

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**VITOR AUGUSTO PEDROTTI**

**PROJETO PRELIMINAR DE DISPOSITIVO DE PEGA MECANIZADA DE  
AVES EM CAMAS AVIARIAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2016**

VITOR AUGUSTO PEDROTTI

**PROJETO PRELIMINAR DE DISPOSITIVO DE PEGA MECANIZADA  
DE AVES EM CAMAS AVIARIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – COEME – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Robson Gonçalves Trentin

PATO BRANCO

2016

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### Projeto Preliminar de Dispositivo de Pega Mecanizada de Aves em Camas Aviarias

Vitor Augusto Pedrotti

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 01/12/2016 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

---

Prof. Dr. Roberto Nunes  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Gilson Adanckzuk  
(UTFPR)

---

Profa. Dra. Robson Gonçalves Trentin  
(UTFPR)  
Orientador

---

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros  
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais e a todos que me apoiaram durante estes anos de graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e oportunidades.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Pato Branco, corpo docente e servidores, pela oportunidade de realização de um sonho.

Ao meu orientador Robson Gonçalves Trentin, pelo apoio, suporte, correções e incentivos.

Agradeço a meus pais pelo amor, incentivo e serem um alicerce firme da minha vida.

Agradeço a meus amigos e a todos que de uma forma ou outra estiveram ao meu lado durante a execução do trabalho.

A todos o meu muito obrigado.

## RESUMO

PEDROTTI, Vitor. Projeto Preliminar de Dispositivo de Pega Mecanizada de Aves em Camas Aviarias. 2016. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016

Esse trabalho tem como objetivo a pesquisa e desenvolvimento de um projeto conceitual de uma máquina de pega de aves, a fim de melhorar as condições de trabalho em casas aviarias. Foi utilizado durante o desenvolvimento do trabalho uma metodologia de desenvolvimento de produtos já existente na literatura, que descreve um levantamento de informações e necessidades dos clientes e usuários do produto a fim de encontrar uma lista de especificações meta que mais a frente é utilizada para elaboração e análise dos conceitos avaliados nesse trabalho. Tendo como resultado um conceito de equipamento definido e um conjunto de especificações a serem seguidos nas etapas seguintes de projeto.

Palavras chave:

Projeto Informacional - Projeto Conceitual - Coleta mecanizada – Aves de corte

## **ABSTRACT**

PEDROTTI, Vitor. Preliminary Project of a Mechanized Device to Harvest Broilers in Avian Beds. 2016. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016

This work aims to research and development of a conceptual project of a mechanical broilers catcher, with a view to improving work conditions inside aviary. During the development of this work, an existing product development methodology was used, which describes a survey of information and need of costumers and users, in order to elaborate a list of specifications, which was used ahead in this work in elaboration and analysis of concepts evaluated in this work. Aim for a defined equipment concept and a specifications set to be followed in the project's following steps

Keywords:

Informational Project, Conceptual Project, Mechanical harvest, Broilers

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Métodos de pega de aves, respectivamente: Pernas, dorso e pescoço. ...	20
Figura 2 - Modelo unificado de PDP.....	22
Figura 3 - Atividades do projeto informacional. ....	23
Figura 4 - Atividades do projeto conceitual. ....	25
Figura 5 - Detalhes da patente US5259811.....	30
Figura 6 - Detalhe lateral da máquina. ....	31
Figura 7 - Detalhe do cabeçote de coleta.....	31
Figura 8 - Detalhe do funcionamento dos rotores. ....	32
Figura 9 - Detalhe do rotor. ....	32
Figura 10 - Chicken Cat. ....	33
Figura 11 - Apollo Generation 2. ....	34
Figura 12 - Diagrama de Mudge.....	38
Figura 13 - Matriz de QFD.....	40
Figura 14 - Modelagem Funcional.....	43
Figura 15 - Vista isométrica do modelo.....	59
Figura 16 - Layout interno. ....	59
Figura 17 - Equipamento desmontado. ....	60
Figura 18 - Vista Frontal.....	60
Figura 19 - Vista Lateral. ....	61
Figura 20 - Dimensões da vista frontal.....	61
Figura 21 - Dimensões da vista lateral.....	61



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidade em função do sistema de ventilação. ....	18
---	----

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Necessidades dos Clientes.....	36
Quadro 2 - Requisitos dos clientes.....	37
Quadro 3 - Requisitos do produto. ....	39
Quadro 4 – Classificação dos requisitos do produto. ....	41
Quadro 5 - Matriz morfológica.....	46
Quadro 6- Apresentação dos sistemas e componentes.....	51
Quadro 7- Apresentação dos sistemas e componentes. Continuação.....	52
Quadro 8- Apresentação dos sistemas e componentes. Continuação.....	53
Quadro 9- Apresentação dos sistemas e componentes. Continuação.....	54
Quadro 10 - Matriz de auxílio a decisão.....	58

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS .....	16
1.1.1 Objetivo Geral .....	16
1.1.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1 PROJETO E MÁQUINAS .....	17
2.2 PRODUÇÃO DE AVES NO BRASIL .....	17
2.3 CASAS AVIARIAS.....	18
2.4 CAPTURA DAS AVES .....	19
2.4.1 Coleta Manual .....	19
2.4.2 Coleta Mecanizada.....	20
2.5 METODOLOGIA DE PROJETOS .....	21
2.5.1 Projeto de Unificado de Desenvolvimento de Produto (PDP).....	21
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>23</b>
3.1 PROJETO INFORMACIONAL.....	23
3.1.1 Definição do escopo do produto.....	24
3.1.2 Identificação dos requisitos dos clientes.....	24
3.1.3 Definição dos requisitos do produto .....	24
3.1.4 Definição das especificações meta .....	25
3.2 PROJETO CONCEITUAL .....	25
3.2.1 Modelagem funcional .....	26
3.2.2 Desenvolvimento das alternativas de solução.....	26
3.2.3 Definição da arquitetura do produto .....	27
3.3 DESENVOLVIMENTO EM CAD 3D .....	27
3.4 FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	28

3.4.1 Ferramentas computacionais .....	28
<b>4.PROJETO INFORMACIONAL .....</b>	<b>29</b>
4.1 DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PRODUTO .....	29
4.1.1 Escopo do produto .....	29
4.1.2 Aspectos legais e patentes.....	29
4.1.3 Produtos concorrentes e similares .....	33
4.1.4 Ciclo de vida do produto.....	34
4.2 DEFINIÇÃO DOS USUÁRIOS DO PRODUTO .....	35
4.3 REQUISITOS DOS USUÁRIOS.....	35
4.3.1 Hierarquizar os requisitos dos clientes.....	37
4.4 REQUISITOS DO PRODUTO .....	39
4.4.1 Análise, Classificação e Hierarquização dos Requisitos do Produto.....	40
4.5 ESPECIFICAÇÕES META .....	41
<b>5 PROJETO CONCEITUAL .....</b>	<b>43</b>
5.1 MODELAMENTO FUNCIONAL DO PRODUTO .....	43
5.2 DESENVOLVIMENTO DE PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO.....	43
5.2.1 Sistemas.....	44
5.2.2 Portadores de efeito .....	45
5.3 DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO PARA O PRODUTO .....	46
5.3.1 Primeiro conceito.....	47
5.3.2 Segundo conceito.....	48
5.3.3 Terceiro conceito.....	49
5.3.4 Quarto conceito .....	49
5.4 DEFINIÇÃO DA ARQUITETURA.....	50
5.4.1 Sistemas, subsistemas e componentes .....	50
5.5 ANALISE DOS SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES.....	55

5.5.1 Aspectos críticos .....	55
5.5.2 Parâmetros principais .....	55
5.6 DEFINIÇÃO DE ERGONOMIA E ESTÉTICA.....	56
5.6.1 Ergonomia .....	56
5.6.2 Estética.....	56
5.7 DEFINIÇÃO DA ARQUITETURA .....	57
<b>6 APRESENTAÇÃO DO MODELO 3D.....</b>	<b>59</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a União Brasileira de Avicultura (UBABEF, 2015), em 2014 a produção de carne de frango no Brasil foi de 12,3 milhões de toneladas, sendo que dessa produção 31,12% foi abatida no estado do Paraná, 16,66% em Santa Catarina e 14,56% no Rio Grande do Sul.

Ainda segundo a UBABEF (2015), a produção de carne de peru no Brasil foi de 363 mil toneladas, sendo abatidos em sua maior parte, 65%, na região sul do país.

O método de coleta das aves em aviários é feito quase totalmente de forma manual no Brasil. Esse método apesar de ser relativamente barato e aparentar ser simples, necessita de treinamento e mão de obra qualificada. E ainda, a coleta manual é vista como sendo uma atividade com riscos biológicos e ergonômicos.

A coleta mecanizada apresenta benefícios, que incluem redução de custos, diminuição do estresse e injúria aos animais, tal como melhor qualidade de trabalho e ergonomia ao operador da máquina em relação aos empregados na coleta manual (LACY & CZARICK, 1998).

A fim de melhorar as condições de trabalho, aumentar a produtividade e o bem-estar animal, este trabalho vem propor um projeto de desenvolvimento de produto de um equipamento de coleta mecanizada. Trabalho este, realizado e embasado em uma metodologia já existente na literatura, o projeto unificado de desenvolvimento de produto, apresentado por Rosenfeld (2006).

Partindo de uma coleta de dados com entrevistas com possíveis usuários e clientes do produto, levantamentos bibliográficos e análise de produtos concorrentes, foram levantadas informações sobre projeto, manufatura, transporte, montagem e operação do equipamento.

Estas informações foram traduzidas em requisitos dos clientes e por meio de um diagrama de Mudge e de uma matriz da qualidade QFD, os requisitos foram valorados, qualificados e traduzidos em requisitos de produto e por fim em um conjunto de especificações meta.

Com as especificações meta e os requisitos de produto e clientes, o mecanismo foi representado através de um diagrama funcional, onde o problema foi

separado em pequenas partes (sistemas), para os quais foi especificado um ou mais portador de efeito físico.

Os portadores de efeito foram combinados numa matriz morfológica, tendo como resultado um conjunto de quatro conceitos que foram avaliados e comparados, resultando na alternativa de solução que mais se adequa aos requisitos dos clientes e do produto.

Por fim, o conceito escolhido foi desenhado em CAD 3D e apresentado no trabalho.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver o projeto conceitual de um mecanismo para coleta mecanizada de aves para uso em aviários, modernizando a prática, melhorando assim a qualidade do trabalho de coleta de aves para abate

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Buscar informações pertinentes sobre coleta de aves de forma manual e mecanizada juntamente com dados sobre casas aviarias;
- Elaborar projeto informacional do produto, enfatizando produtos concorrentes, patentes e normas. E definir conjunto de requisitos do projeto;
- Elaborar conjunto de especificações meta
- Elaborar Diagrama Funcional e Matriz morfológica
- Apresentar alternativas de solução e avaliar alternativas de solução;
- Desenvolver o conceito final do produto em CAD 3D



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PROJETO E MÁQUINAS

O projeto de máquinas trata da criação de uma máquina que funcione bem, com segurança e confiabilidade. Uma máquina pode ser entendida como um aparato de peças inter-relacionadas ou um dispositivo que modifica força ou movimento. (Norton, 2013)

Generoso (2009) diz que um projeto de máquina parte para satisfazer uma necessidade, seja ela industrial, comercial ou pessoal. Ele surge da habilidade do engenheiro ou de um grupo de engenheiros de transcrever uma ideia em um produto físico que possui capacidade de atender as necessidades.

O objetivo final do projeto de máquinas é dimensionar e dar forma às peças (elementos de máquinas) e escolher os materiais e processos de manufatura apropriados de modo que a máquina possa desempenhar a função desejada sem falhar. Isso requer que o engenheiro seja capaz de calcular e prever o modo e as condições de falha de cada mecanismo, e então projetá-la para prevenir tais falhas. (Norton, 2013)

### 2.2 PRODUÇÃO DE AVES NO BRASIL

Segundo (UBABEF, 2014) o Brasil é o terceiro maior produtor de aves de corte do mundo, perdendo apenas para EUA e China. Em 2014 foram produzidas 12,3 milhões de toneladas de carne de frango e 364 mil toneladas de carne de peru.

Em níveis de exportação, o Brasil é o maior exportador de carne de aves com aproximadamente 4,1 milhões de toneladas exportadas, tendo como principal destino a Arábia Saudita – cerca de 688 mil toneladas importadas em 2013.

## 2.3 CASAS AVIARIAS

Uma casa aviaria nada mais é do que um galpão onde as aves são criados para o abate. Segundo (COBB, 2012) Muitos fatores devem ser levados em consideração ao selecionar o tipo de galpão e os equipamentos adequados à produção de frangos de corte. Embora as limitações econômicas sejam geralmente prioritárias, alguns fatores como a disponibilidade de equipamentos, serviços pós-venda e vida útil dos produtos são também essenciais. As instalações deverão propiciar boa relação custo-benefício, durabilidade e permitir o controle do ambiente.

A densidade do alojamento das aves, é essencial para o sucesso do sistema de produção de aves de corte. Além do desempenho e lucratividade, a densidade de alojamento, implica diretamente na saúde e bem-estar animal, sendo que uma densidade muito elevada, pode acarretar em animais com problemas de pernas, arranhões, contusões e mortalidade. Por outro lado uma baixa densidade, acarreta em perdas financeiras e baixa lucratividade. Sendo função do tipo do aviário e do sistema de ventilação a densidade de alojamento é mostrada no Quadro 1 abaixo.

**Tabela 1 - Densidade em função do sistema de ventilação.**

Fonte: Adaptado de COOB, 2012

<b>TIPO DE GALPÃO</b>	<b>TIPO DE VENTILAÇÃO</b>	<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>DENSIDADE MAX</b>
Aberto	Natural	Exaustores de circulação	30kg/m <sup>2</sup>
Aberto	Pressão positiva	Exaustores laterais a 60°	35kg/m <sup>2</sup>
Fechado	Ventilação cruzada	Configuração Europeia	35kg/m <sup>2</sup>
Fechado	Ventilação tipo Tunel	Nebulizadores	39 kg/m <sup>2</sup>
Fechado	Ventilação tipo Tunel	Resfriamento evaporativo	42 kg/m <sup>2</sup>

A grande maioria dos aviários no Brasil tem largura entre 12 a 15 metros, e tem pilar de sustentação central, isso divide o aviário e reduz a largura máxima de acesso com maquinário para 6 a 7.5m. Isso se deve ao fato de que estes aviários são antigos e produzidos em estrutura de madeira.

Para aviários mais novos, construídos em estruturas metálicas, tem espaço mais considerável, chegando a ter 40m de largura e podendo alojar 90 mil aves.

## 2.4 CAPTURA DAS AVES

Ribeiro (2008) define a captura das aves como uma etapa que antecede o transporte, período que se dá quando as mesmas atingem o peso de abate, cerca de 3kg. Atualmente as aves são capturadas manualmente e colocadas em caixas para o transporte.

O manejo de pré-abate, etapa onde se encontra a pega, é composto por um período de jejum para limpeza do trato intestinal do animal, que tem duração de em média 9h, durante este período, a água deve estar disponível para os animais.

Após o período de jejum, vem a pega em si, durante o período, os equipamentos que possam interferir no processo devem ser retirados, ou elevados, de forma que não atrapalhem a equipe de coleta. As luzes devem ser atenuadas quando possível, ou deve-se utilizar luzes azuis, esse processo diminui a atividade das aves. Caso haja um intervalo entre as cargas, deve-se retomar o suplemento de água e aumentar a intensidade das luzes. (COBB, 2012)

O processo de apanha pode ser feito de forma manual ou mecanizada, sendo a primeira amplamente utilizada.

### 2.4.1 Coleta Manual

A captura de frangos de corte no Brasil ainda caminha a passos lentos para a automatização. Hoje em dia a coleta do lote para abate, de modo geral, é realizada por uma equipe de 10 a 14 pessoas, dependendo da região e tamanho do lote (Leandro *et al*, 2001). Com um custo de em média R\$0,020 por ave segundo colaborador de uma empresa do ramo.

Leandro (2001), também descreve e compara os métodos de pega manual utilizados (Figura 1). Sendo eles:

- Captura pelas pernas;
- Captura pelo dorso;
- Captura pelo pescoço;

O método de pega pelo dorso do animal, padrão entre as empresas de abate e pega de aves, apresenta os melhores resultados quanto a contusões e estresse animal, porém, este método tem como característica uma baixa velocidade. Já os métodos de pega pelas pernas e pescoço, já não são utilizados, devido ao elevado índice de lesões. (QUEIROZ e FILHO, 2012)

O trabalho de pega, apesar de simples, exige o treinamento da mão-de-obra, juntamente com força física, além disso é considerado um trabalho desagradável e com diversos riscos à saúde do trabalhador.

**Figura 1 - Métodos de pega de aves, respectivamente: Pernas, dorso e pescoço.**  
Fonte: (RAMOS, 2015)



#### 2.4.1 Coleta Mecanizada

A coleta mecanizada tem sido estudada ao longo dos anos. Uma das primeiras tentativas de coleta mecanizada consistia em um sistema pneumático que, mantendo as devidas proporções, se comparava a um aspirador que sugava as aves para dentro de um duto por aspiração até caixas em um caminhão. Os frangos eram colocados manualmente em um funil e então sugados para o duto. Um operador no caminhão, direciona o fluxo de aves para as caixas. O grande problema do sistema é quando muitos frangos são sugados pelo sistema em pouco tempo, causando mal funcionamento do mesmo e danos inaceitáveis às aves (NESHEIM *et al*, 1979).

Atualmente existem sistemas de captura mecanizada, porém os mesmos não se acemelham ao sistema supracitado. O sistema *Chicken Cat* e o sistema *Apollo Generation 2* serão detalhados mais a frente do trabalho.

A coleta mecanizada apresenta benefícios, que incluem redução de custos, diminuição do estresse e injúria aos animais, tal como melhor qualidade de trabalho e

ergonomia ao operador da máquina em relação aos empregados na coleta manual (LACY & CZARICK, 1998).

Sistemas como o *Apollo Generation 2* podem capturar até doze mil frangos por hora, totalizando até 36 toneladas/hora.

## 2.5 METODOLOGIA DE PROJETOS

A metodologia de projetos é essencialmente um exercício de criatividade aplicada. Muitas metodologias de projetos foram definidas para ajudar a organizar a enfrentar o problema não estruturado, isto é, casos em que a definição do problema é vaga e para os quais muitas soluções possíveis existem. *Formulação e Cálculo do Problema* (NORTON, 2013)

A atividade de desenvolvimento do produto determina cerca de 70% a 90% do custo final do produto e outros desempenhos relacionados a qualidade. É de suma importância, pois traduz objetivos, intenções em algo concreto, produtos ou soluções pelos quais os consumidores pagarão para satisfazer suas necessidades. Assim, o desenvolvimento do produto é um dos processos mais importantes responsáveis pela agregação de valores ao produto (TAKAHASHI e TAKARASHI, 2007).

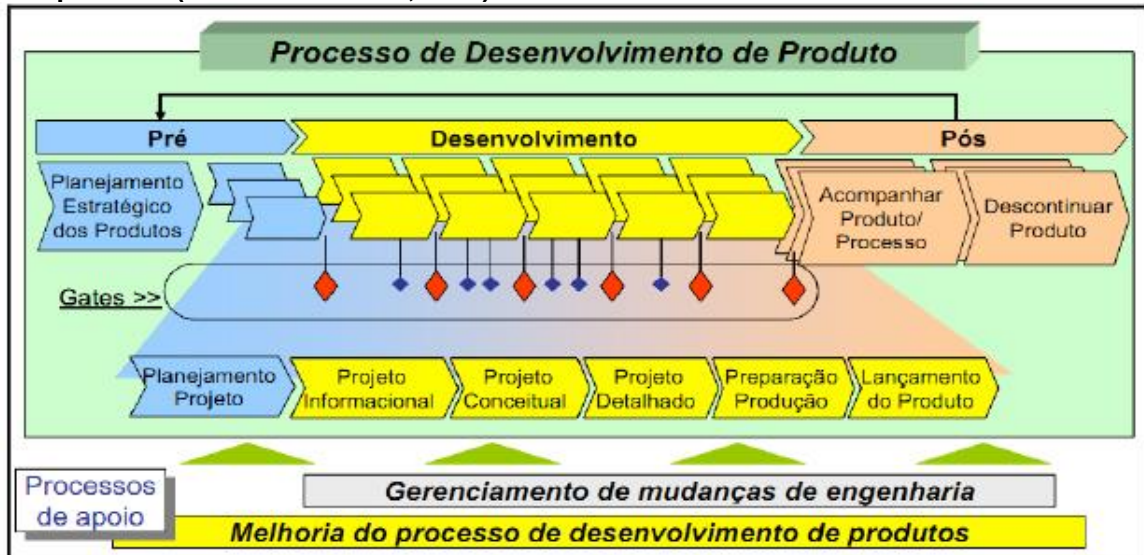
Neste trabalho a metodologia seguida, é uma adaptação da descrita por Rosenfeld et al (2006), que apresenta um modelo unificado de Projeto de Desenvolvimento de Produto (PDP)

### 2.5.1 Projeto de Unificado de Desenvolvimento de Produto (PDP)

O projeto de desenvolvimento de produto (PDP) pode ser entendido como um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo (ROSENFELD et al., 2006).

O modelo unificado de PDP apresentado por Rosenfeld et al. (2006), representado na Figura 2, divide o PDP projeto informacional, conceitual e detalhado.

Figura 2 - Modelo unificado de PDP.  
Adaptado de (ROZENFELD et al, 2006)



### 3 METODOLOGIA

Assim como já citado anteriormente esse trabalho foi feito em moldes do projeto unificado de desenvolvimento de produto, apresentado por Rozenfeld et al (2006).

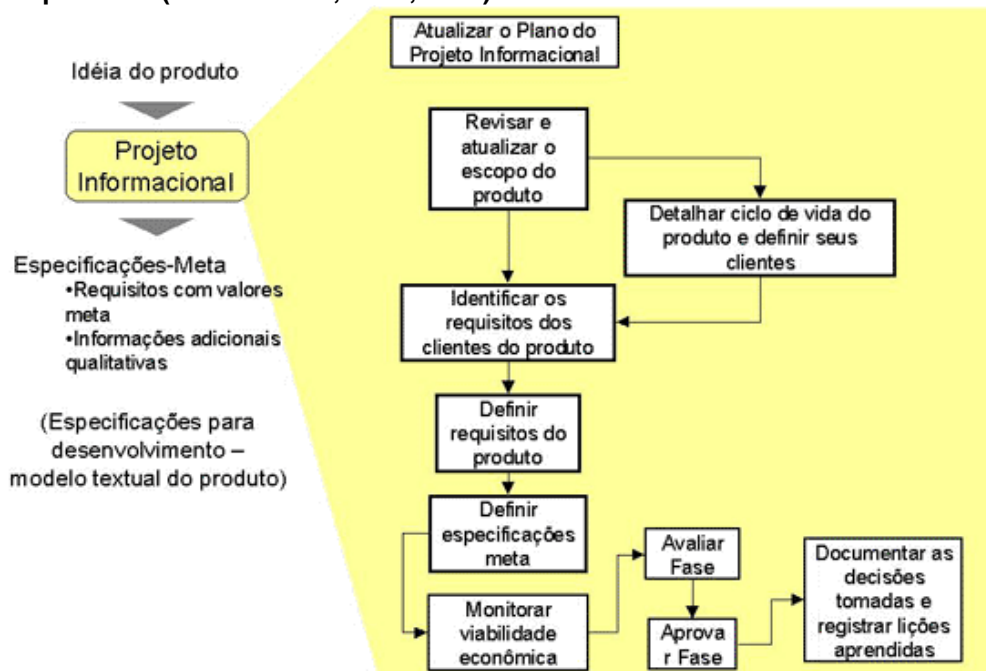
O PDP é dividido em projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. Neste trabalho as etapas realizadas foram as de projeto informacional e projeto conceitual. Após a apresentação das etapas, foi realizado uma representação em CAD 3d do produto.

#### 3.1 PROJETO INFORMACIONAL

Rozenfeld e outros (2006) dizem que o objetivo dessa fase é, a partir das informações levantadas no planejamento e em outras fontes, desenvolver um conjunto de informações, chamado de especificações-meta do produto.

O projeto informacional pode ser separado em atividades, conforme Figura 3.

**Figura 3 - Atividades do projeto informacional.**  
Adaptado de (ROZENFELD, et al., 2006)



Nesta etapa de desenvolvimento de produto foi realizado as etapas de definição do escopo do produto, identificação dos requisitos dos clientes, definição dos requisitos do produto e definição de especificações meta;

### 3.1.1 Definição do escopo do produto

Para Rozenfeld (2006) essa etapa tem como objetivo uma pesquisa sobre o produto, englobando normas, patentes e analisando produtos concorrente e similares. Nesta etapa de projeto todas a informações obtidas foram de grande importância, pois estas ajudaram a identificar necessidades e até mesmo requisitos do produto.

### 3.1.2 Identificação dos requisitos dos clientes

Essa etapa tem como objetivo buscar e levantar as necessidades dos clientes. Rozenfeld (2006). Neste trabalho estas foram obtidas através de entrevistas, medições e observações diretas, pesquisas em bibliografias e análise dos sistemas similares. De modo a identificar as principais necessidades que o produto deverá atender.

### 3.1.3 Definição dos requisitos do produto

Essa etapa tem como objetivo traduzir as informações levantadas na etapa anterior, que estão em forma qualitativa, em características técnicas de modo que os requisitos possam ser mensurados de alguma forma, tornando-se assim requisitos do produto (ROZENFELD,2006).

Sendo estas definições técnicas as primeiras decisões físicas sobre o produto.



Nesta tarefa os requisitos dos clientes foram hierarquizados com o auxílio de um diagrama de Mudge, que é uma ferramenta que possibilita a comparação entre requisitos, a fim de classifica-los por importância.

Após esta etapa, foi feita a aplicação da matriz da qualidade (QFD – Quality function deployment), ferramenta que auxilia no estabelecimento de relações entre as necessidades dos clientes e os requisitos de projeto, com o objetivo de valorar os requisitos de projeto (ROZENFELD, 2006)

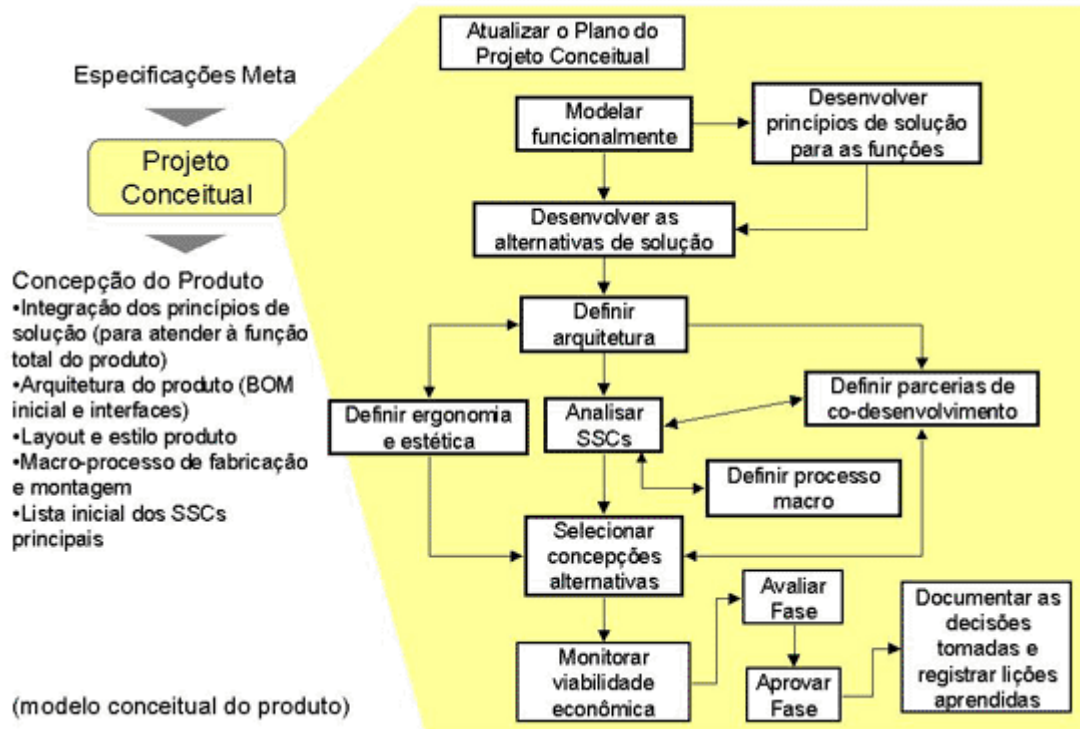
#### 3.1.4 Definição das especificações meta

Esta tarefa aplica o quadro de especificações aos requisitos de projeto e, assim, obtém-se as especificações meta.

### 3.2 PROJETO CONCEITUAL

O projeto conceitual, cria soluções de projeto a partir das especificações-meta do produto e seleciona a concepção do produto (Figura 4).

**Figura 4 - Atividades do projeto conceitual.  
Adaptado de (ROZENFELD, et al., 2006)**



Na fase do projeto conceitual foi abordado: modelagem funcional, desenvolvimento de princípios de solução para as funções, desenvolvimento das alternativas de solução e definição da arquitetura do produto.

### 3.2.1 Modelagem funcional

É a representação do produto por sistemas e funções. A modelagem funcional planifica o produto para melhor compreensão dos caminhos e alternativas de solução

### 3.2.2 Desenvolvimento das alternativas de solução

Nesta etapa foi feita a análise dos sistemas apresentados na modelagem funcional, procurando portadores de efeito físico para cada um dos sistemas.

Os portadores de efeito foram então combinados numa matriz morfológica a fim de se obter os conceitos. Estes então foram descritos enfatizando seus pontos fortes e fracos.

### 3.2.3 Definição da arquitetura do produto

Nesta etapa foi realizado a análise dos conceitos obtidos na etapa anterior, avaliando aspectos críticos, levantando observações sobre ergonomia e estética do produto.

Nesta etapa foi feita também a comparação entre os conceitos, e então definida a solução que mais se adequa a necessidade.

## 3.3 DESENVOLVIMENTO EM CAD 3D

Após escolhido o conceito, seus sistemas, subsistemas e componentes foram então modelados em software CAD, onde os componentes puderam ser interconectados, a fim de validar a construção do produto. Na ferramenta CAD também pode ser realizada a análise de movimentos da máquina. O modelo 3D foi renderizado e apresentado no trabalho. A modelagem foi feita de forma a representar o produto final.

## 3.4 FERRAMENTAS UTILIZADAS

### 3.4.1 Ferramentas computacionais

As seguintes ferramentas computacionais foram utilizadas durante a execução do trabalho.

#### 3.4.1.1 Ferramenta CAD 3D

A Ferramenta CAD (*Computer Assisted Design*) ou desenho assistido por computador, é amplamente utilizada nos dias de hoje, a ferramenta é indispensável no projeto de mecanismos e componentes mecânicos.

A ferramenta CAD 3D auxilia no modelamento dos componentes em 3 dimensões, tal como no arranjo físico da montagem dos mesmos, assim como também auxilia na simulação de movimentos do mecanismo.

#### 3.4.1.2 Planilhas eletrônicas

As planilhas eletrônicas auxiliam na confecção de listas e automação de processos de cálculos. É de grande importância na área de engenharia.

## 4 PROJETO INFORMACIONAL

### 4.1 DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PRODUTO

#### 4.1.1 Escopo do produto

O produto se define como um aparato que tem como objetivo a coleta de frangos em aviários. Sendo baseado em sistemas já existentes no mercado.

O produto tem enfoque para aviários da região sudoeste do Paraná podendo ser estendido a aviários em outras localidades, por meio de ajustes da máquina ou apenas a capacitação de pessoal para realização do trabalho.

#### 4.1.2 Aspectos legais e patentes

##### 4.1.2.1 Normas em vigor

O produto deve atender as normas trabalhistas e ser adequado ao trabalho, por isso deve atender à NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. NR 17 – Ergonomia e NR 31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura.

A NR 12 exige que todas partes moveis que possam ser entendidas como um risco ao trabalhador, devem ser cobertas e protegidas.

A NR 17 indica que a operação da máquina deve ser de pouco esforço e com todos os comandos próximos do operador. Evitando assim desgastes e lesões ao operador.

Já a NR31 dá diretrizes de equipamentos de segurança coletiva e individual para trabalhos onde é presente riscos químicos e biológicos provenientes de atividades agropecuárias.

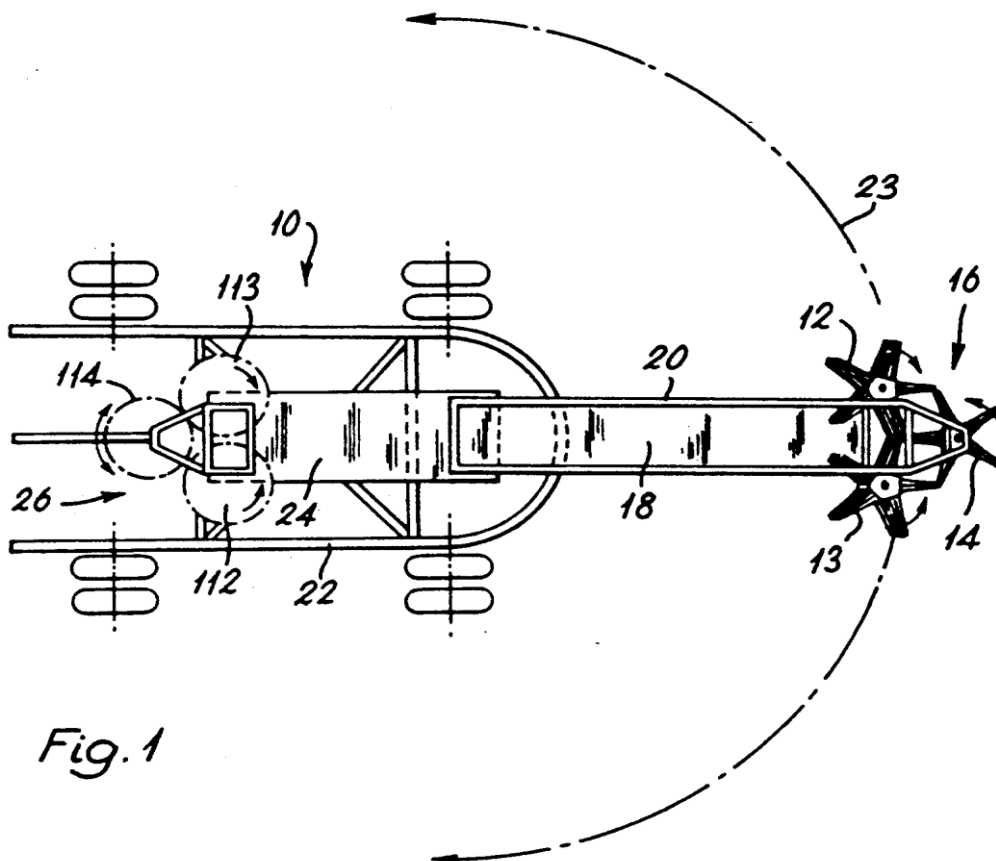
#### 4.2.2.2 Patentes

Buscando sobre os produtos já existentes, foram encontradas algumas patentes, referentes ao sistema da *Peer System*, o *Chicken Cat*. As patentes em questão são as seguintes: US4513689, US4900292 e US5259811.

As patentes fazem referência aos sistemas de captura de frangos, da questão de movimentação dos rolos com dedos de borracha e da movimentação do cabeçote como um todo.

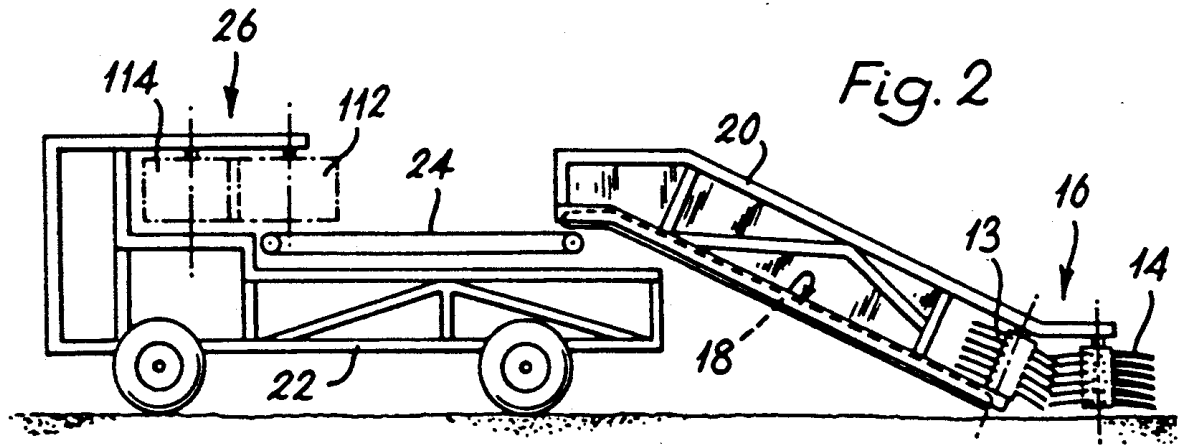
A patente US5259811 de nome *POULTRY HANDLING ASSEMBLY*, publicada por Paul S. Berry em 17 de outubro de 1991, faz referência a uma montagem que inclui um par de rotores arranjados lado a lado. Cada elemento inclui um núcleo onde são arranjados elementos guia. Em operação os elementos guia se encontram adjacentes aos elementos do outro rotor. Também em operação um terceiro rotor alterna sua rotação a fim de recolher ou aceitar as aves na montagem (Figura 5).

Figura 5 - Detalhes da patente US5259811.  
Fonte: Patente US5259811.



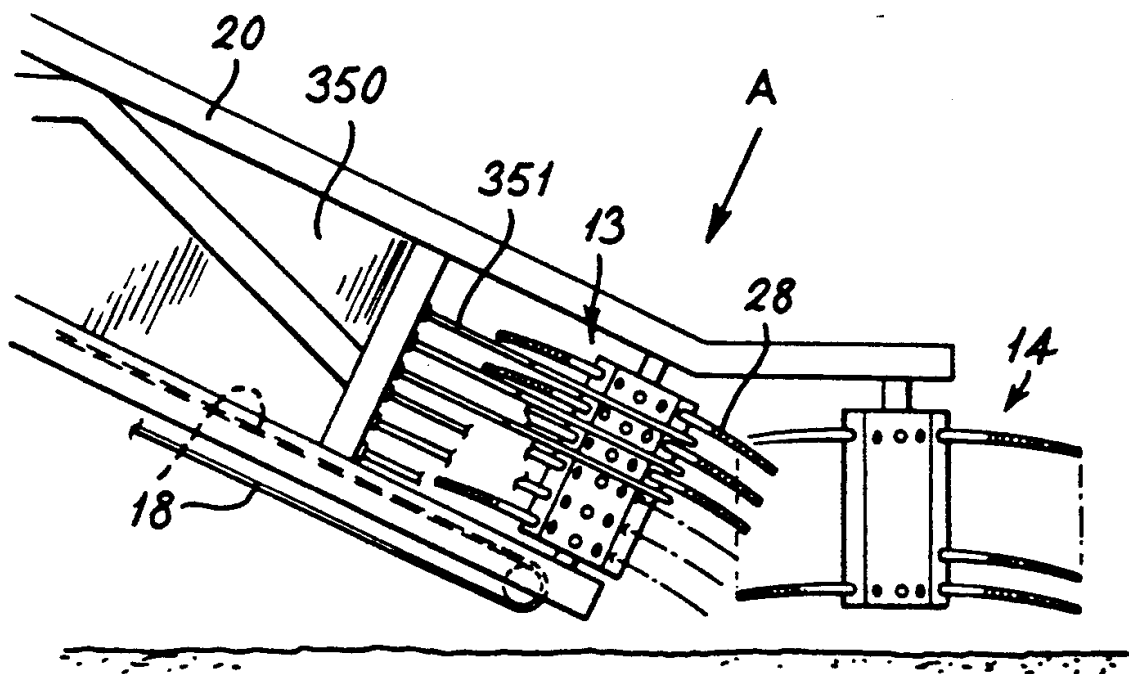
A Figura 6 mostra o desenho lateral do equipamento supracitado. Destacando sua montagem e componentes.

Figura 6 - Detalhe lateral da máquina.  
Fonte: Patente US5259811.



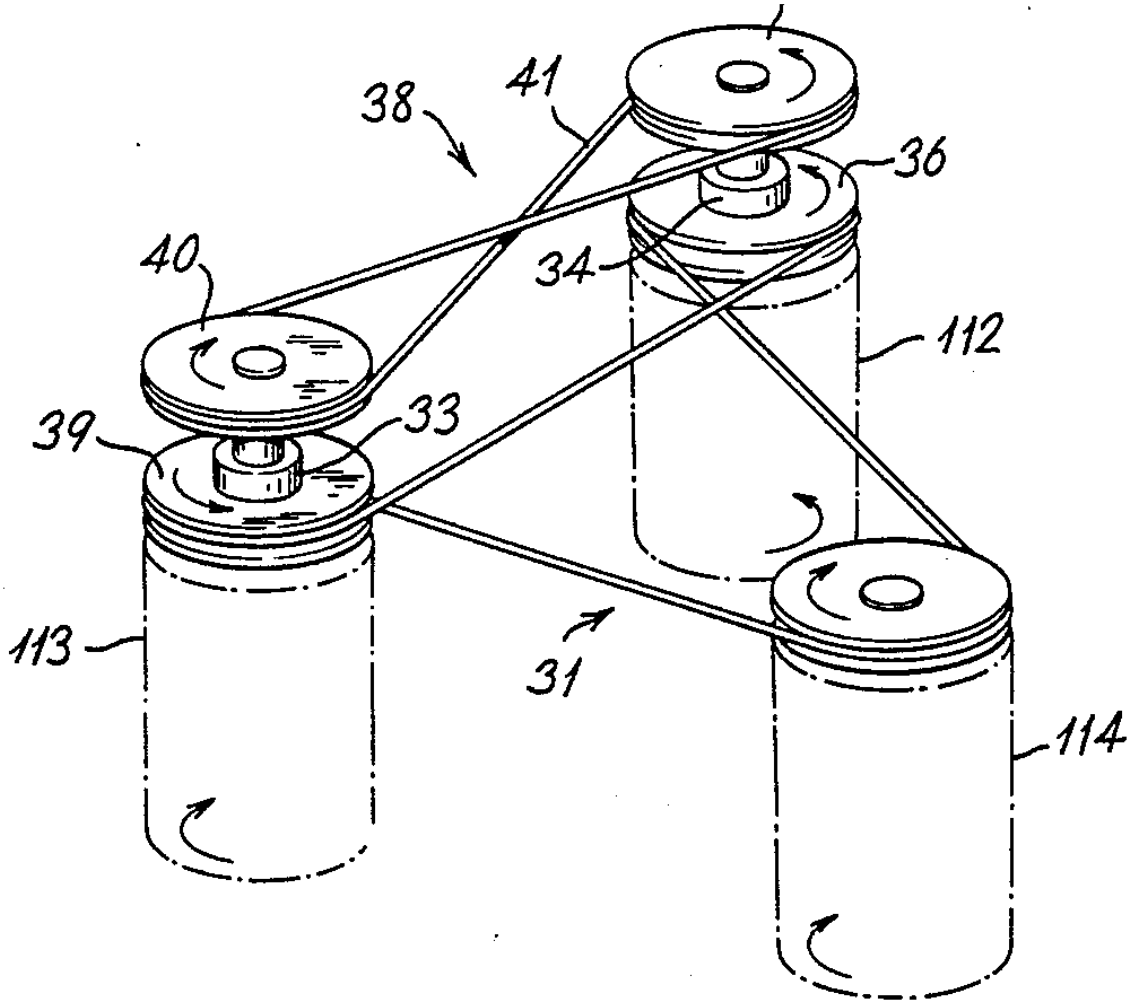
Abaixo temos o detalhe do cabeçote de coleta, mostrando a esteira principal os rotores e os dedos emborrachados. (Figura 7).

Figura 7 - Detalhe do cabeçote de coleta.  
Fonte: Patente US5259811.



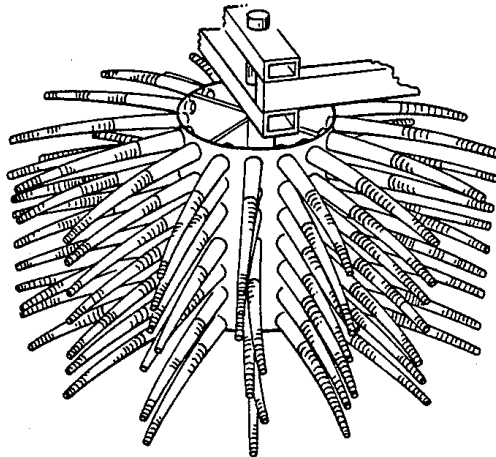
A patente de número US4900292, publicada em 13 de fevereiro de 1990 apresenta uma montagem do funcionamento dos rotores utilizando de correias e polias, na Figura 8 observa-se o funcionamento.

Figura 8 - Detalhe do funcionamento dos rotores.  
 Fonte: Patente US4900292



A Figura 9 mostra os detalhes do rotor com seus dedos emborrachados.

Figura 9 - Detalhe do rotor.  
 Fonte: Patente US4900292





#### 4.1.3 Produtos concorrentes e similares

A empresa de prestação de serviços Seguridade, de Joinville – SC, presta o serviço de colheita mecanizada, a empresa importa o produto de apanha *Chicken Cat*, representado na Figura 10, de empresa dinamarquesa de mesmo nome, e\* sistema de transporte fabricado pela *Peer System*, empresa holandesa que presta o mesmo serviço.

**Figura 10 - Chicken Cat.**  
**Fonte: chickencat.eu**



A máquina *Chicken Cat* é movida por motor diesel de 3 cilindros, com 43hp de potência, direção controlada por controle remoto, sistema hidráulico *Sauer-Danfoss*, tem como alcance um raio de 24m a partir do centro da máquina, e tem peso aproximado de 2,6ton.

O funcionamento da máquina *Chicken Cat* parte do princípio de puxar os frangos por meio de dedos de borracha em rolos na extremidade do braço de transporte. O movimento de rotação dos rolos, puxam as aves por meio dos dedos e posicionam as mesmas em uma esteira no centro do braço, esteira essa que assim como o braço tem comprimento variado.

As aves na esteira passam por um processo de pesagem eletrônica e são direcionadas para a saída onde são dispostas em caixas para transporte.

O sistema pode coletar até 9000 aves por hora e necessita de uma equipe de quatro operadores, sendo um para controle da direção do braço que realiza a pega, dois para direcionar as aves em caixas e um para afastar as aves de locais

inacessíveis, tal como cantos do aviário. A máquina também dispõe de sistema de pesagem automatizada das aves. (PEER SYSTEM)

Outra empresa que dispõe de sistemas de pega de aves é a CMC Industries, que disponibiliza da máquina de coleta, *Apollo Generation 2* (Figura 11), que opera pelo princípio de funcionamento de movimentação das aves por esteiras.

A máquina *Apollo Generation 2* utiliza um sistema hidráulico para movimentação e operação, movido por um motor diesel de 48hp.

O sistema hidráulico utiliza de uma dupla bomba hidrostática e motores hidráulicos a pistão de dupla velocidade para operações.

O sistema tem produtividade de até 12000 aves/hora, totalizando até 36ton/hora e necessita de uma equipe de quatro operadores, sendo um para controle da direção da máquina, dois para direcionar as aves em caixas e um para afastar as aves de locais inacessíveis, tal como cantos do aviário. A máquina também dispõe de sistema de pesagem automatizada das aves. (CMC INDUSTRIES, 2013)

**Figura 11 - Apollo Generation 2.**  
**Fonte: CMC Industries**



#### 4.1.4 Ciclo de vida do produto

O ciclo de vida do produto parte da sua concepção e termina no seu descarte, o ciclo de vida foi separado por etapas:

- Projeto
- Fabricação
- Montagem
- Transporte
- Operação

- Manutenção
- Descarte

Durante o desenvolvimento o descarte não foi considerado durante as entrevistas com os clientes.

## 4.2 DEFINIÇÃO DOS USUÁRIOS DO PRODUTO

Os usuários do produto se caracterizam como sendo empresas de abate de aves, cooperativas do ramo e granjas de médio e grande porte. Ou seja, o produto é voltado para o uso em diversas casas aviárias, por isso deve atender requisitos de aspecto das mesmas.

## 4.3 REQUISITOS DOS USUÁRIOS

Para a determinação das necessidades dos clientes de uma forma que atenda as expectativas foram feitas entrevistas com um representante de uma empresa de abate de aves, um avicultor, um representante de uma empresa fabricante de equipamentos para abate e pré-abate de aves e um representante de uma empresa especializada no pré-abate de aves.

Com as informações levantadas chegou-se nas seguintes necessidades, conforme etapas do ciclo de vida, demonstradas no quadro abaixo (Quadro 2).

**Quadro 1 - Necessidades dos Clientes.**

Fonte: O Autor

Necessidades dos Clientes	
Projeto	Realizar um projeto que venha a atender as necessidades da tarefa, projeto simples e de custo reduzido que não necessite de peças ou ferramentas de difícil acesso, deve ser levado em consideração o tempo de vida do equipamento, levando em conta o ambiente corrosivo. Deve-se também usar materiais, ferramentas e peças disponíveis no mercado nacional.
Fabricação	Peças em sua maioria usinadas ou fabricadas a partir de soldagem, procurar evitar peças fundidas. Uso de materiais comuns no mercado. Evitar submontagens muito complexas ou com muitas peças pequenas.
Transporte	Equipamento de massa reduzida, com dimensões compatíveis com uma prancha para transporte facilitado. Deve-se levar em consideração tempo de montagem e desmontagem reduzido para não comprometimento da operação como um todo
Operação	Ser um equipamento simples e de fácil entendimento, que garanta a segurança do operador, seja capaz de manter elevada produtividade e com baixo custo de operação. Deve ser capaz de acelerar o processo de pré-abate garantindo o bem-estar animal. Deve ser capaz de adentrar nos aviários e realizar manobras
Manutenção	Equipamento deve ser construído com peças que possam ser facilmente substituídas, deve ter fácil acesso a componentes e partes que necessitem lubrificação

A etapa seguinte de desenvolvimento é a tradução das necessidades em requisitos, tornando-as mais mensuráveis para o desenvolvimento.

A análise das necessidades dos clientes gera a lista de requisitos dos clientes e é expressa no quadro abaixo (Quadro 3).

**Quadro 2 - Requisitos dos clientes.**

Fonte: O Autor

	Requisitos dos Clientes
Projeto	Simples
	Robusto
	Levar em conta corrosão
Fabricação	Fácil Fabricação e montagem
	Peças usinadas ou soldadas
	Baixo custo
	Materiais comuns no mercado nacional
	evitar complexidade desnecessária
Transporte	Peso reduzido
	Tamanho compatível para transporte
	Ser facilmente "desmontado" e "montado"
Operação	Fácil Operação
	Garantir Segurança
	Garantir Produtividade elevada
	Custo de operação reduzido
Manutenção	Escotilhas para acesso de componentes
	fácil acesso
	lubrificação facilitada
	Robustez
	Fácil limpeza

No quadro 3 observa-se os requisitos dos clientes quanto as diferentes etapas do ciclo de vida do produto. As necessidades foram convertidas em requisitos, tangíveis e possíveis de serem obtidos durante a execução do projeto.

#### 4.3.1 Hierarquizar os requisitos dos clientes

A fim de classificar e hierarquizar os requisitos dos clientes foi utilizado o diagrama de Mudge (Figura 12). O diagrama permite a comparação entre requisitos dos clientes, desta forma fica mais evidente qual requisito é mais importante. O resultado da análise é uma classificação de importância, que com a qual, é atribuído um valor para cada requisito seguindo a regra:

- 5 pontos para os quatro primeiros requisitos;
- 4 pontos para os quatro requisitos seguintes;
- 3 pontos para os quatro seguintes;
- 2 pontos para os quatro seguintes; e
- 3 pontos para os 3 últimos

**Figura 12 - Diagrama de Mudge.**

Fonte: O Autor

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Soma	%	Importância	VC
1	1C	3C	1C	5B	6B	7C	8B	1C	10B	11B	12B	13C	14A	15B	1B	17B	1B	1A	11	3,50%	12	3
	2	3C	0	2C	6B	7C	8C	9C	0	0	12B	13C	14A	15B	2B	17C	2B	2B	7	2,23%	14	2
		3	3B	3B	6B	3C	3C	3C	3C	3C	12B	13C	14A	15A	3C	17C	3C	3B	17	5,41%	7	4
			4	0	6B	7C	8B	4C	4C	11B	0	13B	14A	15B	4C	17C	4C	4B	4	1,27%	16	2
1	2			5	6B	7C	8B	5B	5C	5B	12C	13B	14B	15B	16B	17B	18C	5A	15	4,78%	8	4
2					6	6C	8B	6B	6C	6B	12C	13C	14B	15C	16C	17C	6C	6B	15	4,78%	8	3
3						7	8B	7C	7C	7B	7C	13C	14B	15B	16C	17B	7B	7A	18	5,73%	6	4
4							8	8B	8B	8B	12C	13C	14C	15C	8B	17A	8C	8A	28	8,92%	3	5
5								9	9C	9C	12C	13B	14A	15B	16C	17B	18C	19C	2	0,64%	17	1
6									10	10A	10B	13C	14C	10C	10B	17A	18B	10B	15	4,78%	8	3
7										11	12C	13C	15B	15C	16C	17A	18B	19C	0	0,00%	19	1
8											12	13C	14C	15C	12B	17C	18C	12C	15	4,78%	8	3
9												13	14C	13C	13C	0	13B	13A	23	7,32%	5	4
10													14	14C	14C	0	14B	14A	53	16,88%	1	5
11														15	15C	17B	18C	15B	27	8,60%	4	5
12															16	17B	16C	16C	6	1,91%	15	2
13																17	17B	17A	46	14,65%	2	5
14																	18	18B	11	3,50%	12	2
15																		19	1	0,32%	18	1
16																		Total	314	100%		
17																						
18																						
19																						

A	5	Muito importante
B	3	Mediamente mais import
C	1	Pouco Importante
	0	Igualmente Importante

#### 4.4 REQUISITOS DO PRODUTO

As necessidades dos clientes foram convertidas em requisitos, ainda assim estes estão em uma forma abstrata, ainda não sendo possível mensurá-los, para isso se torna fundamental a criação de requisitos do produto, onde os requisitos dos clientes são convertidos em atributos para o projeto, sendo estes mostrados no quadro abaixo (Quadro 4).

**Quadro 3 - Requisitos do produto.**

**Fonte: O Autor**

Requisitos do Produto	
Funcionais	Velocidade de deslocamento
	Comandos Simples
	Iluminação azul ou esverdeada
Produtivos	Produtividade
	Largura da esteira
	Velocidade da esteira
Ergonomicos	Pouco esforço
Economicos	Custo de Fabricação
	Custo de Transporte
	Custo de Operação
	Custo de Manutenção
Segurança	Proteção das partes moveis
	Bem estar animal
	Parada de emergencia
Legais	Respeitar NR-12
	Respeitar NR-17
	Respeitar NR-31
Confiabilidade	Suportar longos ciclos de trabalho
	Resistencia a corrosão
Mantenabilidade	Manutenção Facilitada
	Longo tempo de vida
Forma	Dimensões adequadas
	Arredondamento de cantos vivos
	Forma simples, sem reentrancias
Mateirais	Materiais usuais

Os requisitos do produto foram comparados posteriormente com os requisitos dos clientes.

### 4.4.1 Análise, Classificação e Hierarquização dos Requisitos do Produto

Tendo em mãos os requisitos dos clientes com seus respectivos valores obtidos no diagrama de Mudge, os requisitos de produto são então comparados aos de clientes através da matriz de QFD, onde os valores são atribuídos da seguinte forma:

- 0 – Não faz relação
- 1 – Faz pouca relação
- 3 – Relação intermediária
- 9 – Relação forte

Estes valores são multiplicados pelo peso de cada requisito do cliente, resultando na matriz apresentada na Figura 13. O resultado da matriz QFD é uma classificação dos requisitos de projeto, demonstrando a importância de cada requisito.

**Figura 13 - Matriz de QFD.**  
**Fonte: O Autor**

Requisitos do Produto \ Requisitos do Usuário		Pesos																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	Velocidade de deslocamento	3	0	27	0	3	3	3	9	27	9	9	9	9	3	0	3	3	3	0	0	9	0	0	27	27	27
	Comandos Simples	2	0	0	0	6	0	2	2	6	0	0	6	6	2	0	6	0	0	18	18	6	18	0	6	6	6
	Iluminação axial ou esverdeada	4	0	0	0	12	0	0	0	12	0	0	36	36	4	4	36	0	0	36	36	12	36	0	4	12	36
	Produtividade	2	0	2	2	2	6	6	0	18	0	2	6	6	0	0	6	2	0	2	2	6	2	18	2	18	18
	Largura da esteira	4	0	4	4	4	12	12	0	36	0	4	12	12	0	0	12	4	0	4	4	12	4	36	4	36	36
	Velocidade da esteira	3	0	9	9	27	9	9	0	27	27	0	0	0	0	0	0	0	9	9	27	27	9	0	3	27	27
	Pouco esforço	4	0	0	0	12	12	0	0	36	12	4	36	0	0	12	4	0	0	4	12	36	4	0	0	4	36
	Custo de Fabricação	5	0	15	0	15	5	5	5	45	15	15	45	45	5	15	15	15	15	0	5	45	5	45	45	45	15
	Custo de Transporte	1	3	0	0	3	0	0	3	9	9	3	3	1	1	0	0	0	0	3	1	3	0	9	1	3	9
	Custo de Operação	3	3	0	0	3	27	0	0	9	27	3	3	9	0	3	3	3	0	0	0	3	0	27	27	27	0
	Custo de Manutenção	1	3	1	0	9	0	0	9	9	9	9	9	9	0	0	3	3	0	3	3	9	1	9	3	9	3
	Proteção das partes móveis	3	9	27	3	9	9	9	27	0	0	27	0	9	3	9	9	27	0	9	0	9	9	9	0	9	0
	Bem estar animal	4	12	12	4	4	0	12	12	4	4	36	12	36	36	36	36	36	36	36	36	12	36	12	36	4	4
	Parada de emergência	5	45	45	45	45	45	45	15	5	15	45	15	5	45	0	15	15	15	45	45	45	45	45	45	45	0
	Respeitar NR-12	5	15	45	0	15	0	0	45	0	5	45	15	0	15	15	15	15	15	15	5	45	15	0	0	0	15
	Respeitar NR-17	2	6	6	0	0	6	0	6	18	18	6	6	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	18	6	18	6
	Respeitar NR-31	5	45	0	45	45	45	45	15	15	45	15	0	45	45	15	0	0	45	15	45	5	15	45	45	45	45
	Parada de emergência	2	0	2	0	0	6	0	18	0	0	6	18	6	0	0	18	18	18	6	18	18	18	18	18	18	18
	Resistência a corrosão	1	0	3	0	9	9	0	9	0	0	9	9	9	3	3	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9
	Manutenção Facilitada																										
	Longo tempo de vida																										
	Dimensões adequadas																										
	Arredondamento de cantos vivos																										
	Forma simples, sem reentrâncias																										
	Materiais usuais																										
	Fácil limpeza	1	0	3	0	9	9	0	9	0	0	9	9	9	3	3	9	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9
Importância Técnica	Absoluto	141	195	112	214	185	148	166	276	195	256	258	234	159	109	181	141	147	211	245	308	241	300	269	329	301	
	Relativo	2,6	3,7	2,1	4,0	3,5	2,8	3,1	5,2	3,7	4,8	4,8	4,4	3,0	2,0	3,4	2,6	2,8	4,0	4,6	5,8	4,5	5,6	5,1	6,2	5,7	
	Importância	22	14	24	12	16	20	18	5	14	8	7	11	19	25	17	22	21	13	9	2	10	4	6	1	3	



A partir da matriz QFD, obtemos a seguinte classificação (Quadro 5).

**Quadro 4 – Classificação dos requisitos do produto.**

Fonte: O autor

Classificação dos requisitos do produto	
Requisito	Importância
Forma simples, sem reentrâncias	1
Manutenção Facilitada	2
Materiais usuais	3
Dimensões adequadas	4
Custo de Fabricação	5
Arredondamento de cantos vivos	6
Custo de Manutenção	7
Custo de Operação	8
Resistencia a corrosão	9
Longo tempo de vida	10
Proteção das partes moveis	11
Produtividade	12
Suportar longos ciclos de trabalho	13
Comandos Simples	14
Custo de Transporte	14
Largura da esteira	16
Respeitar NR-12	17
Pouco esforço	18
Bem estar animal	19
Velocidade da esteira	20
Respeitar NR-31	21
Velocidade de deslocamento	22
Respeitar NR-17	22
Iluminação azul ou esverdeada	24
Parada de emergência	25

#### 4.5 ESPECIFICAÇÕES META

Tendo a lista de requisitos do produto, é possível criar a lista de especificações meta.

As especificações foram determinadas a partir da produtividade das maquinas concorrente – entre 9000 aves/hora a 12000 aves/hora e da largura máxima de 5m tendo em vista que, a grande maioria dos aviários da região tem pilares de sustentação central.

As velocidades de deslocamento em utilização e manobra foram estimadas a partir dos equipamentos concorrentes.

A largura da esteira e velocidade da mesma foram estimadas a partir de itens comerciais e de uma densidade de aves na esteira de 35 a 50 aves/m<sup>2</sup>, assegurando assim a produtividade e o bem-estar animal. A velocidade então foi calculada por:

$$V_{esteira} = \frac{\text{Produtividade} \cdot \text{densidade de aves na esteira}}{\text{Largura}}$$

Utilizando os valores máximos e mínimos de cada uma das variáveis, chegou-se ao valor mínimo de 4.77m/min e máximo de 10.5m/min. Portanto adotou-se a faixa de valores de 5 a 9m/min.

O valor de peso da máquina foi estipulado em relação a produtos concorrentes.

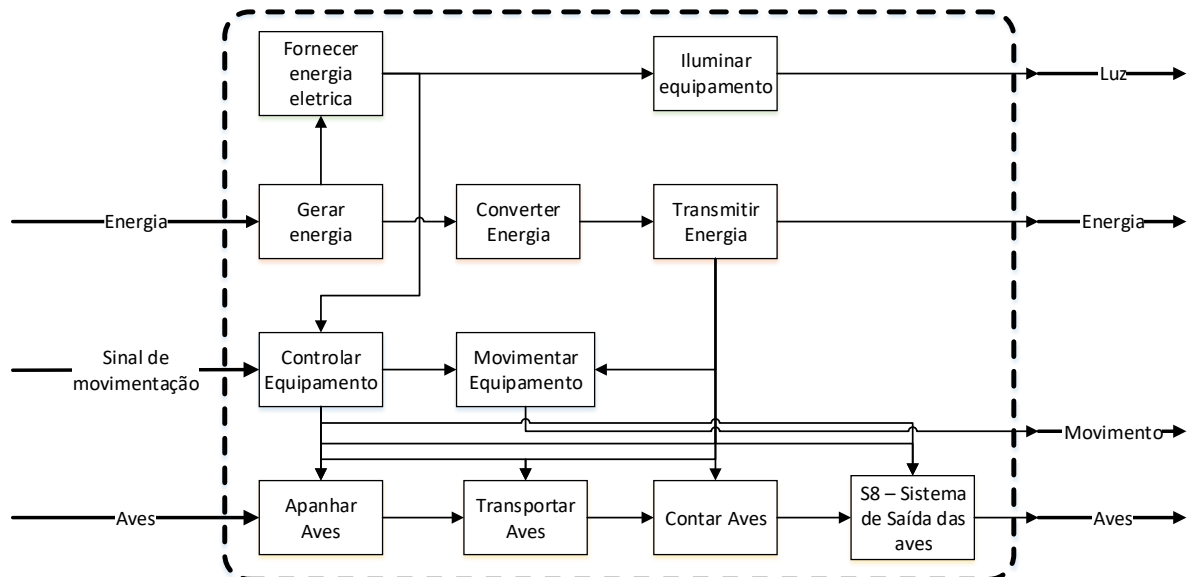
- Produtividade: 9000 a 13000 aves/hora
- Dimensões máximas: 6m x 7m x 2,5m;
- Velocidade de deslocamento: 3 a 60m/min;
- Velocidade de deslocamento em serviço: 0,75 a 2m/min
- Largura da esteira: 0,6 a 1,5m
- Velocidade da esteira: de 5 a 9m/min
- Peso: abaixo de 5ton
- Sistema de segurança;
- Comando com botões ilustrativos e ao alcance do operador
- Iluminação azul ou esverdeada;
- Proteção das partes moveis;
- Placas e adesivos de atenção;
- Materiais ou revestimento compatível com o ambiente corrosivo;
- Minimização de custos;
- Arredondamento de cantos;
- Respeitar normas de segurança;
- Assegurar bem-estar animal

## 5 PROJETO CONCEITUAL

### 5.1 MODELAMENTO FUNCIONAL DO PRODUTO

A modelagem funcional proporciona uma visão mais expandida do produto e separa o mesmo em pequenas partes, o que torna mais fácil e simples a avaliação das alternativas e caminhos. A Figura 14 mostra a modelagem funcional do produto.

**Figura 14 - Modelagem Funcional.**  
Fonte: O Autor



A partir da modelagem funcional temos o produto dividido em onze ações, para cada foi ligado uma alternativa de solução, que quando combinadas, gerou os conceitos, que foram explorados mais à frente no trabalho.

### 5.2 DESENVOLVIMENTO DE PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO

Será utilizado no presente item em estudo o método sistemático morfológico. Logo, uma pesquisa avaliando diferentes combinações de elementos

e/ou parâmetros será implementada com o objetivo de encontrar a melhor solução para o problema em foco.

O método morfológico visa analisar os componentes que desempenham cada uma das funções singulares do produto e possui, em essência, três etapas básicas: análise, combinação e busca morfológica. A etapa de análise ocorre pela listagem das funções do produto e possíveis soluções, respectivamente. Na etapa de combinação serão enumeradas opções para diferentes versões do produto e, em seguida, serão escolhidas as funções prioritárias. Por fim, a etapa de busca morfológica consiste em determinar a opção mais viável e com maior chance de acerto com base nos requisitos previamente valorados do produto.

### 5.2.1 Sistemas

O produto é dividido em 11 ações como pode ser visto na Figura 13, cada ação é responsável por uma função física do produto, logo cada ação é vinculada com um conjunto de portadores de efeito.

- A1 – Fonte de potência;
- A2 – Conversão de energia;
- A3 – Transmissão de energia e potência;
- A4 – Sistema de movimentação;
- A5 – Apanha de aves;
- A6 – Sistema de transporte de aves;
- A7 – Sistema de contagem;
- A8 – sistema de saída e contagem das aves;
- A9 – Sistema suplementar de energia;
- A10 – Sistema de iluminação;
- A11 – Sistema de controle.

### 5.2.2 Portadores de efeito

Para cada ação supracitada existem um ou mais portador de efeito físico (PEF).

- A1 – Fonte de potência;
  - PEF 1 – Motor elétrico;
  - PEF 2 - Motor a combustão;
- A2 – Conversão de energia;
  - PEF 1 – Bomba Hidráulica;
  - PEF 2 – Redutor de velocidade;
- A3 – Transmissão de energia e potência;
  - PEF 1 – Sistema Hidráulico;
  - PEF 2 – Elementos mecânicos;
- A4 – Sistema de Movimentação;
  - PEF 1 – Rodas;
  - PEF 2 – Esteira;
- A5 – Apanha de aves;
  - PEF 1 – Esteiras inclinadas;
  - PEF 2 – Rolos como dedos de borracha;
- A6 – Sistema de transporte de massa;
  - PEF 1 – Correia transportadora;
- A7 – Sistema de contagem das aves;
  - PEF 1 – Balança;
  - PEF 2 - Sensor luminoso / ultrassônico para contagem;
  - PEF 3 - Catraca com contador;
- A8 – Sistema de saída das aves;
  - PEF 1 – Automatizado;
  - PEF 2 – Operado manualmente;
- A9 – Sistema Suplementar de Energia;
  - PEF 1 – Gerador CA – Ponte retificadora – Baterias;
  - PEF 2 – Ponte retificadora – Baterias para armazenamento;
- A10 – Sistema de Iluminação;
  - PEF 1 – Luzes CC;

- A11 – Sistema de controle;
  - PEF 1 - Controle no equipamento;
  - PEF 2 - Controle externo.

### 5.3 DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO PARA O PRODUTO

A fim de elaborar as alternativas para o produto final é necessário combinar os princípios de solução individuais de cada sistema. Isso se dá através da matriz morfológica. As alternativas de solução são apresentadas abaixo no Quadro 6.

**Quadro 5 - Matriz morfológica**

Fonte: O autor

	Nome do Sistema	Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3	Conceito 4
S1	Fonte de Potência	Motor a combustão	Motores Elétricos	Motores Elétricos	Motor a combustão
S2	Conversão de energia	Bomba Hidráulica	Redutor de torque	Redutor de Torque	Bomba Hidráulica
S3	Transmissão de energia e potência	Sistema Hidráulico	Componentes Mecânicos	Componentes Mecânicos	Sistema Hidráulico
S4	Sistema de	Rodas	Esteiras	Esteiras	Rodas
S5	Apanha de aves	Esteiras	Dedos	Esteiras	Dedos
S6	Sistema de Transporte de massa	Correia Transportadora	Correia Transportadora	Correia Transportadora	Correia Transportadora
S7	Sistema de contagem de aves	Balança	Sensor Luminoso	Sensor Luminoso	Balança
S8	Sistema de saída de aves	Saída Não Direcionada	Saída Direcionada	Saída Direcionada	Saída Não Direcionada
S9	Sistema suplementar de energia	Gerador CA - Ponte retificadora e Bateria	Ponte retificadora e baterias para armazenamento	Ponte retificadora e baterias para armazenamento	Gerador CA - Ponte retificadora e Bateria
S10	Sistema de iluminação	Luzes CC	Luzes CC	Luzes CC	Luzes CC
S11	Sistema de controle	Controle no equipamento	Controle no equipamento	Controle no equipamento	Controle Externo

### 5.3.1 Primeiro conceito

O primeiro conceito apresenta uma arquitetura baseada em um sistema hidráulico centralizado, movido por um motor a combustão interna. O uso de um sistema hidráulico é uma alternativa mais compacta e centraliza a manutenção do equipamento. Entretanto um sistema hidráulico é conhecido por ser de elevado custo. O uso do motor a diesel é uma solução encontrada para aviários que se encontram mais afastados da cidade, no interior, onde a rede elétrica normalmente não pode suportar elevadas potências.

A movimentação do sistema se dá com o uso de rodas, que são de baixo custo e simples construção, facilitando a manutenção da máquina, porém, por apresentarem uma área de contato com o solo baixa, as mesmas podem causar compactação do solo da cama aviária.

Para sistemas que utilizam energia elétrica, um alternador juntamente com uma fonte corrente contínua (CC), convertem a potência do motor a combustão para energia útil para sistemas de controle, iluminação e armazena a energia excedente em baterias para uso posterior.

O sistema de coleta de aves se assemelha ao sistema já citado da *Apollo gen 2*, que utiliza de esteiras para elevar as aves do plano da casa aviária a uma correia transportadora que direciona as aves para a esteira principal. O sistema por esteiras apresenta uma maior produtividade em comparação com o sistema de dedos emborrachados, o mesmo também apresenta vantagens quanto ao bem-estar animal, por apresentar movimentos mais suaves e contínuos, e não apresentar impactos contra os animais. No sistema de contagem, uma balança registra o peso das aves e armazena o acumulado até o término do serviço. Após a balança as aves são direcionadas a parte posterior da máquina onde serão aninhadas em caixas para o transporte. Nesse conceito o controle da máquina se dá no equipamento, ou seja, será necessária uma cabine para o operador.

### 5.3.2 Segundo conceito

O segundo conceito apresenta a arquitetura descentralizada baseada em motores elétricos e transmissão de energia via componentes mecânicos. Separar a fonte de potência em motores elétricos onde o movimento é requerido e transmitir o mesmo por componentes mecânicos, se faz uma alternativa mais limpa em relação ao motor diesel, entretanto, o consumo de energia elétrica é um limitante, tendo em vista a capacidade do sistema elétrico nas zonas rurais. O sistema descentralizado também apresenta uma manutenção mais trabalhosa, tendo em vista o maior número de fontes de potência e de componentes mecânicos em movimento

A movimentação nesse caso se dá por esteiras, o que dá direção ao sistema é a diferença de velocidades entre as esteiras. O uso de esteiras para movimentação tem a vantagem da não compactação do solo da cama aviária, entretanto, esse sistema apresenta um valor mais elevado e uma construção e manutenção mais complicadas.

Uma fonte CC converte a energia da rede elétrica em energia compatível para alimentação do sistema de controle e sensores. A energia é também armazenada em baterias para uso em casos de emergência.

O conceito direciona as aves para uma esteira principal por meio de rotores e dedos de matéria flexível, conforme sistema já citado, *Chicken Cat*. Os dedos de borracha apresentam um mecanismo mais compacto, leve e conseqüentemente de mais fácil transporte. Entretanto o bem-estar animal e a produtividade acabam sendo comprometidos.

Na esteira as aves são contadas por meio de um dispositivo com sensores eletrônicos luminosos. Dispositivo este, mais barato e de mais simples fabricação que a balança citada anteriormente.

As aves então são direcionadas a caixas para aninhamento e transporte. O controle do mecanismo, como no conceito anterior, se dá no próprio equipamento, o operador fica no mecanismo.



### 5.3.3 Terceiro conceito

O terceiro conceito apresenta uma arquitetura semelhante ao primeiro conceito no que se diz a captura das aves, entretanto o mesmo se utiliza de uma arquitetura descentralizada, com transição por meio de elementos mecânicos. Esse sistema apresenta as vantagens já citadas do uso de esteiras para captura, dos motores elétricos e do uso de esteiras para movimentação, entretanto, apresenta também os ônus do uso dos mesmos.

Para sistemas que utilizam energia elétrica, uma fonte CC converte a energia da rede elétrica em energia compatível para alimentação do sistema de controle e sensores. A energia é também armazenada em baterias para uso em casos de emergência.

A contagem das aves se dá por um sistema de sensores luminosos.

### 5.3.4 Quarto conceito

O quarto conceito apresenta a arquitetura centralizada, com potência fornecida por um motor diesel e transmitida por um sistema hidráulico.

A movimentação do sistema é feita por meio de rodas e o sistema de contagem e pesagem de aves é gerido por uma balança, assim como no primeiro conceito.

Um alternador e uma fonte CC convertem a energia para sistemas tal como iluminação sistemas de controle. A energia é também armazenada em baterias para uso em casos de emergência.

O conceito direciona as aves para uma esteira principal por meio de rotores e dedos de matéria flexível, conforme sistema já citado, *Chicken Cat*.

As aves então são direcionadas a caixas para aninhamento e transporte. O controle do mecanismo, como no conceito anterior, se dá no próprio equipamento, o operador fica no mecanismo.

## 5.4 DEFINIÇÃO DA ARQUITETURA

A arquitetura dos conceitos é então subdividida em seus sistemas, subsistemas e componentes.

### 5.4.1 Sistemas, subsistemas e componentes

Os sistemas do mecanismo são formados por subsistemas e estes, por componentes. Os conceitos apresentados acima são então representados por subsistemas e componentes, conforme Quadro 7 abaixo:

**Quadro 6- Apresentação dos sistemas e componentes.**

Fonte: O Autor

Conceito 1		Conceito 2		Conceito 3		Conceito 4	
0.0	Estrutura Geral da Máquina	0.0	Estrutura Geral da Máquina	0.0	Estrutura Geral da Máquina	0.0	Estrutura Geral da Máquina
Sistema 1 Geração de energia		Sistema 1 Geração de energia		Sistema 1 Geração de energia		Sistema 1 Geração de energia	
1.0	Motor	1.0.	Motor	1.0	Motor	1.0.	Motor
	1.1 Motor		1.1 Motor		1.1 Motor		1.1 Motor
	1.2 Acoplamento		1.2 Acoplamento		1.2 Acoplamento		1.2 Acoplamento
	Fixação		Fixação		Fixação		Fixação
	1.3 Suportes		1.3 Suportes		1.3 Suportes		1.3 Suportes
Sistema 2 Conversão de energia		Sistema 2 Conversão de energia		Sistema 2 Conversão de energia		Sistema 2 Conversão de energia	
2.0	Unidade Hidraulica	2.0	Redutores de Torque	2.0	Redutores de Torque	2.0	Unidade Hidraulica
	2.1 Bomba		2.1 Engrenagens		2.1 Engrenagens		2.1 Bomba
	2.2 Filtros		2.2 Acoplamentos		2.2 Acoplamentos		2.2 Filtros
	2.3 Reservatorio		2.3 Eixos		2.3 Eixos		2.3 Reservatorio
	2.4 Tubulações de saída e de retorno		2.4 Chavetas		2.4 Chavetas		2.4 Tubulações de saída e de retorno
Sistema 3 Transmissão de energia		Sistema 3 Transmissão de energia		Sistema 3 Transmissão de energia		Sistema 3 Transmissão de energia	
3.0	Tranporte de fluido	3.0	Componentes mecanicos	3.0	Componentes mecanicos	3.0	Tranporte de fluido
	3.1 Mangueiras		3.1 Polias		3.1 Polias		3.1 Mangueiras
	3.2 Valvulas		3.2 Rodas dentadas		3.2 Rodas dentadas		3.2 Valvulas
			3.3 Correntes		3.3 Correntes		
			3.4 Correias		3.4 Correias		



**Quadro 8- Apresentação dos sistemas e componentes. Continuação**

Sistema7	Sistema de contagem		Sistema7	Sistema de contagem		Sistema7	Sistema de contagem		Sistema7	Sistema de contagem	
7.0	Balança		7.0	Contagem		7.0	Contagem		7.0	Balança	
	7.1	Balança		7.1	Sensor Ultrassonico/ luminoso		7.1	Sensor Ultrassonico/ luminoso		7.1	Balança
	7.2	Suporte		7.2	Suporte		7.2	Suporte		7.2	Suporte
Sistema8	sistema de saída das aves		Sistema8	Sistema de saída das aves		Sistema8	sistema de saída das aves		Sistema8	Sistema de saída das aves	
8.0	Canal		8.0	Canal		8.0	Canal		8.0	Canal	
	8.1	Chaparia		8.1	Chaparia		8.1	Chaparia		8.1	Chaparia
				8.2	Eixo		8.2	Eixo			
				8.3	Rolamentos		8.3	Rolamentos			
Sistema9	Sistema Suplementar de		Sistema9	Sistema Suplementar de energia		Sistema9	Sistema Suplementar de		Sistema9	Sistema Suplementar de	
9.0	Conversão		9.0	Conversão		9.0	Conversão		9.0	Conversão	
	9.1	Alternador		9.1	Fonte CC 24V		9.1	Fonte CC 24V		9.1	Alternador
	9.2	Fonte CC 24V			Armazenamento			Armazenamento		9.2	Fonte CC 24V
		Armazenamento		9.2	Baterias		9.2	Baterias			Armazenamento
	9.3	Baterias			Fixação			Fixação		9.3	Baterias
		Fixação		9.3	Suportes		9.3	Suportes			Fixação
	9.4	Suportes								9.4	Suportes
Sistema10	Sistema de Iluminação		Sistema10	Sistema de Iluminação		Sistema10	Sistema de Iluminação		Sistema10	Sistema de Iluminação	
10.0	Iluminação		10.0	Iluminação		10.0	Iluminação		10.0	Iluminação	
	10.1	Luzes e sinalizadores CC		10.1	Luzes e sinalizadores CC		10.1	Luzes e sinalizadores CC		10.1	Luzes e sinalizadores CC
		Fixação			Fixação			Fixação			Fixação
	10.2	Suportes		10.2	Suportes		10.2	Suportes		10.2	Suportes

**Quadro 9- Apresentação dos sistemas e componentes. Continuação**

Sistema11	Sistema de controle		Sistema11	Sistema de controle		Sistema11	Sistema de controle		Sistema11	Sistema de controle	
11.0	Cabine		11.0	Cabine		11.0	Cabine		11.0	Controle	
	11.1	Botoeiras		11.1	Botoeiras		11.1	Botoeiras		11.1	Botoeiras
	11.2	Volante		11.2	Volante		11.2	Volante		11.2	Microcontrolador
	11.3	Pedais		11.3	Pedais		11.3	Pedais		11.3	Transmissão
	11.4	Valvulas		11.4	Valvulas		11.4	Valvulas		11.4	Carcaça
	11.5	CLP		11.5	CLP		11.5	CLP		Receptor	
	11.6	Contadoras		11.6	Contadoras		11.6	Contadoras		11.6	Receptor
	11.7	Painel Eletrico		11.7	Painel Eletrico		11.7	Painel Eletrico		11.7	Painel Eletrico
	Fixação			Fixação			Fixação			Fixação	
	11.8	Suportes		11.8	Suportes		11.8	Suportes		11.8	Suportes

## 5.5 ANALISE DOS SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES

### 5.5.1 Aspectos críticos

O produto apresenta aspectos críticos quanto a resistência a corrosão, mal funcionamento dos sistemas hidráulicos ou mecânicos, falta de manutenção preventiva e mal funcionamento de partes eletrônicas.

Quanto à corrosão, as partes mecânicas, e sistemas internos, devem ser protegidos e o equipamento deve ser limpo sempre a cada uso, impedindo assim o acúmulo de sujeira e aumentando a vida útil do equipamento.

Um plano de manutenção preventiva e lubrificação deve ser executado e seguido pelo consumidor do equipamento, para que problemas causados por desgastes naturais não sejam problema para o uso do equipamento.

O mal funcionamento das partes eletrônicas pode ser evitado, colocando as partes eletrônicas no plano de manutenção preventiva, verificando ligações, contatos e funções programadas do sistema.

### 5.5.2 Parâmetros principais

Os parâmetros do produto são definidos pelas suas características físicas tais como, dimensões, forma, capacidade e materiais.

O produto consiste em uma estrutura principal em viga de perfil dobrado, cantoneiras, tubos quadrados e tubos redondos, onde os sistemas são assentados e revestido com chapas metálicas.

Por trabalhar em um ambiente agressivo a máquina deve ter proteção contra corrosão, portanto as chapas metálicas devem ser de aço inox. Em locais ou componentes onde o uso de inox ou outro material resistente, deve-se utilizar uma pintura com tinta protetora.

O produto tem dimensões aproximadas de 4,0m por 5,0m e altura de 2,0m.

O mecanismo tem capacidade estimada para 10000 aves por hora, totalizando 30 ton. por hora. O mecanismo de coleta deve ter velocidade e tamanho compatível com essa produtividade.

## 5.6 DEFINIÇÃO DE ERGONOMIA E ESTÉTICA

### 5.6.1 Ergonomia

O equipamento deve apresentar boas condições de trabalho aos operadores, para isso deve-se levar em conta a análise de ergonomia da cabine do produto, ou no caso do conceito 2, o peso do controle e forma de manuseio do mesmo.

### 5.6.2 Estética

Tendo em vista que o produto deve ser de fácil limpeza e acesso para manutenção e que o leiaute interno do mesmo deve ser tal que permita acesso a todos componentes e sistemas para que seja feita a manutenção dos mesmos.

O conjunto de ações que modelarão a estética do equipamento segue abaixo:

- i. O equipamento deve ter uma boa apresentação, design limpo e que sobretudo apresente fácil limpeza e manutenção
- ii. Os comandos de movimentação coleta e transporte de aves devem ser de fácil entendimento.
- iii. Os materiais empregados na manufatura devem atender ao quesito de resistência a corrosão, quando isto não for viável ou possível, os componentes devem ser pintados e selados para que não ocorra contato direto com material oxidante.
- iv. O *design* deve conter portas de acesso a componentes internos para que seja feita a manutenção dos mesmos.



- v. Os componentes selecionados para os sistemas devem ser de qualidade, para que não apresentem desgastes prematuros, que possam comprometer a experiência do usuário e a performance do produto.

## 5.7 DEFINIÇÃO DA ARQUITETURA

A fim de escolher o melhor conceito utilizou-se de uma matriz de decisão por meio de pesos atribuídos aos requisitos (Tabela 1). Na matriz escolheu-se o conceito 2 para ser o conceito parâmetro, em que os outros serão comparados.

Utilizando a seguinte escala:

- -2 – Muito Pior
- -1 – Pior
- 0 - Indiferente
- 1 – Melhor
- 2 – Muito Melhor

Podemos comparar os conceitos com o conceito parâmetro.

Multiplicou-se o valor da comparação de cada requisito com o valor do mesmo e após foi feita a somatória para cada conceito, chegando assim na melhor alternativa de solução.

**Quadro 10 - Matriz de auxílio a decisão.**

Fonte: O Autor

Requisitos	Peso	Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3	Conceito4
Garantir Produtividade elevada	5	1	0	1	0
Bem estar animal	5	2	0	2	0
evitar complexidade desnecessária	5	1	0	0	0
Custo de operação reduzido	5	0	0	0	1
Garantir Segurança	4	0	0	0	0
Materiais comuns no mercado nacional	4	0	0	0	0
Levar em conta corrosão	4	0	0	0	0
Peças usinadas ou soldadas	4	0	0	0	0
Baixo custo	3	-1	0	1	0
Tamanho compatível para transporte	3	1	0	1	0
Fácil Operação	3	1	0	1	0
Simples	3	2	0	2	0
lubrificação facilitada	2	0	0	-1	-1
Robusto	2	1	0	1	1
Fácil acesso	2	1	0	1	1
Fácil Fabricação e montagem	2	1	0	1	-1
Peso reduzido	1	0	0	0	1
Fácil limpeza	1	1	0	1	0
Ser facilmente "desmontado" e "montado"	1	0	0	0	0
<b>Total</b>		<b>29</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>3</b>

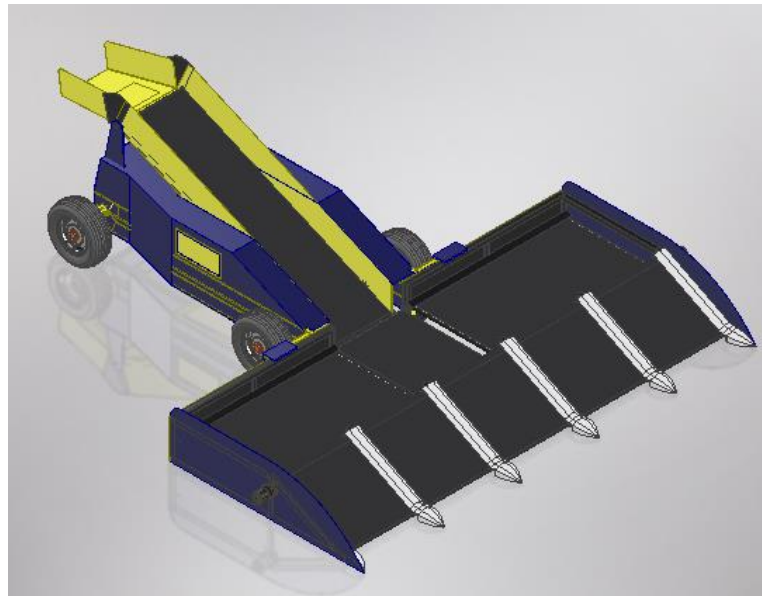
De acordo com a comparação na matriz de decisão o conceito escolhido é o conceito 1, este foi então modelado em *software* CAD 3D e posteriormente apresentado neste trabalho.

## 6 APRESENTAÇÃO DO MODELO 3D

Tendo em mãos a lista de especificações meta e o resultado do projeto conceitual, o conceito foi modelado com base nos requisitos dos com auxílio de uma ferramenta CAD 3D, a qual proporciona demonstrar o equipamento de forma clara,

A Figura 15 mostra uma vista isométrica do conceito, onde se pode notar o formato do equipamento.

**Figura 15 - Vista isométrica do modelo.**  
**Fonte: O Autor**



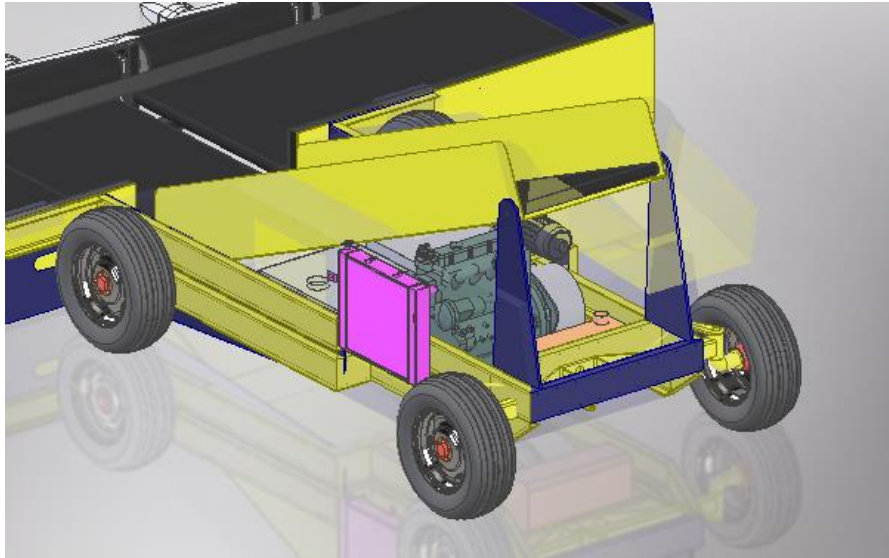
O equipamento é formado por uma estrutura de perfis em aço estrutural, onde os componentes são alojados, e recobertos com chapas metálicas de aço inoxidável com intuito de proteger as peças da corrosão

Esteiras transportam as aves para parte traseira do equipamento onde as mesmas são pesadas em uma balança localizada na canaleta de saída. A balança tem intuito de contar o número e peso das aves.

O acionamento das esteiras e das rodas para movimentação se dá através de motores hidráulicos e de um atuador linear para direção das rodas.

A Figura 16 mostra o *layout* interno dos componentes juntamente com um detalhe da estrutura em perfil metálico.

**Figura 16 - Layout interno.**  
**Fonte: O Autor**

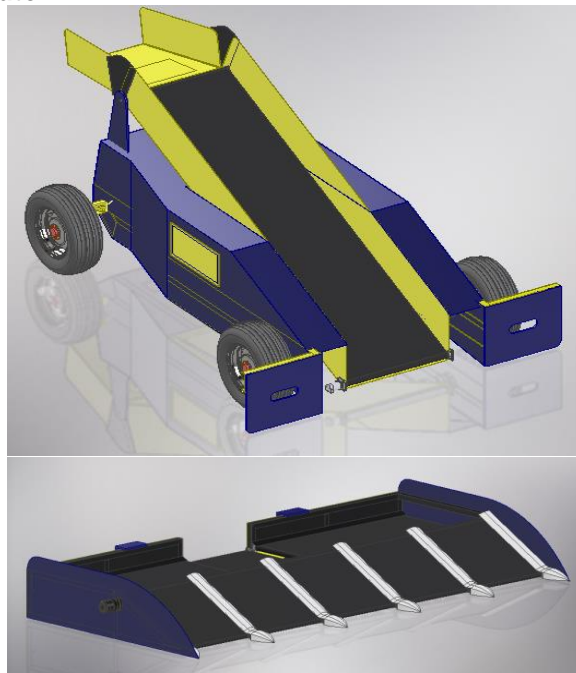


O equipamento pode ser separado em duas partes para transporte, o que torna a operação mais simples, tendo em vista que a largura do cabeçote com as esteiras é de aproximadamente 5 metros. A Figura 17 mostra o equipamento desmontado para transporte.

O Quadro 9 mostra os principais componentes da montagem.

**Figura 17 - Equipamento desmontado.**

Fonte: O Autor



As Figuras 18 e 19 mostram o conceito em uma vista em perspectiva, mostrando com mais clareza as dimensões do equipamento

**Figura 18 - Vista Frontal.**

Fonte: O Autor

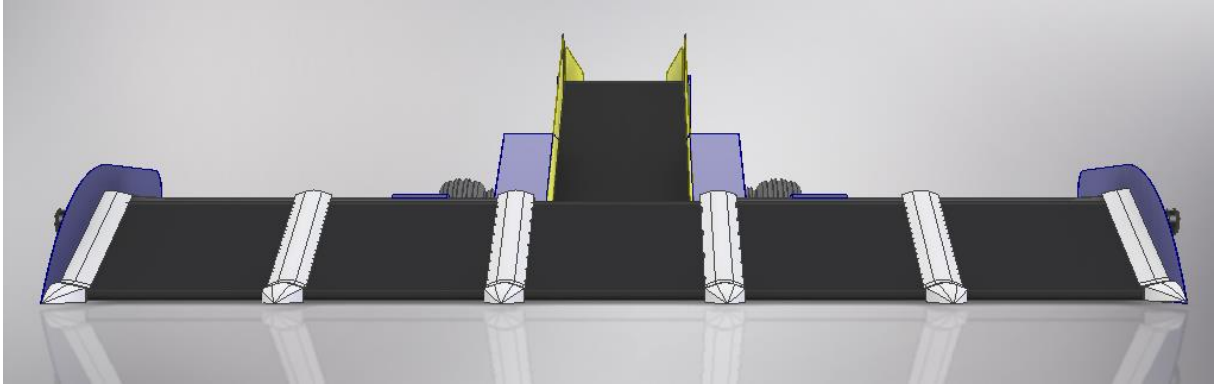
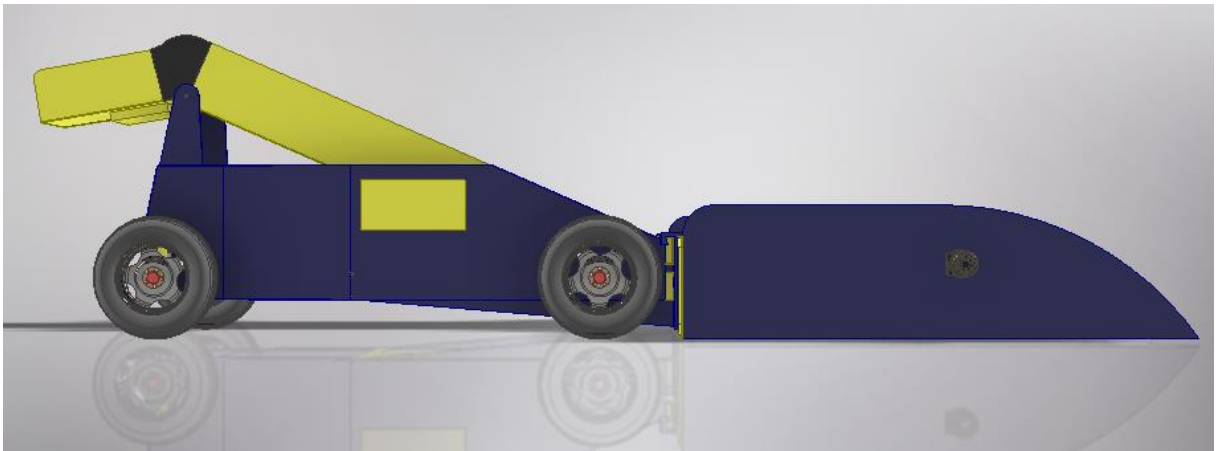


Figura 19 - Vista Lateral.

Fonte: O Autor



Por fim as Figuras 20, 21 e 22 mostram em um desenho 2D, feito a partir do modelo 3D, as dimensões do equipamento

Figura 20 - Dimensões da vista frontal.

Fonte O Autor

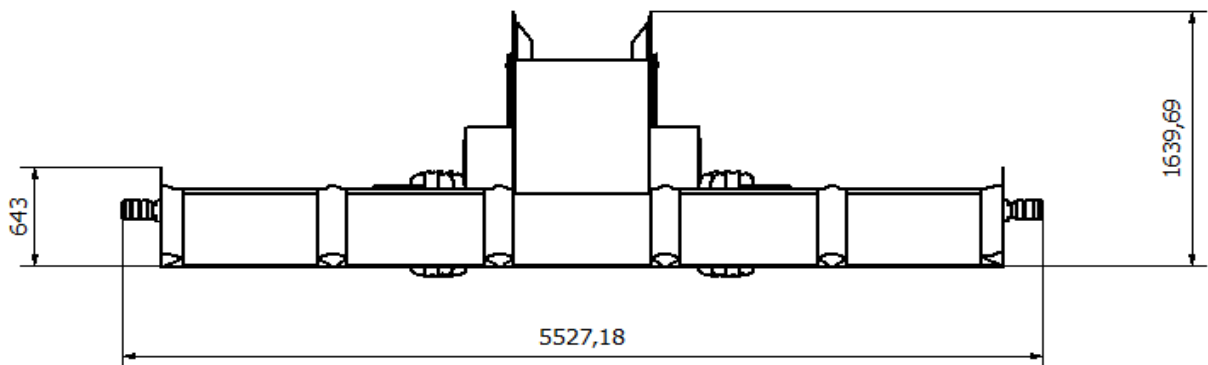
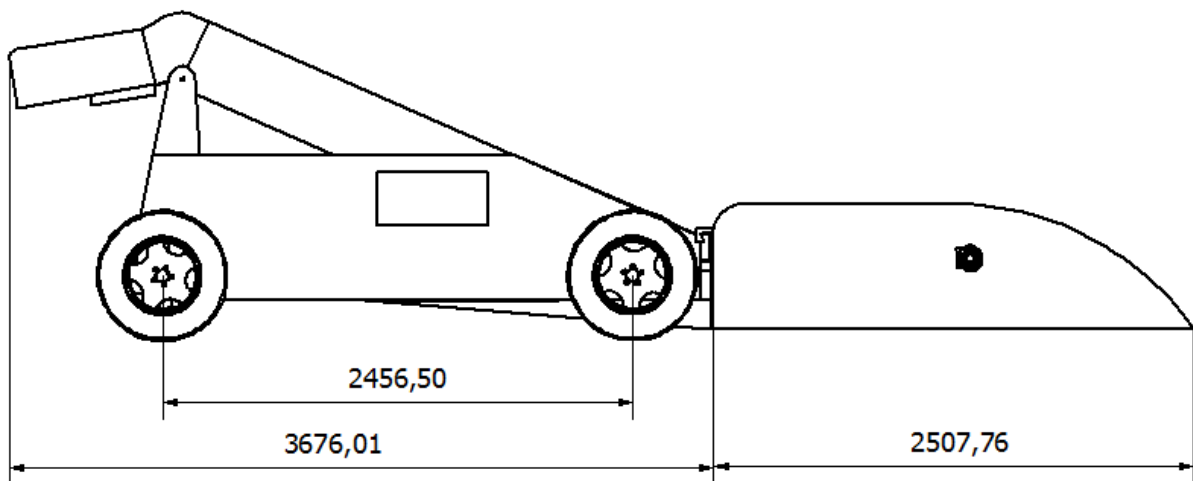


Figura 21 - Dimensões da vista lateral.

Fonte: O Autor



Com o auxílio do software de CAD 3D foi possível calcular a massa estimada do sistema, que ficou em aproximadamente 2156kg.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluindo as etapas de desenvolvimento de produto, propostas na metodologia utilizada durante a execução do trabalho, se fez possível selecionar um conceito de máquina de pega mecanizada de aves que melhor atendeu aos requisitos de usuários e clientes. Isso foi possível por meio do uso de ferramentas de auxílio a decisão e ferramentas específicas para conversão de requisitos dos usuários em especificações.

Durante o projeto informacional, as ferramentas utilizadas proporcionaram atingir metas do projeto, tais como a definição do ciclo de vida, estabelecimento de requisitos de clientes e de produto. E, por fim, atingir o objetivo principal da etapa, elaborar conjunto de especificações meta.

Já durante a etapa de projeto conceitual foi possível definir e elaborar a função global e separar o problema em diferentes sistemas, que posteriormente foram analisados para atribuição de portadores de efeito físico. Com a junção de portadores de efeito distintos para cada sistema, foi possível criar uma matriz morfológica que nos apresentou quatro conceitos.

Os conceitos foram analisados e valorados e por fim foi possível selecionar o conceito que mais se adequa aos requisitos de clientes elaborados no projeto informacional.

Por fim, conclui-se que todas as etapas e objetivos propostos no decorrer do trabalho foram atingidos. Possibilitando a aplicação de conceitos e conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia mecânica.

Fica como sugestão para futuros trabalhos uma análise de viabilidade econômica do produto e a continuação das etapas de desenvolvimento e ciclo de vida.

## REFERÊNCIAS

- ABPA. **Relatório Anual 2014**. ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. São Paulo-SP. 2015.
- COBB. Manual de Manejo de Frangos de Corte. **Avicultura Inteligente**, 2012. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>>. Acesso em: Agosto 2016.
- FARIA, A. F. et al. **Processo de desenvolvimento de novos produtos**: Uma experiência didática. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.]. 2008.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, Sp: Atlas, 2002.
- INDUSTRIES, C. Carregador de Frango: Apollo Generation 2, 2013. Disponível em: <<http://www.cmcindustries.com/pt/divisao-de-aves/produtos/carregador-de-frango/apollo-generation-2-1448736495.html>>. Acesso em: Agosto 2016.
- KETTELERWELL, P. J.; TURNER, M. J. B. **A Review of Broiler Chicken Catching and Transport Systems**. [S.l.]. 1985.
- KONING, K. D.; GERRITS, A. R.; MIGCHELS, A. Mechanized Harvesting and Transport of Broilers. **Journal of Agricultural Engineering Research** **38**, Noordwijkerhout, 1986. 105-111.
- LACY, M. P.; CZARICK, M. Mechanical Harvesting of Broilers. **Poultry Science** **77**, 1998. 1794 - 1797.
- LEANDRO, N. S. M. et al. Efeito do tipo de captura dos frangos de corte sobre a qualidade da carcaça. **Ciência Animal Brasileira** **2**, Julho 2001. 97-100.
- LÖHREN, U. **Overview on current practices of poultry slaughtering and poultry meat inspection**. [S.l.]. 2012.
- MTE, M. D. T. NR17 - Atualizada. **NR17 - Ergonomia**, 1990. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>>. Acesso em: Maio 2016.
- MTE, M. D. T. NR31. **NR31 - EGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO NA AGRICULTURA, PECUÁRIA SILVICULTURA**, 2011. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR31.pdf>>. Acesso em: Maio 2016.
- MTE, M. D. T. NR12 - Atualizada. **NR12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**, 2016. Disponível em: <<http://www.mtps.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12atualizada2015II.pdf>>. Acesso em: 15 Maio 2016.
- NEISHEIM, M. C.; AUSTIC R. EE, C. L. E. Poultry Production. **Lea and Fibiger**, Philadelphia, PA, 1979.
- NIJDAM, E. **Influences od feed withdrawal, catching and transport on pgsiology and losses of broilers**. Universiteit Utrecht. Groninga. 2006.
- NIJDAM, E. et al. Comparison od Bruises and Mortality, Stree Parameters, and Meat Quality in Manual and Mechanically Caught Broilers. **Poultry Science** **84**, Groningen, 2005. 467 - 474.



NORTON, R. L. **Projeto de Máquinas: Uma Abordagem Integrada**. [S.l.]: bookman, 2013.

QUEIROZ, M. L. D. V.; FILHO, J. A. D. B. Boas praticas de manejo durante a pega de franos de corte. **Engormix**, 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/boas-praticas-manejo-durante-t1895/124-p0.htm>>. Acesso em: Novembro 2016.

RAMASAMY, S.; BENSON, E. R.; WICKLEN, G. L. V. **Efficiency of a Commercial Mechanical Chicken Catching System**. College of Agriculture and Natural Resources, University of Delaware, Newark, Delaware. Newark. 2004.

RAMOS, M. E. P. Manejo pré abate de aves. **Docplayer**, 2015. Disponível em: <Disponível em: <http://docplayer.com.br/2821226-Manejo-pre-abate-de-aves.html>>. Acesso em: Setembro 2016.

RIBEIRO, S. C. **Bem-Estar Animal Como Pré-Requisito De Qualidade Na Produção De Frangos De Corte**. [S.l.]. 2008.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SYSTEM, P. Peer System - Leaflets. **Peer System**. Disponível em: <<http://www.peersystem.nl/en/news/folders-en>>. Acesso em: Agosto 2016.

TAKAHASHI, S.; TAKARASHI, V. P. **Gestão de inovação de produtos: Estratégia, Processo, Organização e Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.