

MOTOR PORTÁTIL DE PROPULSÃO A JATO PARA APLICAÇÕES NAVAIS

Guilherme de Lima; Luciano Taborda; Kennedy Schmitt; Marcos Junior da Silva; Maurício Severo¹
Anderson Baldissera; Rodrigo Konrath; Marcelo Tresseno da Luz; Fernando Lothário Becker²

RESUMO

O artigo evidenciado tem como objetivo apresentar as fases do projeto detalhado de um motor a propulsão para aplicações navais, onde o mesmo possa ser transportado facilmente e tenha praticidade de instalação, tendo capacidade para navegar em águas rasas. O estudo deu-se início com uma pesquisa de campo, sendo entrevistando o cliente final para obter as exigências necessárias. Tendo como base essas informações, foram utilizadas e adaptadas como requisitos do projeto. Para que a transformação das necessidades do cliente fosse atendida, de modo que a classificação dos requisitos pudesse seguir uma ordem de importância, foi utilizada uma ferramenta chamada de *quality function deployment* (QFD), desdobramento da função qualidade), assim, quando forem incorporadas no projeto, se transformará em requisitos de qualidade. Após a formalização do seguinte procedimento, será possível para a equipe de projeto identificar um relacionamento entre os requisitos do cliente e dos requisitos técnicos, podendo classificar seu grau de importância.

Palavras-Chave: Requisitos do cliente. Motor a propulsão. Requisitos do projeto.

1 INTRODUÇÃO

Com a identificação de uma necessidade do uso de motores no ramo naval, visando uma navegação em águas rasas, o projeto foi desenvolvido tendo como foco principal um motor de propulsão a jato com bom desempenho e tamanho reduzido, que possibilite um transporte de modo simples e prático, tendo um rendimento de velocidade com grandes cargas.

A coleta de dados foi realizada por meio de uma pesquisa de campo junto ao cliente final com o objetivo de possibilitar uma maior agregação de valor informacional no produto finalizado, assim, obtivemos os requisitos do cliente para que fosse possível obter as exigências do projeto e posteriormente à união dos dados e conseqüentemente a obtenção de resultados, por meio de utilização de ferramentas de análise funcional e metodologia de projeto podemos identificar de modo detalhado, qual foi a melhor opção para a realização do projeto final da construção do motor a propulsão.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um projeto detalhado de um motor a propulsão a jato para aplicações navais, tendo em vista ferramentas de análise e métodos de projeto especificando cada etapa da construção do mesmo.

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF.

² Docentes da UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com.

Os objetivos específicos encontrados para a fabricação do motor a propulsão a jato são: Pesquisar os requisitos do consumidor em relação ao produto desejado; utilizar-se da metodologia e ferramentas que auxiliem na elaboração das etapas e especificações do projeto; elaborar um produto inovador e prático; projetar conforme as exigências do cliente/usuário; apresentar etapas principais da construção do projeto.

O desenvolvimento do projeto consiste na utilização da metodologia de construção, ferramentas de análise e planejamento de projeto para um motor com propulsão a jato de alta potência e grande praticidade de instalação e transporte, podendo ser facilmente instalado em qualquer barco de pequeno e médio porte.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REQUISITOS DO CLIENTE

Tendo como foco os requisitos dos clientes finais, alguns autores defendem uma visão mais ampla sobre o processo de desenvolvimento do produto, visando um caminho para maior integração entre projeto e a manufatura (COOPER, 1998; SMITH; MORROW, 1999). Com isto, entende-se que para o desenvolvimento do produto é necessário converter os requisitos dos clientes em informações primordiais para que o produto ou sistema técnico possa ser produzido (SMITH; MORROW, 1999).

Os requisitos dos clientes devem estar ligados de forma complexa com estes, de modo que atendam às necessidades do empreendimento e do trabalho colaborativo entre os profissionais envolvidos (KAMARA; ANUMBA; EVBUOMWAN, 2002), fornecendo uma visão mais ampla que capacita as vantagens competitivas (PRASAD, 1997).

Quando o cliente solicita algum produto ou serviço, busca-se o maior número de informação fazendo um levantamento de todas as necessidades do cliente, podendo ser obtido com o uso de listas de verificação por meio de observações diretas, entrevistas ou utilizar qualquer outro meio possível para interagir com o cliente (ROZENFELD, et al., 2006).

Após a determinação dos dados informados pelo cliente, são organizados e transformados em requisitos do cliente. O Objetivo desta conversão é apurar uma informação mais específica de qual é a necessidade maior do cliente, tendo um ponto de vista técnico sobre essas informações (ROMANO, 2003).

2.2 REQUISITOS DE PROJETO

Após o levantamento das necessidades dos clientes, são listados os requisitos de projeto que constituem na primeira decisão física sobre o produto que está sendo projetado, a tomada de decisões deve suportar e refletir os objetivos do projeto, bem como respeitar sua ordem de prioridade (FONSECA, 2000).

Segundo Back (*et al*, 2008) os requisitos de projeto são priorizados através de uma perspectiva do cliente e seus valores objetivos, esta fase é fundamental para a execução do projeto, as especificações devem ser combinadas de acordo com as exigências do cliente. Deste modo as especificações de projeto estabelecem critérios para a criação do produto e acaba sendo um meio de verificar se o projeto está atendendo ou não as necessidades do cliente.

2.3 QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT – DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE)

O QFD é uma ferramenta excelente para armazenar, transmitir e processar informações sobre diversas formas de executar um projeto, para que isso seja possível de forma eficiente é importante que as informações a serem processadas e alimentadas venham de fontes confiáveis, logo é necessário que todas as informações sejam medidas, experimentadas e analisadas para serem utilizadas nos métodos (OLIVEIRA 1999).

Para que as transformações das necessidades dos clientes sejam atendidas, de modo que as classificações dos requisitos possam ser seguidas em ordem de importância, é utilizada a ferramenta chamada de QFD, assim quando forem incorporadas no projeto se constituirão em requisitos de qualidade (Requisitos De Projeto Obtidos Visando à qualidade) (ULLMAN 1992). Também cita o autor, que os requisitos de clientes devem ser comparados aos pares, a fim de que possa conhecer a sua importância relativa no final do processo.

Na matriz casa de qualidade o mais importante é estabelecer o grau de relacionamento entre os requisitos de projeto (como deve ser feito?) e os requisitos dos clientes (o que deve ser feitos?). Se o seguinte procedimento for formalizado, será possível para equipe de projeto a identificação de um relacionamento e do grau de importância. (FONSECA 2000).

2.4 ESTRUTURA FUNCIONAL

A estrutura funcional do produto é gerada a partir do levantamento das necessidades do cliente e estabelecimento dos requisitos de projeto, gerando as principais alternativas na solução para a concepção e seleção de meios viáveis. O processo de desenvolvimento de produto,

consiste nas fases de definição da tarefa, projeto conceitual, projeto preliminar e detalhado (PAHL e BEITZ 1996).

O autor continua explicando que o grau de relacionamento entre entradas e saídas, do número relativo de interfaces e componentes envolvidos e do tipo de função necessária para a execução do problema, influencia diretamente sobre o custo do produto e sobre a complexidade da estrutura funcional, a complexidade também influencia na escolha de princípios de solução e desenvolvimento do produto.

A síntese funcional segue um método de procedimento bem definido, apontando as seguinte atividades: determinar o processo e a estrutura do problema, desenvolver para cada função da estrutura soluções alternativas; instituir a função ou o problema global do meio que está sendo desenvolvido, e assim montar a matriz morfológica; formando concepções alternativas do problema global usando um princípio de cada função estrutural funcional; e encontrado meios de concepções viáveis para a solução (BACK, 2008).

2.5 MATRIZ MORFOLÓGICA

Com o objetivo de encontrar novas soluções para os problemas, a matriz morfológica consiste em pesquisar diferentes combinações de elementos e parâmetros. Após a formulação do problema, obtém-se um conjunto de especificações de projeto do sistema a ser desenvolvido (BACK, et al., 2008).

Com os princípios de soluções totais para o produto, as soluções individuais para esses meios estão ligadas diretamente a matriz morfológica, sendo uma ferramenta indispensável para essa combinação. A matriz se utiliza sincronicamente das funções que englobam a estrutura funcional que foi selecionada para o produto, e com isso inúmeras eventualidades de soluções para elas, proporcionando assim um diagnóstico das possíveis composição para o produto que foi projetado (ROZENFELD, *et al.*, 2006).

A matriz morfológica tem como objetivo distinguir as combinações dos elementos e fundamentos em busca de uma nova resolução para os problemas, elencando quais as utilidades dos produtos, a origem de solução para cada colocação e apresentando as funções e princípios para descobrir melhor as combinações. Ou seja, é uma forma organizada que vai conceder possibilidades capazes para contribuir na solução ao problema de projeto e, contudo, acaba expondo uma lista de fundamentos ligados aos problemas, e assim concedendo alternativas para cada parâmetro, com propósito de atingir a situação problema, demonstrando combinações de elementos que não seria capaz de serem feitas sem o uso da técnica (YAN 1998).

2.6 PROJETO BÁSICO

Esta etapa tem o objetivo de escolher, entre as soluções propostas na primeira fase, a melhor, e defini-la completamente. Cada umas das propostas são analisadas ainda de maneira superficial, por exemplo através de uma matriz de decisão, mas de modo a se avaliar as suas vantagens e desvantagens em relação às especificações (critérios de projeto) estabelecidas na primeira fase.

A melhor das soluções é submetida a uma análise aprofundada. São feitos estudos e ensaios utilizando desenhos e modelos físicos (por exemplo, protótipos) ou matemáticos (analíticos ou numéricos) visando a estabelecer variações de parâmetros críticos de projeto, características básicas e a influência de fatores internos ou externos sobre o desempenho funcional do produto. O resultado do projeto básico é a definição completa apenas das características principais do produto.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho define-se a pesquisa exploratória e os objetivos de maneira descritiva, pois descreve características do processo de construção de um projeto utilizando as metodologias citadas. Com procedimentos bibliográficos de investigação. Quanto ao problema qualitativa, pois envolve as percepções dos autores. (GIL, 2014).

Em relação à revisão da literatura e as fontes de consulta consistem em observar e analisar dados obras literárias e artigos que forneceram uma visão geral sobre os processos para a elaboração do projeto do motor a propulsão a jato para aplicações navais. Foram utilizadas as ferramentas *quality function deployment* (QFD), Estrutura funcional e Matriz Morfológica, que auxiliaram na construção do projeto básico.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

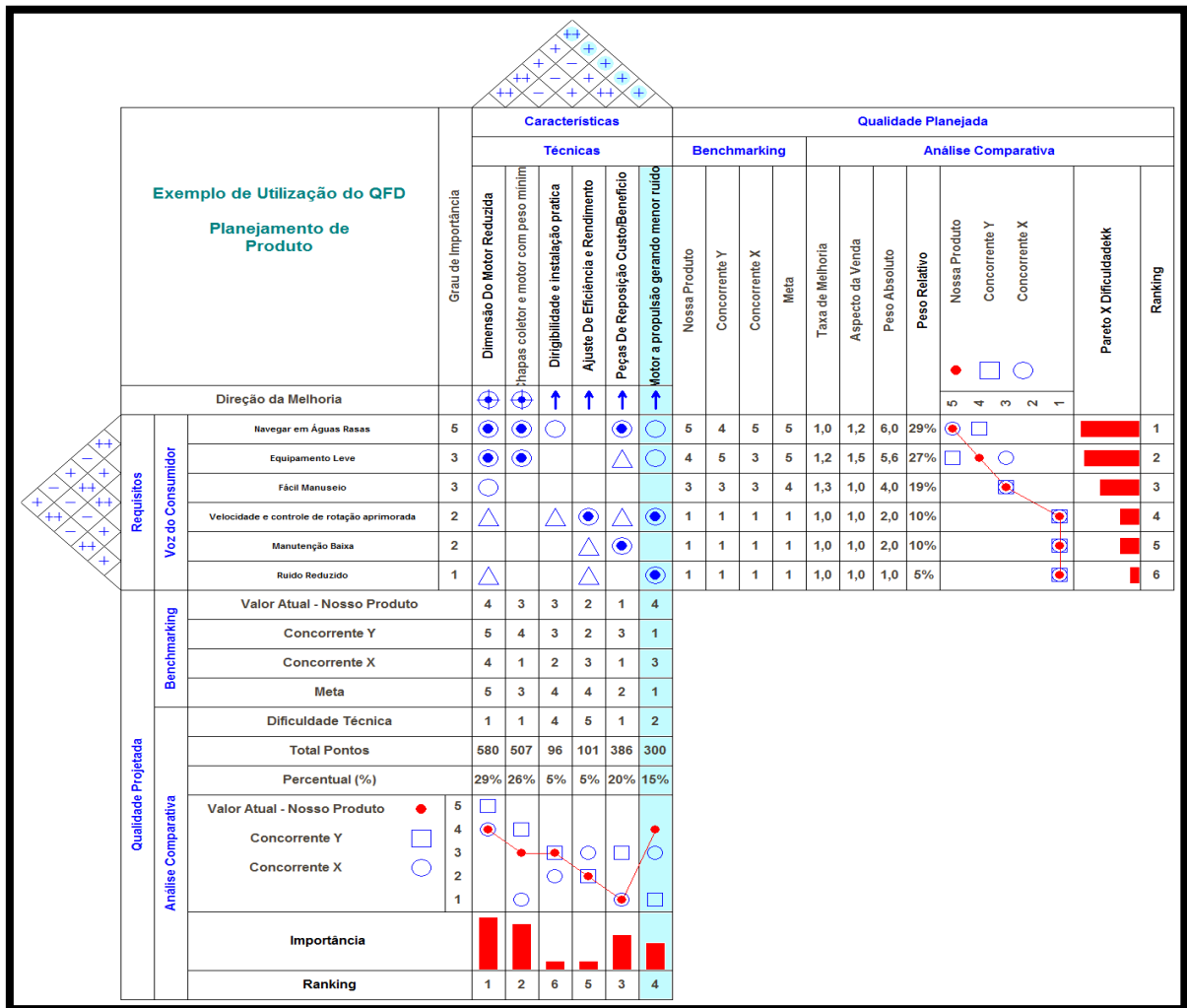
A etapa inicial do projeto foi pesquisar as exigências do cliente por meio de entrevista buscando a melhor compreensão das necessidades do usuário, visando uma maneira para integrar estas informações ao projeto. Após a identificação das necessidades do cliente, foram listados os requisitos de projeto que constituem na primeira decisão física sobre o produto que

está sendo projetado, interligando as informações adquiridas do cliente, com os requisitos técnicos de projeto. A tomada de decisões deve suportar e refletir os objetivos do projeto, bem como respeitar sua ordem de prioridade.

Com o intuito em hierarquizar as informações dos requisitos do cliente e de projeto, foi inserido na ferramenta *quality function deployment* (QFD), desdobramento da função qualidade) os dados da pesquisa, estabelecendo e seguindo uma ordem de nível de importância de cada requisito onde este instrumento forneceu por meio de uma análise comparativa o resultado obtido.

Na Figura 1 pode ser observado a utilização e aplicação da ferramenta QFD e seus índices de resultado por meio do gráfico comparativo das necessidades do cliente e de requisitos de projeto, onde obteve-se as informações de importância para o desenvolvimento da classificação da matriz hierárquica.

Figura 1: Ferramenta quality function deployment (QFD)



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Conforme o resultado do QFD, uma tabela foi criada para especificar a junção entre os requisitos do cliente e requisitos do projeto, hierarquizando as exigências principais, apresentado na Tabela 1:

Tabela 1: Esquema de requisitos do cliente/projeto.

Classificação por níveis hierárquicos	Requisitos do Cliente	Requisitos de Projeto
1°	Navegar em águas rasas	Dimensões do motor e coletor adequado para águas rasas
2°	Equipamento leve	Peças com peso mínimo
3°	Fácil manuseio	Dirigibilidade e instalação prática
4°	Bom desempenho	Eficiência e rendimento
5°	Velocidade e controle de rotação aprimorada	Motor alto desempenho
6°	Manutenção de baixo custo	Peças de reposição custo/benefício
7°	Ruído reduzido	Motor a propulsão gerando menor ruído

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.2 ESTRUTURA FUNCIONAL

Para que se possa obter a máquina mais apropriada, inicia-se pela criação de uma estrutura funcional, logo após são desenvolvidos conceitos alternativos para o mesmo, as informações são analisadas e comparadas levando em consideração alguns critérios como: os princípios de projeto, materiais de qualidade, metas de produtividade, funcionalidade, entre outros. A estrutura funcional tem o objetivo de selecionar as funções mais adequadas, deste modo foram incluídas informações dos requisitos de cliente e conjugados com funções parciais e elementares de cada etapa e informando como deve ser seguido o processo e o que deve ser feito para suprir esta necessidade.

A estrutura funcional, conforme observado na Quadro 1, serviu para transformar cada requisito do cliente em funções para o projeto, a partir da hierarquização do QFD desenvolveu-se a estruturação das etapas de funções gerais do projeto obtendo mais de uma opção de solução para cada exigência do projeto.

Quadro1: Estrutura funcional

NÍVEIS HIERARQUICOS	FUNÇÃO GERAL	FUNÇÕES PARCIAIS	FUNÇÕES ELEMENTARES	DESCRIÇÃO	ID
1º	NAVEGAR EM ÁGUAS RASAS	EVITAR A COLISÃO EM SUPERFÍCIES ROCHOSAS	PROTEÇÃO INFERIOR REFORÇADA PARA O COLETOR	INSTALAÇÃO DE CHAPA DE REFORÇO DE ALUMÍNIO NAVAL	1.1
			ALOCAR O MOTOR NA PARTE EXTERNA DO BARCO	FIXAÇÃO COM <i>VIBRA STOP</i>	1.2
			COLETOR DE FLUIDO NO NÍVEL INFERIOR DO MOTOR	DIMENSÃO DO COLETOR REDUZIDA	1.3
2º	EQUIPAMENTO LEVE	DIMINUIR PESO PARA GANHAR EFICIÊNCIA	MATERIAL DAS POLIAS MAIS LEVE	POLIAS COM MATERIAIS DE BAIXO PESO ESPECÍFICO	2.1
			TENSOR DA CORREIA MATERIAL REDUZIDO	CONJUNTO DE TENSORES UNIFICADOS	2.2
3º	FÁCIL MANUSEIO	DIRIGIBILIDADE SIMPLES	HASTE DE DIREÇÃO	EM INOX COM SISTEMA DE ACELERAÇÃO	3.1
			ACIONAR MOVIMENTO	45° PARA AMBOS OS LADOS (DIREITA E ESQUERDA)	3.2
			FRENAGEM APRIMORADA	BOTÃO DE ACIONAMENTO PARA SISTEMA REVERSO	3.3
4º	VELOCIDADE E CONTROLE DE ROTAÇÃO APRIMORADA	EQUILIBRAR POTÊNCIA COM ECONOMIA	SISTEMA DE INJEÇÃO OTIMIZADO	INPLANTAR INJEÇÃO ELETRÔNICA PROGRAMADA	4.1
			SISTEMA <i>START-STOP</i>	FIXAR BOTÃO LIGA/DESLIGA	4.2
			MOTOR BICOMBUSTÍVEL	ADQUIRIR MOTOR FLEX	4.3
5º	PEÇAMANUTENÇÃO DE BAIXO CUSTO	PEÇAS DE REPOSIÇÃO CUSTO /BENEFICIO	UTILIZAR SOMENTE PEÇAS NACIONAIS	FECHAR PARCERIA COM MARCAS DE RENOME	5.1
			USAR PEÇAS SIMILARES A OUTRAS EXISTENTES	UTILIZAR MATRIZ DE MARCAS CONCEITUADAS	5.2
			USAR MATERIAIS DE PROCEDÊNCIA	ANALISAR A PRODUÇÃO DE DETERMINADA PEÇA	5.3
6º	RUIDO REDUZIDO	MOTOR DE ALTO DESEMPENHO	UTILIZAÇÃO DE TURBO COMPRESSOR	AUMENTAR O FLUXO DA MISTURA (AR/COMBUSTÍVEL) EM ALTA ROTAÇÃO	6.1
			UTILIZAÇÃO DE <i>SUPER CHARGER</i>	AUMENTAR O FLUXO DA MISTURA (AR/COMBUSTÍVEL) EM BAIXA ROTAÇÃO	6.2
			INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE INJEÇÃO	PODER GERENCIAR A POTÊNCIA	6.3

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O mecanismo da matriz morfológica é fundamental para criação de soluções alternativas para o produto. Deste modo, é possível selecionar a alternativa mais adequada quanto à percepção dos requisitos do cliente e aos requisitos do projeto, podendo manipular a matriz informando várias opções para a construção do projeto.

A matriz morfológica apresentada na Quadro 2, foi desenvolvida com base nos elementos da estrutura funcional, contendo opções de matérias para a escolha da aplicação no projeto.

Quadro 2 - Matriz morfológica

NÍVEIS HIERÁRQUICOS	FUNÇÕES PARCIAIS	FUNÇÕES ELEMENTARES	DESCRIÇÃO	SOLUÇÃO				CLASSIFICAÇÃO				
1°	DIMENSÕES DO MOTOR E COLETOR ADEQUADO PARA ÁGUAS RASAS	PROTEÇÃO INFERIOR REFORÇADA PARA O COLETOR	INSTALAÇÃO DE CHAPA PARA REFORÇO	CHAPA DE AÇO 1	CHAPA LISA EM INOX 2	ALUMÍNIO NAVAL 3	CHAPA EXPANDIDA 4	I	II	III	IV	
		ALOCAR O MOTOR NA PARTE EXTERNA DO BARCO	FIXAÇÃO COM VIBRA STOP	VIBRA STOP MODELO 1	VIBRA STOP MODELO 2	VIBRA STOP MODELO 3	VIBRA STOP MODELO 4	3	1	2	4	
		COLETOR DE FLUIDO NO NÍVEL INFERIOR DO MOTOR	DIMENSÃO DO COLETOR REDUZIDA PARA NÃO HAVER COLISÕES COM O SOLO OU OBSTÁCULOS	COLETOR MODELO 1	COLETOR MODELO 2	COLETOR MODELO 3	COLETOR MODELO 4	1	3	2	4	
2°	MATERIAIS COM PESO ESPECÍFICO BAIXO	EQUIPAMENTOS LEVES	POLIA COM MATERIAL MAIS LEVE	POLIA 1	POLIA 2	POLIA 3	POLIA 4	3	1	2	4	
		TENSOR DA CORREIA	CONJUNTO DE TENSORES UNIFICADOS	TENSOR 1	TENSOR 2	TENSOR 3	TENSOR 4	2	1	4	3	
3°	MOTOR A PROPULSÃO GERANDO MENOR RUÍDO	DESCARGA PARA REDUÇÃO DO RUÍDO	DESCARGA COM CATALIZADOR SILENCIOSO	ESCAPAMENTO 1	ESCAPAMENTO 2	ESCAPAMENTO 3	ESCAPAMENTO 4	4	1	3	2	
4°	PEÇAS DE REPOSIÇÃO CUSTO/BENEFÍCIO	UTILIZAR SOMENTE PEÇAS NACIONAIS	FECHAR PARCERIA COM MARCAS DE RENOME						1	1	1	1
		USAR PEÇAS SIMILARES A OUTRAS EXISTENTES	UTILIZAR REFERÊNCIAS DE MARCAS CONCEITUADAS									
		USAR MATERIAIS DE PROCEDÊNCIA	ANALISAR PRODUÇÃO DE DETERMINADAS PEÇAS PRINCIPAIS									
5°	EFICIÊNCIA E RENDIMENTO DO MOTOR	TURBINA PROPULSORA	AUMENTA O FLUXO DE ÁGUA	TURBO COMPRESSOR 1	TURBO COMPRESSOR 2	TURBO COMPRESSOR 3	TURBO COMPRESSOR 4	4	3	2	1	
		INPLANTAÇÃO DE UMA INIEÇÃO ELETRÔNICA PROGRAMADA	INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE INIEÇÃO	CONTROLADOR MODELO 1	CONTROLADOR MODELO 2	CONTROLADOR MODELO 3	CONTROLADOR MODELO 4	1	2	4	3	
		MOTOR BICOMBUSTÍVEL	ADQUIRIR MOTOR FLEX	MOTOR MODELO 1	MOTOR MODELO 2	MOTOR MODELO 3	MOTOR MODELO 4	3	1	2	4	
6°	DIRIGIBILIDADE E INSTALAÇÃO PRÁTICA	HASTE DE DIREÇÃO	EM INOX COM SISTEMA DE ACELERAÇÃO	HASTE 1	HASTE 2	HASTE 3	HASTE 4	3	2	4	1	
		ACIONAR MOVIMENTO	45° PARA AMBOS OS LADOS (DIREITA E ESQUERDA)	ENGENHAGENS ROTAÇÃO 1	ENGENHAGENS ROTAÇÃO 2	ENGENHAGENS ROTAÇÃO 3	ENGENHAGENS ROTAÇÃO 4	1	2	4	3	
		FRENAGEM APRIMORADA	BOTÃO DE ACIONAMENTO PARA SISTEMA REVERSO	BOTÃO FRENAGEM 1	BOTÃO FRENAGEM 2	BOTÃO FRENAGEM 3	BOTÃO FRENAGEM 4	2	1	4	3	
		SISTEMA START-STOP	ALOCAR BOTÃO DE PARTIDA	BOTÃO PARTIDA 1	BOTÃO PARTIDA 2	BOTÃO PARTIDA 3	BOTÃO PARTIDA 4	2	3	1	4	

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

A partir de dados relacionados na estrutura funcional, foi elaborado uma matriz de decisões onde são selecionados a melhor escolha da máquina a ser projetada. A melhor opção vista na Quadro 3, foi a máquina dois, a qual apresentou uma melhor aceitação dos itens de projeto relacionados com os requisitos do cliente.

Quadro 3: Matriz de decisões

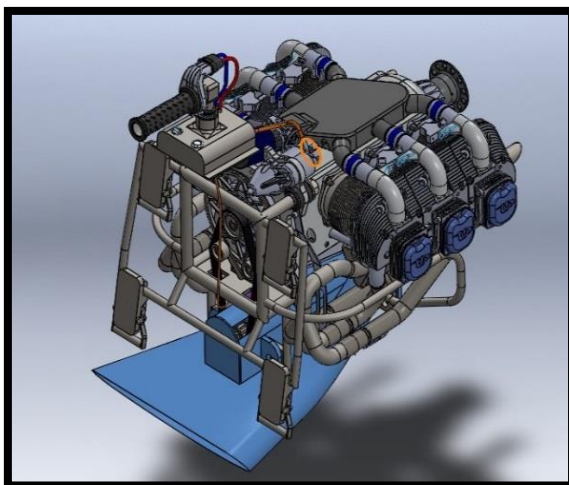
Classificação hierarquica	Requisitos do cliente	Maquina 1	Maquina 2	Maquina 3	Maquina 4
1°	Navegar em águas rasas	P	P	P	P
2°	Equipamento leve	P	P	Ñ	P
3°	Fácil manuseio	P	P	Ñ	P
4°	Velocidade e controle de rotação aprimorada	P	P	Ñ	Ñ
5°	Manutenção de baixo custo	P	P	P	P
6°	Ruído reduzido	Ñ	P	Ñ	Ñ

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.3 PROJETO BÁSICO

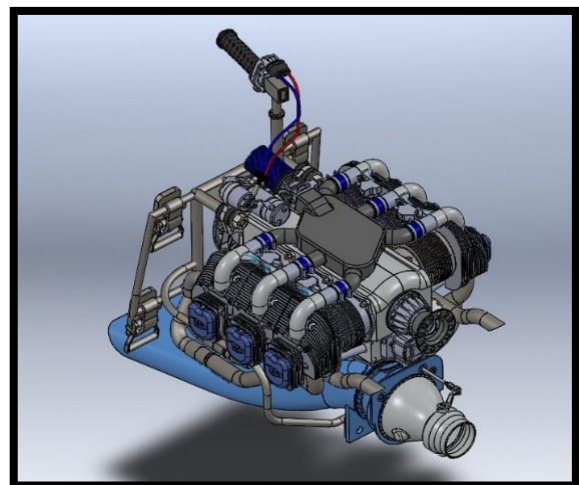
O projeto constitui-se na concepção de um motor a propulsão a jato para aplicações em embarcações de pequeno e médio porte, o projeto foi pensado em atender à praticidade de instalação e manuseio, possibilitando que qualquer pessoa tenha capacidade de fazer a instalação do mesmo na embarcação. O conjunto demonstrado nas Figuras 2 e 3, é composto por um motor boxer de 6 cilindros com injeção direta de combustível, um sistema de coletor, um conjunto de direção elétrica e sistema de engate rápido.

Figura 2: Projeto básico do motor.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Figura 3: Projeto básico do motor.



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.4 PROPOSTA COMERCIAL

A proposta comercial visou atender especificações e características do produto, apresentando com clareza o contrato contendo: os serviços que serão executados, valores individuais de peças que compõem a máquina, condições de pagamento, tabela de tributação, lista de materiais e prazo de entrega do projeto.

O custo obtido com o desenvolvimento do projeto foi de R\$ 29.958,30 (vinte e nove mil, novecentos e cinquenta e oito reais e trinta centavos), neste valor estão inclusos todos os gastos com a fabricação e montagem incluindo as taxas e impostos.

4.5 PROJETO EXECUTIVO

Nesta etapa é definido o projeto final, após avaliar alguns critérios de projeto, identificou-se melhorias que puderam ser aperfeiçoadas no projeto.

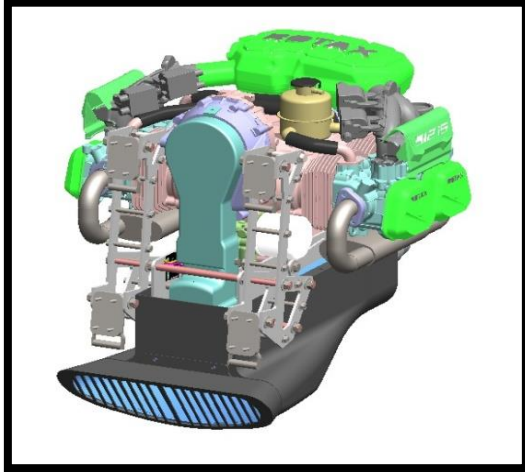
O motor da marca Lycoming de 6 cilindros foi substituído pelo motor Rotax de 4 cilindros modelo 912 IS SPORT para aviação com dupla alimentação, não perdendo o seu rendimento devido relação peso, empuxo e potência, tendo um melhor consumo de combustível, além da carenagem externa para vedação do motor com o intuito de melhorar a vida útil dos componentes internos, foi criada uma carenagem em fibra de vidro para proteger os mecanismos e o sistema de transmissão por correia. Ainda na carenagem, adicionou-se uma entrada de ar superior e exaustão traseira, removendo as entradas de ar laterais, criando assim um fluxo de ar que percorre todo o motor e cabeçotes, com a função de dissipar maiores taxas de calor mantendo uma refrigeração constante, uma vez que o ar entra pela parte superior, circulando pelo motor e saindo pela parte posterior, permitindo a uniformidade de resfriamento, além de evitar entrada de água ou respingos causados por ondas durante a navegação.

Os cabos de alimentação do joystick foram reforçados para suportar altas temperaturas e umidade, além do angulo de acionamento do direcionador de fluxo que foi reduzido para 35°, a fim de evitar solavancos repentinos na embarcação que pode acarretar danos à carga ou aos passageiros.

Foram remodelados os componentes estruturais de feixe de fixação e o suporte do motor e do coletor/propulsor. O feixe possui maçaneta de pressão e pino para travamento facilitando a instalação do conjunto. O suporte é modular desmontável com componentes distintos a fim de facilitar manutenção e remoção do motor para revisões ou necessidade de mudanças solicitadas pelo cliente, além da praticidade e velocidade em sua produção, o coletor ganhou

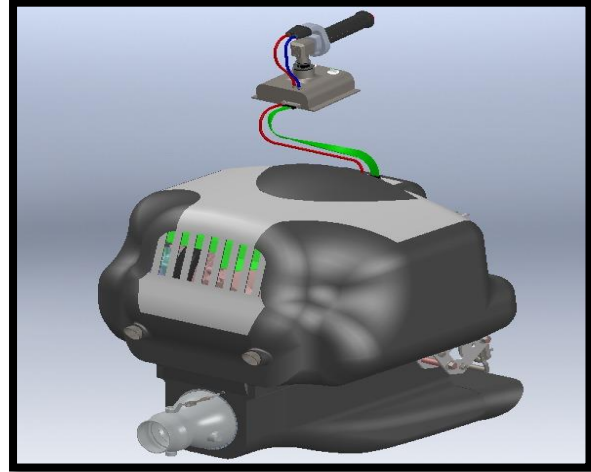
nova proteção, para evitar a entrada de detritos, sem prejudicar o fluxo de água. Podemos visualizar a modificações conforme as Figuras 4 e 5 que demonstram as atualizações realizadas.

Figura 4: Projeto executivo do motor



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Figura 5: Projeto executivo do motor



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.6 MEMORIAL DE CÁLCULO

Os cálculos são executados através de um método do programa Solidworks, onde este utiliza um sistema de cálculo por elementos finitos, que são conectados entre si por pontos, quanto menor for o tamanho e maior for o número deles em uma determinada área, maior a precisão, permitindo representar diversos cenários e avaliar o desempenho de produtos com a aplicação de critérios de resistência, rigidez ou fadiga.

Nos resultados da análise foram gerados relatórios dos esforços e as considerações de aplicação, como o peso, velocidade e força de propulsão, sendo incluso, depois de agrupados os cálculos, as normas vigentes fixando os requisitos exigidos para o projeto.

4.7 MANUAL DO USUÁRIO

Para este projeto foi desenvolvido um manual de montagem e operação para que o usuário possa fazer a instalação do motor na embarcação da maneira segura e correta, não danificando ambos. Também informa como deve ser executada a partida do motor e como desligar a energia e fechar o registro do combustível para evitar acidentes, choque ou incêndios. O manual apresenta cuidados que devem ser tomados e maneiras de realizar as manutenções de forma segura para manter o produto confiável e seguro para o uso.

5 CONCLUSÃO

A metodologia apresentada neste trabalho fornece a elaboração detalhada de processos de projeto permitindo que sua utilização tenha uma ampla área de aplicação em vários segmentos de projetos de construção.

Através dos objetivos específicos, desenvolveu-se a pesquisa e procurou obter as ferramentas necessárias para o desenvolvimento do projeto, facilitando o esclarecimento dos requisitos exigidos pelo cliente, separando em etapas e especificando em detalhes a concepção do projeto, desde a elaboração de estratégias de negócio na proposta comercial, até a conclusão do produto final.

O resultado obtido com a metodologia utilizada auxiliou na elaboração do motor a propulsão a jato, empregando mecanismos no desmembramento das etapas, tanto na organização quanto na busca de informações para a fabricação de um projeto.

5.1 RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

A proposta apresentada neste trabalho pode motivar a exploração para o aprimoramento do uso da metodologia, com base nos estudos colhidos são propostos como recomendação para trabalhos futuros:

- Aprofundar-se sobre as normas e práticas para a elaboração de projetos de máquinas;
- Utilizar-se das ferramentas e mecanismos para se obter resultados mais satisfatórios;

REFERÊNCIAS

BACK, Nelson. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.

CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. **Gerência de Projetos**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.

COOPE, R. **Product Leadership: creating and launching superior new products**. Reading: Perseus Books, 1998. 314 p.

FONSECA, A.J.H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

KAMARA, H. M.; ANUMBA, J. M.; EVBUOMWAN, N. F. O. **Capturing Client Requirements in Construction Projects**. Reston: Thomas Telford, 2002.

KAMINSKI, P.C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade** / Paulo Carlos Kaminski. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 8p.

OLIVEIRA, Liliam C.; DRUMOND, Fátima B, **Uso Integrado Do Métodos QFD E De Técnicas Estatísticas E Análise de Experimentos Na Etapa Do Projeto E Do Processo** In 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS CBGDP, 2000, São Carlos - SP, Anais CD-ROM, São Carlos: USP de 30-31 agosto de 2000.

PAHL, G and BEITZ, W. **Engineering Design: A Systematic Approach**. Springer Verlag, Berlin, 1988.

PRASAD, B. **Concurrent Engineering Fundamentals: integrated product development** Londres: Prentice-Hall, 1997

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Florianópolis, 2003. 226p. Tese (Doutorado). PPGEM – UFSC, 2003.

ROZENFELD, Henrique. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos**. – São Paulo: Saraiva, 2006.

SMITH, R.P.; MORROW, J. A. Product Development Process Modeling. **Design Studies**, Oxford, v. 20, n.3, p. 237-261, maio 1999

ULLMAN, D.G. **The mechanical design process**. New Yourk: McGraw-hill, 1992. 337p

YAN, H.-S. **Creative Design of Mechanical Devices**. Singapore: Springer, 1998.