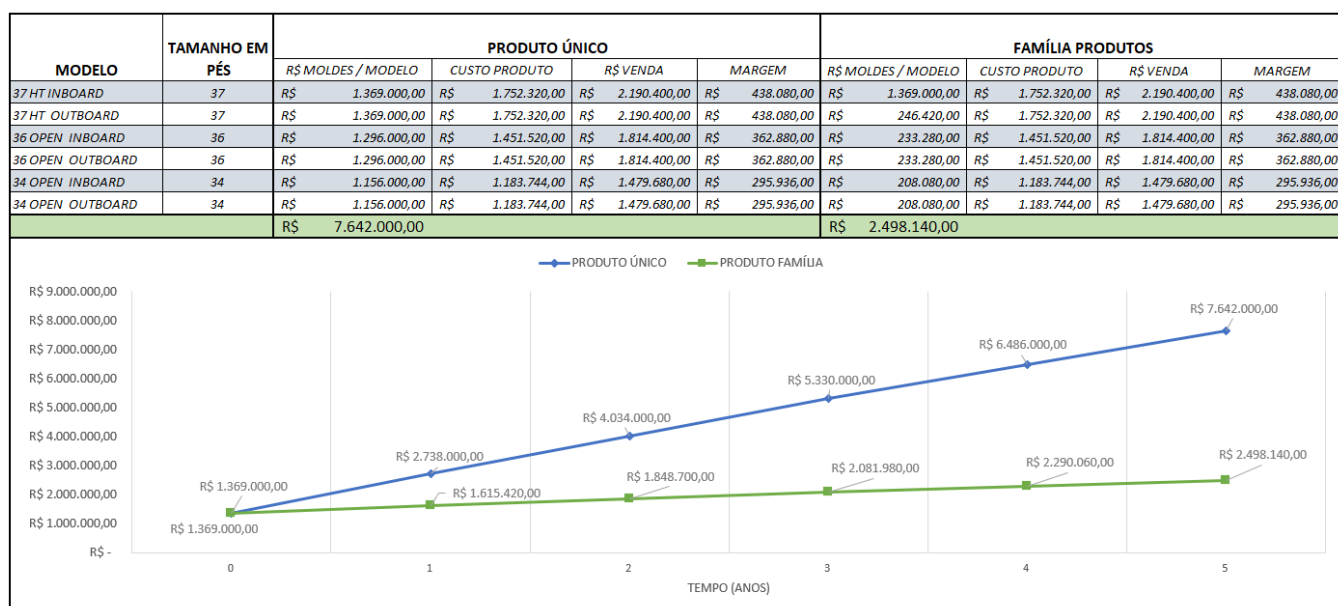
**Fonte:** CBDE Design e Engenharias Ltda (2021).

## 5.4 Aspectos econômicos e ambientais da aplicação da modularidade no processo de desenvolvimento das embarcações

### 5.4.1 Aspectos econômicos

Aplicação do conceito de modularidade no setor náutico nesta pesquisa buscou como objetivo central transformar as estratégias da organização para se posicionar de forma concreta e competitiva na economia global. Na pesquisa, foram exploradas as etapas envolvidas no processo de desenvolvimento de famílias de produtos, desde o plano estratégico da empresa até a documentação do produto e sua arquitetura. Na Figura 23 é mostrado um comparativo de desembolso entre os processos para desenvolvimento de produto único e de família de produtos, no qual levou-se em consideração a igualdade de períodos. Verifica-se também o gráfico obtido a partir da Figura 23, evidenciando as diferenças de desembolso para cada caso.

**Figura 23:** Comparativo de desembolso entre produto único versus família de produto.



Fonte: o autor (2023).

Os resultados obtidos de uma análise econômica preliminar comparativa ilustram a viabilidade do investimento em plataformas modulares, as quais são capazes de fornecer um tempo de retorno de investimento reduzido em comparação ao desenvolvimento de produtos exclusivos. O período estimado para o desenvolvimento de produtos únicos apresentou-se em aproximadamente de 4 anos, enquanto a estratégia baseada em plataforma revelou um retorno significativamente inferior a 2 anos, sinalizando uma diminuição de cerca de 50% no tempo de retorno do investimento.

Essa diminuição no tempo de retorno do investimento é determinante para as organizações, uma vez que possibilita a obtenção de lucros de maneira mais acelerada. Outro aspecto notável reside na flexibilidade fornecida pela modularidade, a qual confere agilidade e prontidão para responder às demandas do mercado, favorecendo o lançamento de novos produtos em tempo hábil e adaptado a cenários diversos.

Contudo, é fundamental lembrar que o período de retorno é apenas um dos muitos indicadores financeiros que devem ser levados em consideração ao avaliar projetos. Aspectos adicionais, como o valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), também devem ser considerados, juntamente com os riscos associados. Apesar dessas ponderações, a necessidade de retorno acelerado e a gestão eficaz de orçamentos mínimos tornam a estratégia de modularidade uma opção altamente promissora, conforme destacado na análise.

Na fase de estratégia de família de produtos, a empresa precisa visualizar o futuro e estabelecer um horizonte de tempo que servirá de base para desenvolver as famílias de produtos e suas respectivas plataformas. Esse processo de planejamento permite antecipar tendências de design e alocar recursos de forma eficiente.

A redução do custo pode ser mostrada na prática com os dados reais do produto, comparando-se o modelo de desenvolvimento de produto único versus o produto desenvolvido sob a ótica da modularidade usando-se plataformas, blocos e interfaces padrão.

Como apresentado anteriormente, ao se investir em plataformas modulares, se torna factível baixar custos e aprimorar a produção, possibilitando maior flexibilidade na produção dos vários modelos de lanchas e iates com arquitetura de base. Isso significa que uma equipe de projetos pode desenvolver novos modelos com base em uma plataforma modular existente, aceitando o tempo e o custo de

desenvolvimento. Os custos e o tempo de desenvolvimento são significativamente reduzidos, uma vez que a equipe de projetos pode aproveitar a mesma plataforma em diferentes modelos.

A partir dos resultados apresentados tem-se uma visão linear de comparação direta, dos investimentos feitos no tempo  $t_0$  a  $t_n$ . Esses tempos no caso de família de produtos pode ser reduzido levando-se em conta que a equipe de projetos bem como o valor a ser investido fica disponível para os novos componentes que farão parte da plataforma.

Estudando o retorno do benefício em se investir em plataformas modulares é indispensável levar em conta o investimento necessário para efetivar essa estratégia, bem como o retorno gerado pelo fluxo de caixa. Essa técnica é comumente conhecida no mercado como análise de *Payback* - indicador financeiro que mede o tempo necessário para que o investimento retorne o valor investido (STRIEDER et al., 2022).

Quando comparados sob a ótica financeira de retorno, fica explícito conforme mostrado na Figura 24, que se tem um grande diferencial competitivo usando a técnica de modularidade para o desenvolvimento de famílias de produtos em detrimento ao desenvolvimento unitário de produtos.

O *payback* referente ao desenvolvimento de produtos únicos se dá em 3,99t (“t” aqui considerado como ano), enquanto o desenvolvimento com base em plataforma de produtos tem seu retorno em 1,97t. Uma redução aproximada de tempo de retorno de investimento em 50%.

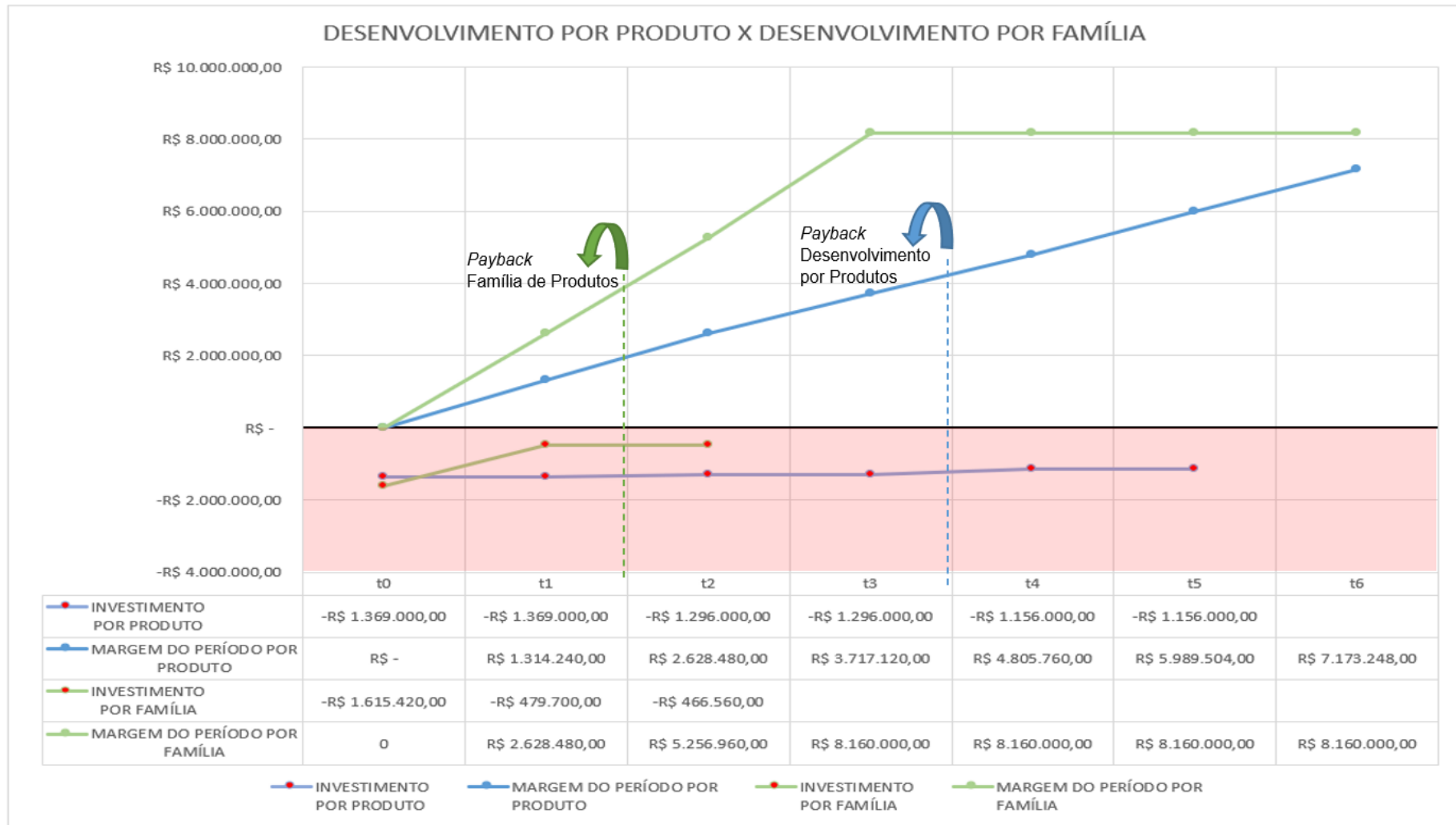
Ao observar que o desenvolvimento com base em plataforma apresenta um *payback* de 1,97t, ou seja, menos de 2 anos, pode-se inferir que os investimentos realizados em projetos dessa natureza são recuperados em um período relativamente curto. Isso é uma vantagem, já que quanto mais rápido o investimento é recuperado, mais cedo a empresa pode começar a gerar lucro.

Por outro lado, o retorno de 3,99t para o desenvolvimento de produtos únicos indica que esse tipo de projeto tem um tempo de retorno de investimento mais longo. Isso pode ser um desafio para a empresa, já que ela precisará manter o investimento por um período maior antes de começar a obter retornos esperados.

No planejamento de desenvolvimento de produtos modulares náuticos torne-se fundamental o amparo das análises financeiras, pois este fator é decisivo na determinação do caminho que se deve permanecer. O *payback* é uma dessas ferramentas utilizadas para se verificar em quanto tempo se tem o retorno do

investimento feito. A designação da família de produtos a que se deve investir está estreitamente ligada a esse apuramento.

**Figura 24** :Payback empregando plataforma de desenvolvimento de produto único e plataforma de família de produtos



Fonte: o autor (2023).

O propósito da criação de família de produtos também é validado, a partir das informações obtidas das análises financeiras bem como das literaturas pesquisadas, que observou-se aplicar a técnica a mais de um século em toda em vários setores de mercado, abrangendo fatores como rentabilidade dos produtos, redução de custos em P&D, e aumento das vendas através de respostas rápidas ao mercado. Esses objetivos aplicados ao setor náutico, demonstram a intenção de alcançar maior participação no mercado, lançar produtos mais rapidamente e responder a cenários variados com inovações.

A implementação de um ecossistema modular foi outra área crucial abordada na pesquisa. A existência de um ecossistema interdependente e colaborativo, que abrangendo clientes, fornecedores, universidades, mão de obra e incentivos governamentais, podem beneficiar significativamente a indústria náutica, que carece de técnicas de aprimoramento tecnológico.

Também, se identificou a necessidade de construir elementos modulares e selecionar/desenvolver fornecedores com módulos e interfaces padronizadas. Isso permitiu à pesquisa direcionar escolhas de soluções de mercado com alta flexibilidade para se adaptarem às interfaces de seus produtos.

A definição da arquitetura do sistema envolveu o conceito das plataformas a serem usadas para a família de produtos, a alocação dos diversos módulos na estrutura do produto e a caracterização das interfaces padrão dos componentes.

A documentação do produto e sua arquitetura foram essenciais para formalizar os requisitos da família de produtos, o que contribui para a elaboração prática de documentos que fornecem uma trilha a ser seguida.

O processo completo de desenvolvimento de um sistema modular foi aplicado de maneira prática a partir destes documentos para cada etapa do processo, resultando em um framework funcional que servirá como guia para a gestão da pesquisa de desenvolvimento de família de produtos modulares.

A implementação do conceito modular na indústria náutica demonstrou ser uma estratégia eficaz, possibilitando a otimização dos recursos, maior flexibilidade e capacidade de resposta rápida ao mercado. Além disso, a modularidade contribui para a maior participação no mercado e o retorno sobre o investimento, demonstrando o potencial desta abordagem estratégica.

A aplicação da modularidade na indústria náutica é uma estratégia promissora que pode resultar em benefícios alcançados, desde que seja bem iniciada e



executada. Uma abordagem orientada para o futuro, interdependente e colaborativa proporciona a capacidade de se adaptar rapidamente às mudanças do mercado e manter-se competitiva na economia global.

#### 5.4.2 Aspectos Ambientais

Na Tabela 1 estão demonstrados os custos referentes ao consumo de matérias-primas usadas na fabricação dos seis produtos desenvolvidos a partir de uma única plataforma e dos produtos desenvolvidos considerando a plataforma de família de produtos (modular).

**Tabela 1:** Custos com consumo de matérias-primas usadas na fabricação dos produtos náuticos considerando plataforma modular e plataforma de produto único.

PLATAFORMA MODULAR			DESENVOLVIMENTO PRODUTO ÚNICO	
ITEM	DESCRIÇÃO	ÁREA LAMINADA DA PEÇA (m <sup>2</sup> ) X PESO (kg)	DESCRIÇÃO	ÁREA LAMINADA DA PEÇA (m <sup>2</sup> ) X PESO (kg)
MB-1	CASCO + LONGARINA	522,96	BARCO 37 HT CENTRO	1595,17
MB-2	CONVÉS	277,68	BARCO 37 HT POPA	1633,46
MCN1-1	HARD TOP	240,7	BARCO 36 CENTRO	1531,37
MCN1-2	PLATAFORMA POPA	51,45	BARCO 36 POPA	1569,65
MCN1-3	TARGA + TETO	115,8	BARCO 34 CENTRO	1276,14
MCN1-5	PLUG POPA	67,55	BARCO 34 POPA	1314,42
<b>TOTAL</b>		<b>1276,14</b>		<b>8920,22</b>
CUSTO M <sup>2</sup> LAMINADO R\$1000,00		<b>R\$ 1.276.140,00</b>		<b>R\$ 8.920.218,60</b>
<b>REDUÇÃO DE USO DE MATÉRIA-PRIMA</b>			<b>R\$ 7.644.078,60</b>	
<b>REDUÇÃO DE CUSTO COM MATÉRIA-PRIMA</b>			<b>86%</b>	

Fonte: o autor (2023).

Verifica-se da Tabela 1 que a aplicação da modularidade ocasiona redução de 86% nos custos com matérias-primas usadas na fabricação dos produtos náuticos.

A redução no consumo de resinas e fibras de vidro é base dentre os aspectos que contribuem para a redução da extração dos recursos naturais de forma direta. A otimização no processo de fabricação por meio da modularidade também contribui

para minimizar a quantidade de resíduos gerados. O consumo energético tende a diminuir por tratar-se de uma menor necessidade de transformação das matérias-primas em produto.

Durante o processo de laminação em fibra de vidro, a produção de resíduos é de aproximadamente 10% do total empregado na construção (LI, 2021). Esse resíduo é descartado em aterros industriais para produtos químicos. O custo de descarte é composto pelo peso da carga a ser descartada, o frete até o local do descarte e a taxa ambiental de descarte dos resíduos. Na Tabela 2 estão apresentados os valores relacionados ao descarte de resíduos químicos ao aterro, obtidos a partir de notas fiscais da empresa em estudo:

**Tabela 2:** Tabela de valores referentes ao descarte dos resíduos químicos em aterro.

DESCRIÇÃO	VALOR
Custo por kg	R\$ 0,55
Transporte até aterro	R\$ 650/ton
Taxa ambiental do aterro industrial	R\$ 664,20/ton

Fonte: o autor (2023).

A partir desses valores básicos praticados levantou-se a redução que se obtém a partir da aplicação da modularidade no desenvolvimento de produtos, pois matérias-primas que eventualmente viriam a ser utilizadas, não são mais empregadas, e os resíduos deixam de ser gerados.

Na Tabela 3 é realizada uma comparação dos valores relacionados aos resíduos químicos enviados ao aterro, considerando os modelos de plataforma de produtos (modularidade) e de desenvolvimento de produto único. Todas as etapas envolvidas na gestão dos resíduos químicos têm custos diretos e indiretos. Os dados apresentados são referentes aos custos diretos.

Verifica-se a contribuição ambiental na redução do volume de resíduos gerados no processo de fabricação das formas das embarcações. Esses resíduos são, principalmente, as aparas de borda de moldes que são descartadas em aterros específicos para resíduos químicos. O processo de coleta dos resíduos se dá da seguinte forma: uma empresa especializada disponibiliza uma caçamba, onde são

depositados os resíduos sólidos gerados na produção das embarcações; no término do processo de construção da forma é solicitado pela empresa geradora do resíduo a retirada da caçamba, que é então enviada ao aterro após um período de 12 meses.

**Tabela 3:** Tabela de valores de descarte de resíduos químicos encaminhados ao aterro considerando modelos de plataforma de produtos (modularidade) e de desenvolvimento de produtos únicos.

PLATAFORMA DE PRODUTOS			DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ÚNICOS		
QUANTIDADE DE RESÍDUOS		1276,14 KG	QUANTIDADE DE RESÍDUOS		8920,22 KG
<b>10% DO TOTAL</b>		<b>127,614 KG</b>	<b>10% DO TOTAL</b>		<b>892,022 KG</b>
CUSTO DE COLETA	R\$	70,19	CUSTO DE COLETA	R\$	490,61
CUSTO DE TRANSPORTE	R\$	82,95	CUSTO DE TRANSPORTE	R\$	579,81
TAXA DO ATERRO SANITÁRIO	R\$	84,76	TAXA DO ATERRO SANITÁRIO	R\$	592,48
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>	<b>237,90</b>	<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>	<b>1.662,91</b>

Fonte: o autor (2023).

Pode aqui citar também a questão da longevidade do produto, tendo em vista que o material tem um ciclo de vida estendido por sua própria natureza, o compósito em fibra de vidro não degrada facilmente (não sofre corrosão, deterioração, oxidação) e é de fácil restauração, quando sofre danos por uso inadequado.

Desta forma, no desenvolvimento do produto a partir da modularidade, a peça pode ser submetida a pequenos reparos, como de superfície, trazendo de volta o seu brilho, tornando similar a uma peça recém produzida. Essa peça pode ser incorporada novamente à linha de produção da indústria, ou ser revitalizada para o próprio cliente que já a possui.

A modularidade como tecnologia de desenvolvimento de produtos permite a introdução de tecnologias mais limpas como a adoção das propulsões elétricas, experimentação de materiais nos diversos módulos, possibilitando *up-grade* sem necessidade da troca do conjunto como um todo.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi elaborado e aplicado um *framework* a partir da técnica de modularidade no desenvolvimento de produtos náuticos. A comparação entre o desenvolvimento de produtos únicos e o desenvolvimento baseado em plataformas modulares mostrou que a abordagem modular oferece maior flexibilidade na produção de diferentes modelos de lanchas e iates.

A adoção da modularidade na indústria náutica trouxe vantagens significativas em termos de redução de custos e melhoria na produção. Uma análise econômica simplificada revelou que o investimento em plataformas modulares resulta em um tempo de retorno de investimento 50% menor em comparação ao desenvolvimento de produtos únicos.

Essa redução no tempo de retorno do investimento é crucial, permitindo que as empresas gerem lucro mais rapidamente. Além disso, a modularidade oferece maior agilidade e capacidade de resposta ao mercado, permitindo o lançamento rápido de novos produtos e adaptação a cenários variados.

A prática da modularidade na indústria náutica é sugerida neste estudo como uma estratégia para as empresas do setor, posicionando-as de forma competitiva na economia global. O desenvolvimento de famílias de produtos, desde o planejamento até a definição da arquitetura do sistema, permite adaptar-se a demandas futuras, antecipar tendências de design e alocar recursos de maneira eficiente.

A definição da arquitetura do sistema, com o uso de plataformas e interfaces padronizadas, contribuiu para a formalização dos requisitos da família de produtos e uma trilha clara a ser seguida. A implementação prática dessa metodologia resultou em um *framework* funcional que servirá como guia para a gestão do desenvolvimento de famílias de produtos modulares na indústria náutica.

Em suma, a adoção da modularidade na indústria náutica é uma estratégia promissora que oferece benefícios tangíveis, como a adaptação rápida às mudanças do mercado e à manutenção da competitividade na economia global. No entanto, sua aplicação requer planejamento estratégico, cuidado, execução eficiente, seleção e desenvolvimento de fornecedores com módulos e interfaces padronizadas.

Na ótica ambiental, a colaboração para a redução de resíduos começa já durante o processo de desenvolvimento de produtos, no qual a necessidade de

protótipos para testes de engenharia é reduzida, perpassando para a fase construção dos moldes, tendo em vista que se constrói uma quantidade menor de moldes, reduzindo o uso inicial de matéria-prima. Já do ponto de vista da produção industrial o número de refugos é limitado por conta de operadores já estarem familiarizados e treinados com os módulos que constroem e fazem montagem, garantido maior qualidade.

Nessas circunstâncias trona-se necessário estabelecer um horizonte de tempo para o desenvolvimento das famílias de produtos e suas plataformas, bem como selecionar e desenvolver fornecedores com módulos e interfaces padronizadas. Além disso, a modularidade exige um investimento inicial para a construção dos elementos modulares e a criação do ecossistema colaborativo. Portanto, é essencial realizar em pesquisas futuras uma análise financeira abrangente, considerando indicadores como o *payback*, o valor líquido presente e a taxa interna de retorno, para avaliar a viabilidade e os retornos esperados do investimento em plataformas modulares.

O presente estudo contribui para a adoção da modularidade na indústria náutica demonstrando as vantagens em termos de redução de custos, maior flexibilidade e capacidade de resposta rápida ao mercado. No entanto, é necessário um planejamento estratégico cuidadoso, uma execução eficiente para garantir o sucesso da implementação da modularidade na indústria náutica.

De forma geral a pesquisa demonstrou fatores circunstanciais como: integração horizontal da cadeia logística; redução de área de inventários gerando economia de espaço e gestão dos ativos; troca espontânea de módulos pelos consumidores podendo gerar oportunidade de negócios em contrapartida impactos ambientais; surgimento de mercado de peças paralelas; demanda por maior gestão de rastreabilidade de peças e componentes.

Esses impactos não previstos geram oportunidades de estudos para a avaliação de suas contribuições para o setor.

## REFERÊNCIAS

**ACOBAR** - Associação brasileira dos construtores de barcos e seus implementos. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: [http://www.acobar.org.br/pdf\\_download\\_2021/Clipping%20revista%20nautica%20-%20Entrevista%20Eduardo%20Columna%20N375.pdf](http://www.acobar.org.br/pdf_download_2021/Clipping%20revista%20nautica%20-%20Entrevista%20Eduardo%20Columna%20N375.pdf). Acesso em: 04 de julho de 2021.

ALEJANDRINO, Clarisa *et al.* Life cycle sustainability assessment:: lessons learned from case studies. **Environmental Impact: Assessment Review**. Mendoza, 01 mar. 2021. p. 1-13. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925520307952>. Acesso em: 03 set. 2023.

AMARAL, Daniel Capaldo *et al.* Innovative Framework to manage New Product Development (NPD) Integrating Additive Manufacturing (AM) and Agile Management. **Procedia Cirp**, São Carlos, v. 103, p. 128-133, 2021. Semestral. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2021.10.020>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121008611>. Acesso em: 17 set. 2023.

AMEEL, Sander. **Designing product-service systems: a boat sharing platform for the blue park**. 2020. 111 f. Master of Science in de Industriële Wetenschappen, Industrieel Ontwerpen, Ghent University, Gante - Bélgica, 2020. Disponível em: [https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/946/058/RUG01-002946058\\_2021\\_0001\\_AC.pdf](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/946/058/RUG01-002946058_2021_0001_AC.pdf). Acesso em: 22 maio 2022.

ANTTONEN, C. **Modular design architecture: accelerating product design processes through modularity**. 2020. 117 f. Thesis - Design and Production, Aalto University, Aalto University Summer School, Espoo, Finland, 2020. Disponível em: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/44806>. Acesso em: 27 maio 2021.

AUDOIRE, Richard. Platform-based modular product family design: MBSE. **International Conference On Computer Applications In Shipbuilding**, Rotterdam, v. 1, n. 1, p. 1-9, 26 set. 2019. Anual. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/337276725>. Acesso em: 15 abr. 2022.

BABU, Libu George. Zhivete model: a hybrid of v model and agile scrum for product development. **Ssrn: Social Science Research Network**. Banaglore, 13 abr. 2023. p. 1-16. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4417814](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4417814). Acesso em: 20 ago. 2023.

BACK, Nelson *et al.* **PROJETO INTEGRADO DE PRODUTOS**: planejamento, concepção e modelagem. Florianópolis: Manole, 2008. 601 p.

BEHR, Ariel *et al.* **Metodologia Básica de Custos**: teoria geral dos custos. Porto Alegre: Ufrgs, 2017. 128 p. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/gpitem/wp->

content/uploads/2020/07/eBook-MBC\_2017.pdf. Acesso em: 20 ago. 2023.  
 BELVEDERE, Valeria; CUTTAIA, Francesco; ROSSI, Monica; STRINGHETTI, Luca. Mapping wastes in complex projects for Lean Product Development. **International Journal of Project Management**, Milan, v. 37, n. 3, p. 410-424, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.01.008>.

BUSSEMAKER, Jasper; BOGGERO, Luca; CIAMPA, Pier Davide. **From System Architecting to System Design and Optimization: a link between MBSE and MDAO**. IncoSE: International Symposium. Detroit, 25 jun. 2022. p. 1-30. Disponível em: [https://www.incoSE.org/symp2022/symposium/event-schedule/images/default-source/incoSEevents/is2022/sponsors/univ\\_detroit\\_mercy#](https://www.incoSE.org/symp2022/symposium/event-schedule/images/default-source/incoSEevents/is2022/sponsors/univ_detroit_mercy#). Acesso em: 19 jun. 2022.

CAMPESE, Carina. **Proposta de um framework para aplicação de UCD (User-Centred Design)**: para pequenas empresas desenvolvedoras de produtos eletromédicos. 2019. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-05042019-131602/publico/CarinaCampeseDEFINITIVO.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2023.

CARNEVALLI, José Antonio *et al.* **Análise da correlação do lean manufacturing com produtos modulares**. *Exacta*, Campinas, v. 19, n. 2, p. 432-455, 12 maio 2021. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/exactaep.2021.11316>.

CATTO, Sergio Luiz *et al.* A Utilização da Metodologia Ágil em Projetos do Segmento Industrial Automotivo. **Connection Scientific Journal**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 1-16, 29 abr. 2022. Semestral. *Connection Scientific Journal - CSJ*. <http://dx.doi.org/10.51146/csj.v5i1.53>.

CATTO, Sérgio Luiz. **Framework para o gerenciamento das fases de pré-projeto: aplicado ao desenvolvimento de um produto inovador**. 2021. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Administração, Gestão de Projetos, Universidade Nove de Julho – Uninove, São Paulo, 2021. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/bitstream/tede/2575/2/S%c3%a9rgio%20Luiz%20Catto.pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

CHADZYNSKI, Pawel Z.; BROWN, Barclay; WILLEMSSEN, Patrick. **Enhancing Automated Trade Studies using MBSE, SysML and PLM**. IncoSE International Symposium, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 1626-1635, jul. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2334-5837.2018.00572.x>.

CHAVDA, Praful, *et al.* **Arquitetura do Produto**: um guia rápido. (San Francisco). Chisel Labs. Inc. Disponível em: <https://chisellabs.com/glossary/what-is-product-architecture/>. Acesso em: 18 jul. 2022.

CNT - Confederação Nacional de Transportes. Cnt (org.). **Aspectos gerais da navegação**: navegação interior no Brasil. Brasília: CNT, 2019. 178 p. (Hidroviás). Disponível em: <https://www.cnt.org.br/pesquisas>. Acesso em: 10 set. 2023.

CONGRESSO INTERNACIONAL DE NÁUTICA, 5º, 2019, São Paulo. **Desenvolvimento econômico, geração de receita e novas perspectivas para os municípios:** Revista Náutica, 2020, São Paulo. Disponível em: <https://nautica.com.br/quantos-barcos-existem-no-mundo-2/>. Acesso em 17 set. 2023.

DOCTORAN, A. H.; MANTEGHI, M.; VALMOHAMMADI, Changiz; RABIEI, M. **Introducing modularity strategy in new products development: case study: iranian automobile industry.** The Journal of the Society of Automotive Engineers of Romania: Journal of Automotive Engineering. Romanian, jun. 2020. p. 49-56.

DUPONT, André Cardoso. **Modularização de produtos e customização em massa: evidências teórico-empíricas e proposição de um framework.** 2021. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Produção, Programa de Pós Graduação engenharia de Produção, Unisinos, São Leopoldo, 2021. Disponível em: [http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/9961/Andr%c3%a9%20Cardoso%20Dupont\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/9961/Andr%c3%a9%20Cardoso%20Dupont_.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 4 abr. 2022.

EDUARDO COLLUNA (Rio de Janeiro). ACOBAR (org.). **São Paulo Boat Show:** contribui para o desenvolvimento do setor náutico e impacta diretamente na economia.. contribui para o desenvolvimento do setor náutico e impacta diretamente na economia.. 2023. Disponível em: <http://www.acobar.org.br/sao-paulo-boat-show-contribui-para-o-desenvolvimento-do-setor-nautico-e-impacta-diretamente-na-economia/>. Acesso em: 14 dez. 2023.

ELANGOVAN, Uthayan. **Product Lifecycle Management (PLM): a digital journey using industrial internet of things (iiot).** Boca Raton: Ed. Taylor & Francis Group, 2020. 122 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1201/9781003001706>. Acesso em: 13 abr. 2022.

ERIKSTAD, Stein Ove. Design for Modularity. **A Holistic Approach To Ship Design:** Optimisation of Ship Design and Operation for Life Cycle, [Noruega, p. 329-356, 2019. Semestral. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-02810-7\\_10](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-02810-7_10). Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-02810-7\\_10](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-02810-7_10). Acesso em: 03 set. 2023.

FERNANDES, Tatiana Viduedo. **Impacto das decisões de Sequenciamento na Equilibragem de Linhas de Montagem de Modelos Mistos.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Engenharia Mecânica, Departamento de engenharia mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316/98091>. Acesso em: 4 abr. 2022.

FERREIRA, C.V., BIESEK, F.L. & SCALICE, R.K. Product innovation management model based on manufacturing readiness level (MRL), design for manufacturing and assembly (DFMA) and technology readiness level (TRL). **J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng.** 43, 360 (2021). <https://doi.org/10.1007/s40430-021-03080-8>



FLORES, M.; MAKLIN, D.; INGRAM, B.; GOLOB, M.; TUCCI, C.; HOFFMEIER, A. **Towards a Sustainable Innovation Process: integrating lean and sustainability principles**. *Advances in Information and Communication Technology*, Lausanne, p. 34-42, 2018. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-99704-9\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-99704-9_5).

FORCELLINI, Fernando Antônio *et al.* Modelo para avaliar o comportamento dinâmico da evolução da comercialização de produtos em um contexto de inovação aberta. **Gestão & Produção**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 645-657, 4 set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x1594-14>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/tWRdMdzNmgKxqpyKd47wdmx/?lang=pt#>. Acesso em: 17 set. 2023.

FORD, Henry. **Os Princípios da Prosperidade: minha vida e minha obra**. 4. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1922/2012. 488 p. (Clássicos da Administração). CRA/RJ.

FRANK, C. *et al.* How to manage vehicle platform variants?: a method to assess platform variance through competitive analysis. **Procedia Cirp**: Elsevier, Brunsvique, Alemanha, v. 109, p. 598-603, 2022. Anual. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.300>. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.300>. Acesso em: 27 nov. 2022.

GAUSS, Leandro; LACERDA, Daniel P.; MIGUEL, Paulo A. Cauchick. Module-based product family design: systematic literature review and meta-synthesis. **Journal of Intelligent Manufacturing**, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 265-312, 4 maio 2020. Mensal. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10845-020-01572-3>.

GUSEV, M. P.; NIKOLAEV, S. M.; UZHINSKY, I. K.; PADALITSA, D. I.; MOZHENKOV, E. R.. Application of Optimization in the Early Stages of Product Development. **Product Lifecycle Management to Support Industry 4.0: Using a Small UAV Case Study**, Moscow, p. 294-303, 2018. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-01614-2\\_27](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-01614-2_27).

HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark S.. The lenses of lean: visioning the science and practice of efficiency. **Journal Of Operations Management**, Michigan, v. 67, n. 5, p. 610-626, 21 set. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joom.1115>.

HUSUNG, Stephan; WEBER, Christian; MAHBOOB, Atif; KLEINER, Sven. **Using Model-Based Systems Engineering for Need-Based and Consistent Support of the Design Process**. PROCEEDINGS OF THE DESIGN SOCIETY, Sweden, v. 1, p. 3369-3378, 27 jul. 2021. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/pds.2021.598>.

INKERMANN, David, et al. **A Framework to Classify Industry 4.0 Technologies across Production and Product Development**. *Procedia CIRP*, vol. 84, 2019, p. 973–78. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.218>.

Institute of Technology, Estocolmo, 2021. Disponível em: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1546621/FULLTEXT01.pdf>. Acesso em: 08 maio 2022.

JACOBS, Mark *et al.* The effects of product modularity on competitive performance: do integration strategies mediate the relationship?. **International Journal Of Operations & Production Management**: Emerald Group Publishing Limited, Michigan, v. 27, p. 1-23, 2007. Semestral. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443570710820620/full/html>. Acesso em: 01 out. 2023.

JAVAID, Mohd *et al.* Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability. **Sustainable Operations and Computers**, Nova Delli, v. 3, p. 203-217, 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.008>.

JOVANOVIC, Marin *et al.* Co-evolution of platform architecture, platform services, and platform governance: expanding the platform value of industrial digital platforms. **Technovation**, Frederiksberg, v. 118, p. 102218, dez. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102218>.

JUNG, Sangjin; ASIKOGLU, Oyku; SIMPSON, Timothy W.. A method to evaluate direct and indirect design: dependencies between components in a product architecture. **Research in Engineering Design**, Pensilvania, v. 29, n. 4, p. 507-530, 19 jun. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00163-018-0291-x>.

JUNG, Sangjin; SIMPSON, Timothy W.; BLOEBAUM, Christina L.. Value-driven design for product families: a new approach for estimating value and a novel industry case study. **Structural and Multidisciplinary Optimization**, Alemanha, v. 63, n. 4, p. 2009-2033, 25 fev. 2021. Semanal. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00158-020-02836-5>.

KULKARNI, K., KULKARNI, V. N., GAITONDE, V. N., & KOTTURSHETTAR, B. B. **State of the art review on implementation of product lifecycle management in manufacturing and service industries**. *Advanced trends in mechanical and aerospace engineering: ATMA-2021*. <https://doi.org/10.1063/5.0036547>

LI, Hong. **Fiberglass Science and Technology**: chemistry, characterization, processing, modeling, application, and sustainability. Shelby: Springer, 2021. 555 p.

MAIMUN, Adi; SLOW, Ci; KHAIRUDDIN, Jauhari. Review of Systems Engineering Methods: techniques and tools for ship design as large and complex systems. **Asian Conference: Design and Digital Engineering Conference**, Penang, Malaysia, v. 10, n. 1, p. 1-10, 07 jul. 2019. Anual. Disponível em: <https://www.i3cde2019.org/about-icde-2019>. Acesso em: 22 maio 2022.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **New Brazilian Digital Terrain Model: (DTM)**. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, 2023. 5 p. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=node/249>. Acesso em: 10 set. 2023.

MARODIN, Giuliano; FRANK, Alejandro Germán; TORTORELLA, Guilherme Luz; NETLAND, Torbjørn. Lean product development and lean manufacturing: testing moderation effects. **International Journal Of Production Economics**, Columbia, v. 203, p. 301-310, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.009>.

MARTIN, D. M. **Unpacking product modularity: innovation in R&D teams**. 2019. 219 f. Tese (Doutorado) - Curso de Business Administration, Center For Economic Research, Tilburg University, Tilburg, 2019. Disponível em: [https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/29993414/PhD\\_Dissertation\\_DMartinez\\_V09.96\\_TOT\\_201901\\_QLE.pdf](https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/29993414/PhD_Dissertation_DMartinez_V09.96_TOT_201901_QLE.pdf). Acesso em: 27 maio 2021.

MEISSNER, Dirk *et al.* Understanding cross border innovation activities: the linkages between innovation modes, product architecture and firm boundaries. **Journal of Business Research**, Alemanha, v. 128, p. 762-769, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.05.025>.

MELO, Leonardo Menezes *et al.* A Systematic Review: about design for x. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, Bauru, v. 12, n. 4, p. 78-99, 1 nov. 2017. Semestral. A Fundacao para o Desenvolvimento de Bauru (FunDeB). <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v12i4.1744>. Disponível em: <https://revista.feb.unesp.br/gepros/article/view/1744/805>. Acesso em: 03 set. 2023.

MODRAK, Vladimir; SOLTYSOVA, Zuzana. Development of the Modularity: measure for assembly process structures. **Mathematical Problems In Engineering**, Slovakia, v. 2021, p. 1-9, 8 dez. 2021. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2021/4900748>.

MORAES, A. A. **Metodologia de suporte ao projeto informacional e conceitual de embarcações de recreio a motor de pequeno porte**. 2017. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas, Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

MORE: **Mecanismo online para referências**, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 05 fevereiro de 2021.

MORGAN, James M.; LIKER, Jeffrey K. **Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produtos**: integrando pessoas, processos e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2008. 392 p.

MOURA, D. A; BOTTER, Rui Carlos. **Uma visão geral do segmento da construção náutica, turismo e lazer no Brasil**. Copinaival: Congresso Panamericano de Ingeniería naval. Buenos Aires, p. 01-20. 27 set. 2011. Disponível em: <http://www.usp.br/cilip/wp-content/uploads/2012/01/52-Delmo-Alves-3-COMPLETO-Brasil1.pdf>. Acesso em: 27 maio 2021.

MUNIZ, Antonio; IRIGOYEN, Analia; CORRÊA, Daiany; TARGINO, Rafael. **Jornada Ágil do Produto: unindo práticas e frameworks**. Rio de Janeiro: Brasport, 2020. 408 p.

**NASA**. Paulo Younse. California Institute Of Technology (org.). **An MBSE-based Approach to Architecting**: robotic sample capture system concept for potential mars sample return. Nasa - National Aeronautics And Space Administration: Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, p. 1-13, 03 jul. 2020. Semestral. 2020 IEEE Aerospace Conference, Big Sky, Montana, March 7-14, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2014/52255>. Acesso em: 14 abr. 2022.

NAVEIRO, Ricardo Manfredi; OLIVEIRA, Vinicius Motta de. QFD and TRIZ integration in product development: a model for systematic optimization of engineering requirements. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**: Produção, Rio de Janeiro, v. 28, n. 20170093, p. 1-15, 2018. Mensal.

NISHIDA, L. A.; ABRANTES, M. L. M. **Qualidade nos processos de construção de embarcações de lazer: uma proposta**. Revista Acadêmica Osvaldo Cruz, São Paulo, n. 26, p. 1-15, 26 abr. 2020. Semestral. Disponível em: [https://oswaldocruz.br/revista\\_academica/content/pdf/Edicao26\\_Luri\\_Akina\\_Nishida.pdf](https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Edicao26_Luri_Akina_Nishida.pdf). Acesso em: 27 maio 2021.

PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang; FELDHUSEN, Jorge; GROTE, Karl-Heinrich. **Projeto na Engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 412 p.

PAKKANEN, Jarkko *et al.* **Brownfield Process: a method for modular product family development aiming for product configuration**. Design Studies, Tampere, v. 45, p. 210-241, jul. 2016. Mensal. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2016.04.004>.

PAWIUSIK, Mikołaj; SZIAPCZYŃSKI, Rafał; KARCZEWSKI, Artur. Optimising Rig Design for Sailing Yachts with Evolutionary Multi-Objective Algorithm. **Polish Maritime Research**, Gdańsk, Polônia, v. 27, n. 4, p. 36-49, 1 dez. 2020. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/pomr-2020-0064>.

PLAKHIN, A e; AL-OGAILI, S M M; SEMENET, I I; KOCHERGINA, T V; MIHAJLOVSKIJ, P V. Development of the production system through lean management tools. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Ecaterimburgo, v. 564, n. 1, p. 012092, 1 out. 2019. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/564/1/012092>.

RAHATULAIN, Afifa; QURESHI, Tahir Naseer; MAFFEI, Antonio; ONORI, Mauro. **Relationship and dependencies between factors affecting new product development process: an industrial case study**. *Procedia Cirp*, Stockholm, v. 100, p. 367-372, 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.086>.

RAMOS, Alberto Guerreiro. **Organização Racional do Trabalho: uma introdução histórica**. Brasília: Conselho Federal de Administração, 1949 - 132 p.

RIASANOW, Tobias *et al.* **Core, intertwined, and ecosystem-specific clusters in platform ecosystems: analyzing similarities in the digital transformation of the automotive**, blockchain, financial, insurance and iiot industry. *Electronic Markets*, Munique, v. 31, n. 1, p. 89-104, 25 fev. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12525-020-00407-6>.

ROZENFELD, Henrique *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para melhoria do processo**. Florianópolis: Saraiva, 2006. 542 p.

SANTOS, Kássio; LOURES, Eduardo; PIECHNICKI, Flávio; OSÍRISCANCIGLIERI. **Opportunities Assessment of Product Development Process in Industry 4.0**. *Procedia Manufacturing*, Curitiba, v. 11, p. 1358-1365, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.265>. Acesso em: 06 abr. 2022.

SCALICE, R. K. **Desenvolvimento de uma família de produtos modulares: para o cultivo e beneficiamento de mexilhões**. 2003. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Centro Tecnológico Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85872>. Acesso em: 27 maio 2021.

SCHMIDT, M. A. V. **Ecodesign aplicado ao mercado náutico brasileiro: desenvolvimento de uma lancha modular de 16 pés**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Design, Mestrado Profissional em Design, Universidade da Região de Joinville Univille, Joinville, 2016. Disponível em: [https://www.univille.edu.br/account/ppgdesign/VirtualDisk.html/downloadDirect/949235/MARCO\\_AURELIO\\_VIEIRA\\_SCHMIDT\\_ECOCODESIGN\\_APLICADO\\_AO\\_MERCADO\\_NAUTICO\\_BRASILEIRO\\_DESENVOLVIMENTO\\_D.pdf](https://www.univille.edu.br/account/ppgdesign/VirtualDisk.html/downloadDirect/949235/MARCO_AURELIO_VIEIRA_SCHMIDT_ECOCODESIGN_APLICADO_AO_MERCADO_NAUTICO_BRASILEIRO_DESENVOLVIMENTO_D.pdf). Acesso em: 27 maio 2021.



SEILER, F. M.; GREVE, E.; KRAUSE, D. **Development of a configure-to-order-based process for the implementation of modular product architectures: a case study**. Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, Netherlands, v. 1, n. 1, p. 2971-2980, 08 jul. 2019. Anual. Cambridge University Press (CUP).

SHARMA, Ajit *et al.* **AI-Powered Cyberinfrastructure Platform for Modular Electric Vehicle Product Design**: conceptual framework and architecture. Ifac-Papersonline, Detroit, v. 55, n. 10, p. 400-405, 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.426>.

SHAW, Robert. Art Amid Science: retaining the role of 'the designer's eye' in innovative performance yacht design. **Journal of Sailing Technology**: The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Auckland, New Zealand, v. 3, n. 01, p. 1-10, 2018. Semestral. Disponível em: <https://doi.org/10.5957/jst.2018.01>. Acesso em: 08 maio 2022.

SILINEVIČA, Irēna; IGAVENS, Marisa Mantova-SALMANE, Liene. **“Research Of The New Product Development Process”**. Latgale National Economy Research, vol. 1, no 8, outubro de 2016, p. 116. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.17770/lner2016vol1.8.1850>.

SILVA, Natália Machado da. **Influência de benefícios da modularidade de produto para modelos de negócios sob a perspectiva da economia circular: proposta de ferramenta visual integrativa**. 2022. 242 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26942>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SKÖLDKVIST, Ulrik. **Investigation and implementation of rapid prototyping in development**: of a high-speed light craft. 2021. 58 f. Monografia (Especialização) - Mechanical Engineering, School Of Engineering Sciences, Kth Royal

SONEGO, M.; ECHEVESTE, M. E. S.; DEBARBA, H. G. **THE ROLE OF MODULARITY IN SUSTAINABLE DESIGN**: a systematic review. Journal Of Cleaner Production, Porto Alegre, v. 176, p. 196-209, mar. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.106>.

SONEGO, M; ECHEVESTE, M. S. **Seleção de métodos para modularização no desenvolvimento de produtos: revisão sistemática**. Production, v. 26, n. 2, p. 476-487, 10 nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.138413>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/XTzTj8y6XpYnhRQGfwk66XS/?lang=pt>. Acesso em: 27 maio 2021.

SOPELANA, Pablo. **Yacht Design Office: the design process**. the Design Process. 2021. Navalapp. Disponível em: <https://navalapp.com/articles/design-office-design-process/>. Acesso em: 08 maio 2021.

STRIEDER, Jacson Alexandre *et al.* Estudo de viabilidade econômico-financeira: loja física do ramo de produtos personalizados. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, Marechal Cândido Rondon, v. 19, n. , p. 1-21, dez. 2022. Semestral. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/ccsa/article/download/11132/6947/31102>. Acesso em: 07 maio 2023.

STYLIDIS, Kostas *et al.* Perceived quality of products: a framework and attributes ranking method. **Journal of Engineering Design**, Gotemburgo, v. 31, n. 1, p. 37-67, 25 set. 2019. Mensal. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09544828.2019.1669769>.

SUN, Yaowu; ZHONG, Qi. **How Modularity Influences** product innovation. *Management Decision*, China, v. 58, n. 12, p. 2743-2761, 21 fev. 2020. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/md-06-2019-0837>.

TAYLOR, Frederick W.. **Princípios da Administração Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1911. 108 p.

TEE, Richard. **Benefiting from modularity**: within and across firm boundaries. *Industrial and Corporate Change*, Roma, v. 5, n. 2, p. 1-18, 25 fev. 2019. Semestral. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/icc/dtz007>.

TOMIYAMA, Tetsuo *et al.* **Development capabilities: for smart products**. *Cirp Annals*, Tóquio, v. 68, n. 2, p. 727-750, 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2019.05.010>.

VARL, Mitja; DUHOVNIK, Joze; TAVCAR, Joze. Agile product development process transformation: to support advanced one-of-a-kind manufacturing. **International Journal Of Computer Integrated Manufacturing**. Slovenia, 17 maio 2020. p. 590-608.

WALSH, Hannah S.; DONG, Andy; TUMER, Irem Y. An **Analysis of Modularity**: design rule using network theory. *ASME: Journal of Mechanical Design*, Nova York, v. 141, n. 3, p. 1-10, 10 jan. 2019. Mensal. ASME International. <http://dx.doi.org/10.1115/1.4042341>.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1990. 167 p.

XU, Min, *et al.* **The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges**. *International Journal of Financial Research*, vol. 9, no 2, fevereiro de 2018, p. 90. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>.



## APÊNDICE I

### ESTRATÉGIA DE FAMÍLIA DE PRODUTOS

#### ENTRADAS

##### **VISÃO** (DESCREVER A VISÃO ESTRATÉGICA DA EMPRESA)

Posicionar-se nacionalmente como indústria náutica de maior rentabilidade e eficiência operacional, conhecida pela qualidade e inovação, através do desenvolvimento de talentos, e parcerias. Expandir-se globalmente com entrega de 30% da produção a exportação.

##### **PORTIFÓLIO DE LANÇAMENTOS** (LANÇAMENTOS PLANEJADOS COM O PROJETO)

Família de produtos compreendendo a faixa de tamanho de 30 a 40 pés.

##### **PRIORIZAÇÃO** (PRODUTO COM PRIORIZAÇÃO NO LANÇAMENTO)

desenvolver inicialmente produto de 34 a 37 pés em uma mesma plataforma.

#### SAÍDAS

##### **PLANO DE FAMÍLIA** (DESCREVER AS FAMÍLIAS CONTEMPLADAS E SEUS INTEGRANTES)

A família de produtos será integrada por:

1 Embarcação de 34 pés motores de centro; 1 Embarcação de 34 pés motores de popa; 1 Embarcação de 35 pés motores de centro; 1 embarcação de 35 pés motores de popa; 1 embarcação com HT de 37 pés motores de centro; 1 embarcação com HT de 37 pés motores de popa.

##### **MÓDULOS COMPARTILHADOS** (DESCREVER OS MÓDULOS COMPARTILHADOS)

Casco, convés, cabine, espaço gourmet; estofamentos, sistema hidráulico, sistema elétrico, sistema de combustível, linha de produção

##### **INTERFACES COMUNS** (DESCREVER AS INTERFACES QUE SERÃO COMUNIZADAS)

união caso convés, conectores elétricos, vconectores hidráulicos, conectores do sistema de combustível; convés, targa, HT.

##### **CONECTIVIDADE** (CONECTIVIDADE ENTRE FAMÍLIAS E MÓDULOS)

Conectividade entre módulos da união caso convés, conectores elétricos, conectores hidráulicos, conectores do sistema de combustível; convés, targa, HT. por meio de interfaces físicas e lógicas, padronização. Deve ser considerada em todas as fases do desenvolvimento de produtos. A integração e a compatibilidade entre os componentes deve garantir funcionamento do produto como um todo.

##### **PLANO DE PROGRESSIVIDADE** (DESCREVER A PROGRESSIVIDADE DOS PRODUTOS NO TEMPO - O QUE SERÁ ATUALIZADO)

Produto deve evoluir de forma gradual e estruturada baseando-se na família de produtos, deve ser visto as necessidades dos clientes e a oferta da concorrência. Incorporar novas técnicas de inovação e fator preponderante no plano de progressividade.

##### **EQUIPE:**

Diretor 1, Diretor 2, Gerente de P&D, Gerente de Projetos, Gerente de Marketing, Gerente Comercial, Representante dos Investidores...

APROVAÇÃO RESPONSÁVEL:

DATA:

01/04/2023



## METAS - FAMÍLIA DE PRODUTOS

### ENTRADAS

#### PLANO DE FAMÍLIA

A família de produtos será integrada por:

1 Embarcação de 34 pés motores de centro; 1 Embarcação de 34 pés motores de popa; 1 Embarcação de 35 pés motores de centro; 1 embarcação de 35 pés motores de popa; 1 embarcação com HT de 37 pés motores de centro; 1 embarcação com HT de 37 pés motores de popa.

#### MÓDULOS COMPARTILHADOS

Casco, convés, cabine, espaço gourmet; estofamentos, sistema hidráulico, sistema elétrico, sistema de combustível, linha de produção

#### INTERFACES COMUNS

união caso convés, conectores elétricos, vconectores hidráulicos, conectores do sistema de combustível; convés, targa, HT.

#### CONECTIVIDADE

Conectividade entre módulos da união caso convés, conectores elétricos, conectores hidráulicos, conectores do sistema de combustível; convés, targa, HT. por meio de interfaces físicas e lógicas, padronização. Deve ser considerada em todas as fases do desenvolvimento de produtos. A integração e a compatibilidade entre os componentes deve garantir funcionamento do produto como um todo.

#### PLANO DE PROGRESSIVIDADE

Produto deve evoluir de forma gradual e estruturada baseando-se na família de produtos, deve ser visto as necessidades dos clientes e a oferta da concorrência. Incorporar novas técnicas de inovação e fator preponderante no plano de progressividade.

### SAÍDAS

Retorno sobre investimento mínimo de 20%, e payback de 12 meses após o término do projeto de desenvolvimento do produto. Essa taxa bem como a TIR (taxa interna de retorno) é a mesma para cada integrante da família.

#### PERCENTUAL DE PARTICIPAÇÃO NO MERCADO

Estender a participação no mercado nacional de 5% para 7%, e a nível de exportação buscar 30% do valor produzido internamente em 3 anos.

#### MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO DO PRODUTO

Margem de contribuição desta família para o negócio de ficar entre 8% a 12%

#### EQUIPE:

Diretor 1, Diretor 2, Gerente de P&D, Gerente de Projetos, Gerente de Marketing, Gerente Comercial, Representante dos Investidores...



## ECOSSISTEMA MODULAR

### ENTRADAS

#### RETORNO SOBRE INVESTIMENTO

Retorno sobre investimento mínimo de 20%, e payback de 12 meses após o término do projeto de desenvolvimento do produto. Essa taxa bem como a TIR (taxa interna de retorno) é a mesma para cada integrante da família.

#### PERCENTUAL DE PARTICIPAÇÃO NO MERCADO

Estender a participação no mercado nacional de 5% para 7%, e a nível de exportação buscar 30% do valor produzido internamente em 3 anos.

#### MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO DO PRODUTO

Margem de contribuição desta família para o negócio de ficar entre 8% a 12%

### SAÍDAS

#### CADEIA DE ABASTECIMENTO [FORNECEDORES]

Utilizar cadeia de fornecimento do estado de Santa Catarina, levando-se em consideração a proximidade e os benefícios fiscais. Contribuição para o desenvolvimento de pequenas e médias empresas que estejam nas proximidades.

Busca por: Segurança, confiabilidade, previsibilidade, contingenciamento.

#### LOGÍSTICA DE TRANSPORTE

A política de logística de transporte deve ser baseada na metodologia Kanaban, com participação ativa do fornecedor na entrega do produto.

#### INFRAESTRUTURA (SERVIÇOS / PRÉ-VENDA - PÓS VENDA)

Pré-vendas: processos de venda, programa de comunicação, sistema de gerenciamento de leads, definição de metas.

Pós-vendas: Equipe de suporte ao cliente, infraestrutura de assistência técnica;

#### SUBSÍDIOS GOVERNAMENTAIS

Subsídios do estado de Santa Catarina:

Alíquota de ICMS de 12% no estado de SC;

Isenção de ICMS na exportação;

Suspensão de ICMS na importação;

#### QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA

Escolas técnicas, intitutos e universidades são grandes contribuintes para a mão de obra qualificada no estado.

#### APTIDÃO LOCAL

Santa Catarina tem uma indústria náutica de construção de embarcações bem desenvolvida. A região é reconhecida por sua tradição e experiência na construção naval, com uma série de estaleiros na sua costa.

Quanto cidade de Itajaí, a mesma possui infraestrutura moderna, com uma cadeia logística desenvolvida para setor náutico. A localização e a geográfica da cidade é também fator fundamental, pois possui um rio que possibilita os estaleiros a fazerem seus testes, e lançamentos das embarcações na água. A exportação é facilitada pelo polo logístico portuario da cidade.

#### EQUIPE:

Diretor 1, Diretor 2, Gerente de P&D, Gerente de Projetos, Gerente de Marketing, Gerente Comercial, Representante dos Investidores...



## MODULARIDADE PRÉ-EXISTENTE

### ENTRADAS

#### CADEIA DE ABASTECIMENTO (FORNECEDORES)

Utilizar cadeia de fornecimento do estado de Santa Catarina, levando-se em consideração a proximidade e os benefícios fiscais. Contribuição para o desenvolvimento de pequenas e médias empresas que estejam nas proximidades.

Busca por: Segurança, confiabilidade, previsibilidade, contingenciamento.

#### LOGÍSTICA DE TRANSPORTE

A política de logística de transporte deve ser baseada na metodologia Kanaban, com participação ativa do fornecedor na entrega do produto.

#### INFRAESTRUTURA (SERVIÇOS / PRÉ-VENDA - PÓS VENDA)

Pré-vendas: processos de venda, programa de comunicação, sistema de gerenciamento de leads, definição de metas.

Pós-vendas: Equipe de suporte ao cliente, infraestrutura de assistência técnica;

#### SUBSÍDIOS GOVERNAMENTAIS

Subsídios do estado de Santa Catarina:

Aliquota de ICMS de 12% no estado de SC;

Isenção de ICMS na exportação;

Suspensão de ICMS na importação;

#### QUALIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA

Escolas técnicas, intitutos e universidades são grandes contribuintes para a mão de obra qualificada no estado.

#### APTIDÃO LOCAL

Santa Catarina tem uma indústria náutica de construção de embarcações bem desenvolvida. A região é reconhecida por sua tradição e experiência na construção naval, com uma série de estaleiros na sua costa.

Quanto cidade de Itajaí, a mesma possui infraestrutura moderna, com uma cadeia logística desenvolvida para setor náutico. A localização e a geográfica da cidade é também fator fundamental, pois possui um rio que possibilita os estaleiros a fazerem seus testes, e lançamentos das embarcações na água. A exportação é facilitada pelo polo logístico portuario da cidade.

### SAÍDAS

#### MÓDULOS DISPONÍVEIS NA EMPRESA

Espaço gourmet, conjunto de peças metálicas, tampas de inspeção, casa de máquinas, casco

#### INTERFACES PADÃO DE MERCADO

Sistema hidráulicos, sistema de combustível, conexões elétricas

#### MÓDULOS DE MERCADO

módulo churrasqueira, módulo motor, modulo plataforma submergível, módulo direção, sistema elétrico, equipamentos eletrônicos

#### FLEXIBILIDADE DAS SOLUÇÕES MODULARES (QUE MÓDULOS E INTERFACES PODEM SER ADAPTADOS)

Recomenda-se o uso de convés como um módulo

#### EQUIPE:

Diretor 1, Diretor 2, Gerente de P&D, Gerente de Projetos, Gerente de Marketing, Gerente Comercial, Representante dos Investidores...

APROVAÇÃO RESPONSÁVEL:

DATA:

06/04/2023



## ARQUITETURA DO SISTEMA

### ENTRADAS

#### MÓDULOS DISPONÍVEIS NA EMPRESA

Espaço gourmet, conjunto de peças metálicas, tampas de inspeção, casa de máquinas, casco

#### INTERFACES PADÃO DE MERCADO

Sistema hidráulicos, sistema de combustível, conexões elétricas

#### MÓDULOS DE MERCADO

Recomenda-se o uso de convés como um módulo

#### FLEXIBILIDADE DAS SOLUÇÕES MODULARES (QUE MÓDULOS E INTERFACES PODEM SER ADAPTADOS)

módulo churrasqueira, módulo motor, modulo plataforma submergível, módulo direção, sistema elétrico, equipamentos eletrônicos

### SAÍDAS

#### DESIGNAÇÃO DAS PLATAFORMAS

Casco, convés

#### DEFINIÇÃO DOS MÓDULOS

longarina, espaço gourmet, sistemas hidráulicos, sistema de combustível, sistema elétrico, equipamentos eletrônicos

#### CARACTERIZAÇÃO E INTEFACE DOS COMPONENTES

perfil de união casco x convés, alojamentos de peças de fibras, fixações de peças de fibra, elementos de fixação padrão, conectores normatizados

#### EQUIPE:

Diretor 1, Diretor 2, Gerente de P&D, Gerente de Projetos, Gerente de Marketing, Gerente Comercial, Representante dos Investidores...

APROVAÇÃO RESPONSÁVEL:

DATA:

07/04/2023



## DOCUMENTAÇÃO DO PRODUTO E SUA ARQUITETURA

### ENTRADAS

#### CHECK LIST - DOCUMENTAÇÃO

COD DOC.	DESCRIÇÃO	OK	DATA
PFP - 001	ESTRATÉGIA DE FAMÍLIA DE PRODUTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	01/04/2023
PFP - 002	METAS - FAMÍLIA DE PRODUTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	02/04/2023
PFP - 003	ECOSSISTEMA MODULAR	<input checked="" type="checkbox"/>	04/04/2023
PFP - 004	MODULARIDADE PRÉ-EXISTENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	06/04/2023
PFP - 005	ARQUITETURA DO SISTEMA	<input checked="" type="checkbox"/>	07/04/2023
PFP - 006	DOCUMENTAÇÃO DO PRODUTO - CHECK-LIST	<input checked="" type="checkbox"/>	16/04/2023

### DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DO PROJETO

MÓDULOS	COMPONENTES INTERCAMBIÁVEIS
1. casco 2. casco 3. Convés	1. espaço gourmet 2. Conjunto de peças metálicas 3. Tampas de blindagem 4. casa de máquinas 5. sistema hidráulico 6. Sistema de combustível 7. Conexões elétricas 8. Módulo churrasqueira 9. módulo do motor 10. Módulo plataforma submersível 11. módulo direção 12. Sistema elétrico 13. Equipamentos eletrônicos 14. Conectores normatizados

APROVAÇÃO RESPONSÁVEL:

DATA:

16/04/2023

