

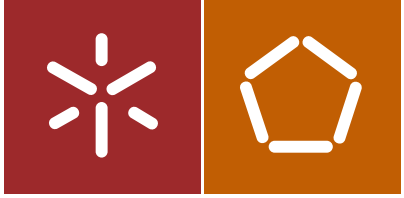
Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ricardo Maia da Rocha

Estudo, conceção, projeto e desenvolvimento de um equipamento para corte de unhas de frangos

dezembro de 2014

Estudo, conceção, projeto e desenvolvimento de um equipamento para corte de unhas de frangos
Ricardo Maia da Rocha
UMinho | 2014



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ricardo Maia da Rocha

Estudo, conceção, projeto e desenvolvimento de um equipamento para corte de unhas de frangos

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Eurico Augusto Rodrigues Seabra

Coorientador:
Professor Doutor Luís Fernando Sousa Ferreira Silva

dezembro de 2014

Declaração

Nome: Ricardo Maia da Rocha

Endereço eletrónico: a58818@alunos.uminho.pt

Número do Bilhete de Identidade:

Título da dissertação: Estudo, conceção, projeto e desenvolvimento de um equipamento para corte de unhas de frangos

Orientador: Eurico Augusto Rodrigues Seabra

Coorientador: Luís Fernando Sousa Ferreira Silva

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

Agradecimentos

A concretização desta dissertação não seria possível sem o apoio e colaboração de diferentes entidades e personalidades. Gostaria de exprimir o meu reconhecimento a todos os que me ajudaram e contribuíram, das mais variadas formas, para conseguir realizar todos os objetivos a que me propôs para a realização desta dissertação de mestrado. Agradeço assim:

Ao meu orientador, Professor Eurico Augusto Rodrigues Seabra do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho, pela colaboração, conhecimento transmitido, conselhos e orientação na realização desta dissertação. Da mesma forma e pelas mesmas razões, expresso agradecimento ao meu coorientador, Professor Luís Ferreira da Silva do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho.

Ao engenheiro Carlos Caldeira, por toda a disponibilidade e interesse demonstrado no acompanhamento da dissertação.

Ao colega de curso Pedro Gomes, por todas as informações trocadas entre nós e que tanto foram benéficas para o trabalho realizado. Agradeço ainda ao Pedro Gomes pelo empréstimo da sua bancada de testes para puder testar o sistema de corte do equipamento.

À Ana Sofia Oliveira por todo o apoio prestado.

Obrigado!

Resumo

Atualmente a indústria alimentar tem vindo a desenvolver-se e a crescer mundialmente devido ao cada vez maior número de habitantes que exige maiores quantidades de alimento e um processamento dos mesmos muito mais rápido. O objetivo desta dissertação centra-se na resolução de um problema concreto: desenvolver uma solução para remover as unhas das patas dos frangos que apresente uma elevada cadência de produção ao ponto de tornar o produto economicamente atrativo. Assim, nesta dissertação encontram-se todas as fases de desenvolvimento e criação de um equipamento, desde o estado da arte até á produção de um protótipo. Efetivamente, apresenta-se nesta dissertação toda a pesquisa efetuada que auxiliou ao desenvolvimento concetual de um equipamento de acordo com os objetivos do trabalho, bem como estudos estatísticos e testes práticos realizados para validação de informações. Apresenta-se todo o desenvolvimento de uma possível solução, desenvolvimento conceptual e inclusive dimensionamento e projeto de detalhe de todos os componentes que constituem o equipamento. Todo o projeto concetual e de detalhe são apresentados, bem como a modelação 3D de todos os componentes que constituem o equipamento. Nesta dissertação encontra-se ainda o sistema de automatização e controlo do funcionamento do equipamento, incluindo a definição de todos esses componentes que permitem a automatização do equipamento, bem como uma pequena simulação de funcionamento.

Desta forma, demonstra-se nesta dissertação como o equipamento concebido consegue atingir uma cadência máxima de 9170 patas/hora, muito superior à cadência manualmente atingida de 1200 patas/hora. Para além disso demonstra-se a total capacidade de reconfiguração do equipamento para poder processar patas de diferentes tamanhos.

Realizado em parceria com uma empresa, este trabalho culminou numa definição total do processo conceptual e de detalhe do equipamento, faltando apenas a fase de construção e teste de um protótipo para, de uma forma mais assertiva, poder validar e verificar o funcionamento do equipamento mas também efetuar eventuais melhorias.

Abstract

Currently, the food industry has been developing and growing worldwide due to the growing number of people requiring not only larger amounts of nourishment, but also its much faster processing. The main goal of this dissertation focuses on solving a particular problem: to develop a solution/equipment to remove the nails of the chickens' paws that has a high rate of production making it an economically attractive product. Thus, in this work, are identified all stages of development and creation of a machine from scratch, from the state of the art and up to the production of a prototype. Moreover, this work presents all performed research that helped to conceptually develop an equipment based on the purposes of the work, as well as the statistical studies and practical tests taken for validation of information. It presents all the development of a possible solution, its conceptual progress, and even dimensioning and detail design of all components that constitute the equipment, which, conceptually, will comply with the initial goal. All the conceptual design and detail are presented, as well as 3D modelling of all components of the equipment, and of the complete equipment itself. This dissertation also includes the automation and control system of the operation of the equipment, including the definition of all these parts enabling the automation of equipment, as well as a small operation simulation.

Thus, it is shown in this work how the planned equipment can achieve a maximum rate of 9170 paws / hour, far superior to the hit rate of 600 paws / hour, achieved when performing this task by hand. It also depicts the total capacity of reconfiguration of equipment, regarding the need to process paws of different sizes.

Accomplished In partnership with company, this work culminated in a complete definition of the conceptual process and of the detail of the equipment. It only lacks the construction phase and testing of a prototype, so as to, more assertively, validate and verify the maneuver of the equipment, and also make the necessary improvements.

Índice

Agradecimentos iii

Resumo v

Abstract vii

Índice ix

1. Introdução 1

1.1. Enquadramento da dissertação 1

1.2. Objetivos da dissertação 2

1.3. Etapas do projeto mecânico 2

1.4. Motivação da dissertação 3

1.5. Contribuição da dissertação 4

1.6. Estrutura da dissertação 4

2. Estado-da-arte 7

2.1. Etapas do processamento de frangos 7

2.2. Ferramentas de corte 14

2.3. Sistemas de fixação 17

2.4. Estudo da anatomia das patas dos frangos 18

2.5. Exigências na indústria alimentar 18

2.6. Objetivos do equipamento 20

3. Projeto Conceptual 21

4. Projeto de detalhe 22

5. Projeto de Automatização 23

6. Protótipo/Custos 24

7. Conclusão 25

7.1. Conclusões 25

7.2. Trabalhos futuros 26

Bibliografia 27

Nomenclatura

CAD- Desenho Assistido por Computador

CAE- Engenharia Assistida por Computador

CAM- Manufatura Assistida por Computador

UMINHO- Universidade do Minho

2D- Duas Dimensões

3D- Três Dimensões

ASME- Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos

ISO- Organização Internacional de Normalização

F_t – Força de tração, N

G – Peso total sobre a corrente, kg

g – Força gravítica, m/s^2

μ - Coeficiente de fricção/atrito

F – Força

L_{10}– Vida nominal, milhões de revoluções;

C - Capacidade de carga dinâmica;

P - Carga dinâmica equivalente;

p - Expoente da fórmula de vida;

L_{10h}- Vida nominal, horas de trabalho;

Δl – Variação do comprimento;

p – pressão, Pa

A – Área, m^2

r- raio, m

w - Velocidade angular, rad/s

v – velocidade, m/s

n - número de rotações por minuto, rpm

B – Binário, Nm

d – Diâmetro, m

fs - Fator de segurança

P_{motor}- Potência do motor

zz's - eixo

yy's- eixo das ordenadas

KM - fator combinado de choque e fadiga aplicado ao momento fletor M

KT - fator combinado de choque e fadiga aplicado ao momento torsor T

F- Força axial aplicada ao veio

α - Coeficiente de encurvadura

1. Introdução

Como etapa final integrante do curso de mestrado integrado em engenharia mecânica, é necessário a realização de uma dissertação. O tema escolhido para a dissertação prende-se com a conceção de um equipamento para a solução de um problema. A escolha deste tema de dissertação prende-se com a vontade de partir de um problema real e existente e poder construir um equipamento automatizado como solução desse mesmo problema. Como estudante de Engenharia Mecânica, esta dissertação permite utilizar todo o conhecimento adquirido nas diversas unidades curriculares do curso e não apenas numa determinada área. Assim, esta dissertação escolhida prende-se com a conceção de um equipamento que permitirá o corte automático das unhas das patas dos frangos. Este equipamento é necessário pois a atividade de corte das unhas das patas dos frangos é, atualmente, realizada manualmente por operários cuja atividade causa danos físicos (devido aos esforços necessários para operar tesouras) e, por isso mesmo, a cadência de produção é mínima, o que torna o produto pouco rentável. Nesta dissertação apresentam-se todas as atividades desenvolvidas deste a compreensão e definição do problema até á apresentação de um equipamento como solução para esse problema, incluindo todo o projeto conceptual e de detalhe do equipamento.

1.1. Enquadramento da dissertação

Esta dissertação surge da necessidade de se cortar as unhas das patas dos frangos. Atualmente a indústria alimentar tem vindo a desenvolver-se e a crescer mundialmente devido ao cada vez maior número de habitantes e á maior e mais rápida necessidade de produtos. Desde os passados processamentos manuais de frangos, com baixas cadências de produção, conseguiu-se, ao longo dos últimos anos, evoluir-se e criar-se uma linha automática de processamento de frangos. Automatização no sentido de que as tarefas desempenhadas manualmente passem a ser mínimas, como a colocação dos frangos na máquina, por exemplo, pois todas as restantes etapas desde morte, depenar, eviscerar, cortar são todas efetuadas por máquinas sequenciais com controlo adequado. Esta evolução permitiu reduzir os custos e multiplicar a cadência de produção. Para além de a procura por alimentos aumentar, também a diversidade dos mesmos aumentam. Por exemplo, as patas dos frangos, que anteriormente seriam utilizadas para produção de ração animal, hoje em dia são uma iguaria para algumas

culturas. Embora se tenha automatizado a linha de processamento de frangos, atividades como o corte das unhas das patas dos frangos (têm sujidade e bactérias prejudiciais á saúde e á integridade do alimento) ainda não se encontram automatizadas, são efetuadas manualmente, por operários, com recurso a tesouras. É deste facto que surge o problema que se pretende resolver, a produção de um equipamento que permita o corte automático das unhas das patas dos frangos de modo a reduzir custos e a aumentar a cadência de produção.

1.2. Objetivos da dissertação

Neste ponto evidenciam-se os objetivos gerais da dissertação e não os objetivos particulares do próprio equipamento. Eles são os seguintes:

- Definir o problema de engenharia, através de recolha de informação disponível;
- Propor e desenvolver soluções para o problema;
- Avaliar as implicações técnico-científicas;
- Conhecimento e utilização das mais variadas técnicas das áreas da engenharia mecânica como metalurgia, automação, desenho, mecânica dos fluidos, manufatura, etc…
- Utilização de software computacional como CAD, CAE, CAM etc…
- Estruturação e compreensão do procedimento de investigação/criação de um novo equipamento;

1.3. Etapas do projeto mecânico

Para conseguir estes objetivos, propõe-se a realização das seguintes etapas do "Projeto Mecânico":

1. Pesquisa de estado-da-arte sobre processamento, sistemas de corte e sistemas de fixação na indústria dos frangos, desenvolvimento de um estudo sobre a anatomia das patas dos frangos, recolha de informação sobre exigências da indústria alimentar e ainda o estabelecimento dos objetivos do equipamento (árvore de objetivos).
2. Funções do equipamento (estrutura de funções).
3. Especificações do equipamento.
4. Proposta de soluções (mapa morfológico).

5. Avaliação das soluções.
6. Desenvolvimento conceptual da solução encontrada.
7. Dimensionamento dos vários componentes do equipamento.
8. Produção de um protótipo e teste do mesmo.

O planeamento e calendarização de trabalhos para a dissertação de mestrado seguem no anexo A.

1.4. Motivação da dissertação

A dissertação de mestrado, sendo o último projeto a efetuar ao longo dos 5 anos de estudo e aprendizagem que inclui o mestrado integrado em engenharia mecânica, e tendo a possibilidade de se escolher a área e o tipo de trabalho ou estudo que se pretende fazer, é, por si só, um trabalho muito apelativo e que se quer realmente fazer. Tendo a liberdade de escolher o tema, e porque entrei para mecânica com o objetivo de "construir máquinas/equipamentos" do zero, isto é, partir de um problema e construir o equipamento que solucione esse problema, torna-se óbvio que teria de efetuar a escolha por um projeto de conceção mecânica de um equipamento. Entre diversos temas para dissertação e muitos outros temas por onde enveredar, optei pelo problema do corte manual das unhas das patas dos frangos por diversas razões:

- Primeiro de tudo por ser um problema cuja solução, logo á partida, pressupõe a conceção de um equipamento, incluindo as diversas etapas do projeto mecânico.

- Pelo desafio que é conceber todo um equipamento a partir do zero, uma vez que não existe nada do género atualmente no mundo da indústria alimentar.

- Por outro lado a produção deste equipamento partia de dois princípios fundamentais. O primeiro prende-se com a criação do equipamento para reduzir a dificuldade e evitar o aparecimento de lesões nos operários que efetuam este processo de corte das unhas das patas manualmente. O segundo prende-se com o lado do que é ser engenheiro, "fazer mais com menos", que neste caso concreto consiste em aumentar muito a produção com os mesmos ou menores custos que o processo manual existente.

- Pela vertente de automação que este equipamento teria de ter, uma vez que é um dos temas mais interessantes no curso e, como se pretendia aumentar em muito a cadência de produção do produto em questão, tornou-se evidente que o equipamento teria de ter uma vertente de automação.

- Por ser um tema de dissertação que permite a demonstração, dos diversos conhecimentos adquiridos ao longo do curso em vez de se focar apenas numa área. No decorrer desta dissertação serão utilizados os conhecimentos adquiridos nas mais diversas unidades curriculares do curso, desde a automação á mecânica pura dos diferentes componentes do equipamento, passando pela automação, desenho e modelação, dimensionamento físico (dureza de materiais, forças aplicadas, atritos, pressões) tecnologias de manufatura, pneumática, e todos os outros conhecimentos e experiência adquirida na organização das etapas de um trabalho de projeto, gestão de tempo etc…

- Por ser uma dissertação apoiada por uma empresa de renome em Portugal, cuja parceria permitiria o conhecimento mais de perto do mundo de trabalho, quer pela partilha de informações para a conceção do problema quer pela própria oportunidade de visita das suas instalações de processamento de aves, onde se verifica, na prática, toda a tecnologia e processos mecânicos lecionados ao longo do curso.

1.5. Contribuição da dissertação

Como referido anteriormente, esta dissertação tem a finalidade de construir e integrar numa linha de processamento de frangos já existente, um novo equipamento que permita processar um novo produto para a empresa, economicamente rentável. Como se verifica na dissertação, após toda a pesquisa efetuada não se encontrou nenhum equipamento do género. O corte das unhas das patas do frango é realizado manualmente e, com esta dissertação, essa tarefa passará a ser auxiliada por o equipamento construído, o que permitirá, com o mesmo número de operários, aumentar a cadência de produção e, portanto, a produtividade até 9 vezes, tornando o produto economicamente viável.

1.6. Estrutura da dissertação

A dissertação de mestrado, sendo baseada no projeto mecânico de um equipamento, tem uma estrutura que assenta nos princípios que regem as etapas do projeto mecânico.

Desta forma inicia-se a dissertação com um estudo do mercado, estado da arte, com a recolha de informações vitais para o desenvolvimento do equipamento, capitulo 2.

De seguida entra-se no projeto conceptual, capitulo 3. Neste capítulo inclui-se a árvore de objetivos com todos os objetivos que o equipamento terá de cumprir; a estrutura de funções onde se enumeram as diversas funções que o equipamento terá de efetuar para cumprir os objetivos e obter-se o produto final; o mapa morfológico onde se encontram todas as possíveis soluções para cada diferente subfunção do equipamento; as soluções para o equipamento, onde se apresentam as diferentes combinações possíveis e viáveis de subsoluções sugeridas, no mapa morfológico, para cada função do equipamento; por último este capítulo inclui toda a avaliação das diferentes soluções com o objetivo de se escolher a que mais se adapta para o problema em questão. Para a melhor compreensão desta dissertação de mestrado é deveras importante esclarecer que o capitulo 3 é parte integrante de um projeto realizado anteriormente, pelos mesmos intervenientes, na unidade curricular de integradora VIII. Contudo, achou-se relevante inserir todo esse projeto como um capitulo e não um anexo, com mínimas alterações em relação á sua versão inicial, uma vez que as alterações efetuadas foram importantíssimas para tudo o que aparece desenvolvido no capitulo 4. Por esta razão, este mesmo capitulo 3 pode criar uma ideia de início e finalização da dissertação, uma vez nele mesmo são discutidas soluções mas, como referido, é apenas um trabalho previamente desenvolvido e cuja informação é essencial para o que se encontra na dissertação de mestrado.

O projeto de detalhe é o próximo capítulo, o capitulo 4. Neste capítulo, como o título indica, após ter sido escolhida a solução mais indicada para o problema em questão, o projeto de detalhe prende-se com toda a minuciosa definição dos mais diversos componentes do equipamento, bem como o seu funcionamento, características mecânicas, materiais, geometrias, dimensões, etc… Neste capítulo detalha-se totalmente todo o equipamento.

O capítulo 5 prende-se com a automatização do equipamento. Como referido anteriormente, este equipamento terá de ser automatizado de modo a poder ser atingida a elevada cadência que se pretende. Assim, neste capítulo encontra-se toda a informação sobre os diferentes modos de funcionamento do equipamento bem como de todos os componentes que constituem o sistema de automação do equipamento.

O capítulo 6 consiste na produção do protótipo do equipamento. Neste capítulo pretende-se indicar todo o processo de construção do protótipo do equipamento. Sendo um equipamento novo e por mais correto e minucioso que seja o projeto de detalhe, existem problemas que só surgiram no momento de fabrico do equipamento. Neste capítulo descreve-se todo esse processo de construção e acompanhamento com indicação dos problemas surgidos e das respetivas soluções para os mesmos.

Por ultimo, no capítulo 7 encontram-se as diversas conclusões de uma análise a todo o trabalho que foi feito ao longo do correr da dissertação. Indicam-se ainda os trabalhos futuros que se poderão vir a fazer para melhorar ou continuar o tema da dissertação e ainda uma discussão de tudo o que correu mal ou poderia ter corrido melhor ao longo da realização de toda a dissertação.

2. Estado-da-arte

Qualquer dissertação de mestrado pressupõe um estudo do que já existe no mercado e do que se pensa que poderá ajudar no seu desenvolvimento. Para esta dissertação, é importantíssimo perceber-se primeiro como é constituído o produto em questão, neste caso os frangos. Para além disso, e como referido anteriormente, uma vez que se pretende efetuar um equipamento para processamento automático, também é importante perceber e estudar ferramentas e equipamentos já existentes. Assim, efetuou-se uma recolha de informação sobre todo o processamento de frangos, ferramentas de corte e sistemas de fixação no processamento de aves existentes, recorrendo aos mais variados meios de informação disponíveis. Encontram-se, de seguida, os resultados obtidos.

2.1. Etapas do processamento de frangos

Como se pretende introduzir uma nova máquina numa linha existente de processamento de frangos, considerou-se necessário perceber como essa linha funciona de modo a que se possa integrar o equipamento como complemento dessa linha de processamento.

A linha de processamento divide-se em nove etapas que se enunciam de seguida.

2.1.1 Descarregamento dos frangos

Nesta primeira etapa os frangos são retirados dos camiões de transporte e introduzidos na máquina de processamento. São geralmente pendurados pelas patas em estruturas próprias para o efeito, ação esta que é feita manualmente. Estas estruturas permitem por um lado a colocação do frango e por outro lado a movimentação do mesmo por toda a linha de processamento, como se verifica na Figura 2.1.

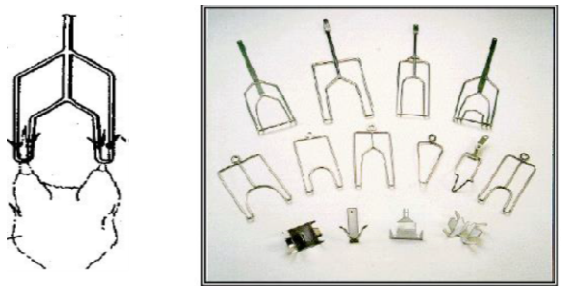


Figura 2.1. Ferramentas de suporte dos frangos [1]

2.1.2. Morte dos frangos

Para que não haja sofrimento dos frangos, estes são primeiramente sujeitos a um choque elétrico (70V) que os atordoa, denominado de insensibilização, Figura 2.2. Após a insensibilização o pescoço do frango é cortado. Este corte pode ser efetuado manualmente por um operário com o auxílio de uma faca ou automaticamente fazendo passar o pescoço por uma lâmina rotativa (disco), Figura 2.3.

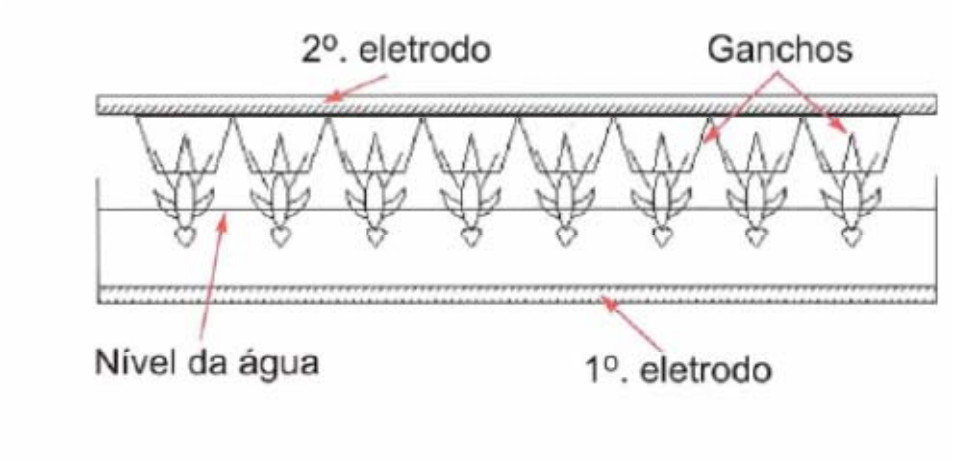


Figura 2.2. Esquema do processo de insensibilização dos frangos [2]

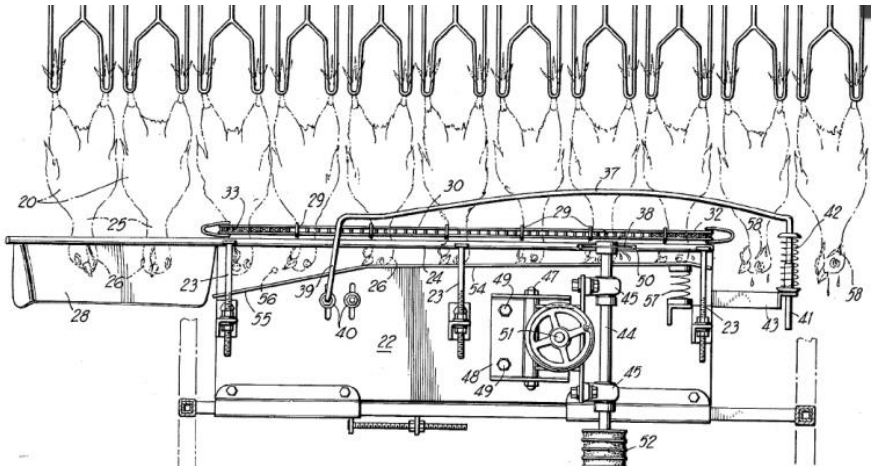


Figura 2.3. Processo de corte do pescoço dos frangos [3]

2.1.3. Sangramento dos frangos

Nesta etapa mantêm-se os frangos pendurados e em circulação continua (dependendo do tipo de máquina instalada) e deixa-se escorrer o sangue do frango. Esta etapa dura aproximadamente três minutos, variando consoante o tamanho do frango. O sangue é

recolhido por uma calha e armazenado para ser utilizado ou reencaminhado como resíduo para fora da fábrica, como representado na Figura 2.4.



Figura 2.4. Sangramento dos frangos [4]

2.1.4. Escaldagem dos frangos

Esta operação ocorre antes da depenagem do frango e serve, como o próprio nome diz, para escaldar o frango, ação esta que amolece a ligação das penas á pele do frango. Neste processo os frangos, em contínuo movimento, são mergulhados num tanque com água a uma determinada temperatura durante um determinado tempo, assegurado pela velocidade de movimento dos frangos, Figura 2.5.



Figura 2.5. Escaldagem dos frangos [5]

2.1.5. Depenagem dos frangos

O frango é conduzido por um conjunto de "dedos de borracha" húmidos que, animados com um movimento rotativo, aderem às penas e arrancam-nas dos frangos, como se verifica na Figura 2.6 e na Figura 2.7. Após a saída da depenagem os frangos passam por uma máquina que lhes corta as patas. Automaticamente os frangos passam a estar pendurados pelas extremidades das pernas e as patas são separadas dos frangos.

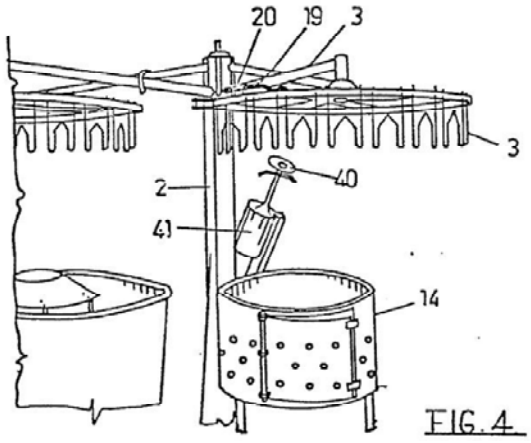


Figura 2.6. Esquema da depenagem dos frangos [6]



Figura 2.7. Depenagem dos frangos [7]

2.1.6. Evisceração dos frangos

Extração das vísceras do frango. Este processo pode ser feito manualmente mas também com sistema automáticos como vemos na Figura 2.8 e na Figura 2.9. Ambos consistem na introdução de uma colher ou gancho pela parte de trás do frango atá ao seu pescoço na posição vertical. Após atingir o pescoço, a colher ou gancho colocam-se na

horizontal e são puxados para fora do frango, num movimento vertical ascendente, trazendo consigo todas as vísceras. As vísceras seguem para uma linha secundária de processamento onde são limpas e separadas podendo depois ser embaladas sozinhas ou em conjunto com o frango.

Antes deste processo ocorre a extração do ânus/reto e é feito um corte, partindo do buraco deixado pela extração do ânus, de forma a abrir a parte de trás do frango com o tamanho suficiente para introdução da colher ou gancho.

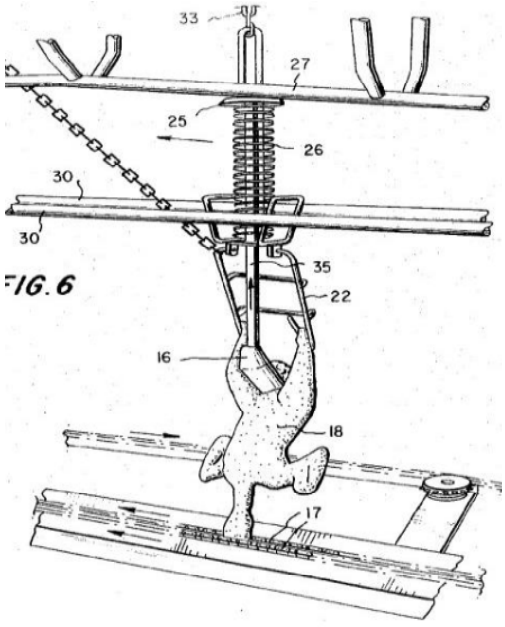


Figura 2.8. Esquema da evisceração dos frangos [8]



Figura 2.9. Evisceração dos frangos [9]

2.1.7. Limpeza dos frangos

Esta etapa consiste na limpeza e lavagem total do frango para que não contenha qualquer tipo de resíduo proveniente da evisceração ou de qualquer outra operação anterior. É frequentemente feita com sucessivos jatos de água, podendo ser um processo automatizado ou manual.

2.1.8. Resfriamento dos frangos

Embora todo o processamento se dê em instalações frigoríficas, o frango tem, nesta etapa, de ser resfriado. O frango é resfriado em água. Tanto a temperatura da água como o tempo de contacto do frango com a mesma são variáveis controladas. Esta etapa pode ser feita de maneiras distintas:

- Ou os frangos são descidos, através dos ganchos, e mergulhados nos tanques durante o tempo necessário.

- Ou os frangos são retirados dos ganchos de transporte e introduzidos nos tanques, manualmente ou mecanicamente, Figura 2.10.

A vantagem da primeira forma de realizar o resfriamento reside no facto de que após o resfriamento, a água em excesso tem de ser escorrida e, no primeiro caso, como os frangos se encontram pendurados, a água escorre naturalmente. No segundo caso é necessário voltar a colocar os frangos nos ganchos de transporte para que ocorra o escorrimento da água em excesso. Contudo a primeira opção requer planeamento e estruturação diferente dos tanques de resfriamento para permitir a contínua alimentação de frangos para o tanque sem que se interrompa a velocidade normal da linha de transporte dos mesmos, tendo sempre em atenção o tempo mínimo de resfriamento necessário.



Figura 2.10. Resfriamento dos frangos [10]

2.1.9. Corte e embalamento dos frangos

Após o resfriamento dos frangos, estes são conduzidos diretamente para embalagem caso se queira embalar frangos inteiros (podendo aqui introduzir-se as vísceras paralelemente processadas) ou para a secção de corte, caso se pretenda outra forma de embalamento.

O corte das diversas partes constituintes do frango, representadas na Figura 2.11, pode ser feito automaticamente (numa linha de cortes) ou manualmente por um operário, auxiliado por equipamentos de corte, Figura 2.12. Após ser cortado passa para o embalamento. Pode ser embalado com peças de um mesmo corte ou conjuntos de peças de cortes diferentes.



Figura 2.11. Diferentes cortes de peças de frango [11]



Figura 2.12. Cutelo [12]

2.2. Ferramentas de corte

O equipamento que se pretende construir prevê o corte das unhas das patas dos frangos. Como tal efetuou-se um estudo dos diferentes tipos de corte utilizados na indústria de processamento de frangos e as suas características e aplicações.

2.2.1. Lâmina Rotativa



Figura 2.13. Disco de Corte [13]



Figura 2.14. Disco de corte [14]

- Mais utilizada para cortar cabeças e separar as patas do resto do frango.

- É também utilizada nas linhas de corte automáticas de frango, linhas onde se corta o frango nas suas várias peças.

- O disco tem um gume afiado e liso (continuamente liso), garantindo um corte preciso e sem desfazer o frango.

2.2.2. Lâmina fixa (faca) ou com movimento



Figura 2.15. Cutelo [15]

- Este tipo de instrumento de corte é mais utilizado no processo de corte de frango manual, onde se separam as várias partes do frango, sendo manejado, manualmente, por um operário.

- Mais uma vez a lâmina é lisa e contínua de forma a não desfazer o frango mas sim cortá-lo devidamente com cortes precisos e limpos.

- É também utilizado a seguir ao processo de extração do ânus/reto do frango onde uma lâmina, montada num mecanismo, faz um movimento descendente (entrada no

frango) depois roda (no seu eixo de ação, eixo da lâmina) e é novamente puxada para fora, num movimento ascendente, cortando o frango.

2.2.3. Lâmina Tesoura



Figura 2.16. Tesoura pneumática [16]



Figura 2.17. Tesoura manual [17]

- Mais uma vez a lâmina é lisa e contínua de forma a efetuar um corte limpo no frango.

- Na fábrica de processamento é geralmente utilizada para o corte das unhas das patas dos frangos. Pode ser operada manualmente com a força a ser efetuada pelo operador ou pode ser operada pneumaticamente, em que o operador apenas pressiona um gatilho, sendo o fecho das tesouras efetuado por ar comprimido. Apresenta a vantagem de ser menos cansativo para o operador.

- É utilizada para o corte de frango cozinhado, pois quando o frango está cozinhado é mais fibroso e para que não seja desfeito aquando do corte é utilizada uma tesoura que tanto "segura" o frango como faz o seu corte. Caso se usasse uma faca seria difícil efetuar-se um corte limpo. Pois ao segurar-se o frango e ao efetuar essas várias forças o frango descolar-se-ia dos seus ossos e ficaria desfeito.

2.2.4. Corte por Sucção



Figura 2.18. Ferramenta de corte por sucção [18]

- Esta ferramenta é utilizada na operação de remoção do ânus/reto (cloaca) do frango. Dada a sua forma e a pele mole e fina que o reveste, esta ferramenta contem um tubo oco onde é introduzida essa parte do frango. Essa parte do frango é sugada (pneumaticamente) para o interior do tubo e, como a sua extremidade é afiada, é efetuado um corte no frango conseguindo-se remover essa mesma parte do frango. Para além disso o sistema de sucção também retira o resto dos dejetos do frango.

- Para o corte das unhas não funcionará pois como essa parte do frango é dura e de forma bem definida, não é possível que se crie sucção. Ao contrário do que acontece no ânus/recto em que a pele é mole e se molda á ponta da pistola de sucção que a corta, as unhas não alteram a sua forma e não se moldam á lâmina de corte da pistola.

2.3. Sistemas de fixação

A pesquisa de sistemas de fixação usados na indústria alimentar, nomeadamente no processamento de aves, foi complicada. Não existe muita informação sobre esta matéria, contudo pôde-se recolher informação sobre três sistemas:

Por pressão - a ferramenta é pressionada contra o frango que, por sua vez, o pressiona contra a base, imobilizando-o.

Por esticadores – ferramentas que agarram o frango, em partes estratégicas, e o esticam/puxam de forma a colocá-los no caminho das ferramentas de corte.

Manualmente – agarrando o frango e pressionando-o na bancada, com as mãos, para o posicionar para os cortes.

2.4. Estudo da anatomia das patas dos frangos

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

2.5. Exigências na indústria alimentar

Tal como as normas referem, a segurança alimentar, que se caracteriza por "*conceito de que um género alimentício não causará dano ao consumidor quando preparado e/ou ingerido de acordo com a utilização prevista*" [20], é extremamente importante e essencial num equipamento para funcionar na indústria alimentar. Assim, um equipamento para a indústria alimentar tem de assegurar a preservação e higiene do produto alimentar que está a processar. De modo a que se garanta a higiene do produto, devem-se seguir várias orientações para o fabrico do equipamento.

2.5.1. Material

O material de eleição para a indústria alimentar é o aço inox. Este material é ideal por diversas razões que se explicam de seguida:

- Facilidade de limpeza – o aço inox permite uma facilidade de limpeza muito superior aos restantes materiais, como o barro a porcelana e a maioria dos polímeros, principalmente devido ao seu acabamento fino e até espelhado que evita que os alimentos se fixem e entranhem.

- Dureza e formabilidade - o aço inox é um material que apresenta dureza suficiente para manter a sua forma e aguentar o trato que está sujeito na indústria alimentar. A sua dureza confere ainda ao aço inox a capacidade de não se criarem pequenas fissuras onde se poderá acumular lixo e a conseguinte criação de bactérias, o que é inaceitável na indústria alimentar. Por outro lado, devido às suas características mecânicas, é facilmente moldado nos mais diversos tipos de utensílios necessários para a indústria alimentar. Estas características mecânicas permitem ainda que o aço inox possa ser lavado inúmeras vezes e manter sempre a as suas características com elevada durabilidade.

- Resistência á corrosão – a resistência á corrosão é uma característica fundamental para todo o que esteja presente num ambiente de processamento de alimentos. O manuseamento de alimentos é sempre realizado com a utilização de muita água, em

ambientes frios e muito húmidos, ambientes esses propícios á corrosão. Ora, a corrosão vai consumindo o material e esse material poderá entrar em contacto com os alimentos e até entranhar-se no mesmo, que poderá por um lado estragar o produto e, por outro, provocar intoxicação alimentar nos consumidores. Para além disso, a oxidação do material cria fissuras onde se acumula lixo e se dá a criação de bactérias, sendo mais uma razão da proibição de materiais corrosivos na indústria alimentar.

- O aço inox é um material inerte no que toca a reações com os alimentos. Este material simplesmente não reage com os alimentos, preservando a integridade dos mesmos, incluindo a cor e o sabor. Mesmo em presença de alimentos ácidos o aço inox não reage.

Para além do aço inox também são utilizados outros materiais na indústria alimentar, uma vez que o custo mas também as características do aço inox não permitem que seja utilizado/adaptado para todos os requisitos do equipamento e no mundo da indústria alimentar. Assim, entre outros, utiliza-se também muito a borracha alimentar e também o nylon. A borracha alimentar permite um contacto mais macio com os alimentos, preservando a sua integridade física. Já o nylon é utilizado para vários fins. Como cepo de corte, uma vez que tem dureza suficiente para aguentar os cortes das ferramentas de corte mas também é "mole" o suficiente para permitir a penetração dos gumes cortantes sem os tornar demasiado rombos. Por outro lado, a criação destas fissuras pelos golpes das lâminas provocará zonas propícias á criação de bactérias. O nylon é também usado devido ao seu baixo valor de fricção quando em contacto com metais, por exemplo o inox. Esta característica apresenta-se vantajosa uma vez que permite a não utilização de lubrificantes em equipamentos móveis na indústria alimentar, por exemplo, no caso de tapetes transportadores com correntes, se as correntes forem em aço inoxidável e as engrenagens em nylon evita-se a utilização de lubrificante que seria necessário caso as engrenagens também fossem de aço inox, sob pena de se desgastarem muito rapidamente [21].

2.5.2. Proteção bacteriana

A proteção bacteriana é extremamente importante. Qualquer equipamento para a indústria alimentar deve permitir uma fácil limpeza para que, com regularidade, se limpe e desinfete o equipamento para prevenir a criação e acumulação de bactérias. Por isso devem-se evitar locais de difícil limpeza, como cantos, arestas vincadas, locais de

difícil penetração da água e desinfetante de limpeza, fissuras nos materiais, entre outras. A limpeza do equipamento é muito importante mas também a limpeza em redor do equipamento, isto é, a limpeza no local de processamento dos alimentos deve também estar assegurada, uma vez que as bactérias podem-se também transmitir pelo ar ambiente. Assim, no caso de alimentos cujo seu processamento provoque projeção do mesmo, é necessário assegurar-se o isolamento dessa área de modo a conter o alimento e a não pôr em risco nem a limpeza do equipamento e do local onde está instalado nem a segurança dos próprios operários. Devem, portanto, existir meios de isolamento dos alimentos a serem processados, de modo a limitar ao máximo possível a área propícia á criação de bactérias [21].

2.5.3. Detetor de metais

Qualquer empresa de processamento alimentar hoje em dia é obrigada a ter um detetor de metais, geralmente presente na fase final de embalamento do produto, para rejeitar todo o produto que tenha o mínimo vestígio de metal no seu interior. O detetor de metais não é obrigatório para cada equipamento mas todos os alimentos processados têm de passar pelo detetor antes de serem reencaminhados para o consumidor [22].

2.5.4. Integridade do produto

A integridade do produto prende-se com a preservação das suas características intrínsecas, como o sabor, a cor e a forma, por exemplo. Para isso, o manuseamento do produto deve ser cuidado de modo a mantê-lo apresentável e devem-se evitar materiais ou produtos no processamento dos alimentos que reajam quimicamente com estes e lhes alterem a cor ou o sabor.

2.6. Objetivos do equipamento

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

3. Projeto Conceptual

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

4. Projeto de detalhe

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

5. Projeto de Automatização

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

6. Protótipo/Custos

RETIRADO POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE

7. Conclusão

7.1. Conclusões

Após ter terminado o tempo da realização da dissertação existem algumas conclusões que se podem retirar de todo o trabalho realizado:

- O objetivo principal, a conceção de um equipamento para corte das unhas das patas dos frangos para remoção das respetivas unhas, foi cumprido quase na totalidade. Efetivamente, a conceção e o projeto de detalhe do equipamento foram concluídos faltando, apenas, a parte de construção do próprio equipamento.

- O equipamento projetado conseguirá, efetivamente, aumentar muito a cadência de produção e minimizar as lesões e cansaço dos operários. Por estas razões, o equipamento torna-se extremamente benéfico e essencial para a integração deste novo produto no mercado uma vez que o torna economicamente rentável.

- Tratando-se de uma dissertação de conceção, verificou-se a extrema utilidade e perceção que se consegue obter da realidade utilizando o *software* 3D SolidWorks. Este *software* permitiu que se simula-se o encaixe dos mais variados componentes do equipamento bem como o seu funcionamento.

- O desenvolvimento desta dissertação permitiu um maior conhecimento de todas as restrições existentes no mundo da indústria alimentar, nomeadamente os tipos de materiais que se podem utilizar. Estas restrições tornaram-se também um desafio que levou à aplicação de conhecimentos adquiridos de modo a conseguir simultaneamente cumprir as restrições e manter a fiabilidade e funcionamento do equipamento, como o caso da utilização de engrenagens em nylon para evitar a utilização de fluidos lubrificantes junto do produto alimentar.

- A realização de uma calendarização no início da dissertação bem como o seguimento das etapas do trabalho sugeridas pela teoria do projeto mecânico, mostraram-se essenciais para que se conseguisse uma coerência no desenvolvimento de todo o equipamento de modo a conseguir todo o trabalho de forma eficaz e dentro do período de tempo estipulado. Não foi possível a construção do protótipo não por falta de tempo mas sim pela dificuldade acrescida na obtenção de um orçamento viável para a construção do próprio equipamento.

Numa conclusão mais pessoal, tendo por base a motivação da dissertação, conclui-se que, efetivamente, a criação de um equipamento, a partir do zero, com o objetivo de solucionar um problema é realmente um trabalho muito interessante e que permite utilizar todos os conhecimentos adquiridos nas mais diversas áreas de estudo da engenharia mecânica. Foi, por isso, uma dissertação muito motivante e útil para o futuro como engenheiro mecânico.

7.2. Trabalhos futuros

Como se verificou pelo capítulo 6 da dissertação de mestrado, não foi possível a produção de um protótipo. Efetivamente, foi esta última etapa do projeto mecânico que ficou por concluir. Como referido anteriormente, foi muito difícil conseguir obter um orçamento para a construção deste protótipo, uma vez que se trata de um equipamento que exige a conciliação de trabalhos de diversas áreas (automação, manufatura, mão-de-obra especializada). A construção do protótipo seria o culminar de toda a dissertação e a parte mais esperada logo desde o início do desenvolvimento da dissertação. É, portanto, a construção do protótipo do equipamento a etapa seguinte, o trabalho futuro, para se terminar a dissertação. Essa construção do protótipo permitirá confirmar todos os dados e resultados obtidos na simulação computacional do equipamento e, certamente, apareceram novos problemas e melhoramentos que se puderam fazer ao equipamento. A construção física do equipamento e a verificação do funcionamento do mesmo era o objetivo último para a dissertação de mestrado, infelizmente não foi possível ser efetuado. Contudo, com todo o trabalho desenvolvido e todo o projeto de detalhe conseguido, a base para o início da construção do protótipo está bem definida.

Bibliografia

[1] [Online]. Available: http://dc151.4shared.com/img/mA2FVrOA/preview.html.,. [Acedido em 5 Março 2013].

[2] [Online]. Available: http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/bem-estar-manejo-pre-t846/124-p0.htm. [Acedido em 5 Março 2013].

[3] [Online]. Available: http://dc151.4shared.com/img/mA2FVrOA/preview.html. [Acedido em 5 Março 2013].

[4] [Online]. Available: http://portuguese.alibaba.com/product-gs/bleeding-trough-564484398.html. [Acedido em 5 Março 2013].

[5] [Online]. Available: http://www.agroads.com.br/tanque-para-escaldagem_57363.html. [Acedido em 5 Março 2013].

[6] J. W. Ryan, "Poultry abattoir apparatus". Nova Zelândia Patente 0024171, 25 Fevereiro 1981.

[7] [Online]. Available: http://www.bockdobrasil.com.br/upload/produtos/imagens/b/1249067801040.jpg. [Acedido em 5 Março 2013].

[8] G. S. H. Jr, "Methos and Apparatus for eviscerating chickens or other fowl". Estados Unidos da America Patente 35.672, 8 Maio 1970.

[9] [Online]. Available: http://img.alibaba.com/photo/113994408/Evisceration_line.jpg. [Acedido em 5 Março 2013].

[10] [Online]. Available: http://www.bockdobrasil.com.br/upload/produtos/images/b/1231421965chiller.jpg. [Acedido em 5 Março 2013].

[11] [Online]. Available: http://www.google.pt/imgres?q=frango+inteiro&um=1&hl=ptPT&biw=1366&bih=632&tbm=isch&tbnid=4p83V6yOxmy-KM:&imgrefurl. [Acedido em 5 Março 2013].

[12] [Online]. Available: http://www.precolandia.com.br/cutelo-ultracorte-6----tramontina-precolandia,product,484466.aspx. [Acedido em 5 Março 2013].

[13] [Online]. Available: http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/chicken-slaughter-

] machine-automatic-chicken-head-and-feet-cutter-601598013.html. [Acedido em 6 Março 2013].

[14] [Online]. Available: https://www.meyn.com/en-GB/35/hock-cutter.html. [Acedido em 6 Março 2013].

[15] [Online]. Available: http://www.precolandia.com.br/cutelo-ultracorte-6----tramontina-precolandia,product,484466.aspx. [Acedido em 6 Março 2013].

[16] [Online]. Available: http://www.it.all.biz/pt/tesouras-pneumticas-g65847. [Acedido em 6 Março 2013].

[17] [Online]. Available: http://www.pontoequipamentos.com.br/tesoura-para-frango-profissional-em-inox---mundial-p142. [Acedido em 6 Março 2013].

[18] [Online]. Available: http://www.agroads.com.br/vc-extrator-de-reto-de-peru-e-frango_58438.html. [Acedido em 6 Março 2013].

[19] [Online]. Available: https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTXfNjiUXicyQTbHHXdBBKkn5-xwRzwna6At1mPxZkGaYjV7eKc. [Acedido em 10 Abril 2013].

[20] I. P. d. Qualidade, *Sistemas de gestão da segurança alimentar*, Portugal: Instituto Português da Qualidade, 2005.

[21] "http://www.cmqv.org/website/artigo.asp?cod=1461&idi=1&moe=212&id=19985," [Online].

[22] "Quali.pt," [Online]. Available: http://www.quali.pt/haccp/220-pre-requisitos. [Acedido em 20 Março 2013].

[23] *Chain Drive Design, Rexnord, pág.46.*

[24] *Chain Drive Design, Rexnord, pág.47.*

[25] J. S. Morais, Desenho Técnico Básico 3, Porto: Poto Editora.

[26] L. F. Silva, "Apresentação de Órgãos de Máquinas I-Rolamentos," Selecção de rolamentos: Vida- página 17, Escola de Engenharia-Universidade do Minho.

[27] J. Machado e J. F. Silva, Sebenta Automação II, 2010.

[28] "https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTXfNjiUXicyQTbHHXdBBKkn5-xwRzwna6At1mPxZkGaYjV7eKc," [Online].

Anexos

RETIRADOS POR QUESTÕES DE CONFIDENCIALIDADE