

## PROJETO DE UM TRITURADOR DE LIXO ELETRÔNICO

Anderson Percio, Azelir Velasque, Eliseu C. Pedroso, Gustavo Mendes, Nauro J. Granella<sup>1</sup>  
Anderson Baldissera, Keila Daiane Ferrari Orso<sup>2</sup>

### RESUMO

O uso intensivo de eletrônicos, traz conforto no dia-a-dia, porém, esses eletrônicos geram volumes de resíduos. Portanto, essa pesquisa tem como objetivo desenvolver o projeto de um triturador de lixo eletrônico, através da metodologias de projetos, fazendo um levantamento dos requisitos do cliente e requisitos do projeto para aplicar na matriz *Quality Function Deployment* (QFD). Através de uma pesquisa de campo na cidade de Chapecó/SC, identificou-se a falta de maquinário no setor de reciclagem de lixos eletrônicos devido a alta demanda de descartes e poucas empresas interessadas nesse processo. Sendo assim, este estudo apresenta a estrutura funcional do projeto, a estrutura morfológica, a matriz passa não passa, o projeto básico, um cronograma para melhor organização e planejamento que necessitou de uma matriz de responsabilidade, especificações técnicas, proposta comercial, projeto executivo, memorial de cálculo e um manual de montagem e de operação. O resultado final foi satisfatório, o equipamento supriu todas as reais necessidades do cliente, graças ao processo aplicado que auxiliou todo o projeto.

**Palavras-chave:** Equipamento. Triturador. Lixo Eletrônico.

### 1 INTRODUÇÃO

Devido à alta velocidade com que as tecnologias estão sendo desenvolvidas, principalmente no meio eletrônico a substituição de aparelhos antigos pelos que entram no mercado com diversas melhorias vem se tornando mais comum com o passar dos anos.

A busca por aparelhos mais tecnológicos movimenta o mercado gerando mais empregos para poder suprir a demanda, porém devido à busca incessante por novos aparelhos os antigos perdem seu valor e conseqüentemente sua utilidade, ocasionando um enorme volume de lixo eletrônico, que por sua vez nem sempre tem uma correta destinação quanto aos processos de reutilização e até mesmo de reciclagem de seus componentes sendo descartados junto ao lixo residencial poluindo assim o meio ambiente.

As poucas empresas que prestam o serviço de reciclagem na região oeste do estado de Santa Catarina coletam o lixo eletrônico e o separam, porém devido ao volume demasiado

---

<sup>1</sup> Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica, da UCEFF. E-mail: andersonpercio95@hotmail.com, azelirvelasques@gmail.com, eliseu\_05@unochapeco.edu.br, gustavomendes@unochapeco.edu.br, nauro\_jr@hotmail.com.

<sup>2</sup> Docentes do curso de Engenharia Mecânica, UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com, keilaorso@hotmail.com.

principalmente de televisores e monitores de computadores que para serem reciclados precisam ser triturados, essas empresas não tem mão de obra o suficiente para suprir à demanda gerada. Desta forma surge a necessidade de equipamentos para separar e triturar tais resíduos. Diante do exposto, questiona-se: **Como desenvolver um projeto de um triturador de lixo eletrônico?** Essa pesquisa tem como objetivo desenvolver o projeto de um triturador de lixo eletrônico.

Em função da geração de resíduos cada mais intensos, essa pesquisa se justifica, pois, identificar a necessidade cliente e, desenvolver o equipamento, requer conhecer o projeto de uma máquina para atender os requisitos. Bem como, visa melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores, reduzindo a intervenção humana no processo que apresenta riscos ergonômicos e lesão por esforço repetitivo (LER).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Holzmann (2014, p.20), o desenvolvimento de um equipamento é “a Modificação de necessidades presentes no mercado em um produto final destinado ao cliente, utilizando-se de uma sequência de atividades que diminuam as chances de insucesso do projeto”.

Um projeto de máquinas não demanda somente que a máquina funcione, e sim que ela obtenha segurança e confiabilidade. O autor ainda retrato que no desenvolvimento de máquinas uma peça se inter-relaciona com várias outras levando os engenheiros a buscarem conhecimentos e recursos em áreas como estática, dinâmica, resistência e propriedade dos materiais Norton (2013).

Norton (2013) ainda enfatiza que na realização do projeto é importante que seja avaliado e alocado ao estudo todas as causas de riscos pertinentes à máquina que será desenvolvida. Risco pode ser definido por perdas, danos, consequências adversas que possam ocorrer em determinadas atividades ou projetos.

### 2.1 REQUISITO DO CLIENTE

De acordo com o PMBOK (2014), Guia do *Project Management Instituto* (PMI), requisito é uma condição ou capacidade cuja presença em um projeto, serviço ou resultado é exigido para satisfazer um contrato ou outra especificação formalmente imposta.

Segundo Pahl (2005), os requisitos são manifestados pelo cliente e frequentemente podem ser especificados de forma precisa. Através dos requisitos do cliente observasse as principais necessidades expressas pelo mesmo, a partir disso se cria a base para iniciar o projeto.

Vale notar a contribuição descritas na ANBT (2008), na norma ISO 9001:2008 no item 7.2 “Determinação de requisitos relacionados ao produto menciona que a organização deve determinar os requisitos do produto ou serviço antes de fechar o acordo comercial”.

Após o tratamento adequado dos dados dos questionários, as demandas e precedências dos clientes são listadas e convertidas em requisitos. O objetivo desta entrevista é obter um refinamento sob o ponto de vista mais técnico das necessidades dos clientes (ROMANO, 2003).

Ainda nesta mesma linha de considerações Amaral et al. (2006), explica que, as demandas dos clientes providas das pesquisas consultadas e dos questionários não podem ser empregadas diretamente no desenvolvimento do produto, pois são expressas de forma peculiar, de difícil aproveitamento no projeto, sendo necessário, portanto, traduzi-las para a linguagem de engenharia.

Os requisitos são o ponto de partida para iniciar o projeto, através deles são determinados os requisitos técnicos do projeto onde é feito o QDF, para determinar em uma escala hierárquica os requisitos de cliente que devem ser atendidos para que não haja uma insatisfação do cliente em relação ao equipamento.

## 2.2 REQUISITOS DO PROJETO

A obtenção dos requisitos do projeto a partir dos requisitos do cliente se constitui na primeira decisão física sobre o produto que está sendo projetado. Através desta informação, são definidos parâmetros mensuráveis associados às características definitivas que terá o produto final.

Complementando, Fonseca (2000) expõe que estes atributos do produto podem ser classificados em duas grandes famílias; atributos gerais e específicos. Os atributos gerais

classificam-se em básicos e atributos do ciclo de vida. Os atributos específicos referem-se ao sistema técnico em questão, dividindo-se em atributos materiais, energéticos e de controle.

Logo, se entende que para Madureira (2010, p.51), “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”.

A terceira etapa consiste na aplicação da matriz da qualidade ou primeira matriz do *Quality Function Deployment* (QFD). Esta ferramenta garante o estabelecimento de relação entre as necessidades dos clientes e os requisitos do projeto, em nível hierárquico, que ao serem incorporadas no projeto constituem – se nos requisitos de qualidade (requisitos de projeto obtidos visando à qualidade), (AMARAL et al., 2006).

### 2.3 MATRIZ QFD

Segundo Baxter (2011), o QFD é uma orientação desenvolvida na qual os objetivos dos clientes são cruzados com requisitos de projeto, desse modo são criadas as fases do desenvolvimento de um novo produto. O processo utiliza-se de uma ou mais relação de dois grupos de informações. No início do processo, os requisitos dos clientes são obtidos e analisados em uma fase inicial denominada levantamento das informações do cliente para que na sequência, serem introduzidos em características da qualidade dos produtos, ou seja, em especificações técnicas. Assim se inicia todo o processo de desdobramento da qualidade no desenvolvimento do novo produto.

Essa é a matriz mais comum nas aplicações do QFD e é aquela na qual se inicia todo o processo de desdobramento da qualidade no desenvolvimento do novo produto.

O QFD é um método que identifica as necessidades do cliente, para desenvolver produtos e serviços que atendam essas exigências. Além de ser uma ferramenta que cruza os requisitos do cliente com os requisitos do projeto e tem como objetivo ouvir o cliente e ordenar esses requisitos em ordem de importância. O mesmo é fundamental no processo de criação do produto, pois é através dele que se obtêm as necessidades do cliente, que devem ser transformadas em termos técnicos do projeto.

O QFD é uma ferramenta para o detalhamento e complementação da lista de requisitos do cliente e para execução de um planejamento detalhista do produto, conforme Pahl (2005).

## 2.4 ESTRUTURA FUNCIONAL

Estrutura funcional ou estruturação do produto parte da identificação dos requisitos do cliente para dividir as funções do produto. A técnica que se aplica é uma função de hierarquia, onde se obtém a função desejada no produto, até chegar a funções de nível mais baixo, as quais tornam possível a função de alto nível.

Estrutura funcional do produto é iniciada a partir do levantamento das exigências do cliente e estabelecimento dos requisitos de projeto, gerando as principais alternativas na solução para a concepção e seleção de meios viáveis (PAHL, 2005).

Baxter (2011) complementa que essa técnica estuda todas as combinações entre os componentes, além de identificar as funções. Ela hierarquiza também as mesmas em ordem de maior importância. A estrutura funcional é relevante para o projeto, nela são desenvolvidas as soluções para o mesmo, caso alguma tenha divergência haverá outra disponível para que seja agregada.

## 2.5 MATRIZ MORFOLOGICA E MATRIZ PASSA NÃO PASSA

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

Ainda, na visão do autor (1998) é uma forma sistemática de gerar opções para todas as combinações de variáveis possíveis para soluções ao problema de projeto. Envolve o desenvolvimento de uma lista de relações associados ao problema e, a partir desta, a geração de alternativas para cada parâmetro, com o objetivo de aumentar a percepção do problema e descobrir combinações de componentes que talvez não for feitas sem o uso da técnica.

A matriz morfológica esclarece melhor as combinações dos elementos e fundamentos para a resolução dos problemas, e quais as utilidades dos produtos, a origem de solução para cada colocação.

## 2.6 PROJETO BÁSICO

Para Pahl (2005), a principal concepção do projeto básico é escolher uma das duas propostas que mais atende dentre as duas enviadas na primeira fase. As propostas serão analisadas de maneira básica, através de uma matriz passa não passa avaliando separadamente para escolher a que melhor se aplica nas especificações (critérios de projeto) estabelecidas na primeira fase.

A proposta que melhor atender as especificações será submetida a uma análise aprofundada, onde os estudos e ensaios baseados na mesma determinarão fatores críticos, funcionais e de desempenho.

## 2.7 CRONOGRAMA

Segundo Mattos (2010), os projetos na maioria das vezes são extensos e abrangem diversas atividades, necessitando de diversos recursos e especialidades, consumindo uma quantia de dinheiro e tempo, portanto, se faz necessário que o gerente de projetos acompanhe o andamento da obra como um todo.

Além de promover a organização, o cronograma é uma ferramenta indispensável para organizar o tempo necessário para execução de um projeto. O mesmo é determinante para aumentar a eficiência e a produtividade, uma vez que ele define quando se é iniciada e concluída. A principal função do cronograma de projeto é garantir que cada etapa de uma proposta seja entregue dentro do prazo determinado, evitando que a urgência e os atrasos causem impactos negativos para a empresa (ESPINHA, 2018).

## 2.8 MATRIZ RESPONSABILIDADE E ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Essa matriz responsabilidade é usada para dividir as tarefas de trabalho deste modo todos os envolvendo todos do projeto, executando compreensível cada função. A matriz responsabilidade contribui para que cada profissional envolvido seja responsável por suas atividades. Deste modo os produtos ficam mais fáceis de serem feitos, porem precisa se de colaboração para definir as tarefas em equipe de vários profissionais (MENEZES, 2009).

Já, 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”.

Na especificação técnica estão contidas as informações a respeito do material e dimensões que serão utilizados na construção do equipamento.

## 2.9 PROPOSTA COMERCIAL E PROJETO EXECUTIVO

É por meio da proposta comercial que o cliente acessará todas as informações sobre o projeto ou serviço que pretende adquirir incluindo datas de entregas, escopo de trabalho, valores e forma de pagamento. A proposta comercial atua como um chamariz para que o cliente decida por contratar o serviço ou comprar o produto de sua empresa, (ANDRADE, 2016). Projeto Executivo um conjunto de informações, elementos, dados necessários para conseguir efetuar a execução da obra ou do projeto, o qual deve estar de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2008).

“Resume-se no conjunto das partes necessárias para execução completa da obra ou do serviço, conforme Lei no 8.666, de 1993, e das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT” (LEI 8.666, de 1993).

## 2.10 MEMORIAL DE CÁLCULO E MANUAL DE MONTAGEM E OPERAÇÃO

Memorial de cálculo é o documento, anexo ao projeto, que descreve em detalhes os cálculos efetuados até chegar ao resultado final apresentado neste (MEL, 2014).

Antes de usar o equipamento o operador deve ler com atenção redobrada as informações contidas em relação à segurança, pois contêm riscos mecânicos, elétricos, dentre outros desse modo os equipamentos de proteção individual devem ser utilizados conforme regem as normas de segurança no trabalho, citados no manual. No manual de montagem estão contidas todas as informações necessárias para operação do equipamento. Essas informações são referentes à segurança, instruções de transporte e montagem, componentes, operação, normas, padrão e garantia.

## 3 METODOLOGIA

Através de uma pesquisa de campo na cidade de Chapecó/SC, identificou-se a falta de maquinário no setor de reciclagem de lixo eletrônico devido a alta demanda de descartes e poucas empresas interessadas nesse processo.

Portanto, iniciou-se um estudo aprofundado para elaborar um projeto que auxilie na reciclagem do lixo eletrônico, o qual tem um papel importante por trazer inúmeros benefícios, pois o lixo eletrônico além de ocupar grandes volumes, contém resíduos tóxicos que quando não destinados de forma correta oferecem riscos a saúde e ao meio ambiente, além de contaminar o solo e rios, conforme Bernardes (2009).

Buscou-se então uma solução, projetar uma máquina através de um método estudado na engenharia mecânica, para garantir uma alternativa sustentável tanto para as empresas quanto para o bem-estar de toda a sociedade, (BORGES, 2004).

O projeto partiu de uma pesquisa aplicada em uma empresa situada em Chapecó/SC chamada REC, buscando informações sobre o processo de reciclagem do lixo eletrônico. Onde foram levantadas algumas necessidades que a empresa recicladora tem para efetuar o processo. Depois de respondido um questionário foi identificado os requisitos do cliente e os requisitos técnicos com auxílio da ferramenta de suporte Matriz QFD, onde obtemos as necessidades em nível hierárquico de acordo com sua prioridade, (JUNIOR, 2017).

Após detalhado o modelo, iniciou-se a realização da matriz de definição passa não passa, que consiste em analisar os itens numerados na Matriz Morfológica, analisando a hierarquia dos Requisitos do Cliente, e assim poder definir dentre vários itens, qual deles irá compor o triturador. Definidos os componentes iniciou-se a fase de desenvolvimento das peças que compõem a máquina, utilizando o *software Inventor*, o qual serviu para fazer uma representação 3D do triturador com as medidas reais dos itens e sua real aparência para obter a imagem exata do produto final.

Com o triturador desenvolvido, iniciamos as especificações técnicas dos materiais, levantando item por item quanto ao material a ser utilizado, dimensões e quantidade. Também foi feito todo o detalhamento da máquina e itens que a compõe, dos componentes do equipamento que foram submetidos e a elaboração do manual de montagem, demonstrando toda a montagem da máquina e suas manutenções básicas.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

### **4.1 REQUISITOS DO CLIENTE, DO PROJETO E MATRIZ QFD**



Depois de obtido questionário com as informações e os requisitos do cliente e os requisitos do projeto é utilizado o software QFD – casa da qualidade, programa que cruza todas as necessidades do cliente com os requisitos de projeto, obtendo a hierarquização dos requisitos do cliente e de projeto, o QFD mostra quais são as principais necessidades do cliente e do projeto.

#### 4.2 ESTRUTURA FUNCIONAL E ESTRUTURA MORFOLÓGICA

Na estrutura funcional estão descritas as funções gerais do equipamento que são identificadas na matriz QFD como requisitos do cliente, interligadas com funções parciais, elementares e contendo a descrição para tais funções de cada função geral, conforme o Quadro 1.

**Quadro 1 - Estrutura funcional**

FUNÇÃO GERAL	FUNÇÕES PARCIAIS	FUNÇÕES ELEMENTARES	DESCRIÇÃO
Destinação	Evitar poluição	Enclausuramento do processo de trituração	Tampar
		Separação de metais	Chapas de aço
		Vedação	Acrílico
Reciclagem	Sustentabilidade	utilização de resíduos	porcelanato
			sinalização de ruas
			pó de vidro
Rendimento	equilibrar produção com economia	velocidade de processamento	inversor
		motor elétrico	motor elétrico
		acionamento do motor	partida suave
Automação	Controle lógico	CLP	CLP
		painel de controle	painel de controle
		pesagem	célula de carga
		sensores	sensores
Espaço físico	Redução de volume de resíduo	compactação do produto	pistão
		embalagem	sacola. bag. caixa
Potência	Torque	motor	motor
		hidráulica	unidade hidráulica
		pneumática	compressor
Granulometria	Tamanho específico do grão	filtro	peneira
			tela
EPC	Segurança	chave de segurança	chave de segurança
		proteções de partes móveis	chapas de aço. tela
		parede de emergência	botoeira
Transporte	Sistema de alimentação	esteira	esteira
		Pneumática	Atuador pneumático ou hidráulico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

#### 4.3 MATRIZ MORFOLÓGICA

A matriz morfológica foi criada a partir de dados retirados da estrutura funcional, tem como objetivo principal encontrar soluções para um determinado problema, nela foram detalhados os tipos de materiais (4 tipos) que serão utilizados para cada requisito do projeto. O Quadro 2 demonstra a matriz morfológica e os requisitos.

**Quadro 2 - Matriz Morfológica**

DESCRIÇÃO	SOLUÇÃO				CLASSIFICAÇÃO			
	CHAPA ALUMÍNIO CORRUGADA 1	CHAPA AÇO CARBONO	CHAPA ALUMÍNIO CORRUGADA 1	CHAPA LISA EM INOX	I	II	III	IV
TAMPAS,								
CHAPAS DE AÇO					2	3	4	1
ACRÍLICO								
PORCELANATO PÓ DE VIDRO SINALIZAÇÃO DE RUAS					2	4	1	3
INVERSOR	INVERSOR 01	INVERSOR 02	MOTOR MODELO 1	MOTOR MODELO 2				
MOTOR ELÉTRICO					2	4	3	1
PARTIDA SUAVE	CLP 01	PAINEL DE CONTROLE	SENSOR 01	CELULA DE CARGA				
CLP					1	3	4	2
PAINEL DE CONTROLE								
CÉLULA DE CARGA								
SENSORES								
	ATUADOR P01	ATUADOR P02	ATUADOR P03	ATUADOR P04				
PISTÃO					1	2	3	4
MOTOR	MOTOR HIDRÁULICO	UNIDADE HIDRÁULICA 01	UNIDADE HIDRÁULICA 02	MOTOR ELÉTRICO				
UNIDADE HIDRÁULICA					4	1	3	2
COMPRESSOR								
PENEIRA					4	3	1	2
TELA								

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A partir da matriz morfológica para identificar o grau de importância que cada item tem, ou seja, entender a real necessidade do cliente.

#### 4.4 MATRIZ PASSA NÃO PASSA E PROJETO BÁSICO

Na matriz passa não passa, eliminam-se itens os quais não atendem a certos requisitos do projeto, restando assim somente itens que irão compor o projeto.

O projeto básico constitui-se na concepção de um triturador de lixo eletrônico para representação de um modelo, tornando mais clara a ideia do projeto. O Quadro 3 demonstra a matriz passa não passa.

**Quadro 3 - Matriz passa não passa**

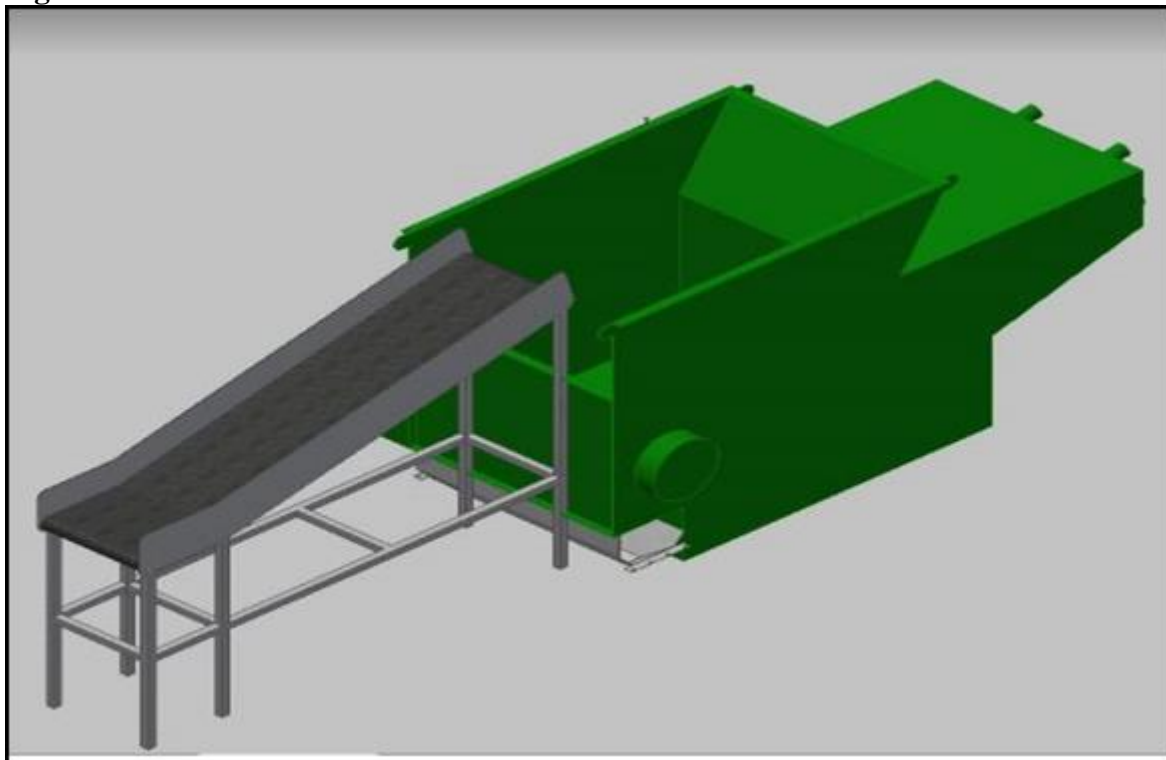
REQUISITOS DO CLIENTE	OPÇÕES			
	I	II	III	IV
1. Triturar	P	P	P	P
2. Armazenamento	P	P	NP	NP
3. Minimizar impacto ambiental	P	P	NP	P
4. Startup	P	P	P	P
5. Facilidade de manutenção	P	P	NP	NP
6. Barato	P	P	NP	P
7. Embalagem	P	P	P	P
8. Controle de pesagem	NP	P	P	NP
9. Quantidade de produção	P	P	P	P
10. Baixo custo de produção	P	NP	P	P
11. Redução de risco	P	P	NP	NP
12. Separação de resíduo	P	P	NP	NP
13. Redução de mão de obra	P	P	P	NP
14. Tempo de serviço	P	NP	NP	NP
15. Entrada de material no equipamento	P	P	P	P
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Conforme o Quadro 3, a matriz morfológica demonstra as combinações dos elementos fundamentais na resolução do problema e as utilidades dos produtos, dando a origem do projeto básico.

Portando, a partir dos dados passa e não passa, a Figura 1, mostra o projeto básico do triturador de lixo eletrônico.

**Figura 1 - Modelo de triturador de lixo eletrônico**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

#### 4.5 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E PROPOSTA COMERCIAL

Segue na especificação, dados técnicos de instalação, posicionamento e informações do equipamento detalhando componentes e funcionalidade dos mesmos. No Quadro 4 foi descrito, de forma completa e ordenada, os materiais e os procedimentos a serem utilizados no desenvolvimento do projeto

**Quadro 4– Especificação técnica**

Planilha de dados técnicos	
Peças / materiais	Descrição
Chapa	Chapa em aço sae1020, espessura 2,00 mm.
Chapa	Chapa em aço sae1020, espessura 3,00 mm.
Chapa	Chapa em aço sae1020, espessura 4,75 mm.
Tubo quadrado 120 mm x 120 mm x 4,75 mm	Tubo quadrado em aço SAE 1020
TUBO QUADRADO 20 mm x 20 mm	TUBO QUADRADO EM AÇO INOX 30, ESPESSURA 3 mm

Dois tubos redondos aço SAE 1045	Diâmetro aproximado de 400 mm; DI 300 mm, para usinagem 1,5 mm comprimento
Mancais de reação	Kit mancal completo ucp204
Engrenagens	1 par engrenagem ferro fundido cinzento
Parafusos m12, m10, m8, m6	Em aço galvanizado
Porcas sextavadas m12, m10, m8, m6	Em aço galvanizado
Arruela lisa m12, m10, m8, m6	Em aço galvanizado
Arruela pressão m12, m10, m8, m6	Em aço galvanizado
Dois moto redutores	SEW 10cv

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

#### 4.6 PROPOSTA COMERCIAL

A proposta comercial, exposta na Figura 2, contém as especificações e características do produto, no contrato contem claramente: os serviços que serão executados, valor da máquina, formas de pagamento, tabela de tributação, lista de materiais e prazo de entrega do projeto.

**Figura 2 – Proposta comercial**

Proposta nº 2018/02  
Emissão: 16/10/2018.

---

**PROPOSTA COMERCIAL**

**UCEFF-Unidade Central de Educação Faem Faculdade.**

A/C:  
Sr. Anderson  
**Proposta nº:001-2018/02**

**Referência:** Triturador de Lixo Eletrônico.

Prezados Senhores,

Atendendo a vossa consulta, vem apresentar por meio deste a proposta comercial sua oferta referente ao projeto de fabricação de um Triturador de Lixo de Eletrônico os quais serão construídos de acordo com as características técnicas mencionadas nesta proposta. Caso haja necessidade, estar os à disposição para sanar quaisquer dúvidas.

Atenciosamente:

---

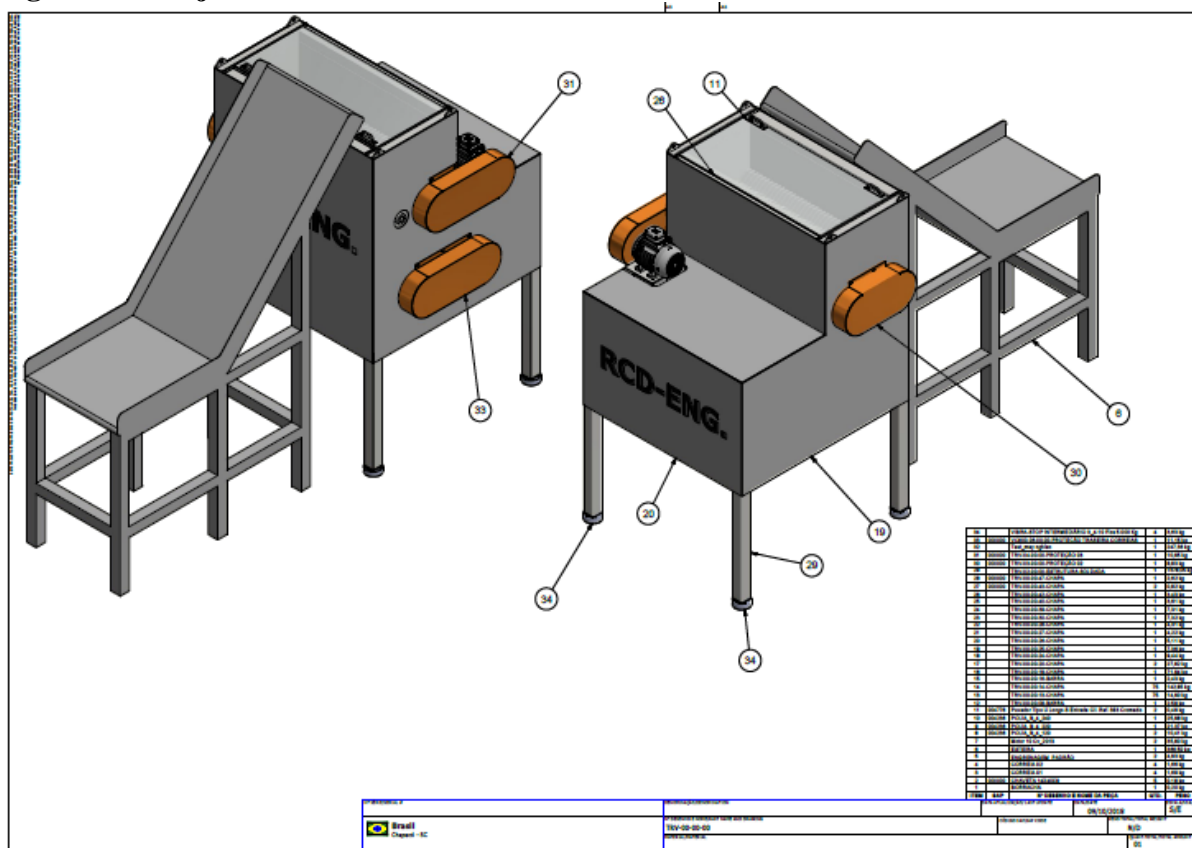
**RCD**  
**Engenharia**  
 Telefone: (49) 9 9999 9999

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

#### 4.7 PROJETO EXECUTIVO

Após a aprovação da proposta, iniciou-se o desenvolvimento do desenho do equipamento através do software Autodesk Inventor. Tendo com base o projeto básico e o projeto executivo, a Figura 3, demonstra o modelo final a ser projetado.

**Figura 3 - Projeto Executivo**



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

#### 4.8 MEMORIAL DE CÁLCULO

Neste memorial, foi utilizado o software Autodesk Inventor (software de elementos finitos) versão estudante, o qual auxilia nos cálculos estruturais e possibilita respostas para problemas na estrutura. As seguintes normas foram levadas em considerações nesta etapa: - NR 12 e NR 10 (segurança no trabalho em máquinas e equipamentos).

Cálculos de relações de transmissão também foram efetuados afim de garantir que o triturador possa desempenhar sua função sem avarias, proporcionando ao cliente o máximo de confiabilidade no equipamento, conforme o Quadro 5.



**Quadro 5 - Memorial de cálculo**

Diâmetro das polias rolos/marteletes	D1(motora)= 120mm
	D2(movida)=240mm
	D1(motora)= 120mm
	D2(movida)=220mm
Comprimento das correias	TEÓRICO= 1177,2mm
	REAL= 1215mm
Distância entre centros	C(teórico)= 300mm
	C(real)= 319,12mm
Capacidade por correia	CPC=2736,52CV
Número de correias	4 CORREIAS
Correias utilizadas	TIPO PERFIL "B46"
Chavetas	h=9mm
	L=14mm
	Comp.=40mm
Potência do motor	10CV

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

#### 4.9 MANUAL DE OPERAÇÃO E MONTAGEM

O Manual é destinado ao proprietário junto com a máquina, nele consta as instruções de como operar o equipamento, também auxilia na necessidade de manutenções, vem com imagens, para não só ilustrá-lo, como ajudar na compreensão dos elementos que nela constam. O manual de montagem e operações é obrigatório e baseia-se nas normas regulamentadoras NRs. Ele estabelece requisitos de procedimento relativos à segurança e medicina do trabalho (INBEP, 2018).

#### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho conclui-se que triturador de lixo eletrônico, pode atender as necessidades do cliente, devido ser projetado com uma estrutura resistente e, seus componentes de fácil acionamento e operação, seguindo sempre as normas regulamentadoras de máquinas e equipamentos, especificados na legislação vigente.

No projeto da máquina foram aplicadas as diretrizes da disciplina de projeto de máquinas, abordando os diversos temas programados, sendo como principal resultado, o aprendizado de como aplicar o passo a passo de um projeto e trabalhar em equipe. Após serem analisados todos os requisitos e obtido soluções com o estudo das ferramentas de

projeto Os membros do grupo obtiveram uma visão ampla de como trabalhar com projetos e principalmente como obter os resultados desejados pelo cliente.

Portanto, essa pesquisa atende a todos os objetivos propostos, uma vez que, quando definido o tema a ser pesquisado, os integrantes do grupo se empenharam em pesquisar cada assunto, captar informações e anotações importantes sobre os temas, afim de obter uma boa base teórica, explicando sobre o tema de maneira simples e objetiva.

Este trabalho foi muito importante para conhecer e aprofundar sobre a temática, pois permite compreender melhor o funcionamento da máquina, suas aplicações, seus acionamentos. Além de ter permitido aperfeiçoar competências de investigação, seleção, organização e comunicação de informação, através das pesquisas feitas, para que o trabalho em questão pudesse ser desenvolvido de maneira clara e objetiva, acessível ao público acadêmico ou não.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Otavio. **Marketing de conteúdo**, 2016. Disponível em: <https://marketingdeconteudo.com/proposta-comercial/>. Acesso em outubro de 2018.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO 9.001: **Sistema de Gestão da Qualidade** - Requisitos. Rio de Janeiro, 2008.
- AMARAL D. C. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva 2006.
- BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. reimp. São Paulo: Edgard Blücher, 2011
- BERNARDES, I. P. T. P. **Reciclagem de Placas de Circuitos Eletrônicos** , 2009.
- BORGES. **Computerworld**, 2004. Disponível em: <https://computerworld.com.br/2004/11/29/idgnoticia-2006-05-15-6833940980>. Acesso em: 24 agosto 2018.
- ESPINHA, R. G. **5 passos para fazer um cronograma de projeto ideal**, Rio de Janeiro, 03 mai. 2018. Disponível em: <https://artia.com/blog/5-passos-para-fazer-um-cronograma-de-projeto-ideal/>. Acesso em: novembro 2018.
- FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. Florianópolis: Tese (Doutorado), PPGEM – UFSC, 2000, 180p.



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

INBEP. **Normas regulamentadoras e segurança no trabalho.** 2018. Disponível em: <http://blog.inbep.com.br/>. Acesso em outubro de 2018.

JUNIOR, C. **Matriz de responsabilidades:** Tudo que você precisa saber. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/matriz-deresponsabilidades-tudo-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 06 nov. 2018

MADUREIRA, O. M. **Metodologia do Projeto:** planejamento, execução e gerenciamento. São Paulo: Blucher. 2010.

MATTOS, A.D. **Planejamento e controle.** São Paulo: Pini, 2010.

MEL, Rogério V. A. **Formação de Projeto Básico/Executivo.** Acre: 1. ed, 2014.

MENEZES, Luís César de Moura. **Gestão de projetos.** 3. ed. –São Paulo: Atlas, 2009.

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas: Uma abordagem integrada.** 4<sup>a</sup>. Ed. –Porto Alegre: Bookmam 2013.

PAHL, Gerhard et al. **Projeto na engenharia.** 6<sup>o</sup> ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2005.

PMBOK®, Guia. **Um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos.** 5<sup>a</sup> ed. São Paulo: Saraiva. 2014.

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

YAN, H.-S. ***Creative Design of Mechanical Devices.*** Singapore: Springer, 1998. 05-15-6833940980>. Acesso em: 24 ago 2018.