

PROJETO DE UM DESCOMPACTADOR DE CAMA DE AVIÁRIO

Marcelo Santos Dalla Nora; Mateus Luis Ficagna; Patrycke Fragoso; Waldinei Backes¹
Anderson Baldissera; Keila D. Ferrari Orso; Elaine C. De Souza N. Serpa²

RESUMO

Este estudo tem por finalidade, a concepção de um equipamento agrícola, a partir das dificuldades apresentadas pelo cliente durante o processo de descompactação de cama de aviário. Este é um estudo de campo, no qual foi aplicado métodos de análises que se caracterizaram qualitativas. Desta forma foi possível extrair os requisitos necessários para a aplicação no projeto. Para o desenvolvimento do equipamento, fez-se necessário, a utilização de uma ferramenta chamada *Quality Function Deployment* (QFD) que hierarquizou os requisitos com as devidas prioridades. Logo hierarquizados os requisitos, aplicou-se os mesmos na estrutura funcional, onde propomos soluções a cada requisitos. Com a concepção da matriz passa ou não passa, foram selecionadas as definições para do desenvolvimento do projeto básico, ademais, foi executado o projeto em um *software CAD SOLIDWORKS*. Sendo assim, foi desenvolvido um projeto de um tratorito objetivando auxiliar os produtores de aves na descompactação da cama de aviário, na qual, o mesmo possui um motor elétrico, diminuindo a poluição sonora e a emissão de gases tóxicos, proporcionando o bem estar e aumentando o desenvolvimento da ave.

Palavras-chave: Requisitos do cliente. Descompactador de cama de aviário. Desenvolvimento do Projeto.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Maximiano (2014), o planejamento de um projeto com qualidade consiste em definir as características do produto com base na análise das necessidades do seu cliente. Desta forma, conhecendo as atividades dos produtores de aves na descompactação de cama de aviário e levando em consideração os equipamentos que já existem no mercado, buscou-se desenvolver um equipamento que melhorasse o desempenho de trabalho, com mais conforto, aumentando os ganhos na produção, diminuindo os impactos ambientais e proporcionando o bem estar do animal.

Os equipamentos existentes no mercado tratam-se de tratoritos, que utilizam um motor a combustão, na qual, são alimentados por óleo diesel, que durante o processo de descompactação da cama aviário emitem fumaças de gás carbônico e ruídos excessivos,

¹ Acadêmicos de Engenharia Mecânica da UCEFF Faculdades. E-mail: dallanora_m@hotmail.com; mateusl181.lf@gmail.com; patrycke_fg@hotmail.com; waldinei05@hotmail.com.

² Docentes do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF Faculdades. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com, keilaorso@hotmail.com, elaine@uceff.edu.br.

causando o estresse nos animais, por consequência disso, os animais diminuem o seu desenvolvimento e em certos casos podendo chegar até a morte.

Segundo Maximiano (2014), projetos sempre são estratégias de mudança, seja para resolver problemas ou aproveitar uma oportunidade presente, ou por antecipação de situações futuras. Os projetos criam inovações ao mercado com novos produtos, novas tecnologias, tanto administrativamente quanto estruturalmente.

Dessa forma, foi possível desenvolver um equipamento que ajudasse a diminuir as perdas na produção de aves, utilizando um motor elétrico, na qual, será mais prático e eficiente, não emitindo gases tóxicos, reduzindo a poluição sonora, e tendo uma produção mais lucrativa em tempo reduzido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REQUISITOS DO CLIENTE E DO PROJETO

Segundo Maximiano (2014), é importante salientar que, para a criação de um novo produto é necessário se atentar as necessidades do cliente, denominados também como requisitos do cliente, acatando as requisições informadas para o desenvolvimento do projeto, na qual o cliente espera inovação e satisfação, que são particularidades aguardadas perante o produto obtido.

O planejamento do produto é uma atividade que precede e prepara o desenvolvimento de um produto específico. Envolve pesquisa de mercado, análise dos concorrentes e elaboração das especificações do projeto, a exemplo da maleabilidade dos materiais, peso, transporte, tamanho (BAXTER, 2011).

Conforme Norton (2013), existem várias maneiras pra se obter as necessidades do cliente, entre elas, entrevistas, consultores, pesquisa em material publicado, prototipagem, análises de mercado, método de desdobramento da função qualidade.

O desenvolvimento do projeto é o processo de transformar uma ideia sobre um produto em um conjunto de instruções para a sua fabricação. Isso só pode ser feito em etapas, em cada etapa devem ser abordados maiores detalhes do projeto, tendo certeza que o produto funciona para seguir a diante, (BAXTER, 2011).

A especificação do projeto, então, torna-se o padrão referencial para a comparação de todas as alternativas geradas durante o desenvolvimento do produto. Assim, os conceitos, as

configurações e os protótipos podem ser avaliados em relação a esse padrão, para se selecionar as melhores alternativas. A especificação do projeto deve ser melhorada quando se chega à configuração e ao projeto detalhado, que tem a função de procurar antecipar e controlar as possíveis falhas futuras do produto, (BAXTER, 2011).

Segundo Ogliari *et al* (2013), a elaboração dos requisitos de projeto de forma adequada, onde os mesmos tem uma função essencial dentro do desenvolvimento de um produto, minimizam os problemas e proporcionam satisfação aos clientes.

2.2 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) E ESTRUTURA FUNCIONAL

O desdobramento da função qualidade (QFD) permite transformar as necessidades do consumidor em requisitos de projeto, usando a matriz de conversão ou casa da qualidade. Esses requisitos podem ser quantificados e priorizados pela análise dos produtos concorrentes e com o uso de um sistema de ponderação das importâncias relativas, (BAXTER, 2011).

A parte mais importante na construção da casa da qualidade, e que requer maior cuidado, e é na qual a equipe de projeto descobre quais características do produto realmente colabora para a satisfação do cliente, (OGLIARI *et al*, 2013).

QFD é uma técnica que procura transformar a voz do cliente em características do produto e chegar até a definição do processo produtivo. A primeira etapa do QFD é a construção da casa da qualidade. Essencialmente a casa da qualidade é uma representação gráfica que confronta os requisitos do cliente com os requisitos do projeto, a fim de definir um grau de importância para os mesmos e hierarquiza-los (MAXIMIANO, 2014).

Com os requisitos de projeto determinados, através da matriz QFD, deve-se delinear funções para cada requisitos, como funções gerais, parciais e elementares, especificando grandezas, artifícios e recursos que melhor aprovam a função, (KAMINSKI, 2011).

Os elementos funcionais são aqueles que executam operações ou transformações, contribuindo para o desenvolvimento do produto, (BAXTER, 2011). Conclui-se também que esta prática afim de identificar funções, analisa todas as combinações aceitáveis entre elementos de um peça ou produto (MAXIMIANO, 2014).

2.3 MATRIZ MORFOLÓGICA E MATRIZ PASSA NÃO PASSA

A matriz morfológica analisa todas as combinações prováveis entre os elementos ou componentes de um produto ou sistema. O método tem o objetivo de identificar, indexar, contar e parametrizar a coleção de todas as possíveis alternativas para se alcançar o objetivo determinado (BAXTER, 2011).

Esta fase tem por finalidade escolher, entre as soluções propostas na primeira fase, ou melhor, tem por objetivo agora defini-la completamente. Cada proposta é analisada de maneira superficial, por exemplo, através de uma matriz de decisões se passa ou não passa, de modo a se avaliar as suas vantagens e desvantagens em relação às especificações (critérios do projeto) estabelecidas na primeira fase (KAMINSKI, 2011).

Por outro lado, torna-se difícil examinar um grande número de combinações, até se chegar à solução única. Por isso na análise morfológica pode se estabelecer alguns critérios pra se fazer essa seleção como, por exemplo, a disponibilidade de material, facilidade de fabricação, existência de fornecedores para componentes terceirizados, resistência, durabilidade, acabamento superficial, custos e assim por diante pra conseguir chegar a uma análise mais eficiente mais rápido (BAXTER, 2011).

2.4 PROJETO BÁSICO E CRONOGRAMA

A modelagem do projeto básico tem a finalidade de descrever o produto em um nível abstrato possibilitando a obtenção da estrutura do produto sem restringir o espaço de pesquisa das soluções específicas. Este modelo tem a função de permitir que o projeto do produto seja representado por meio das duas funcionalidades, ou seja, por meio das suas funções, tanto aquelas realizadas externamente ou internamente ao produto em sua interação com o ambiente, (OGLIARI *et al*, 2013).

O resultado do projeto básico é a definição completa apenas das características principais do produto. A forma de apresentação é por meio de relatórios descritivos, memorial de cálculo, maquetes físicas ou eletrônicas, desenhos de conjunto e listas de materiais e componentes dos itens principais (KAMINSKI, 2011).

O cronograma é um gráfico que mostra a distribuição das atividades ao longo de um calendário. É um retrato cronológico do projeto, que se baseia em decisões de planejamento (MAXIMIANO, 2014). O cronograma reflete as decisões sobre a duração e ao sequenciamento das atividades. Na montagem deste cronograma é preciso definir as

responsabilidades e a autoridade dos participantes do projeto, com a finalidade de esclarecer o papel de cada um no decorrer do tempo.

2.5 MATRIZ DE RESPONSABILIDADE

Na montagem da estrutura organizacional, é preciso definir as responsabilidades e a autoridade desses participantes, com a finalidade de esclarecer o papel de cada um no processo tanto de administrar como de executar cada parte do projeto e o conjunto dele como um todo (MAXIMIANO, 2014).

O objetivo da matriz de responsabilidade é planejar todas as ações que precisam ser executadas no projeto, isto é, identificar cada uma delas e verificar o relacionamento. Se a atividade anterior tiver sido bem executada facilitará o andamento do projeto para a execução da atividade seguinte, assim por diante até o final do projeto (OGLIARI *et al*, 2013).

Cada etapa ou tarefa deve ser atribuída à uma pessoa, que terá responsabilidade pela sua execução, fazendo relatos periódicos de seu desempenho aos seus superiores ou a equipe de coordenação (BAXTER, 2011).

2.6 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, PROPOSTA COMERCIAL E PROJETO DE EXECUTIVO

A proposta comercial é o registro das ideias a respeito do projeto e de suas condições de realização. Desse modo, ajuda a analisar, esclarecer e tomar decisões, além de evidenciar a clareza, qualidade técnica e lógica de quem a preparou. A proposta comercial é a base para a negociação e venda da ideia do projeto (MAXIMIANO, 2014). Segundo Mel (2014), a proposta comercial é uma descrição do processo de negociação que apresenta tanto o projeto em si como a empresa que irá executá-lo, o que vai ser feito e como ou quando será feito.

A especificação técnica ou processo de planejamento é o detalhamento do projeto, contém uma descrição detalhada do produto, projeções de prazo, custos e outras variáveis do projeto, (MAXIMIANO, 2014).

Conforme Baxter (2011), na especificação do projeto se realiza o controle de qualidade mais importante. Nessa etapa são fixadas as metas técnicas para o novo produto, abrangendo desde as suas funções básicas, sua aparência, até as embalagens e a forma de embarque para as distribuidoras.

O projeto executivo parte da fase final do projeto básico, que é a chegada das especificações completas de um produto. Até o início desta etapa, o projeto possui grande flexibilidade, permitindo modificações acentuadas sem grandes prejuízos (KAMINSKI, 2011).

O processo de execução consiste em realizar as atividades delineadas, usando os recursos planejados que estão à disposição. Liderar pessoas, determinar a realização de serviços contratados com fornecedores e acompanhar a realização de suas atividades são processos principais da execução do projeto executivo (MAXIMIANO, 2014). O projeto executivo estará completo com o término da descrição de engenharia, isto é, desenhos, listas de peças e especificações do projeto aprovado. É então expedido um documento técnico que contém todos os relatórios, testes, avaliações e desenhos referentes, certificando o projeto (KAMINSKI, 2011).

2.7 MEMORIAL DE CÁLCULO E LISTA DE MATERIAIS

É a análise realizada durante o planejamento do projeto e a referência inicial para as demais fases da produção do produto. “É um documento que apresenta os cálculos executados para chegar ao resultado final apresentado. O memorial de cálculo precisa ser elaborado com embasamento no teor dos desenhos técnicos, memoriais descritivos e especificações técnicas” (MEL, 2014, p.18).

Na lista de matérias serão apresentados todos os elementos que fazem parte do equipamento ou projeto, de forma detalhada, especificando todas as características, condições, testes de avaliação, de cada componentes, em forma de tabela contendo seus determinados números e quantidades, do mesmo modo essas peças poderão ser ou não produzidas pela grupo de projeto, em outros casos poderão ser providos por empresas terceirizadas (KAMINSKI, 2011).

2.8 MANUAL DE MONTAGEM E OPERAÇÃO

Ao final do processo de configuração, deve-se tomar decisão sobre a arquitetura do produto, ou seja, a forma e função de cada componente, processo de montagem, os tipos de materiais e processos de fabricação a serem usados na produção, desenhos técnicos e

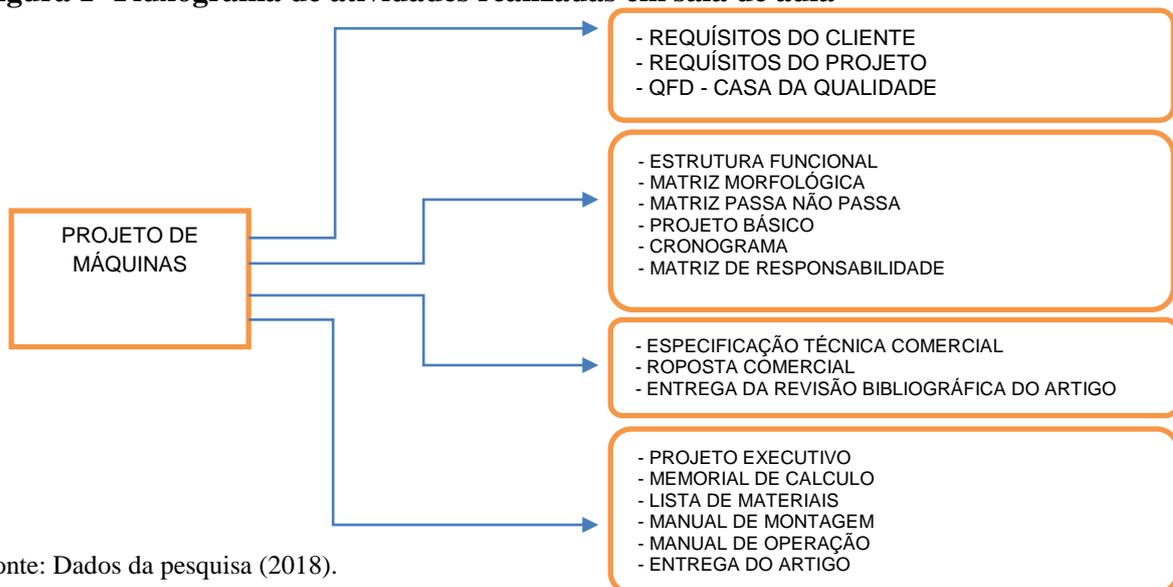
protótipos (BAXTER, 2011). Além dos desenhos técnicos propriamente ditos, existe ainda a necessidade de publicações técnicas de vários tipos que podem ser geradas pela composição de desenhos e textos, tais como catálogos, manuais de operação, de manutenção, de instalação, etc., (GIL, 2014).

Estes manuais servem para especificar as peças do produto dizendo para que servem e as funcionalidades que o mesmo apresenta, contendo o detalhamento dos componentes e acessórios, tal qual, as normas de segurança de operação, para que o cliente final saiba manusear o produto da forma correta sem trazer nem uma avaria a algum componente do produto que possa danificá-lo e assim ele não cumprir mais a sua função primordial a qual foi criado (KAMINSKI, 2011).

3 METODOLOGIA

Neste estudo, através de pesquisa, que tem os objetivos de maneira descritiva, na qual se analisa as características do processo de fabricação e criação de um projeto utilizando as metodologias e fundamentos teóricos já citados anteriormente neste artigo. Quanto à pesquisa teórica e literária, utilizaram-se fontes externas baseadas em análise de livros que auxiliaram no desenvolvimento deste projeto (GIL, 2014). Além disso, para a aplicação desta metodologia e fundamentos no desenvolvimento deste projeto, utilizou-se de um fluxograma de atividades, o qual destaca todos os passos a serem seguidos para sua execução do mesmo, conforme Figura 1.

Figura 1- Fluxograma de atividades realizadas em sala de aula



A primeira etapa deste estudo para a produção deste projeto foi a realização de uma pesquisa de campo com o cliente para identificar as suas reais necessidades. Tendo as necessidades do cliente, os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto os transformaram em requisitos técnicos. Após definidos os requisitos do cliente e técnicos, aplicou-se os mesmos na matriz QFD (*Quality Function Deployment*) que confronta os requisitos do cliente com os de projeto, onde, recebem um grau de importância definindo a ordem hierárquica dos requisitos.

Após extraídos os níveis hierárquicos através do QFD - confrontou-se requisito a requisito, e após isso, desenvolveu-se a estrutura funcional do projeto. Na sequência, passou-se para a fase da matriz morfológica, na qual, são elencados quatro definições de modelos que atenderiam as necessidades do projeto e aplicou-se a matriz passa ou não passa, onde nesta fase, classifica-se quatro tipos de equipamentos diferentes. Depois, confrontando-os com os requisitos do cliente na matriz morfológica, definiu-se os dois melhores tipos de máquina, levando em consideração os níveis hierárquicos dos requisitos e assim definindo um modelo final para a construção do projeto.

Definidos os itens ideais para o projeto conforme os requisitos especificados, partiu-se então para o desenvolvimento de criação do projeto utilizando a ferramenta *SolidWorks* (reproduzindo o desenho técnico do equipamento).

Encontrado o método ideal para a construção do equipamento deu-se início nas especificações técnicas de materiais, levando em consideração a quantidade, tipo, espessura e descrição de materiais a serem empregados na construção do equipamento.

Podemos melhorar esta fase na especificação técnica de compra onde encontramos dados referentes aos componentes utilizados na instalações do equipamento, para apresentação dos parâmetros propostos ao cliente. A partir disso, é feita a elaboração da proposta comercial que é um documento no qual se formaliza a escolha do projeto juntamente com o cliente, onde e citado os detalhes do projeto, como e o que irá abranger, quanto tempo de produção, materiais utilizados, custos entre outros.

Diante da apresentação da proposta comercial feita ao cliente, iniciou-se a execução do cronograma, determinando datas para a entrega e conclusão de processos da criação do projeto, definindo também a responsabilidade para cada integrante envolvido no projeto, através da matriz de responsabilidade.

Com todo o trabalho realizado chegou-se ao projeto executivo, que envolve os memoriais de cálculo, aplicando cálculos matemáticos para encontrar os esforços que cada

componente possa suportar e a realização do manual de montagem que apresenta a método de montagem e a função de cada componente.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para a realização deste Projeto, foram estipulados períodos e prazos, do mesmo modo, foram definidos as pessoas responsáveis por cada serviços a serem realizadas, bem como: Organização, execução, revisão e aprovação de cada função, estas demarcações são muito importantes dentro do gerenciamento de um projeto, afim de, evitar constrangimentos futuros entre membros da equipe, conforme Figura 2.

Figura 2 - Cronograma e matriz de responsabilidade

			MATRIZ DE RESPONSABILIDADE			
			MA=MARCELO	MT=MATEUS	PA=PATRYCKE	WA=WALDINEI
PROJETO DE MAQUINAS	DATAS INICIO	DATAS TÉRMINO	ANALISE	EXECUÇÃO	COOPERAÇÃO	
	19/02/18	07/07/17				
1ª PARTE	19/02/18	08/04/18				
REQUISITOS DO CLIENTE	05/03/18	18/03/18	MA	MT;WA	PA;MA;MT;WA	
REQUISITOS DO PROJETO	19/03/18	25/03/18	MT;WA	MA;PA	MT;WA	
QFD- CASA DA QUALIDADE	26/03/18	01/04/18	MA	MT;WA	PA	
HIERARQUIZAR REQUISITOS DO CLIENTE	02/04/18	08/04/18	MT;WA	MA;PA	MT;WA	
HIERARQUIZAR REQUISITOS DO PROJETO	02/04/18	08/04/18	MT;WA	MA;PA	MT;WA	
2ª PARTE	09/04/18	06/05/18				
ESTRUTURA FUNCIONAL	09/04/18	15/04/18	MA;PA	MT;WA	MA;MT;WA;PA	
MATRIZ MORFOLÓGICA	16/04/18	22/04/18	MA;WA	MT;WA	MA;MT;WA;PA	
MATRIZ PASSA NÃO PASSA	23/04/18	29/04/18	PA;WA	MA;WA	MA;MT;WA;PA	
PROJETO BÁSICO	28/04/18	06/05/18	MA;PA	MA;WA;MT	MA;MT;WA;PA	
3ª PARTE	07/05/18	10/06/18				
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMERCIAL	07/05/18	13/05/18	MT;WA	MT;WA;PA;MA	MT;WA;PA;MA	
PROPOSTA COMERCIAL	14/05/18	20/05/18	WA;PA	MA;WA	MT;WA;PA;MA	

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com o propósito de desenvolver um projeto, necessitou-se elaborar uma pesquisa de campo, para encontrar um possível problema, onde foram efetuadas várias perguntas ao cliente, de quais seriam as suas reais necessidades de melhorias ou de um equipamento novo em seu processo produtivo.

O projeto executado foi de um descompactador de cama de aviário, requerido pelo cliente, onde a sua necessidade seria de um equipamento, na qual, não elimina-se gás carbônico pelo motor a diesel através da fumaça, e não emitisse ruídos excessivos, sendo que, estes fatores prejudicam o desenvolvimento das aves, causados pelo estresse devido ao ruído e o cheiro da fumaça, porém, que faria o mesmo processo de trabalho como o atual em funcionamento.

Logo após a realização do questionário, extraiu-se alguns itens mais importantes, citadas como necessidades e considerados como requisitos do cliente dentro de um projeto, posteriormente a análise destes requisitos, estes mesmo foram transformados tecnicamente em requisitos do projeto, como mencionados no Quadro 1.

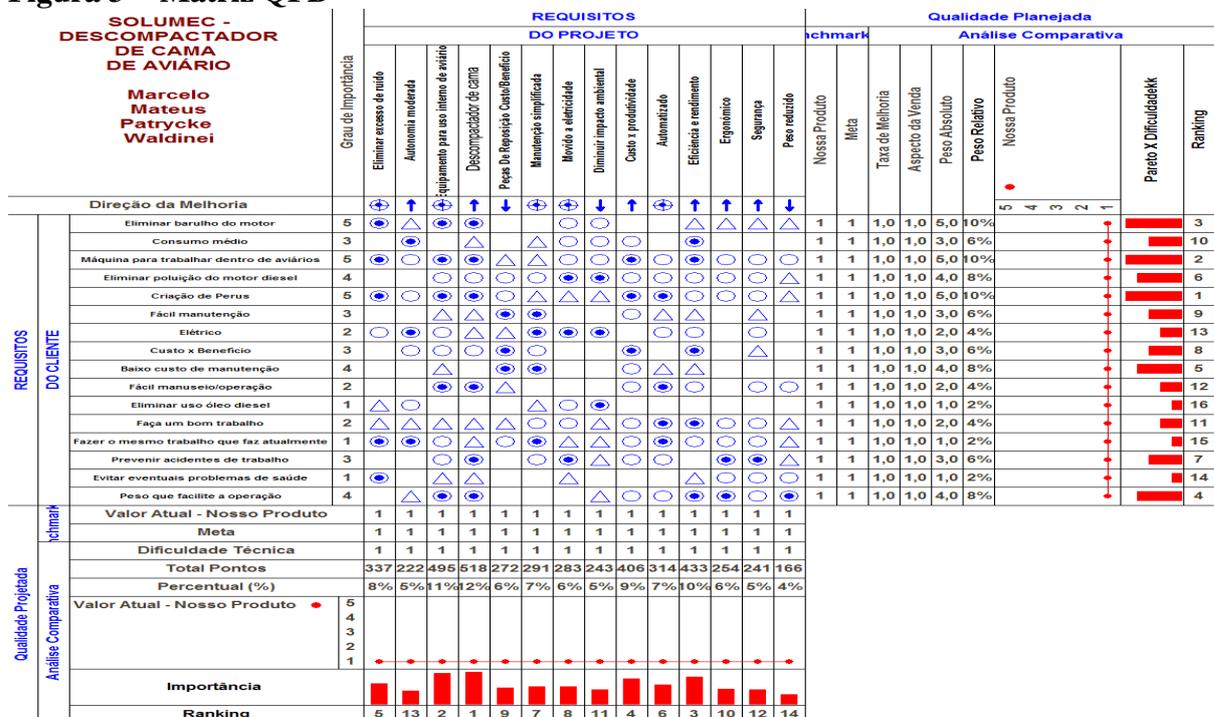
Quadro 1 – Requisitos do cliente e técnicos

REQUISITOS DO CLIENTE	REQUISITOS TÉCNICOS
<ul style="list-style-type: none"> - Acabar com o barulho do motor; - Consumo médio; - Máquina para trabalhar dentro de aviários; - Eliminar poluição elevada resultante da combustão do motor; - Criação de Perus; - Fácil manutenção; - Eliminar o uso de óleo diesel; 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar excesso de ruído; - Autonomia moderada; - Equipamento para uso interno de aviários; - Produção de aves; - Manutenção simplificada; - Movido a eletricidade; - Diminuição do impacto ambiental; - Automação;

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Posteriormente, foram confrontados os requisitos do cliente com os de projeto na matriz QFD (Figura 3), onde cada requisito tem uma relação com os demais, a fim de, hierarquizar os requisitos do cliente e de projeto, na qual, cada item possui um grau de importância no decorrer do desenvolvimento do produto.

Figura 3 - Matriz QFD



Fonte: Dados de pesquisa (2018).

Logo após confrontarmos os requisitos dos cliente e os requisitos do projeto, extraiu-se os requisitos em níveis hierárquicos, conforme demonstra o Quadro 2.

Quadro 2 - Requisitos (hierárquicos)

	Requisitos do cliente		Requisitos do projeto
1	Criação de Perus	1	Descompactador de cama
2	Máquina p/ trabalhar em aviários	2	Equipamento, uso interno de aviários
3	Eliminar barulho do motor	3	Eficiência e rendimento
4	Peso que facilite a operação	4	Custo x Produtividade
5	Baixo custo de manutenção	5	Eliminar excesso de ruído
6	Eliminar poluição motor diesel	6	Automatizado
7	Prevenir acidentes de trabalho	7	Manutenção simplificada
8	Elétrico	8	Autonomia moderada
9	Fácil Manutenção	9	Peças de reposição, Custo x Benefício
10	Consumo médio	10	Ergonômico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Após encontrados os níveis hierárquicos dos requisitos, foi descrita a estrutura funcional, na qual se delinea uma função geral, e para cada função geral descreve-se uma função parcial e uma função elementar, que aborda diretamente as obrigações das demais funções, conforme Quadro 3.

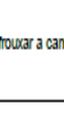
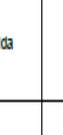
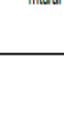
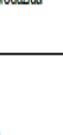
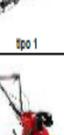
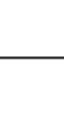
Quadro 3 – Estrutura funcional

Função geral	Função parcial	Função elementar	Descrição
Descompactador de cama de aviário	Com disco de corte	Movimentar a cama produzida	soltar a cama que está compacta no chão
		Cortar a cama produzida	perfurar e cortar a cama para fins de afrouxá-la
	Com garfos	Afrouxar a cama produzida	afrouxar a cama que está compactada no chão
	Com enxadas rotativas	Triturar a cama produzida	triturar através de um tratorito a cama
Equipamento para uso interno de aviários	Equipamento agrícola	Tratorito	movimentador da cama
Eficiência e rendimento	Produzir o máximo com o menor custo de trabalho	Baixo consumo	consumir pouca energia
	Evitar desgastes do trabalho	Melhor desempenho possível	tentar fazer o melhor trabalho que conseguir
Custo x Produtividade	evitar desperdício	Ser preciso	ter precisão na hora da soltura da cama
		Diminuir custos ao trabalhar	evitar gastos aleatórios e imprevistos
	Sistema com monitoramento	Sistema inteligente	ser em partes automático
		sem erros	evitar problemas desnecessários
Eliminar excesso de ruído	Motor elétrico à bateria	Movido a eletricidade	motor elétrico
	Com isolamento anti-ruído	Silenciadores e mantas anti-ruídos	diminuir o máximo o barulho produzido

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A matriz morfológica analisa todas as combinações possíveis entre os elementos ou objetos de um produto ou sistema. A técnica tem por objetivo de identificar, indexar, contar e parametrizar o conjunto de todas as possíveis alternativas para se conseguir o objetivo determinado, conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Matriz morfológica

função geral (requisitos dos clientes)	função parcial	Função elementar	Modelos				Melhores configurações			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
Descompactador de cama de aviário	Com disco de corte	Movimentar a cama produzida					1	4	3	2
		Cortar a cama produzida	tipo de disco 1	emprego com discos tipo 2	disco de corte 3	disco 4				
	Com garfos	Afrouxar a cama produzida					2	1	4	3
	Com enxadas rotativas	Triturar a cama produzida					3	1	4	2
Equipamento para uso interno de aviários	Equipamento agrícola	Tratorito					2	1	4	3
Eficiência e rendimento	Produzir o máximo com o menor custo de trabalho	Baixo consumo					3	1	4	2
	Evitar desgastes do trabalho	Melhor desempenho possível					3	1	2	4

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Além disso, foi realizada a matriz de definição passa ou não passa, utilizando a letra (P) para o conceito que passa e a (NP) para o que não passa, na qual, nesta matriz são determinadas quais as alternativas que atendem as necessidades do projeto e que podem ser empregados no desenvolvimento do produto e quais deverão ser rejeitadas, conforme Quadro 5.

Quadro 5 – Matriz passa ou não passa

Necessidades do cliente	Opções			
	I	II	III	IV
Criação de Perus	P	P	P	P
Máquina p/ trabalhar dentro de aviários	P	P	P	NP

Por conseguinte, houve a apresentação e definição do projeto básico e a especificação técnica do equipamento (Quadro 6), definiu-se todos os materiais e componentes aplicados, dados técnicos, documentação de fornecimento, documentos de projeto de engenharia, referência de funcionamento, do mesmo modo, informações sobre soldagem, pintura, ensaios e inspeções.

Quadro 6 – Especificação técnica

Planilha de dados técnicos do equipamento	
Trabalho	Vertical/Horizontal
Parafusos	M10, m12, m14
Motor	15cv
Rpm motor	1760rpm
Especificações motor	25kg, 50kgfm
Ligação	Trifásica
Funcionamento	Baterias
Baterias	2x160a
Programação	Clp
Implementos	Garras, enxadas e discos rotativos
Materiais	Sae 2711, SAE 8620, poliuretano, plástico
Peso	1200kg
Transformador	12v -> 220v
Parafusos	Sextavados
Sensor de nível	Laser
Regulador de nível	Rosca
Rodas	Alumínio
Botão stop	Nr10
Chassis	Sae 1045
Engrenagens	Sae 2711
Soldagem	Mig/mag
Fiação principal	35mm
Fiação secundária	3mm

Fonte: Dados de pesquisa (2018).

Posteriormente o grupo de projeto elaborou a proposta comercial (Quadro 7), especificando os serviços realizados, condição e detalhamento de pagamento, pré lista de peças da máquina montada, tributos, detalhamento sobre valores de projeto, materiais e componentes, prazo de entrega, garantias, para que possa ser apresentado novamente para o cliente, e assim, fazendo o fechamento da proposta e dar continuidade ao desenvolvimento das etapas finais do projeto.

Quadro 7 – Proposta comercial

PEÇAS	DESCRIÇÃO	QUANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Motor	O motor elétrico, com 50kgfm de torque e 25kg de peso, 1760rpm, 15cv, 220v, 380v.	1	R\$ 788,78	R\$ 788,78
Baterias	Baterias a base de Lítio.	1	R\$ 689,00	R\$ 689,00
Rodas/ Pneus	Feitas em alumínio, frontais de 14'' e traseiras de 12'', Pneus em borracha, frontais 28x10R14, traseiros, 24x8R12.	4	R\$ 380,00	R\$ 1.520,00
Proteções laterais	As laterais dever ser produzidas em plástico, ou policarbonato, devem receber uma película de tinta para garantir boa qualidade do produto.	2	R\$ 120,00	R\$ 240,00
Botão de emergência	Botão stop, será de plástico, ligado por fios de cobre.	1	R\$ 31,90	R\$ 31,90
Assento/ Banco	O assento será fabricado em poliuretano, e recebera um revestimento com espumas e um acabamento em couro.	1	R\$ 289,70	R\$ 289,70
VALOR TOTAL				R\$ 16.335,28
VALOR TOTAL COM IMPOSTOS				RS18.447,43

Fonte: Dados de pesquisa (2018).

Em seguida, com o fechamento da proposta, assinada e documentada, a equipe de projeto desenvolveu o memorial de cálculos, envolveu-se todos os cálculos de resistência de peças estruturais, visando um estrutural de alta qualidade, baixo custo. Já voltado para a parte funcional e mecânica do projeto, foram elaborados cálculos de engrenagens de transmissão, juntamente como os cálculos elétricos do equipamento, apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Memorial de cálculos

CÁLCULOS ELÉTRICOS:	
Potência em Watts (P):	$P = CV \times 736w$ $P = 11032,5 \text{ watts}$
Amperagem consumida por hora a 220v (voltagem utilizada pelo motor) (I):	$P = V \times I$ $I = 50,14 \text{ A/h}$
Cálculo resistência equivalente (Req):	$I = V / R$ $R = 0,6875 \text{ ohms}$
Resistividade dos cabos (R): = $1,7 \times 10^{-8} \text{ ohm} \times m$ (fios de cobre)	
Para os cabos de 35mm	$R = (\text{ohms} \times L) / (3,14 \times r^2)$ $R = 3,53 \times 10^{-5} \text{ ohms (cada cabo)}$
Para os cabos de 3mm	$R = (\text{ohms} \times L) / (3,14 \times r^2)$ $R = 4,81 \times 10^{-3} \text{ ohms (cada cabo)}$
Autonomia a 220v (horas): Consumo/h = 50,14A Capacidade = 320 ^a	Aut: Cap. total / Consumo por hora Autonomia: 6,38 horas sem recarga

CALCULOS DE ENGRENAGENS:	Motor: 1760rpm Roda: 100rpm Enxada: 600rpm modulo = 5												
Cálculo velocidade angular	$\omega = n \times 2\pi$ $\omega = 11058 \text{ rad/mim}$												
Cálculo da frequência de rotação	$f1 = n/60$ $f1 = 29,33 \text{ hz}$												
Momento torçor:	$Pot = mt \times n \times f$ $Mt = 37,64 \text{ kgf}$												
Relação de transmissão motor/enxada: Arbitrado DP1 = 75mm DP1= 75mm = 15 dentes	$I = n1/n2$ $I = 2,93$ $Z = DP / m$ $Z1 = 15 \text{ dentes}$ $DP2 = DP1 \times I$ $DP2 = 219,75\text{mm}$ $Z2 = DP2/m \rightarrow 219,75 / 5 \rightarrow 44 \text{ dentes}$												
Relação da engrenagem da enxada para uma segunda engrenagem de redução: Arbitrado Z1 = 15 dentes Arbitrado DP1 = 75mm Rpm requerido (n2) = 250rpm Rpm fornecido (n1) = 600rpm	$I = N1 / N2$ $I = 2,4$ $DP2 = DP1 \times I$ $DP2 = 180\text{mm}$ $Z2 = DP2 / m$ $Z2 = 36 \text{ dentes}$												
Relação da segunda engrenagem de redução para a engrenagem requerida do eixo das rodas: Arbitrado Z1 = 15 dentes Arbitrado DP1 = 75mm	$I = N1 / N2$ $I = 2,5$ $DP2 = DP1 \times I$ $DP2 = 187,50\text{mm}$ $Z2 = DP2/m$ $Z2 = 38 \text{ dentes}$												
Rotação final do eixo das rodas corrigido: $I = 2,53(\text{corrigido})$ $N1 = 250 \text{ rpm}$	$I = N1/N2$ $N2 = 98,81 \text{ rpm}$												
RESISTÊNCIA DO CHASSIS: $P = 1200 \text{ kg}$ $L = 150 \text{ cm}$	Momento máximo = 45000 kg/cm Reações de apoio = 600 kg Flecha = 1.72 mm Perfil = Tubo 4" Espessura = 1.27 mm												
CÁLCULO ESPESSURA DO TUBO:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>P</td> <td>8,0</td> <td>Kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Tadm</td> <td>6067,31</td> <td>Kg/cm²</td> </tr> <tr> <td>Ø ext</td> <td>101,6</td> <td>mm</td> </tr> </table> $tm = \frac{P \times D}{2 \times (Tadm \times 1 + (P \times 0,4))} + 1,2$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>tm=</td> <td>1,27</td> <td>mm</td> </tr> </table>	P	8,0	Kg/cm ²	Tadm	6067,31	Kg/cm ²	Ø ext	101,6	mm	tm=	1,27	mm
P	8,0	Kg/cm ²											
Tadm	6067,31	Kg/cm ²											
Ø ext	101,6	mm											
tm=	1,27	mm											

Fonte: Dados de pesquisa (2018).

O manual de operação, montagem e manutenção, foi desenvolvido com o propósito de, passar aos usuários todas as informações técnicas de montagem, operação e manutenção do equipamento, na qual, o usuário deverá ter conhecimento do mesmo para poder operá-lo, pois, sem o conhecimento, o operador poderá sofrer danos físicos em relação a eletricidade ou mesmo sofrer ferimentos devido à movimentos mecânicos, conforme Figura 5.

Figura 5 – Manual de montagem e operação



- Antes de ligar o equipamento, certifique-se que saiba como desliga-lo, no caso de uma eventual emergência.



- Antes de operar, verifique o estado do equipamento, procure por rachaduras, vazamentos, parafusos frouxos ou faltantes, ou ainda qualquer outra avaria. Use o equipamento somente após realizar os consertos necessários.



- O trabalho prolongado ou de maneira errada, pode causar lesões. Se sentir desconforto, procure orientação médica.



- Não use fones de ouvido de rádio ou música durante a operação da máquina.



- Não use roupas soltas, rasgadas ou volumosas ao redor da máquina.
- Nunca opere equipamentos com coberturas de proteção removidas. Mantenha pés, mãos e cabelos longe de partes móveis para prevenir machucados.

Fonte: Dados de pesquisa (2018).

Enfim, com todos os itens definidos, com base no projeto básico, desenvolveu-se a lista de materiais e sub conjuntos aplicados no equipamento, com o número do item e a quantidade de peças utilizadas. Conforme demonstra o Quadro 9.

Quadro 9– Lista de materiais

Nº do item	Nome da peça	Quantidade
2	Assento	1
3	Volante	1
4	Roda	4
5	Eixo	1
6	Suporte	1
7	Grade frontal	1
8	Bateria	1
9	Motor	1
10	Display	1
11	Chassis	1
13	Diferencial	1
15	Proteção rodas	4
16	Enxadas rotativas	1
17	Disco de corte	5
18	Proteção de borracha	1

Fonte: Dados de pesquisa (2018).

Por fim, foi elaborado o projeto executivo, com o auxílio do *software CAD SolidWorks*, informando corretamente os materiais empregados nas peças, com suas devidas tolerâncias e grandezas, conforme figuras 6,7, 8 e 9.

Figura 6 – Projeto executivo



Fonte: Projeto executivo realizado por acadêmicos (2018).

Figura 7 – Projeto executivo



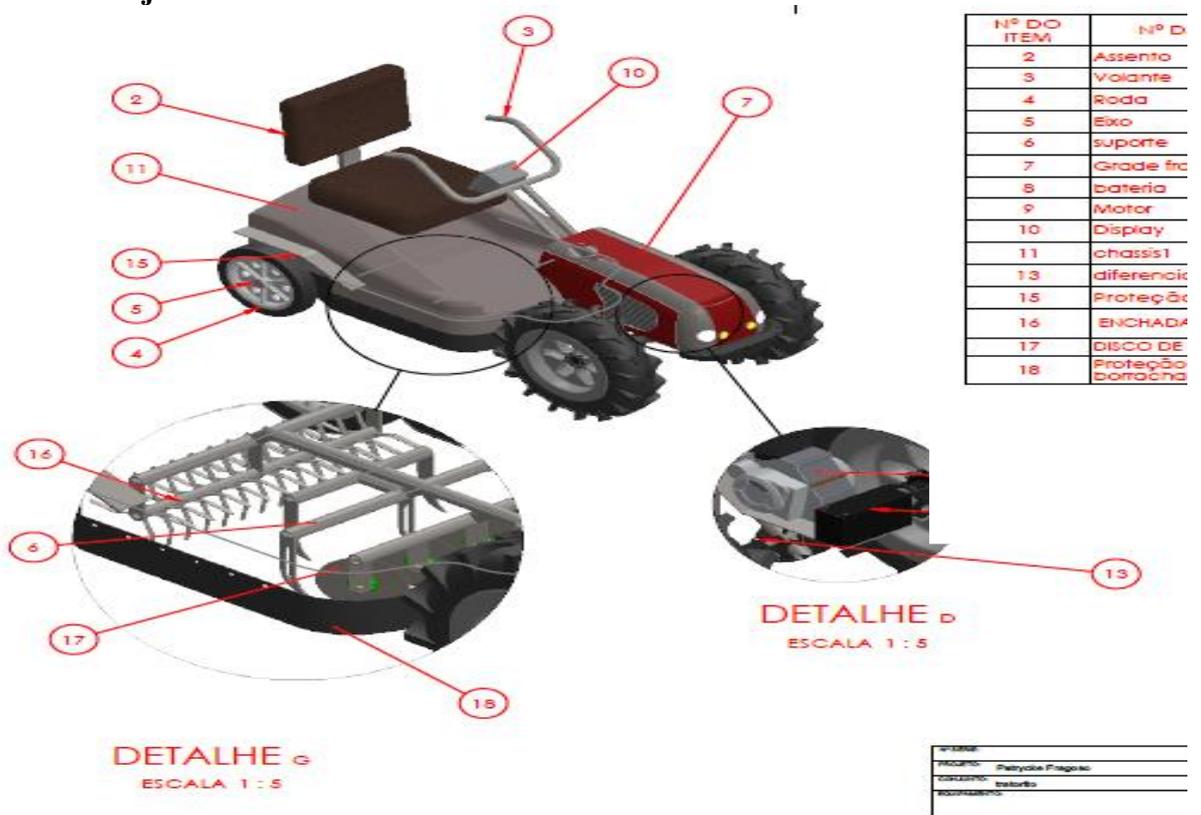
Fonte: Projeto executivo realizado por acadêmicos (2018).

Figura 8 – Projeto executivo



Fonte: Projeto executivo realizado por acadêmicos (2018).

Figura 9 – Projeto executivo



Fonte: Projeto executivo realizado por acadêmicos (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o desenvolvimento ou melhoria de um novo produto, exige-se uma complexa gama de etapas, tais como, demanda de pesquisa, estudo teórico e técnico sobre o assunto, planejamento dos métodos utilizados com um alto controle para obter total eficiência e eficácia. A partir do resultado de todo estudo destas etapas, aplicou-se a ferramenta QFD no projeto, transformando assim os requisitos ou necessidades reais do cliente em um produto, criando uma demanda para o cliente e também para o mercado externo.

O projeto do descompactador de cama de aviário possui o objetivo de tornar o equipamento mais eficiente após a inovação aplicada sobre o mesmo, para aprimorar o desenvolvimento do processo de descompactação da cama de aviário.

Portanto, com o desenvolvimento deste equipamento, o grupo de projeto chegou à conclusão de que o equipamento poderia ser melhorado no futuro em alguns pontos, como o torque do motor e o tipo de material nas garras para reduzir o desgaste. Foi também avaliado o conhecimento adquirido durante as aulas da disciplina de projeto de máquinas, na qual, aplicando toda a metodologia, chegou-se a resultados satisfatórios e os objetivos alcançados pela equipe.

REFERÊNCIAS

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3º ed. São Paulo: Blucher, 2011.

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

KAMINSKI, Paulo Carlos. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. 1º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Administração de Projetos: Como Transformar Ideias em Resultados**. 4ºed. São Paulo: Atlas, 2014.

MEL, ROGÉRIO VICTOR ALVES. **Formação de Projeto Básico/Executivo**. 1º ed. Acre, 2014.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada**. 4ª Ed. Porto alegre: Bookmam, 2013.

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