

PROJETO DE UM EQUIPAMENTO PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS E PAVERS

Eberton Battiston; Kennedy Delevatti; Rogério Kerber; Willian Achilles Hermes¹
Anderson Badisseira; Andresa Schneider; Ricardo Werlang²

RESUMO

As máquinas surgem a partir de uma necessidade de nossa sociedade, com objetivo de facilitar o trabalho humano, o qual muitas vezes pode ser impossível de se realizar braçalmente. O principal objetivo deste trabalho é referenciar o desenvolvimento passo a passo de um projeto de máquina, desde o surgimento de uma necessidade até a construção final do equipamento. Por meio de uma pesquisa de campo, de nível exploratória, buscou-se desenvolver uma máquina de fabricação de blocos e pavers com matérias alternativas para atender às necessidades do cliente UCEFF. Para criar este equipamento implantou-se várias ferramentas para diminuir ao máximo os erros que poderiam surgir no projeto. Após criarmos os requisitos técnicos, através dos requisitos do cliente, a ferramenta QFD foi utilizada para analisar a importância de cada requisito visando melhorar este projeto de equipamentos.

Palavras-chave: Desenvolvimento Projeto. Máquina Blocos e Pavers. Materiais Alternativos.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Madureira (2010), o triunfo das empresas bem-sucedidas, independente do ramo de atuação, é mensurado pela lucratividade obtida no sucesso dos seus produtos perante os clientes. A continuidade desse triunfo e a garantia de sobrevivência, será possível apenas enquanto ela for capaz de manter a preferência dos clientes, através do aperfeiçoamento dos produtos atuais, ou gerando novos e melhores produtos. Daí a grande importância do Projeto de Produto.

Este setor está diretamente ligado ao sucesso da empresa, pois é o responsável por melhorar ou desenvolver novos produtos. “A atividade de desenvolvimento de um novo produto não é tarefa simples. Ela requer pesquisa, planejamento cuidadoso, controle metuculoso e, mais importante, o uso de métodos sistemáticos” (BAXTER, 1998, p. 3).

Este artigo foi criado para detalhar o processo e as etapas para o desenvolvimento de um projeto para um equipamento pequeno que irá fabricar blocos e pavers de concreto. Desenvolvemos o equipamento através da necessidade do cliente UCEFF Faculdades. A

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: ebertonbattiston@hotmail.com. kennedy_delevatti@hotmail.com. rogeriokerber@hotmail.com. willianhermess@gmail.com.

² Docentes do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com. andreaschneider7@gmail.com. ricardowerlang@uceff.edu.br.

UCEFF possuía a necessidade de um equipamento para fazer experimentos e análises em projetos desenvolvidos por alunos e para pavimentar seu próprio estacionamento. Para criar este equipamento implantamos várias ferramentas para diminuir ao máximo os erros que poderiam surgir no projeto.

Criamos os requisitos técnicos através dos requisitos do cliente e colocamos no QFD para descobrirmos a importância de cada requisito, com isso fomos para os próximos passos para o desenvolvimento do equipamento. Este artigo descreverá detalhadamente as etapas desse projeto.

Atualmente, o mercado exige cada vez mais precisão nos equipamentos desenvolvidos, o mercado externo está cada vez mais presente com equipamentos de excelência e baixo custo, com isso precisamos mudar nossa forma de pensar e começar a desenvolver projetos com as mesmas qualidades ou até melhores. É isso que iremos apresentar neste artigo, como melhorar projetos de equipamentos. Para que isso aconteça Madureira (2010, p. 26) cita que “o produto (ou serviço) deve incorporar as necessidades e expectativas do cliente (ou usuário)”.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO

Segundo Holzmann (2014, p.20) o desenvolvimento de um equipamento é “a transformação de necessidades presentes no mercado em um produto final destinado ao consumidor, utilizando-se de uma sequência de atividades que diminuam as chances de insucesso do projeto”. Já Norton (2013, p.04) descreve que a resultante de um projeto e equipamento é “máquina resultante que possa desempenhar a função desejada sem falhar”.

Através do trabalho de Pahl e Beitz (1998) no desenvolvido na área de metodologia de projeto, pode-se observar que o ciclo de desenvolvimento de produtos segue a sistemática: planejamento e esclarecimento da tarefa, projeto conceitual, preliminar e projeto detalhado.

O desenvolvimento de um equipamento é algo pouco trabalhado, por isso que muitos equipamentos acabam falhando devido a erro no projeto, justamente por que o projeto não utilizou todas as ferramentas necessárias para diminuir ao máximo esse erro.

2.2 REQUISITOS DO CLIENTE

Existem diversas maneiras para definir os requisitos do cliente, sejam elas, “[...] reuniões ou revistas formais, discussões informais ou questionários com listas de desejos” (BAXTER, 2011, p. 182). Toda forma é válida, desde que consiga absorver as informações necessárias para aplicação em projeto.

Para Pahl *et al.* (2005), percebe-se um procedimento em dois estágios. No primeiro estágio são definidos e documentados os requisitos óbvios. No segundo estágio, sempre que necessário, estes requisitos são complementados ou melhor detalhados, com auxílio de métodos apropriados.

Então, segundo Pahl *et al.* (2005, p. 102), “os objetivos e as condicionantes sob as quais os requisitos devem ser satisfeitos precisam ser destacados claramente, os requisitos assim determinados podem então ser desdobrados em necessidades e vontades”.

Os requisitos são o ponto de partida para iniciar o projeto, através dos requisitos são determinados os requisitos técnicos e feito o QDF para determinar hierarquicamente. Os requisitos de cliente devem ser atendidos para que não haja uma insatisfação do equipamento.

2.3 REQUISITOS DO PROJETO

Segundo Back *et al.* (2008) os requisitos de projeto partem de uma necessidade do cliente, esta fase é importante para a execução do projeto, as especificações devem ser confrontadas conforme condições do cliente. Deste modo, as especificações de produto criam critérios para a geração do produto e é um meio de verificar se o projeto atenderá as necessidades do cliente.

Em outra definição Back *et al.* (2008) diz que as características do produto têm origem dos requisitos do projeto, onde podem ser manipuladas para atender os requisitos dos clientes.

Logo entende-se que, “o desenvolvimento do projeto do produto exige que sejam especificados tecnicamente requisitos funcionais, operacionais e construtivos, os quais, quando atendidos, fazem que o produto exerça as suas funções com os atributos esperados” (MADUREIRA, 2010 p. 51).

2.4 QFD (*QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*)

O QFD é uma ferramenta que interliga os requisitos do cliente com os requisitos técnicos desenvolvido pela empresa. O QFD tem como objetivo ouvir o cliente e ordenar esses requisitos em ordem de importância. Madureira (2010), acrescenta que a incorporação das necessidades, expectativas e exigências do cliente ao produto são fundamentais para o sucesso. Um método geral e bastante eficiente que foi desenvolvido para auxiliar neste processo é o *Quality Function Deployment* (QFD), também chamada de Qualidade Total, que surgiu em meados de 1970, pela indústria japonesa.

Neste sentido, “embora conceitualmente muito antigo, o QFD, como outras técnicas modernas, resultou da combinação ordenada de atividades conhecidas, antes exercidas de forma mais ou menos dispersa, nos vários níveis das empresas industriais” (MADUREIRA, 2013 p. 30).

Segundo Oakland (1994, p. 53), “a Casa da Qualidade é uma estrutura de abordagem para o gerenciamento de projeto conhecida como desdobramento da função qualidade”. Esta ferramenta é muito utilizada para projetos de um determinado produto, cita Oakland (1994), pois tem como base as necessidades do cliente, onde toda a equipe de projeto tem participação no desenvolvimento dos requisitos técnicos para cada estágio do projeto.

A utilização do QFD, segundo Oakland (1994), tem por início a formação de um grupo com vastas funções para efetivar essa atividade. Esse grupo deve levantar as necessidades do cliente para posteriormente serem confrontadas com os requisitos técnicos, criados pela unidade operativa e entregues ao cliente.

2.5 ESTRUTURA FUNCIONAL

A estrutura funcional ou estruturação do produto parte da identificação dos requisitos do cliente para o desmembramento de funções do produto. A técnica que “parte de uma função de mais alto nível, que é a função desejada no produto, até se chegar a funções de nível mais baixo, as quais tornam possível a função de alto nível” (VALDIERO, 1994).

Esta técnica além de identificar as funções, hierarquiza também às mesmas (BACK, 1983). Ela “estuda todas as combinações possíveis entre os elementos de um componente ou produto” (BAXTER, 2003), hierarquizando as mesmas em ordem de maior importância. Complementando, Coral *et al* (2013) diz que com base na função global determina-se prováveis sistemas de funções que satisfaçam as necessidades gerais e os critérios do projeto.

Pahl e Beitz (1988, *apud* CORAL, 2013) ainda ressalta que, a ordenação das funções é arranjado a partir do método de desdobramento funcional que, de acordo com grau de complexidade da função-disponibilidade de respostas que acatem as funções, manifestar-se como uma “estrutura de funções parciais” ou como uma “estrutura de funções elementares”.

2.6 MATRIZ MORFOLÓGICA

A partir da estrutura de funções, é iniciada a geração dos princípios de solução para satisfazer as funções do produto. Para tal, pode ser utilizado o método da matriz morfológica, onde as funções do produto são posicionadas na primeira coluna e, então, são sugeridos princípios de solução capazes de atender cada função. (CORAL *et al*, 2013, p.153)

A vantagem da Análise Morfológica está no exame sistemático de todas as combinações possíveis. Sem esta, provavelmente limitar-nos-íamos a examinar apenas um número reduzido delas, esquecendo-se das demais. Por outro lado, torna-se difícil examinar um grande número de combinações, até se chegar a uma solução única. Isso depende, em grande parte, da habilidade do próprio analista. Podem ser estabelecidos alguns critérios para se fazer alguma seleção, como, por exemplo, a disponibilidade de materiais, facilidade de fabricação, existência de fornecedores para componentes terceirizados, resistência, durabilidade, acabamento superficial, custos e assim por diante.

O termo morfologia significa o estudo da estrutura da forma. A análise morfológica, assim, é uma abordagem sistemática para analisar a estrutura de uma forma, ideia, produto, sistema ou processo (YAN, 1998).

2.7 PROJETO BÁSICO

Segundo o Art. 6º, IX, Lei n.º 8.666/93; e Art. 1º, § 2º, XXI, Portaria nº 507/2011, projeto básico é um conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado.

No projeto básico é determinado dois projetos que mais atenderam os requisitos do cliente x técnicos, através de análises dos mesmos. Depois é decidido através de escolha conjunta o equipamento que mais atende.

2.8 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Mel (2014, p. 17), diz que “a especificação técnica é um texto no qual se fixam todas as regras e condições que se deve seguir, caracterizando os materiais, equipamentos, elementos, sistemas construtivos a serem aplicados e o modo como serão executados”. São colocados todos os dados do equipamento que será produzido, descrevendo todas as partes e especificando cada uma delas, chaparia, estrutural, elementos comerciais.

2.9 PROPOSTA COMERCIAL

É um documento de apresentação do equipamento, apresentar a proposta detalhada, com descrição de todos os elementos internos do equipamento. Descreve condições de pagamento, observações importantes sobre o equipamento, um detalhamento de como será a venda do mesmo.

2.10 PROJETO EXECUTIVO

Inicia-se com a concepção alcançada no projeto preliminar. O propósito é alimentar com descrições a engenharia devido sua clareza e modificações volumosas podem ser concretizadas sem prejuízos financeiros consideráveis. Logo, neste ponto é onde se concebe uma decisão final sobre uma determinada concepção para o projeto (BACK, 1983).

Consiste no conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra ou do serviço, conforme disciplinamento da Lei no 8.666, de 1993, e das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

É o conjunto de informações técnicas necessárias e suficientes para a realização do empreendimento, contendo de forma clara, precisa e completa todas as indicações e detalhes construtivos para a perfeita instalação, montagem e execução dos serviços e obras objeto do contrato.

Agora, com a concepção para o projeto em mente, e os dados preliminares concebidos, adquire-se, interinamente uma síntese geral. Possuindo esse sistema como base, o projeto detalhado ou parâmetros dos componentes são detalhados. Assim, todas as partes são sintetizadas, experimentados e alterados em conformidade com o solicitado e o produto efetiva-se concluído (BACK, 1983).

2.11 MEMORIAL DE CÁLCULO

“É um documento que descreve os cálculos efetuados para chegar ao resultado final apresentado. O memorial de cálculo deve ser elaborado com base no conteúdo dos desenhos técnicos, memoriais descritivos e especificações técnicas” (MEL, 2014, p.18).

2.12 MANUAL MONTAGEM/OPERAÇÃO

Com a publicação da NR 12, em dezembro de 2010 do Ministério do Trabalho e Emprego, surgiram novas exigências na área de segurança de máquinas e equipamentos. Manual de operação é um livro ou folheto que ensina a operar um equipamento ou um ou uma ferramenta. Conforme as informações deste item 12.128 da NR1 sugere que se separem os capítulos, como: Descrição da máquina; Recomendações de Segurança; Transporte, Instalação e desmontagem; Operação; Manutenção e Peças de reposição;

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho definiu-se o método indutivo, sendo essa uma pesquisa de campo e de nível exploratória, assim visando as necessidades e os objetivos de um determinado cliente de maneira descritiva, pois descreve características do processo de construção de um projeto utilizando as metodologias citadas. A área alvo foi o projeto de produto e as técnicas de análise são qualitativa e quantitativa. (GIL,2014).

Em uma primeira análise com base nos documentos requisitos do cliente para identificar as suas necessidades ou solicitações e através de um *brainstorming* é convertido os requisitos do cliente em os requisitos do projeto, que é nada mais é que as especificações técnicas que o projeto necessita para transformar os requisitos ou necessidade do cliente em uma necessidade de engenharia para o desenvolvimento do projeto.

Através da ferramenta QFD ou desdobramento da função da qualidade é encontrado a real prioridade do projeto para poder partir para a próxima etapa a estrutura funcional, onde são atribuídas as funções parcial e elementar para cada requisito técnico.

Obtidos a hierarquia dos requisitos com a utilização da Casa da Qualidade, fez se a utilização da Estrutura Funcional de Projeto. Com a definição da estrutura funcional, passamos para uma nova etapa do projeto chamada matriz morfológica. Nessa fase elencamos quatro opções ou modelos de produtos que atendem as necessidades para a construção do projeto, levando em conta os itens descritos pela função elementar.

O próximo passo foi a realização da matriz de definição passa não passa, segundo Coral *et al* (2013), essa consiste em analisar os modelos numerados da Matriz Morfológica tendo em vista a hierarquia dos Requisitos do Cliente e assim definir para cada modelo se ele pode ser utilizado durante a construção do projeto ou não. Com a definição da matriz passa ou não passa, elimina-se os modelos que não atendem a algum requisito e escolhe-se os dois melhores modelos para dar sequência ao projeto.

Definidas as opções de acordo com cada requisito especificado, deu-se início a primeira fase de criação do projeto, ou seja, desenho técnico do equipamento utilizando a ferramenta *Solidworks*, onde após esse processo será escolhido equipamento que melhor atenderá as necessidades do cliente. Com o modelo de equipamento definido, passa-se para as etapas seguintes que é a elaboração da proposta comercial e as especificações técnicas.

Portanto, com o fechamento com o cliente parte-se para as etapas finais o projeto executivo, memorial de cálculo, cronograma para instalação e os manuais de montagem e instalação.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Nosso objetivo é a criação de um pequeno equipamento de fabricação de blocos e pavers que atenda às necessidades do nosso cliente em específico UCEFF Faculdades, que tem como objetivo utilizar este equipamento para experimentos e análises em projetos desenvolvidos por alunos e para pavimentar seu próprio estacionamento.

Para a realização desse projeto foram seguidas várias etapas, partindo de uma ideia inicial até chegar a sua execução. Primeiramente, realizamos uma entrevista com o cliente onde buscamos colher as necessidades repassadas pelo cliente, essas informações colhidas foram convertidas para a linguagem técnica de projeto ou Requisitos Técnicos. Dando sequência ao projeto começamos a desenvolver as próximas etapas, as quais foram a Matriz QFD – Casa da Qualidade, Estrutura Funcional, Matriz Morfológica, Matriz de Decisão, Projeto Básico, Cronograma, Especificação Técnica, Proposta Comercial, Matriz de Responsabilidade, Projeto Executivo, Memorial de Cálculo, Lista de Materiais e Manual de Montagem e Manutenção.

O desenvolvimento deste projeto teve início com a elaboração de um questionário, conforme o Quadro 1, que possibilitaram coletar a real necessidade do público alvo.

Quadro 1: Questionário

PESQUISA DE CAMPO	
1	– Qual a necessidade de sua máquina?
2	– Qual material gostaria de utilizar na fabricação do PAVER?
3	– Serão testados novos traços?
4	– Na criação de novos traços será alterada a vibração para ter uma melhor compactação?
5	– Máquina vai precisar ter capacidade de fazer blocos?
6	– Esses materiais que serão utilizados terão que ser triturados?
7	– Custo do equipamento?
8	– Então terá que ter o triturador e a máquina para fazer os artefatos?
9	– Tem rede pneumática na UCEFF?
10	– Quem vai operar a máquina, um operador ou os próprios alunos?
11	– Você como engenheiro civil o que terá que ter a máquina para gerar um produto de qualidade?

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Após a aplicação do questionário conseguimos identificar um total de 15 itens, consideradas como necessidades, em projeto descritos como requisitos do cliente.

Com o intuito em hierarquizar as informações em nível de maior importância foi utilizado a ferramenta *Quality Function Deployment* (QFD), desdobramento da função qualidade, onde inserimos na matriz os requisitos do cliente e os requisitos técnicos atribuindo a cada um seu devido grau de importância. Após esse processo podemos obter a classificação em grau de importância de cada item de forma hierárquica. Assim, definimos o nível de importância de cada requisito. Com a definição do nível hierárquico dos requisitos do cliente e requisitos do projeto através da matriz QFD, conforme demonstra a Figura 1.

Quadro 2: Requisitos do Cliente/Engenharia

Nível Hierárquico	Requisitos do Projeto	Requisitos do Cliente
1°	Simplificada	Pequena
2°	Custo	Simple
3°	Compacta	Boa Vibração
4°	Sistema de Trituração	Utilizar Materiais Alternativos
5°	Atender as Normas	Fácil de Operar
6°	Vibração	TER um Triturador
7°	Construção Simplificada	Triturador com Alteração de Granilha
8°	Silenciosa	Fazer Vários Modelos
9°	Operação	Dentro das Normas de Segurança
10°	Pneumática	Vibração com Alteração
11°	Composto Alternativo	Baixo Ruído
12°	Manufatura	Ser Pneumática
13°	Documentação	Baixo Custo
14°	Confiabilidade	Fácil Manutenção
15°	Pintura	Fácil Montagem
16°		Cores Laranja e Verde
17°		Manual de Operação

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.1 ESTRUTURA FUNCIONAL

Obtidos a hierarquia dos requisitos com a utilização da Casa da Qualidade (QFD), fez-se a utilização da Estrutura Funcional de Projeto, onde elencamos para cada requisito suas funções parciais e elementares, esses conceitos alternativos desenvolvidos surgiram de informações analisadas e comparadas levando em consideração alguns critérios como: os princípios de projeto, materiais de qualidade, metas de produtividade, funcionalidade, entre outros.

Como o objetivo da estrutura funcional é 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.

Os conceitos definidos foram analisados e discutidos visando buscar a melhor formulação para cada requisito técnico e definindo a solução mais adequada para cada problema. Na sequência o Quadro 3 apresenta uma estrutura funcional de projeto.

Quadro 3: Estrutura Funcional

Função geral	Função parcial	Função elementar	Descrição
SIMPLIFICADA	Sistema de fácil montagem	Troca de moldes	Poucos parafusos ou engates rápidos
		Montagem do equipamento	Encaixes nas peças
	Padronização de chaves, parafusos e chapas.		
	Manutenção simples	Troca de peças	Peças padronizadas
Montagem e desmontagem		Poucos parafusos	
CUSTO	Aquisição do equipamento	Preço acessível	Custo da máquina reduzido
		Transporte	Fabricação na própria instituição
	Manutenção	Baixa manutenção	Peças robustas
COMPACTA	Fabricação reduzida	Produção lenta	Poucas peças manufaturadas
	Dimensões reduzidas	Pequena	Produção própria
SISTEMA DE TRITURAÇÃO	Triturador	Ajuste da trituração	Ajustar a granilha conforme o traço
		Comercial	Pequeno
ATENDER AS NORMAS	Fabricação do equipamento	Ergonomia	Normas ABNT
		Segurança	Normas ABNT
	Produto	Qualidade, dimensões, resistência	Normas ABNT
VIBRAÇÃO	Sistema de vibração	Maior compactação do composto	Qualidade no produto
	Ajuste de vibração	Diferentes compostos	Ajustar a vibração para cada composto
SILENCIOSA	Baixo ruído	Amortecedores de vibração	Evitar que a vibração e o ruído passe para a estrutura do equipamento
COMPOSTO ALTERNATIVO	Variedade	Materiais alternativos	Utilizar sobras de construções e estudos
PNEUMÁTICA	Componentes	Cilindros, válvulas	Desmolde
OPERAÇÃO	Comandos simples	Sem necessidade de treinamento	Operada por alunos
MANUFATURA	Variedade de produtos	Pouca produção	Produto para testes e uso da instituição
DOCUMENTAÇÃO	Manual	Operação	Instruções de operação do equipamento
		Manutenção	Instruções e códigos de manutenção
CONFIABILIDADE	Robustez	Estrutura forte	Resistente a vibração
	Garantia	Peças novas	Peças comerciais de fácil aquisição
		Suporte	Pós venda
PINTURA	Cores padrões	Cores da instituição	Laranja, verde e amarelo

Fonte: Dados da pesquisa (2017).











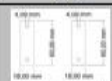































4.2 MATRIZ MORFOLÓGICA

Com a finalização da estrutura funcional partimos para a matriz morfológica, onde definimos soluções alternativas de matérias que melhor irão atender a necessidade do nosso produto através das informações levantadas até esta etapa do projeto. Nesta etapa são definidas quatro opções de matérias para cada função definida na estrutura funcional. Com a matriz

morfológica pronta é feito uma análise das informações e definido as quatro configurações de produto.

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. O Quadro 4, demonstra uma matriz morfológica.

Quadro 4: Matriz Morfológica

Função Geral	Função Parcial	Função Elementar					Melhores configurações			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
Simplificada	Sistema de fácil montagem	Troca de moldes	 Parafusos	 Trava manual	 Trava pneumática	 Guia de encaixe	1	3	2	4
		Montagem da Máquina	 Chapas soldadas encaixadas	 Parafusos padronizados	 Rebites	 Rebites com rosca	1	2	4	3
	Manutenção simples	Troca de peças	 Parafusos padronizados	 Rebites com rosca	 Peças padronizadas	ACESSO FÁCIL Acesso fácil	4	1	3	2
		Montagem e desmontagem	 Poucos parafusos	ACESSO FÁCIL Acesso fácil	 Peças padronizadas	 Rebites	1	2	3	4
Custo	Aquisição do equipamento	Preço acessível	 Orçamentos de materiais	 Fabricado pelos alunos	 Segunda linha	 Fabricação rápida	1	2	4	3
		Transporte	 Particular	 Proprio	 Fabricado na instituição	 Transportadora	3	2	1	4
	Manutenção	Baixa manutenção	 Peças de qualidade	 Rebites com rosca	 Peças padronizadas	 Segunda linha	1	4	2	3
Compacta	Fabricação reduzida	Produção lenta	 Poucas peças por ciclo	 Várias peças por ciclo	 Vários ciclos por minuto	 Abastecimento manual	1	4	2	3
	Dimensões reduzidas	Pequena	 Compacta	 Sem misturador	 Abastecimento manual	 Poucas peças por ciclo	1	4	3	2
Sistema de Trituração	Triturador	Ajuste da trituração	 Ajuste pneumático	 Ajuste por regulagem	 Ajuste elétrico	 Ajuste por guia	2	3	4	1
		Motorização	 Motor elétrico	 Motor pneumático	 Motor do passo	 Motor estacionário	1	2	3	4

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.3 MATRIZ PASSA OU NÃO PASSA

A partir destes dados relacionados, elaboramos uma matriz de decisões ou matriz passa ou não passa, onde serão definidas as duas melhores formulações para o produto, as quais apresentaram uma melhor aceitação dos itens de projeto relacionados com os requisitos do cliente. Ainda, com base nas informações levantadas para concepção do projeto, pode-se desenvolver um princípio de solução, conforme Quadro 5, baseando-se em conceitos metodológicos que minimizam a possibilidade de erros, do ponto de vista de características tal como técnicos, para continuidade do projeto.

Quadro 5: Matriz Passa ou Não Passa

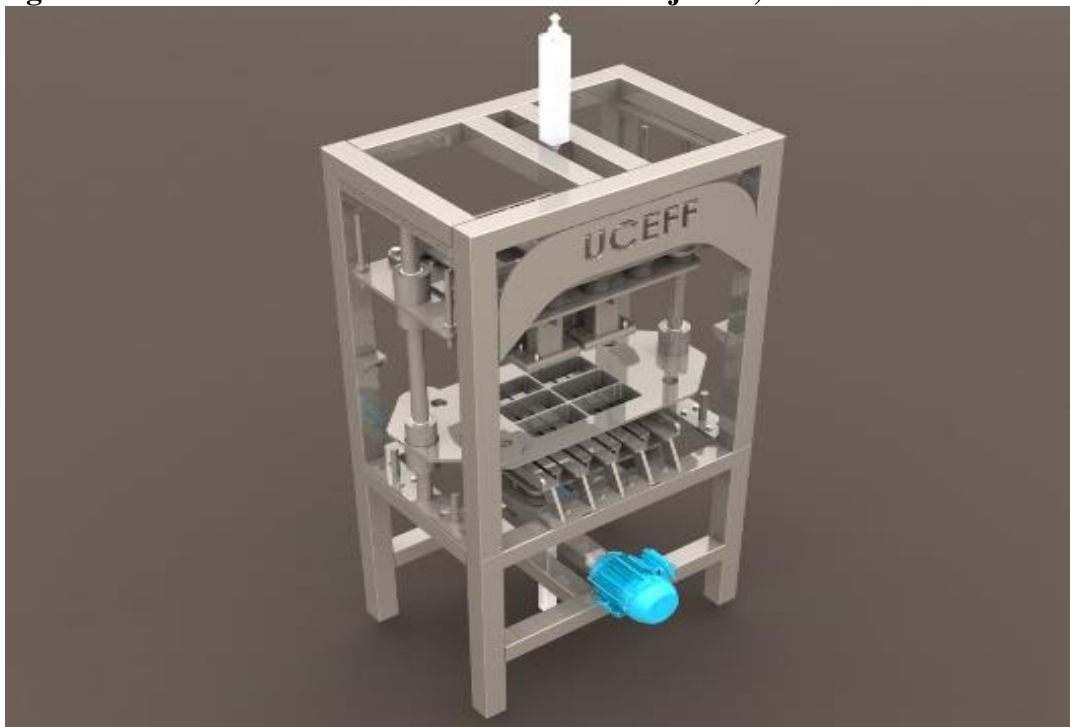
Necessidades do cliente	Opções			
	I	II	III	IV
Pequena	P	P	NP	NP
Simple	P	NP	P	P
Boa Vibração	P	P	NP	P
Utilizar Materiais Alternativos	P	P	NP	NP
Fácil de Operar	P	P	P	P
Ter um Triturador	P	P	NP	NP
Triturador com Alteração da Granilha	P	P	NP	NP
Fazer Vários Modelos	P	P	P	P
Dentro das Normas de Segurança	P	P	P	P
Vibração com Alteração	P	P	P	P
Baixo Ruído	P	P	NP	P
Ser Pneumática	P	P	NP	P
Baixo Custo	P	P	P	NP
Fácil Manutenção	P	P	P	P
Fácil Montagem	P	P	P	P
Cores Laranja e Verde	P	P	P	P
Manual de Operação	P	P	P	P
Total	17	16	10	12

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.4 PROJETO BÁSICO

No projeto básico apresentamos as duas melhores concepções de produto definidos na matriz passa ou não passa, onde após análise e discussão em grupo do objetivo principal do projeto, conforme a Figura 2, definimos qual seria a nossa melhor definição de produto, dando assim dar continuação as próximas etapas do projeto.

Figura 2: Desenho ilustrativo em 3D - Autor: Projetista, Willian Achilles Hermes



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.5 CRONOGRAMA

O cronograma é um instrumento de planejamento e controle semelhante a um diagrama, em que são definidas e detalhadas minuciosamente as atividades a serem executadas durante um período estimado. Em nível gerencial, um cronograma é um artefato de controle importante para levantamento dos custos de um projeto e, a partir deste artefato, pode ser feita uma análise de viabilidade antes da aprovação final para a realização do projeto. No Quadro 6, mostra o cronograma deste projeto.

Quadro 6: Cronograma do Projeto

Cronograma do Projeto						
Atividades Realizadas	Julho	Junho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Formação do Grupo	x					
Análise/Pesquisa	x	x				
Pesquisa para Implementação do Projeto		x				
Definição do Projeto		x				
Pesquisa Teórica			x	x	x	x
Execução do projeto			x	x	x	x
Testes Finais						x
Apresentação						x

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.6 MATRIZ DE RESPONSABILIDADE

A matriz de responsabilidades ou matriz de designação de responsabilidades, também conhecida como Matriz RACI é um instrumento muito eficiente que tem como principal objetivo a atribuição de funções e responsabilidades dentro de um processo ou de um projeto. Sendo uma das mais importantes definições no gerenciamento de um projeto, as atribuições de responsabilidades e funções devem ser formalizadas e documentadas a fim de evitar dúvidas e conflitos entre os membros da equipe. Estas definições devem estar intimamente ligadas à definição do escopo de um projeto.

Atribuição de função tem a ver com quem faz o quê. Já a atribuição de responsabilidades tem a ver com quem decide o quê. Os registros destas informações podem estar dentro do seu software de gestão de projetos ou em uma planilha como no exemplo a seguir. Independentemente de onde ficam estas informações é fundamental que estejam disponíveis para toda a equipe e acessível ao longo do projeto. O Quadro 7, apresenta a matriz de responsabilidade deste projeto:

Quadro 7: Matriz de Responsabilidade

Matriz de Responsabilidade						
PROJETO DE MAQUINAS	DATAS INICIO	DATAS TÉRMINO				
	24/07/17	27/11/17	WL WILLAIN	KD KENNEDY	RG ROGER	EB EBERTON
1ª PARTE			ANALISE	EXECUÇÃO	COOPERAÇÃO	
REQUISITOS DO CLIENTE	31/07/17	07/08/17	WL	WL	WL,KD,EB, RG	
REQUISITOS DO PROJETO	07/08/17	17/08/17	WL	WL	WL,KD,EB, RG	
QFD	14/08/17	21/08/17	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	
2ª PARTE						
ESTRUTURA FUNCIONAL	21/08/17	28/08/17	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	
MATRIZ MORFOLÓGICA	28/08/17	04/09/17	KD	KD	WL, EB, KD, RG	
MATRIZ PASSA NÃO PASSA	04/09/17	11/09/17	WL,KD	WL,KD	WL,KD,EB, RG	
MATRIZ MORFOLÓGICA	11/09/17	18/09/17	WL, EB, KD	WL, EB, KD	WL,KD,EB, RG	
PROJETO BÁSICO	11/09/17	18/09/17	WL	WL	WL, EB, KD, RG	
CRONOGRAMA	11/09/17	18/09/17	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	
MATRIZ DE RESPONSABILIDADE	11/09/17	18/09/17	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	
ENTREGA N1.2 - AULA8	11/09/17	18/09/17				
3ª PARTE						
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMERCIAL	18/09/17	25/09/17	WL, RD	WL, RD	WL,KD,EB, RG	
PROPOSTA COMERCIAL	02/10/17	09/10/17	WL, RD	WL, RD	WL,KD,EB, RG	
ENTREGA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ARTIGO	02/10/17	09/10/17			WL,KD,EB, RG	
4ª PARTE						
PROJETO EXECUTIVO	09/10/17	16/10/17	WL, EB, KD	WL, EB, KD	WL,KD,EB, RG	
MEMORIAL DE CÁLCULO	16/10/17	23/10/17	WL, EB, KD	KD	WL,KD,EB, RG	
LISTA DE MATERIAIS	23/10/17	30/10/17	WL,KD	WL,KD	WL,KD,EB, RG	
MANUAL MONTAGEM	30/10/17	06/11/17	WL, EB, KD	WL, EB, KD	WL,KD,EB, RG	
MANUAL OPERAÇÃO	06/11/17	13/11/17	WL	WL	WL,KD,EB, RG	
ENTREGA ARTIGO	13/11/17	20/11/17	WL, EB, KD	WL, EB, KD	WL,KD,EB, RG	
ENTREGA N2	20/11/17	27/11/17	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	WL, EB, KD, RG	

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.7 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMERCIAL

Nesta parte do projeto são apresentadas as diretrizes técnicas para a cotação do escopo do equipamento. Nela apresentamos aos clientes as referências de instalação, documentos de engenharia, fabricação e transporte fornecidos por nós ao cliente, os dados técnicos e os materiais utilizados no equipamento.

Será escopo de fornecimento da (contratada) toda a mão-de-obra, materiais e equipamentos necessários para desenvolver os seguintes trabalhos, sem a eles se limitar, relacionados ao fornecimento completo do equipamento em cotação.

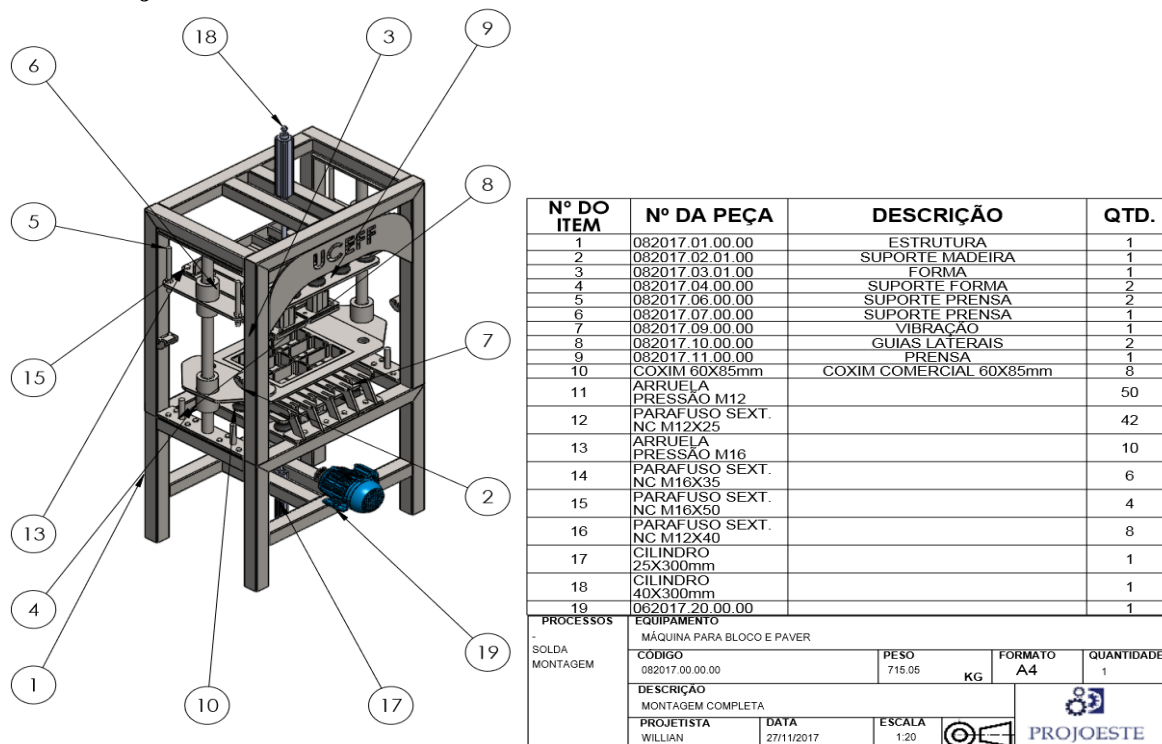
4.8 PROPOSTA COMERCIAL

A proposta comercial atua como um chamariz para que o cliente decida por contratar o serviço ou comprar o produto de sua empresa. É um documento de apresentação do equipamento, apresentar a proposta detalhada, com descrição de todos os elementos internos do equipamento. Descreve condições de pagamento, observações importantes sobre o equipamento, um detalhamento de como será a venda do mesmo.

4.9 PROJETO EXECUTIVO

Consiste no conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra ou do serviço, conforme disciplinamento da Lei no 8.666, de 1993, e das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Ademais, é o conjunto de informações técnicas necessárias e suficientes para a realização do empreendimento, contendo de forma clara, precisa e completa todas as indicações e detalhes construtivos para a perfeita instalação, montagem e execução dos serviços e obras objeto do contrato. Conforme observa-se na Figura 3.

Figura 3: Projeto Executivo Detalhado



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.10 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, força, sendo incluso, depois de agrupados os cálculos, descritos no Quadro 8, as normas vigentes fixando os requisitos exigidos para o projeto.

Quadro 8 - Cálculo do cilindro

CÁLCULO CILINDRO 02				FAV - Força de Avanço [kgf];		FORÇA = PRESSÃO x ÁREA
FORÇA DE AVANÇO				P - Pressão [kgf/cm ²];		
PRESSÃO	=	6	kgf/cm ²	A - Área [cm ²];		ÁREA = $\pi \times \text{RAIO}^2$
ÁREA	=	19,625	cm ²	AAV - Área de Avanço [cm ²];		
FORÇA	=	117,75	kgf	R - Raio [cm];		
ÁREA DE AVANÇO				PESO		
π	=	3,14		MASSA	=	100 kg
RAIO	=	2,5	cm	GRÁVIDADE	=	9,81 m/s ²
ÁREA	=	19,625	cm ²	PESO	=	981 N
kgf - N		1153,95	N			
Fator de Segurança: 30% a 40% (Percentual recomendado pelos Fabricantes)						

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.11 LISTA DE MATERIAIS

Os materiais utilizados na construção da máquina foram estabelecidos de acordo com dois critérios: resistência associada à durabilidade, e robustez para garantir estabilidade no uso da máquina. Diversos materiais podem ser utilizados em determinadas partes da máquina e, sendo assim, realizou-se intensa pesquisa por menor preço e maior qualidade entre diversos fornecedores de cada ramo para estimativa de preço final da máquina.

4.12 MANUAL DE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E MONTAGEM

No Manual de Montagem estão contidas todas as informações necessárias para utilização do equipamento. Essas informações contidas no manual são sobre segurança, instruções de transporte e montagem, componentes, operação, normas, padrão e garantia.

Com a publicação da NR - 12, em dezembro de 2010 do Ministério do Trabalho e Emprego, surgiram novas exigências na área de segurança de máquinas e equipamentos. Manual de operação é um livro ou folheto que ensina a operar um equipamento ou um ou uma ferramenta. Conforme as informações deste item 12.128 da NR1 sugere que se separem os capítulos, como: Descrição da máquina; Recomendações de Segurança; Transporte, Instalação e desmontagem; Operação; Manutenção e Peças de reposição.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para elaboração deste projeto apresentamos uma metodologia detalhada de todos os processos utilizados para desenvolvimento de um produto. Através de objetivos específicos, desenvolvemos uma pesquisa onde procuramos obter de forma clara todas 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.

Através destas etapas com o auxílio do professor conseguimos compreender o quanto é complexo o desenvolvimento de um projeto de um produto e que só após a realização de todas as etapas necessárias conseguimos atender o objetivo do nosso projeto, que é atender da melhor forma as necessidades do nosso cliente para assim obtermos sucesso no mercado com o nosso produto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Daniela; **Requisitos do cliente**. Disponível em: <<http://certificacao.com.br/requisitos-cliente>>. Acesso em 19 de maio de 2017.

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

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. reimp. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**: guia prático para o design de novos produtos. 2 Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

CORAL, E. et al. **Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Atlas, 2013.

HOLZMANN, A. Henrique. **Uso do software cam em auxílio a estimativa de custos de fabricação na fase inicial do desenvolvimento de produtos poliméricos injetados**. Ponta Grossa, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MADUREIRA, O. M. **Metodologia do Projeto**: Planejamento, Execução e Gerenciamento. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

MEL, ROGÉRIO V. **Formação de Projeto Básico/Executivo**. Acre, 1ª edição 2014.

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas**: Uma abordagem integrada. 4ª. Ed. –Porto Alegre: Bookman 2013.

OAKLAND. J. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.

OGLIARI, A. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. São Paulo: Manole, 2013.

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

PAHL, G. *et al.* **Projeto na engenharia**: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos; métodos de aplicações. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.

VALDIERO, A. C. **Desenvolvimento e construção do protótipo de um micro trator articulado**: Tração e preparo de sulcos. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

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