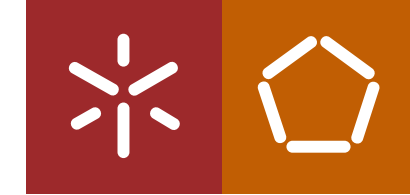


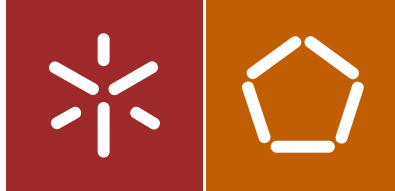


Pedro Miguel Oliveira Gomes

Conceção, projeto e desenvolvimento de um
equipamento, para o corte, aos pedaços, de
frangos crus

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Pedro Miguel Oliveira Gomes

Conceção, projeto e desenvolvimento de um
equipamento, para o corte, aos pedaços, de
frangos crus

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

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Eurico Seabra

e co-orientação do
Professor Doutor Luís Ferreira da Silva

DECLARAÇÃO

Nome: Pedro Miguel Oliveira Gomes

Correio eletrónico: peddro.m@gmail.com

Tel./Tlm.: 913512914

Número do Cartão de Cidadão: 13554961

Título da dissertação:

Conceção, projeto e desenvolvimento de um equipamento, para o corte, aos pedaços, de frangos crus

Ano de conclusão: 2014

Orientador(es): Eurico Seabra e Luís Ferreira da Silva

Designação do Mestrado

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

Área de Especialização: Tecnologias de Manufatura

Escola: Escola de Engenharia

Departamento: Departamento de Engenharia Mecânica

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

Guimarães, ____/____/____

Assinatura: _____

Agradecimentos

A todas as pessoas que contribuíram, directamente ou indirectamente, na realização deste projecto de dissertação, pretendo expor o meu agradecimento. Entre eles, gostaria de destacar de forma especial:

- Em primeiro lugar, aos Professores Luís Ferreira da Silva e Eurico Rodrigues Seabra, pelas suas orientações, disponibilidade, apoio, conselhos, partilha de informação e por toda a ajuda prestada, ao longo do trabalho desenvolvido;
- Ao Engenheiro Carlos Caldeira, pelo auxílio ao longo do projecto, nomeadamente, no tempo despendido para diálogo e esclarecimento dos vários aspectos que permitiram a compreensão do problema por eles solicitado;
- Ao meu colega, Ricardo Rocha, pelos conselhos e partilha de ideias, que se revelaram importantes ao longo das fases do projecto;
- À minha namorada, Helena Batista, por toda a ajuda, motivação, compreensão, carinho, e por tornar suportáveis as fases mais complicadas;
- Aos meus Pais, pela ajuda e incentivo, não só na dissertação mas ao longo do meu percurso académico;
- Aos meus colegas de curso, nomeadamente, o Manuel Silva, Pedro Silva e Luís Pinto, pelo acompanhamento na superação das várias etapas do percurso académico;
- Por último e não menos importante, aos meus amigos: Jorge Oliveira, Elsa Oliveira, Pedro Mendes, Cármen Silva, Jaime Costa, Sara Ferreira, Joana Silva, João Teixeira e Xavier Dias pela motivação e todo o carinho.

Resumo

A competitividade no setor alimentar, e a crescente necessidade pela colocação no mercado de uma vasta gama de produtos, incentivaram à inovação tecnológica e a uma maior automatização e controlo dos processos.

Atualmente estão disponíveis diversos tipos de produtos avícolas, assim como uma vasta gama de equipamentos capazes de os processar, contudo, ainda há uma grande necessidade em aumentar a cadência produtiva no processamento de determinados produtos. Neste pressuposto, surgiu a necessidade de uma empresa portuguesa, líder nacional no setor de produtos avícolas, em introduzir alguma automatização no processo produtivo do artigo *Canja de Galinha*. Deste modo, solicitou a conceção de um equipamento para a produção deste artigo, que presentemente é realizado, maioritariamente, de forma manual.

Esta dissertação apresenta o trabalho desenvolvido no âmbito do estudo, conceção e desenvolvimento, de um equipamento para o corte, aos pedaços, de frangos crus. Os pontos principais, tratados neste documento, consistem numa abordagem metódica, de acordo com a metodologia do projeto mecânico, para ao problema solicitado pelo cliente, fosse apresentada uma solução viável face às necessidades declaradas.

Inicialmente foi gerado um conjunto de esboços conceptuais, ou seja, possíveis soluções, baseadas num conjunto de parâmetros a cumprir, previamente acordados com o cliente. Os parâmetros mais importantes estão relacionados com a lista de objetivos, as funções a contemplar e o estabelecimento dos requisitos do projeto. De um conjunto de métodos e técnicas, seleccionou-se a solução mais adequada, face às exigências e expectativas do cliente.

A solução adoptada, a partir de um conjunto de soluções elaboradas, foi pormenorizadamente detalhada. Nesse contexto, foi incluída e cumprida a legislação relativa às normas de higiene e segurança, de acordo com a aplicação pretendida para o equipamento, assim como os aspetos relacionados com a ergonomia do posto de trabalho. Posto isto, procedeu-se à montagem virtual de todos os componentes.

Por último, referiu-se as conclusões do trabalho realizado e definiu-se propostas para trabalhos futuros.

Abstract

The competitive edge on the food sector and the on growing necessity to make available on the market a vast range of products has encouraged the technological innovation and a greater automation and control of processes.

Currently several types of poultry products are available as well as a vast range of equipment that are able to process those products. However there is still present a great need in improving the productive cadence whilst processing certain products. With this assumption a need has arisen for a Portuguese company, the national leader on the poultry products' market, to automate their productive process of the product *Canja de Galinha*. Thus, has sought the creation of a specific equipment in order to produce this product, which is currently produced manually.

This dissertation presents the work under study, conception and development of an equipment to cut raw chicken into pieces. The main points dealt in this document comprise of a methodical approach according to the methodology of a mechanical project, so that from the problem presented by the client a feasible solution was created that met the stated needs.

A collection of conceptual sketches was initially generated, in other words, possible solutions based on a set of parameters to fulfil, which were previously defined in conjunction with the client, were developed. The most important parameters are related to the objectives' list, the functionalities to take into account and set up of the project's requirements. Of a set of methods and techniques the most appropriate solution was selected, taking into account the demands and expectations of the client.

The adopted solution, from a set of created solutions, was thoroughly detailed. In that context, the legislation relative to the hygiene and safety norms was strictly followed according to the intended application for the equipment as well as the aspects related to ergonomics of workstation. Hereupon the virtual assembling of all components.

In the end of this document conclusions for the work executed have been stated in addition to defining future work.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	i
Abstract.....	ii
Índice	iv
Glossário.....	vii
1. Introdução.....	11
1.1. Motivação	15
1.2. Enquadramento do trabalho	16
1.3. Objectivos	19
1.4. Estrutura da dissertação	20
2. Equipamento para corte alimentar	20
2.1. Ferramentas de corte manual	20
2.2. Equipamentos semiautomáticos.....	22
2.3. Equipamentos automáticos	26
2.3.1. Funcionamento	28
2.3.2. Funções.....	31
2.4. Tipos de corte.....	39
2.5. Sumário	43
3. Projeto mecânico	109
4. Bancada de testes.....	110
5. Automatização da solução	120
6. Conclusões.....	131
6.1. Sumário dos desenvolvimentos	131
6.2. Conclusões	132
6.3. Trabalhos futuros	133
7. 7. Bibliografia.....	136

8.	Anexos.....	140
----	-------------	-----

Glossário

Símbolos	Designação	Unidade
C	Folga	mm
Ac	Folga permitida de acordo com o tipo de material	adm
t	Espessura do material	mm
F _c	Força de corte	N
S	Resistência do material ao esforço de cisalhamento	kg/mm ²
L	Comprimento da aresta de corte	mm
L _c	Comprimento da corrente	mm
p	Passo	mm
c	Entre eixo	mm
Z	Número de dentes das rodas dentadas	adm
P	Potência transmitida	W
M	Binário	N.m
N	Número de rotações por minuto	rpm
F _g	Força gravítica (devido ao peso do corpo)	N
F _t	Força de tracção ou torção	N
d	Diâmetro	d
V	Velocidade linear	m/s
W	Peso dos componentes	Kg
g	Aceleração da gravidade (constante)	m/s ²
σ _e	Tensão limite de fadiga corrigida do material	Pa
σ _{ced}	Tensão de cedência do material seleccionado	Pa
K _a	Factor superfície (acabamento)	adm
K _b	Factor tamanho	adm
K _c	Fiabilidade	adm
K _d	Temperatura	adm
K _e	Factor modificado da concentração de tensões	adm
K _f	Factor de redução de tensão à fadiga	adm
n	Coeficiente de segurança	adm
K	Razão entre o diâmetro interno e externo	adm
K _m	Factor combinado de choque e fadiga, para o momento flector	adm
K _t	Factor combinado de choque e fadiga, para o momento torsor	adm
M	Momento flector	N.m
T	Momento Torsor	N.m

α	Coeficiente de encurvadura do veio	adm
L_{10h}	Vida nominal básica com 90% de fiabilidade	Horas
C	Capacidade de carga dinâmica	KN
F_{ta}	Força teórica de avanço	N
F_{tr}	Força teórica de recuo	N
F_d	Força disponível para o trabalho	N
Q	Consumo (caudal de ar)	l/min
V	volume	mm ³
n_c	Número de ciclos ou de movimentos	Ciclos/min
p	Pressão	bar
A	Área	mm ²
m	Massa	Kg
η	Rendimento ou capacidade de carga	adm
E_c	Energia Cinética	J

1. Introdução

Nos dias de hoje há cada vez menos tempo disponível, e por vezes até mesmo vontade, para preparar uma refeição. São inúmeros os fatores que levaram a esta situação, porém, não foram abordados na dissertação. O mercado atual já oferece soluções, para reduzir os tempos de preparação das refeições, desde os robôs de cozinha e ferramentas especiais, até à produção de produtos alimentares quase acabados, ou seja, quase prontos a comer. Este leque de soluções, disponível no mercado, permite confeccionar refeições mais rapidamente, e com qualidade muitas vezes superior à conseguida em nossas casas.

A indústria alimentar tem apostado fortemente na inovação tecnológica, por esse motivo, ao longo dos anos foram surgindo novas formas de processamento dos alimentos. A introdução de novas técnicas e métodos de processamento, equipamentos mais sofisticados e um controlo mais rigoroso dos processos, tem vindo a revolucionar este setor. Deste modo, foi possível colocar no mercado grandes quantidades e variedades de produtos, possibilitando aos consumidores a sua aquisição a preços acessíveis e com garantia da qualidade. Os produtos podem ser obtidos total ou parcialmente confeccionados, evitando assim o elevado tempo de preparação e os eventuais esforços físicos associados a determinadas operações, principalmente nas tarefas de corte e desmanche de carne. A tendência ao consumismo, o desenvolvimento de novas metodologias e equipamentos, assim como a competitividade, foram os principais factores que revolucionaram o setor alimentar. Cada vez mais são exigidas maiores cadências produtivas, controlos de qualidade rigorosos, a constante introdução de novos produtos ou atualização de produtos existentes, para corresponder às crescentes exigências e tendências do mercado.

Na indústria alimentar, a garantia de qualidade do produto processado, por uma determinada empresa, é indispensável. Sendo assim, pode definir-se qualidade, como as expectativas e percepções de um indivíduo, sobre o quão aceitável é o preço de determinado produto [1].

Numa fase inicial foi estudado o ponto de vista do consumidor, e a forma como os produtos alimentares, disponíveis no mercado, permitiram melhorar a sua qualidade de vida. Para que o consumidor pudesse ter os produtos desejados em sua casa, foi necessário que uma ou mais unidades fabris assegurassem todo o processamento, desde a matéria-prima até ao produto final pronto a distribuir. Há uns anos atrás era atribuída pouca

importância às condições de trabalho dos operários, uma vez que existiam cadeias de processamento pouco automatizadas, onde a intervenção humana era crucial, contudo, esse cenário alterou-se. Algumas das tarefas necessitavam de um grande número de operários, e representavam um elevado esforço físico para os mesmos. Esse esforço, por vezes, traduzia-se em situações de risco, a que o operário estava sujeito diariamente. A automatização da maior parte das operações permitiu diminuir a demanda de esforço físico, assim como situações de risco a que o operário estava exposto. Deste modo, a organização beneficiava da redução do número de trabalhadores e do consequente aumento produtivo. Atualmente existem cadeias de produção totalmente automatizadas, onde a intervenção humana é mínima. Os equipamentos envolvidos, nas cadeias de processamento automatizadas, são atualmente concebidos de acordo com um conjunto de normas, garantindo que os parâmetros de ergonomia, higiene e a segurança não são descurados. Desta forma, o operário desempenha as suas funções com menor esforço e com maior conforto, tornando-se mais produtivo.

Posto isto, o objetivo principal da dissertação foi a conceção de um equipamento que garantisse o corte da carne de galinha, em várias partes, relativamente à produção do artigo *Canja de Galinha*. Tendo em conta esta necessidade, foi fundamental a utilização de metodologias de projeto, assim como o constante diálogo como cliente, para que no final o equipamento projetado esteja de acordo com as expetativas do mesmo.

Na atualidade, os mercados estão cada vez mais exigentes e competitivos, devido, em grande parte, à imensa variedade de produtos disponíveis. A crescente necessidade e competitividade exigida às empresas, incentivada pelo aumento do consumo, levaram à procura de melhores práticas e processos produtivos. O objetivo dos produtores, principalmente do setor alimentar, é colocar no mercado uma ampla variedade de produtos finais, para fazer face às expetativas dos clientes. Neste tipo de indústria, a busca pela capacidade em produzir autonomamente e com flexibilidade, aliado a um controlo de qualidade cada vez mais rigoroso, é o caminho para a prosperidade e sucesso da organização. Para alcançar o sucesso, fazer face à concorrência e à demanda por novos produtos, deve apostar-se na qualidade, na formação dos operários e na constante inovação tecnológica.

Cada vez mais as famílias dispõem de menos tempo para poderem confeccionar as suas refeições, isto devido ao estilo de vida atual, mais agitado e stressante, resultando numa

predisposição para o consumismo. O consumidor não se importa de pagar mais, só pela conveniência da preparação, pelo menos parcial, da refeição. Para acompanhar este aumento da necessidade de consumo, é fundamental aumentar a produção. Desta tendência, surgiu a necessidade em conceber linhas produtivas cada vez mais autônomas e com maior cadência, para assim assegurar o cumprimento dos requisitos dos clientes.

Remetendo agora para o setor avícola, pode afirmar-se que este mercado está em forte expansão, comparativamente com outros tipos de produtos do setor alimentar. Na figura 1.1 pode observar-se a evolução da quantidade produzida, em relação aos tipos de produtos identificados. Uma das vantagens da produção de aves, relativamente à produção dos outros produtos representados na figura 1.1, é a elevada eficiência do processo, isto porque, com apenas 2 kg de ração é possível produzir 1 kg de carne. O aumento da produção de aves de capoeira, como assinalado na figura 1.2, está diretamente relacionado com a maior procura por parte dos consumidores. Este crescimento reflecte um conjunto de fatores, explicados de seguida [2].

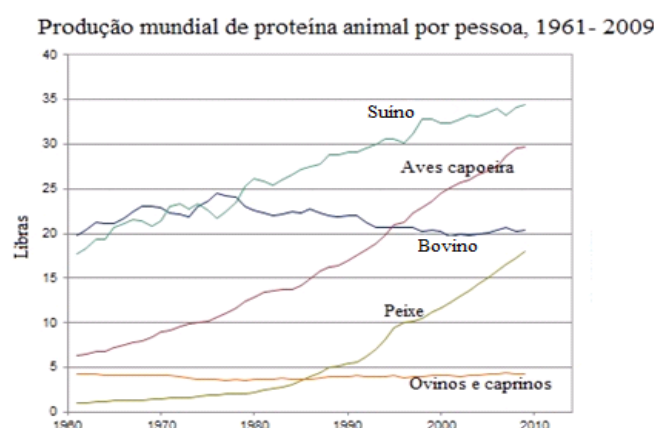


Figura 1.1 – Evolução da produção mundial de proteína animal, ao longo dos últimos anos (adaptado de [2]).

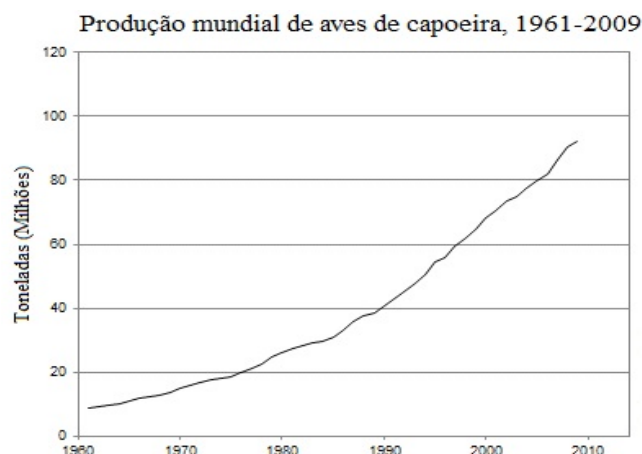


Figura 1.2 – Evolução da produção mundial de aves de capoeira, ao longo dos últimos anos (adaptado de [2]).

Pode então concluir-se, que nos últimos anos tem aumentado a necessidade pelo consumo de carnes brancas [3]. Este aumento crescente pode estar aliado aos seguintes fatores: [4]

- Baixo custo produtivo, traduzindo numa maior rentabilidade;
- Preços bastante competitivos, relativamente a outros produtos no mercado;
- Elevada disponibilidade, em grande parte devido à facilidade de processamento automático;
- Grande variedade de produtos;
- Tradições étnicas ou religiosas;
- Preocupações com a saúde e dieta, visto que é um tipo carne rica em proteínas e de baixo teor calórico.

Do ponto de vista nacional também é notório o aumento do consumo de carnes de brancas, principalmente do frango [5]. O investimento em tecnologia e no controlo dos processos, relativamente às etapas de transformação do produto, são parâmetros importantes que podem ditar a prosperidade ou o insucesso de determinada empresa. Por esse motivo, cada vez mais as empresas nacionais apostam na certificação e na qualidade dos seus produtos, e assim garantem a satisfação dos seus clientes.

As atividades realizadas vão, desde a produção de rações para os animais até à comercialização do produto. A transformação de produtos alimentares é uma das diversas actividades praticadas pela empresa, tendo como finalidade disponibilizar aos seus clientes uma vasta gama de produtos. Um dos produtos produzidos na empresa, designado por *Canja de Galinha*, foi o tema de estudo e desenvolvimento da dissertação. Este produto é

constituído por algumas partes da carne de galinha. O interesse na produção deste artigo, prende-se com um aspecto cultural e gastronómico típico de Portugal, que é a confecção de uma sopa intitulada de canja. O objetivo principal é reduzir os tempos de preparação e eliminar as tarefas que envolvem maior esforço físico ao consumidor, durante a confecção da sopa. Neste contexto, a empresa solicitou a resolução de um problema, relacionado com o processamento deste produto, visto que atualmente as várias tarefas inerentes à produção, são realizadas, maioritariamente, de forma manual. Neste pressuposto, a empresa solicitou a alteração do método produtivo, com o objetivo de aumentar a cadência e eliminar as tarefas manuais de corte. Foi na extensão deste problema, que a empresa propôs a conceção de um equipamento que pudesse efectuar o processamento do produto, de uma forma automática ou pelo menos com alguma automatização.

O corte de frango, manualmente ou utilizando equipamentos semiautomáticos, envolve a possibilidade de ocorrência de risco de danos físicos ao operador, devido principalmente, à utilização de componentes cortantes. A necessidade em diminuir esses riscos e aumentar a cadência produtiva, passa por automatizar o processo de corte, assegurando assim uma operação mais segura (não necessitando de intervenção humana direta), rápida e eficaz. Hoje em dia existem sistemas de corte altamente automatizados, linhas de processamento onde a intervenção humana é reduzida. Os sistemas existentes são normalmente flexíveis, pelo que permitem efectuar alterações na sequência de processamento, ou seja, permitem ser ajustados para atender a diferentes requisitos.

1.1. Motivação

A oportunidade de desenvolver um equipamento inovador, ou seja, ainda não existente no mercado, assim com a hipótese de melhorar o processo produtivo, de um produto de uma empresa Portuguesa, foram aspetos aliciantes e decisivos para a aceitação deste trabalho.

Uma outra razão prende-se com a possibilidade de facilitar o trabalho ao operário, diminuindo ao máximo as operações mais penosas, ou seja, que mais esforço exige por parte dos operários. A possibilidade de envolver todos os conhecimentos assimilados ao longo do percurso académico, também é uma mais-valia, e que permite tornar os conhecimentos adquiridos mais sólidos. É neste tipo de projetos, mas não só, que se pode mostrar a grande importância da Engenharia Mecânica, retirando um pouco a ideia de que apenas é aplicada ao setor automóvel, ou seja, mostrando neste caso em concreto, que

também a indústria alimentar necessita dos conhecimentos relacionados com a Engenharia Mecânica.

Pode dizer-se que exigência do trabalho, assim como a vertente projeto mecânico, foram aspetos motivantes para todos os desenvolvimentos realizados. Sendo este projeto aplicado numa indústria em forte expansão, poderá ser largamente aceite no mercado, tanto ao nível nacional como até, porventura, internacional.

1.2. Enquadramento do trabalho

As exigências produtivas, ao nível da qualidade e diversidade de produtos avícolas, é cada vez mais elevada, para fazer face aos requisitos dos clientes e até mesmo à concorrência. A crescente exigência, também consequência do aumento da procura, gerou a necessidade de um processamento cada vez mais automatizado, e um controlo dos processos mais rigoroso. Por estes motivos, o processamento destes produtos deve ser efetuado em conformidade, com rapidez e eficiência, assegurando todas as normas de higiene em vigor, por forma a produzir cada vez mais quantidade e diversidade de produtos, com a máxima qualidade.

A introdução de novas tecnologias, aliadas à automatização e controlo dos processos, permite um acompanhamento constante da conformidade do produto com as especificações. Atualmente existe uma diversidade de equipamentos, para o processamento dos mais variadíssimos tipos de produtos avícolas. Pode afirmar-se, que desde a criação (alimentação das aves) até à comercialização (venda dos produtos), diversos são os procedimentos e equipamentos intervenientes nas várias fases do processamento. Os equipamentos utilizados, uns mais automatizados do que outros, visam simplificar as tarefas, bem como permitir a realização de várias funções, de uma forma mais segura, rápida e eficaz.

A cadeia de processamento de aves envolve uma série de etapas sequenciais, que se encontram inter-relacionadas, com o objetivo principal de converter a matéria-prima (aves ainda vivas) em vários tipos de produtos finais (mistura de várias partes da ave). Para facilitar a compreensão das várias operações realizadas, ao longo das várias etapas de processamento do produto, é fundamental identifica-las. No esquema da figura 1.3 pode observar-se o fluxograma geral do processamento de aves de capoeira. Ao longo das várias etapas, é essencial a aquisição de dados, para a verificação e controlo da qualidade do

produto. A limpeza de todos os equipamentos é também fundamental, principalmente nas etapas iniciais, uma vez que envolve maior quantidade de resíduos [7].

Depois de devidamente identificadas, as principais etapas envolvidas no processamento das aves de capoeira, foi atribuída especial atenção à etapa de corte. Neste sentido, a análise e desenvolvimento dos vários sistemas e componentes relacionados com o corte do produto, foram fundamentais para os capítulos seguintes.

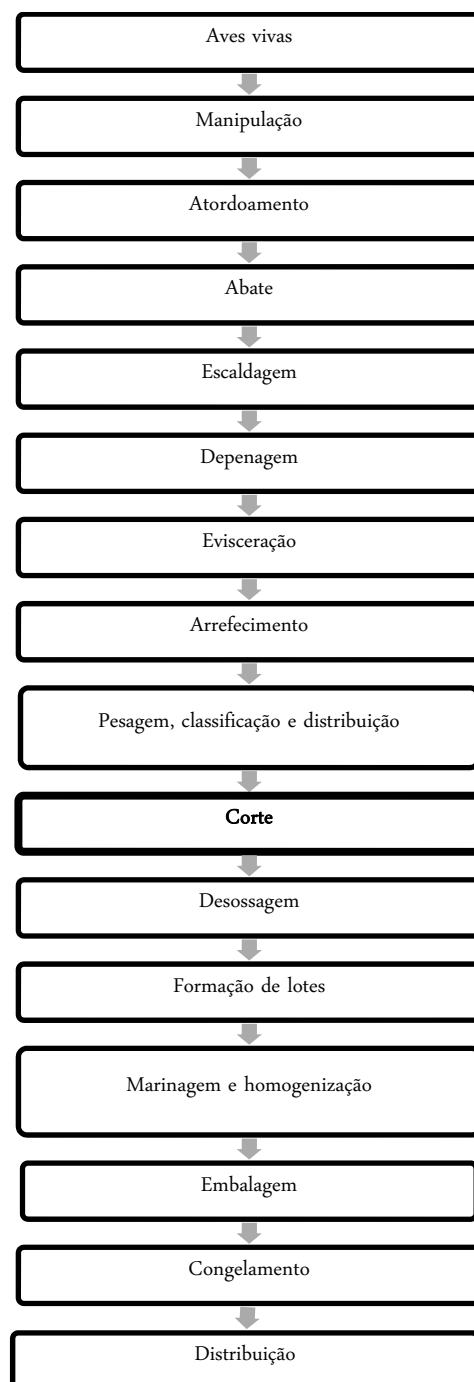


Figura 1.3 – Fluxograma do processamento de aves de capoeira [4][7].

Na atualidade as plantas de processamento, relacionadas com o processo de corte, são tão flexíveis quanto necessário. O funcionamento é baseado em sistemas modulares, que permitem grande flexibilidade para adaptar o processo, consoante o tipo de produto pretendido, e assim atender aos diferentes requisitos dos clientes. Deste modo, o tipo de produto que se pretende produzir, permite definir a capacidade de produção necessária, o tipo de equipamentos a utilizar e a disposição fabril que deve ser implementada. Estes sistemas modulares são capazes de proporcionar cortes anatómicos com exatidão [7].

Na etapa de corte é importante saber quais as partes da ave que se pretende cortar. O tipo de corte realizado na ave, ou por outras palavras, as partes cortadas, é que definem o tipo de produto produzido. Sendo assim, é necessário definir o tipo de produto que se pretende produzir, ou seja, quais as partes da ave que devem constar do produto final. Existem muitas configurações possíveis, que podem ser obtidas. Na tabela 1.1 estão identificadas as várias partes da carcaça de frango, que podem ser obtidas durante o processo de corte [1].

Tabela 1.1- Configurações mais comuns, das várias partes da carcaça de ave [1].

<i>Parte</i>	<i>Descrição</i>
Meia carcaça	A carcaça é dividida ao meio, através do corte pela coluna vertebral, dividindo igualmente, em metade direita e esquerda.
Meio peito (1/4 de frango)	O peito é dividido, igualmente ao meio, pela coluna vertebral. A asa mantém-se ligada ao peito.
Coxa e Sobrecoxa (1/4 perna)	A perna é dividida ao meio, pela coluna vertebral, obtendo-se o conjunto coxa e sobrecoxa.
Asa	Os três segmentos da asa (três porções) com uma quantidade variável de carne do peito.
Peito	Com ou sem costelas, ossos e pele.
Sobrecoxa	A parte superior da perna, que contém o fêmur.
Coxa	A parte inferior da perna, que contém a tíbia e fibula.
Ponta externa da asa	Porção externa da asa.
Ponta interna da asa	Porção interna, ligada ao peito.
Junta central da asa	Secção central da asa, com ou sem parte externa.
Peito inteiro (completo)	A metade anterior da carcaça sem asas, com ou sem a coluna.
Perna inteira	Coxa e sobrecoxa sem a espinha central.
Meia carcaça do peito	Metade anterior intacta da carcaça.

Meia carcaça das pernas	Metade posterior intacta da carcaça.
Meia carcaça	A carcaça é dividida ao meio, através do corte pela coluna vertebral, dividindo igualmente em metade direita e esquerda.

Como já foi referido, o objetivo desta dissertação é dar resposta ao problema da empresa, relativamente à produção do artigo Canja de Galinha. Desta forma, foi fundamental perceber toda a cadeia de processamento e de transformação do produto, com especial destaque para a etapa de corte. Relativamente ao processo de corte, um aspeto muito importante, foi a identificação das várias partes que se podem obter a partir da carcaça da ave. A mistura das várias partes define a mistura de produtos desejada, e por consequente, o tipo de produto que se pretende produzir.

1.3 Objectivos

Esta dissertação tem como objetivo principal a conceção, desenvolvimento e projeto de um equipamento automático para o corte, aos pedaços, de galinhas cruas. O projeto do equipamento deve ter em conta o tipo de produto que se pretende produzir, assim como as funções que o equipamento deve ser capaz de assegurar. Posto isto, os objectivos gerais de trabalho, para o projeto do equipamento, passam pela abordagem dos seguintes assuntos:

- Estudar e analisar dos tipos de corte;
- Identificar as características do produto;
- Fazer o levantamento dos requisitos do cliente, relativamente ao produto e ao equipamento;
- Apresentar um conjunto de propostas ou possíveis soluções;
- Conceber um equipamento ergonómico, higiénico e seguro;
- Realizar os testes do corte do produto (aplicabilidade do método de corte);
- Dimensionar e detalhar todos os componentes;
- Elaborar a automatização e o controlo do equipamento.

O pedido inicial, foi a concepção de um equipamento para a produção do artigo *Canja de Galinha*. A tarefa principal que se pretende automatizar, e à qual o equipamento projetado teve que obrigatoriamente solucionar, está associada com as operações de corte. Assim sendo, e uma vez que atualmente o produto é realizado de uma forma manual, era expectável a introdução de alguma automatização nesse processo.

1.4 Estrutura da dissertação

De modo a estruturar e enquadrar todo o trabalho realizado, no âmbito desta dissertação, foi redigido este **capítulo inicial**, que aborda de forma sucinta os temas relacionados com o corte de aves. Após explicados os motivos do tema da dissertação e apresentado o respetivo enquadramento, foi possível descrever os objetivos gerais do trabalho realizado. De seguida apresenta-se uma breve descrição de cada um dos capítulos que compõem a dissertação, bem como o propósito de cada um.

No **segundo capítulo** pretende expor-se todos os equipamentos, ferramentas e métodos de corte analisados, por forma a perceber como se processam os vários tipos de corte. O intuito principal é que no final seja aplicado um dos métodos de corte abordados.

O **terceiro capítulo** assenta numa metodologia de projeto, onde se aplicam um conjunto de métodos e ferramentas apropriadas, para detalhar o problema e gerar soluções, relativamente à necessidade apresentada. Este capítulo tem como finalidade obter uma solução viável, que corresponda às exigências do cliente.

Uma vez escolhida a solução final, é necessário justificar essa escolha. Este é o objectivo principal do **capítulo quatro**, visto que diz respeito ao teste e validação da solução.

Por forma a automatizar o equipamento, foi necessário explicar detalhadamente o funcionamento do mesmo. Nesse âmbito, foi elaborada uma grelha identificando todos os modos de funcionamento e paragem, que o equipamento deve assegurar, assim como o circuito de comando a integrar. Estes tópicos foram abordados no **capítulo 5**.

Para terminar, o **último capítulo** descreve as conclusões de todo o trabalho elaborado, assim como os trabalhos a desenvolver futuramente.

2. Equipamento para corte alimentar

A identificação das várias fases de transformação e processamento do produto avícola, abordadas no capítulo anterior, permitiu enquadrar a etapa de corte. Deste modo, foi possível saber em que condições o produto se encontra, ou seja, que características apresenta antes de iniciar o processo de corte. Uma vez que a dissertação foi desenvolvida, principalmente, considerando todos aspetos relacionados com o corte de aves, é de extrema importância a familiarização com este conceito, assegurando uma visão mais ampla do tema desenvolvido, e permitindo a percepção dos conceitos seguintes de uma forma mais coerente.

O objetivo deste capítulo foi explicar e evidenciar os aspectos principais dos equipamentos existentes, ao nível do corte de carne, com especial ênfase nos equipamentos utilizados no corte dos produtos avícolas, para que se pudesse perceber as várias formas de corte possíveis. Por esse motivo, foram abordadas diversas configurações utilizadas para o corte de variadíssimos produtos, desde a utilização de ferramentas manuais até aos equipamentos automatizados. Muito sucintamente pode afirmar-se que o intuito é analisar a tecnologia que já existe, principalmente ao nível do processamento dos alimentos, mas mais concretamente do corte de aves, para daí retirar ilações que podem ser aplicadas durante as fases seguintes do projeto.

Posto isto, foram abordados os vários métodos intervenientes no corte de produtos alimentares, por forma a identificar os vários sistemas e dispositivos utilizados na realização das tarefas associadas a este processo. No final foi possível efetuar um levantamento dos procedimentos seguidos, estruturas envolvidas, componentes utilizados e as funções permitidas por cada equipamento estudado. De um modo geral, foram considerados todos os aspetos intervenientes no processo de corte. Por fim, foi elaborado uma análise comparativa dos vários tipos de corte mencionados.

2.1 Ferramentas de corte manual

Cutelo

Os cutelos são ferramentas manuais que permitem o corte e o desmanche de carne. São recomendados quando se pretende cortar ossos e carnes mais rígidas. Atualmente são

muito utilizados pelo indivíduo comum, ou em casa próprias, como nos talhos. Na figura 2.1 pode observar-se a configuração geral, que este tipo de ferramentas apresenta.



Figura 2.1 Cutelo utilizado no corte e desmanche de carne (adaptado de [8]).

Na tabela 2.1 estão indicadas algumas das vantagens e desvantagens, associadas a esta ferramenta de corte.

Tabela 2.1 – Vantagens e desvantagens da utilização dos cutelos.

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
- Baixo custo; - Praticamente não necessita de acomodação.	- Repetibilidade e exatidão do corte (dependentes da perícia e esforço físico do utilizador); - Proteção insuficiente; - Afiação sistemática do gume de corte; - Baixa cadência produtiva (operação manual).

Com base na análise de um cutelo, mas também através da observação prática da sua utilização, pode referir-se as seguintes características:

- Comprimento e altura (útil da lâmina): 200×100 mm
- Espessura: 4 mm
- Material: aço inox aisi 304
- Peso: 1 Kg
- Preço: 20 a 40 €

Cortador universal

O dispositivo da figura 2.2 é muito utilizado para a remoção de cabeças e caudas de peixes, mas também permite o corte de carne em geral. O seu princípio de funcionamento é muito simples, basta colocar o produto na base de nylon e acionar a alavanca, impulsionando assim o movimento de corte, que é guiado por um par de guias. Este dispositivo permite

um corte exato, na medida em que o utilizador pode facilmente garantir o alinhamento do produto, e manualmente ajustar a forma pretendida.

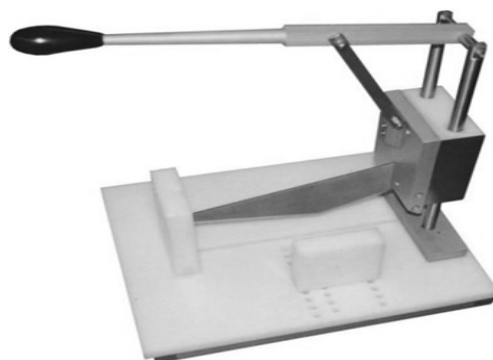


Figura 2.2 – Dispositivo de corte universal.

Algumas das vantagens e desvantagens, associadas a este mecanismo de corte manual, encontram-se na tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Vantagens e desvantagens da utilização dos dispositivos de corte manual.

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
- Baixo custo; - Rápida e fácil acomodação.	- Não permite o corte de produtos de dimensões superiores a 300×200 mm; - Proteção insuficiente; - Baixa cadência produtiva.

2.2 Equipamentos semiautomáticos

As ferramentas de corte, anteriormente apresentadas, exigiam a total manipulação manual do produto. Nos equipamentos semiautomáticos também está associado a manipulação manual, contudo, o utilizador apenas tem que alimentar o equipamento, ou seja, tem que posicionar o produto de acordo com os cortes que pretende realizar. Neste caso, a destreza do operário é fundamental para a conformidade do corte, mas também para garantir a sua segurança. Estes equipamentos permitem o corte de aves, de diversas configurações de pesos e tamanhos. Os sistemas de protecção aplicados são muito arcaicos, ou seja, basta uma distração do utilizador para que facilmente fique perante uma situação de perigo.

As cadências produtivas são, por norma, relativamente baixas, e a utilização do equipamento ainda depende fortemente da destreza do operário. Por esse motivo, são mais utilizados em pequenas empresas, tais como talhos ou pequenas indústrias de

processamento de aves, no entanto, também existem em alguns super e hipermercados. As vantagens destes equipamentos estão associadas à simplicidade de utilização e facilidade de alocação, uma vez que a sua reduzida dimensão permite adaptá-los a qualquer espaço. A principal limitação prende-se com o facto de que durante o corte as mãos encontram-se muito próximas da zona de perigo, mais concretamente, de frente para a lâmina. Mesmo cumprindo todas as normas e indicações de segurança, afixadas no equipamento, o risco é elevado. Seguidamente estão descritos dois tipos de equipamentos semiautomáticos e os seus componentes gerais, assim como as principais características, vantagens e desvantagens que estão associadas.

Corte por serra de disco

O equipamento de corte por serra de disco é um dos mais utilizados no corte de aves, todavia, também pode ser utilizado para o corte de peixe e de outros tipos de carne. As funções permitidas por este tipo de equipamento, apenas dizem respeito ao corte, sendo que o transporte, fixação e a separação do produto, antes e depois do corte, têm de ser realizadas manualmente. Na figura 2.3 pode visualizar-se o modelo de um equipamento de corte por serra de disco



1. Motor eléctrico (trifásico)
2. Serra circular ou de disco (lâmina)
3. Veio para transmissão do movimento (do motor ao disco de corte)
4. Barra para o guiamento do produto (com uma reentrância para a lâmina)
5. Resguardo fixo ou tampa de proteção (da parte superior do disco de corte)
6. Resguardo móvel ou proteção amovível (frontal ao corte ou de frente para o utilizador)
7. Base do equipamento
8. Estrutura para o suporte do motor
9. Estrutura para o suporte dos resguardos de protecção
10. Pés ou apoios

11. Caixa de controlo com o interruptor associado (circuito eléctrico)
12. Sistema de segurança para desligar o motor caso seja levantada a proteção (5)

Figura 2.3 - Modelo BCC 100: Poultry cutter (adaptado de [9]).

Após a análise da legenda, e de acordo com a informação retirada da patente do respetivo equipamento, foi possível identificar e definir as suas principais características. Essas características encontram-se mencionadas na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Características técnicas do equipamento de corte por serra de disco [10].

<i>Características</i>	<i>Descrição</i>
Função	Corte de aves (principalmente)
Movimento de corte	Rotativo
Configuração da lâmina	Circular
Unidade de potência	Motor eléctrico (trifásico)
Sistema de proteção	Resguardo fixo e resguardo móvel
Sistema de segurança	Trava mecânica que interrompe a ligação com o motor
Transmissão movimento corte	Directo (lamina diretamente acoplada ao veio)
Materiais	Estrutura e componentes de aço inoxidável (exceto o motor)
Atravancamento	457×470×559 mm
Peso	32 Kg
Preço	~ 400€

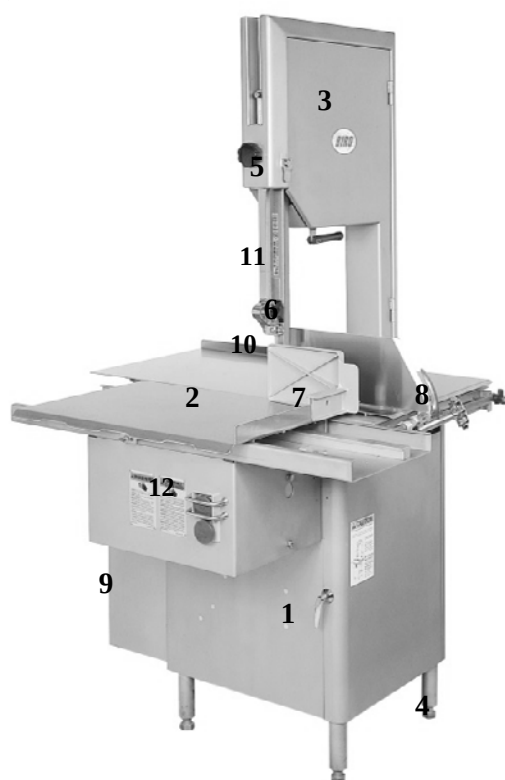
Posto isto, e para finalizar a análise deste tipo de equipamento, elaborou-se a tabela 2.4, que descreve as principais vantagens e desvantagens.

Tabela 2.4 – Principais vantagens e desvantagens do corte por serra de disco.

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
- Baixo custo (poucos componentes); - Fácil acomodação e instalação (reduzido atravancamento); - Fácil de operar (simples utilização).	- Cadência produtiva muito variável (dependente da perícia do operador, tipo de produto a cortar, configuração pretendida para o produto final, entre outros); - Não garante a conformidade do corte; - Sistema de proteção insuficiente.

Corte por serra de fita

O equipamento de corte por serra de fita é um dos mais utilizados para o corte de peixe congelado, porém, também pode ser utilizado para o corte de carne. As funções permitidas por este tipo de equipamentos, apenas dizem respeito ao corte, uma vez que o transporte, fixação e a separação do produto, antes e depois do corte, têm de ser realizadas manualmente. Na figura 2.4 pode observar-se um modelo do tipo de equipamento referido.



1. Compartimento para a proteção de componentes (permite fácil acesso)
2. Posto ou bancada de trabalho
3. Cabeçote fixo e compartimento para a roda superior
4. Pés de apoio
5. Parafuso para regular a fixação da lâmina
6. Parafuso para o ajuste da altura da lâmina (regular altura do corte)
7. Proteção ajustável da bancada móvel
8. Proteção ajustável da bancada fixa
9. Resguardo para proteção do motor elétrico, conjunto de polias e roda inferior
10. Serra de fita (lâmina)
11. Barra de guiamento ou cabeçote móvel (ajustável)
12. Caixa de controlo com circuitos elétricos no seu interior e instruções de segurança no exterior

Figura 2.4 - Modelo 1433 FH: *Meat cutting machine* (adaptado de [9]).

Depois de analisada a legenda, e considerando a informação retirada da patente do respetivo equipamento, foi possível identificar e definir as principais características. Essas características encontram-se registadas na tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Características técnicas do equipamento de corte por serra de fita [11].

<i>Características</i>	<i>Descrição</i>
Função	Corte de produtos congelados
Movimento de corte	Translação
Configuração da lâmina	Secção transversal
Unidade de potência	Motor elétrico (trifásico)
Sistema de proteção	Resguardo fixo e resguardo móvel
Sistema de segurança	Não possui (apenas contém afixadas as instruções de segurança)
Transmissão movimento corte	Indirecto (por correia trapezoidal e ajustável)
Materiais	Toda a estrutura e componentes são de aço inoxidável
Atravancamento	889×977×1816 (mm)
Peso	150 Kg
Preço	~ 2500€

Posto isto, e para finalizar o estudo deste tipo de equipamento, elaborou-se a tabela 2.6, que descreve as principais vantagens e desvantagens.

Tabela 2.6 - Principais vantagens e desvantagens do corte por serra de fita.

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
- Fácil alocação; - Fácil de operar (simples utilização); - Garante a conformidade do corte (permite ajustar a base de trabalho de acordo com o produto que se pretende cortar).	- Baixa cadência produtiva; - Custo médio; - Inexistência do sistema de proteção.

2.3 Equipamentos automáticos

Os equipamentos apresentados neste subcapítulo são designados por equipamentos modulares, uma vez que são caracterizados pelos módulos de corte que os constituem. São projetados consoante as necessidade de corte, previamente estabelecidas, ou seja, de

acordo com os tipos de corte que se pretende efectuar no produto. Como resultado obtém-se os produtos finais desejados.

O sistema modular é capaz de lidar com todos os cortes básicos, realizados manualmente, no entanto, é preciso definir previamente o(s) produto(s) que se pretende produzir, para uma correta seleção e posicionamento dos módulos de corte, durante a projeção do sistema. Do conjunto dos módulos obtém-se um sistema compacto, que garante o tipo de produtos (partes da ave) que foram definidos previamente. Este tipo de sistema é composto por um conjunto de módulos, em que cada módulo corresponde a um tipo de equipamento capaz de realizar um determinado tipo corte. Os vários módulos têm características e configurações muito semelhantes entre si.

Sendo assim, pode afirmar-se que o conjunto dos módulos e a sua disposição, determinam a sequência de corte e por consequente a produção do artigo desejado. Estes sistemas são compostos por várias unidades diferentes (módulos) e estão disponíveis em várias configurações possíveis, de acordo com o produto solicitado inicialmente. O conjunto dos módulos, que integram o sistema de corte, podem ser reconfigurados para atender a novos requisitos dos clientes, basta apenas alterar a disposição dos módulos, ou até mesmo substituí-los por outros.

Estes sistemas apenas processam o produto por calibres, ou seja, para cada gama de peso é necessário ajustar cada módulo de corte. Por essa razão, é fundamental que antes da etapa de corte seja efetuada a correta separação e classificação do produto, tendo em conta a classe de calibres estabelecida. A correta distribuição do produto, por classes de peso, garante o exato funcionamento do equipamento e o corte em conformidade. Todos os módulos estão providos com uma ligação de água, a fim de permitir a limpeza continua zona de corte.

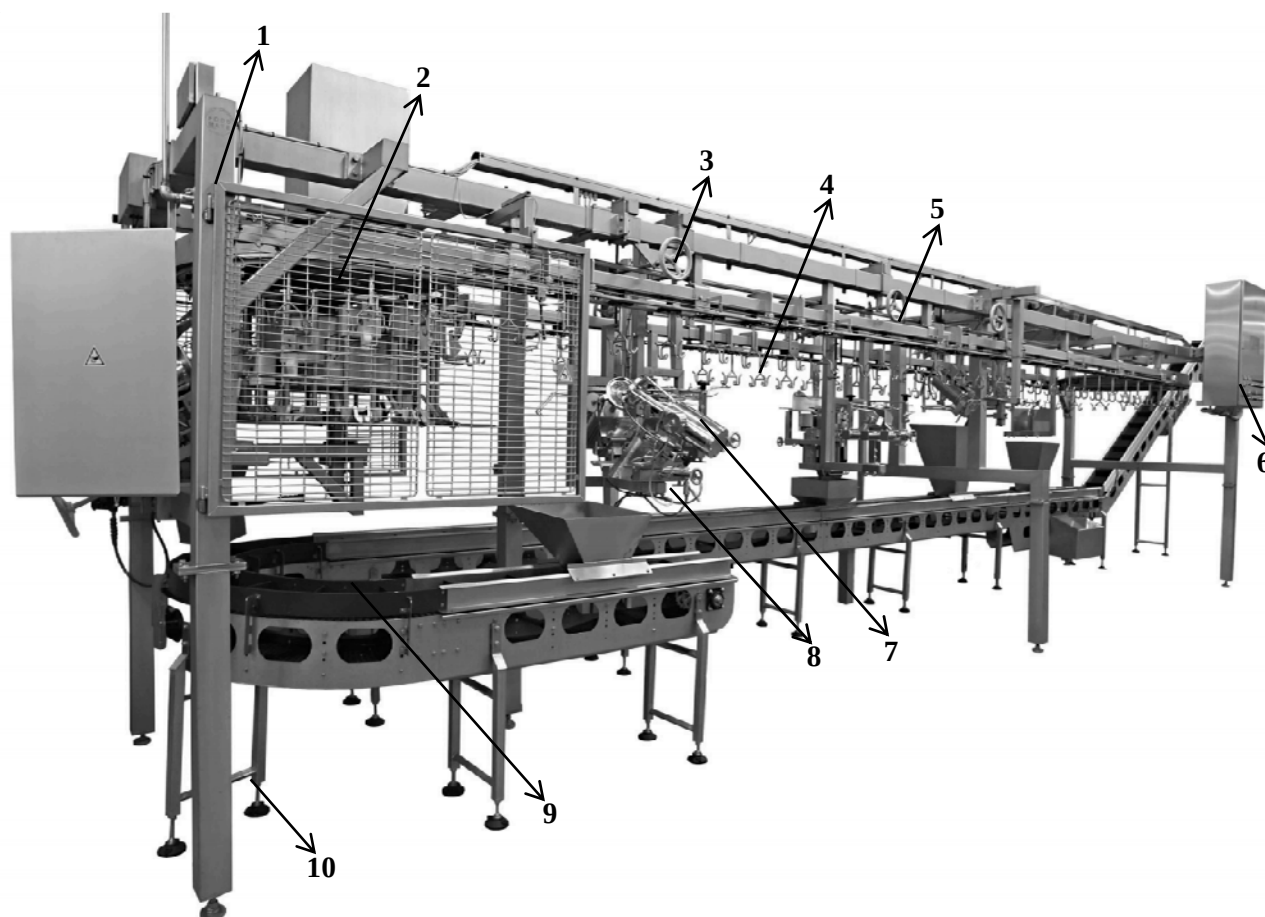
Após esta breve abordagem, dos equipamentos automáticos do corte de aves, foi necessário perceber um pouco mais a cerca de todo o mecanismo envolta destes sistemas. Posto isto, apresenta-se de seguida as características gerais, o princípio de funcionamento, e por fim uma descrição pormenorizada das várias funções do equipamento, seguido de uma legenda detalhada. Esta análise aprofundada, dos sistemas de corte automáticos, permitiu perceber quais as funções e tarefas envolvidas, intrínsecas ao processo de corte.

2.3.1 Funcionamento

As aves são colocadas (fixadas) manualmente, pelas patas, num conjunto de ganchos próprios. Esta tarefa pode ser realizada por um ou mais operários. O conjunto dos ganchos está diretamente acoplado ao sistema de transporte, permitindo o transporte do produto até aos módulos de corte. O produto é transportado sequencialmente, a cada módulo, através de um sistema de transmissão por rodas dentadas, que está montado numa estrutura apropriada. Em cada módulo é realizado um determinado tipo de corte, ou seja, é obtido uma parte da ave. O objetivo, deste sistema de corte, é cortar automaticamente aves de capoeira num conjunto de pedaços ou partes, para produzir uma vasta gama de produtos, de acordo com as exigências estabelecidas. Através da análise da informação, disponibilizado pelos fabricantes deste tipo de equipamentos, foi possível identificar algumas das características principais, que são as seguintes: [7][12].

- Corte automático da carcaça das aves de capoeira;
- Elevadas cadências produtivas (capacidade em processar até 6000 frangos por hora);
- Maior segurança (o operário não intervém directamente na tarefa de corte);
- Flexibilidade para atender a diferentes pedidos (fácil adaptação, ajuste e reconfiguração dos módulos);
- Reprodutibilidade e exatidão do corte (não depende da perícia do operário);
- Versatilidade (capacidade para realizar várias funções simultaneamente);
- Custo de aquisição elevado (muito superior aos restantes equipamento mencionados anteriormente);
- Elevado atravancamento (necessita de mais espaço para a colocação e montagem de todo o sistema);
- Consumo de água variável (depende dos módulos que compõem o equipamento);
- Ajuste manual dos módulos (para atender a diferentes gamas de pesos);
- Necessidade de constante limpeza nas zonas de corte.

Posto isto, e com o intuito de perceber melhor o esquema de funcionamento associado ao sistema modular, assinalou-se os principais constituintes como se encontra indicado na figura 2.5. Deste modo, foi possível distinguir os principais constituintes que integram o equipamento para o corte automático, assim como a sua principal funcionalidade. De seguida foi elaborada a tabela 2.7, que relaciona a legenda da figura 2.5, através da identificação e descrição dos vários componentes assinalados.



1. Estrutura principal
2. Sistema de transmissão
3. Volante
4. Gancho
5. Sistema de transporte
6. Painel de controlo
7. Módulo de corte
8. Sistema de limpeza
9. Tapete transportador
10. Apoios

Figura 2.5 – Equipamento para o processamento automático da carcaça de aves (adaptado de [12]).

Na tabela 2.7 estão referidas os principais componentes ou conjuntos, que integram o equipamento para o corte automático da carcaça de ave, mas também uma breve descrição da tipologia e funcionamento do mesmo. Sendo assim, foi possível identificar os principais componentes que possibilitam o funcionamento conforme explicado anteriormente. Posteriormente, foi possível associar as funções que o equipamento é capaz de executar, aos vários componentes identificados, permitindo assim perceber os mecanismos envolvidos na realização das várias funções.

Tabela 2.7 – Principais componentes dos equipamentos de corte automáticos [12] [13] [14].

<i>Identificação</i>	<i>Descrição/Função</i>
1 Estrutura Principal	Conjunto de vigas (transversais, longitudinais e verticais) com a finalidade de suportar os restantes componentes.
2 Sistema de transmissão	Conjunto de rodas dentadas.
3 Mecanismo de ajuste	Permite ajustar o módulo de corte em função do calibre do produto.
4 Gancho	Possibilita a fixação do produto.
5 Sistema de transporte	Corrente que engrena no sistema de transmissão, movimentando os ganchos.
6 Caixa de controlo	Circuito de comando.
7 Módulo de corte	Cada módulo é responsável por um determinado tipo de corte.
8 Sistema limpeza	Jato de água para a limpeza da zona de corte.
9 Tapete transportador	Depositar as partes cortadas em cada módulo.
10 Pés de apoio	Apoiar a estrutura principal no solo.

Antes do produto ser introduzido no equipamento, deve cumprir um conjunto de requisitos. Esses requisitos são os seguintes:[7][12]

- As aves devem ser abatidas e evisceradas previamente;
- O produto tem que estar fresco (temperatura numa gama de valores convenientemente estabelecida);
- Pesagem e classificação do produto (a gama de peso tem que estar compreendida entre 1,1 a 2,4 Kg, aproximadamente, e dividida por diferentes classes);
- É necessário 1 ou 2 operários para colocar o produto no equipamento.

Depois de devidamente identificados os principais elementos do equipamento estudado, foi possível descrever as funções que este é capaz de assegurar. O que se pretende com o

próximo tópico é detalhar as funções (tarefas) contempladas por este tipo de equipamentos, assim como os componentes (principais meios) utilizados para a realização dessas funções. As funções necessárias para a obtenção do produto final pretendido, compreendem todas as tarefas envolvidas, desde entrada do produto até à sua saída do equipamento. Posteriormente foi possível associar as funções que o equipamento é capaz de executar aos vários componentes identificados.

2.3.2 Funções

Fixação

O objetivo da função inicial é a colocação das aves nos respectivos ganchos do equipamento modular, permanecendo em suspensão, e permitindo assim o posterior transporte até às unidades de corte. A figura 2.6 elucida a forma como é efetuada esta tarefa, assim como o componente que possibilita o suporte do produto.



Figura 2.6 – Método de fixação do produto (adaptado de [12]).

Com havia sido referido, na figura 2.6 pode observar-se a disposição dos vários ganchos, que possibilitam ao operário a colocação do produto. Estes dispositivos permitem o apoio do produto mas também o seu transporte, uma vez que a este componente está acoplado um mecanismo que assegura o transporte. Este pode ser dividido e explicado nos três conjuntos seguintes:

- I. Conjunto de transmissão
- II. Conjunto de deslocação
- III. Conjunto de fixação

Estes três conjuntos estão interligados, ou seja, funcionam como um único sistema, permitindo o transporte da carcaça de ave previamente fixada nos ganchos, ao longo da cadeia de processamento. Apesar destes subsistemas estarem interligados, a cada um está associado uma estrutura própria. Na figura 2.7 estão assinalados os três sistemas identificados, bem como os principais componentes que compõem o mecanismo de transporte.

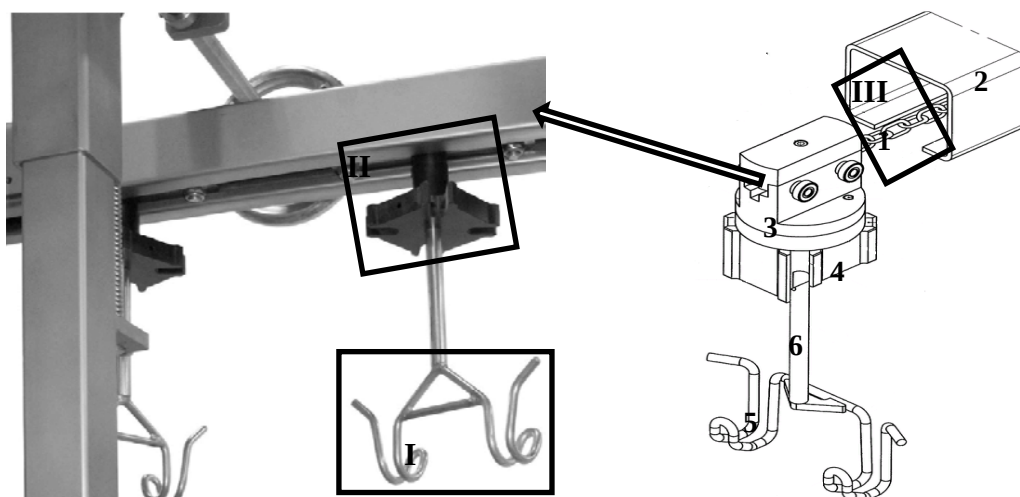


Figura 2.7 – Mecanismo de fixação e transporte do produto (adaptado de [15][12]).

Para que fosse possível compreender a funcionalidade e funcionamento dos vários componentes assinalados na figura 2.7, elaborou-se a tabela 2.8 que contém uma legenda descritiva dos principais componentes identificados.

Tabela 2.8 – Principais componentes envolvidos na fixação e transporte do produto [15].

<i>Componente</i>	<i>Conjunto</i>	<i>Descrição</i>
1. Corrente	Transmissão	Engrena em duas rodas dentadas, uma em cada extremidade do equipamento, permitindo a movimentação dos vários componentes acoplados a este.
2. Calha ou pista	Transporte	Calha metálica, ao longo do qual o produto é guiado e transportado, para ser processado nos diferentes módulos, definindo assim o trajeto a percorrer pelos restantes componentes.
3. Bloco do carro (carruagem)	Fixação	Permanece no interior do componente 2 e está directamente acoplado ao componente 1, possibilitando a deslocação do dispositivo de fixação do produto.

4.Bloco de viragem	Dispositivo que ajusta automaticamente, possibilitando rotações com incrementos de 90 ⁰ , adaptando-se ao processamento necessário em cada módulo.
5.Gancho	Colocação da ave pelas patas, fixando assim o produto.
6.Eixo	União entre o componente 4 e 5.

Resumindo, o objetivo principal deste sistema é transportar o produto ao longo de uma cadeia de processamento, ou seja, até às unidades de corte, explicadas de seguida.

Corte

O tipo de corte depende da parte da carcaça de ave que se pretende cortar, ou do tipo de produto que se pretende obter. Deste modo, a cada tipo de produto ou parte da ave está associado uma determinada configuração para a realização do corte. A maior parte dos módulos de corte têm estruturas e configurações muito idênticas, apenas com pequenas diferenças, utilizando os mesmos princípios, e geralmente, os mesmos componentes e materiais. Na maioria, o conjunto dos módulos, que se encontram dispostos ao longo do sistema modular, são caracterizados pelo seguinte:

- Funcionamento simultâneo e sequencial, entre os vários módulos;
- Variabilidade do produto, devido à capacidade em realizar diversos tipos de corte;
- Alteração ou fácil reconfiguração da posição do módulo, modificando assim a sequencia de produção, consoante os requisitos dos clientes.

Antes de se proceder à descrição dos vários componentes que integram as unidades de corte, foi essencial identificar os tipos de corte que podem ser obtidos. A cada um dos cortes, assinalados na figura 2.8, está associado um determinado módulo de corte.

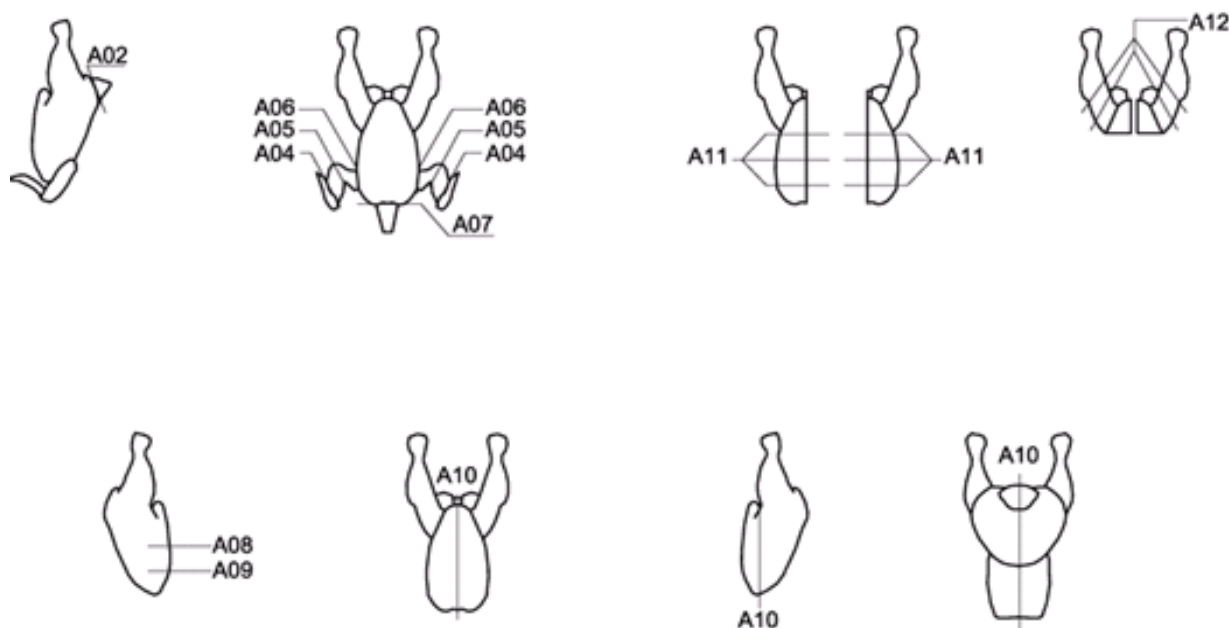


Figura 2.8 – Tipos de produtos que podem ser obtidos (adaptado de [13]).

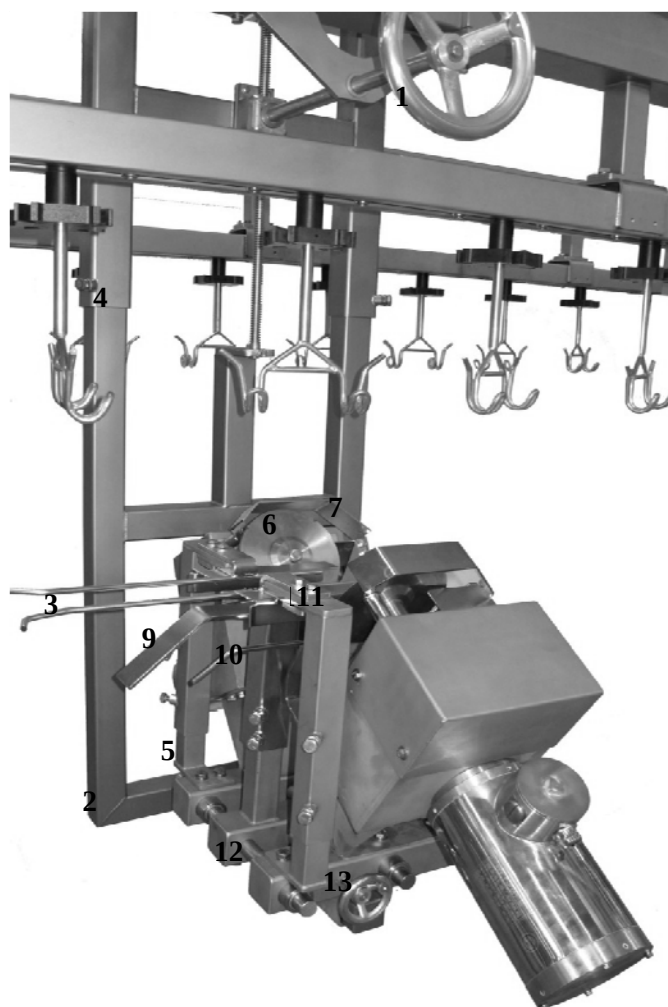
Na legenda que se segue, relativamente à figura 2.8, foram identificadas as partes da ave e os módulos que lhe correspondem. Essa informação foi agrupada na tabela 2.9, por forma a associar a um determinado produto a unidade de corte correspondente.

Tabela 2.9 – Módulos de corte, intervenientes na obtenção dos vários tipos de produtos [13].

<i>Legenda</i>	<i>Designação do módulo utilizado</i>
A02	Equipamento para o corte da cauda
A03	Equipamento para esticar e posicionar a asa
A04	Equipamento para o corte da ponta da asa
A05	Equipamento para o cortar a asa pelo centro/junta de articulação
A06	Equipamento para o corte completo e anatómico da asa
A07	Equipamento para o corte do pescoço
A08	Equipamento para separar ambas as pernas
A09	Equipamento para retirar o peito
A10	Equipamento para obter ¼ da carcaça da ave
A11	Equipamento para obter ½ da carcaça da ave
A12	Equipamento de corte para separa a coxa da sobrecoxa

Este tipo de equipamentos são caracterizados tendo em conta a parte da ave que é processada. Resumidamente, só é possível obter a mistura de produtos pretendida, através de uma correta distribuição dos módulos de corte, no respetivo sistema modular. Para que não houvesse duvidas, quanto aos aspetos relacionados com a função de corte, optou-se

pela descrição pormenorizada de um dos módulos. Para este estudo, selecionou-se, aleatoriamente, o equipamento que permite o corte **A04**, que de acordo com a legenda da figura 2.8, destina-se ao corte da ponta da asa. Posto isto, na figura 2.9 estão assinalados os principais componentes que constituem essa unidade de corte. Nesse módulo podem distinguir-se duas zonas de corte, ou seja, dois conjuntos de corte idênticos, uma para cada asa da ave. Neste pressuposto, efetuou-se a legenda da figura 2.9 como indicado na tabela 2.10. Na tabela 2.10 pode observar-se a descrição dos componentes identificados na figura 2.9.



1. Volante
2. Estrutura
3. Guias laterais
4. Fixador da estrutura
5. Suporte das guias
6. Lâmina
7. Resguardo
8. Motor elétrico

9. Guia central
10. Guias inferiores
11. Placa fixadora
12. Veios de suporte
13. Parafuso regulador

Figura 2.9 – Equipamento para o corte da asa (adaptado de [12]).

A legenda descritiva, apresentada na tabela 2.10, permitiu explicar a função principal que os componentes identificados desempenham em relação à unidade de corte. À medida que o corte é realizado sobre a carcaça da ave, é fundamental recolher e separar as várias partes produzidas. Esse é o objetivo da função explicada seguidamente.

Tabela 2.10 – Descrição dos principais componentes do equipamento de corte da asa [16].

<i>Legenda</i>	<i>Descrição</i>
1.Mecanismo de ajuste do módulo	Regula a posição da estrutura principal do módulo, através da rotação do volante manual.
2.Estrutura principal	Conjunto de vigas, de secção oca quadrangular, que suportam as duas unidades de corte e os componentes associados.
3.Guias superiores	Par de hastes circulares para o alinhamento do produto, antes da realização do corte.
4.Fixação da estrutura principal	Fixação da estrutura do módulo (2) no equipamento modular, possibilitando o seu ajuste através do acionamento do mecanismo 1.
5.Estrutura para ajuste das guias	Permite ajustar (para cima ou para baixo) os componentes que estão fixados em 12, e em simultâneo são movidos os componentes 9, 10 e 11.
6.Serra de disco	Lâmina de corte que está diretamente acoplado ao veio do motor.
7.Resguardo	Proteção fixa aplicada em cada disco de corte.
8.Motor elétrico	Unidade de potência.
9.Guia central rectangular	Componente que permite recolher o produto antes da realização do corte. Em conjunto com o componente 3 e 10, assegura o correto posicionamento do produto.
10.Guias inferiores	Par de hastes circulares, que envolvem cada uma das asas pelas laterais internas.
11.Placa fixadora	Placa para a fixação dos componentes 9, 10 e 11.
12.Veios de suporte	Deslocam a estrutura 5, onde os conjuntos de corte estão inseridos, definindo a distância entre os dois módulos.
13.Parafuso ajuste	Acionado por um volante na extremidade que movimenta o

componente 12, ajustando assim a distancia lateral entre as duas unidades de corte.

Recolha e separação

Nos sistemas modulares, a recolha do produto é efetuada em cada módulo de corte, ou seja, o produto é depositado à medida que é processado. Deste modo, efetua-se a recolha e em simultâneo o produto fica separado, por tipo de pedaço ou parte da carcaça de ave cortada. Ao longo do processamento são obtidas várias partes do produto, recolhidas e separadas de acordo com a ordem e disposição dos módulos. Estas duas funções estão associadas, e podem ser realizadas de duas formas diferentes, como exposto de seguida.

Tapete transportador (móvel)

Recorrendo a um tapete transportador, colocado por baixo do sistema de transporte aéreo e, por consequente, dos módulos de corte, é possível recolher e separar o produto em simultâneo. Este sistema deve percorrer o trajeto de processamento do produto, ao longo do qual, as várias partes da ave são cortadas. Para garantir a eficácia desta tarefa, o equipamento deve apresentar um conjunto de divisões, devidamente espaçadas, permitindo o escoamento do produto de acordo com o pedaço que é cortado em cada módulo. Um exemplo deste sistema pode ser observado na figura 2.10.



Figura 2.10 – Tapete transportador com várias divisões (adaptado de [12]).

Contentor (fixo)

Utilizando um contentor com várias divisões, onde em cada divisão é depositado, por gravidade, o artigo produzido na respetiva unidade de corte, é outra forma possível para concretizar esta função. Por baixo de cada módulo está situado uma divisão do contentor,

que recolhe e armazena a parte da ave obtida. Um exemplo deste sistema pode ser observado na figura 2.11.



Figura 2.11 – Contentor metálico por baixo do transportador aéreo (adaptado de [12]).

Após uma breve análise destes dois sistemas, pode concluir-se o seguinte:

- O tapete transportador envolve um custo superior, no entanto, pode ser compensado porque para além das funções de recolha e separação, também possibilita a expedição do produto.
- O contentor é um sistema bastante simples, daí o seu baixo custo, contudo, não permite a expedição do produto.

Limpeza

A limpeza é obrigatória, por forma a garantir a higiene e qualidade dos produtos produzidos. Nesta tarefa é essencial a utilização de água, com elevada frequência e quantidade, para a remoção dos vários resíduos, principalmente na zona de corte. Na prática, esta operação pode ser assegurada através de um jacto de água, direccionado para os vários componentes dos módulos, principalmente e com maior frequência, nos componentes directamente envolvidos no corte. Alguns módulos já dispõem de um sistema de limpeza integrado, como é o caso do que se apresenta na figura 2.12. Este sistema é composto por uma entrada de água (1) e uma tubagem (2), que faz a ligação à zona de corte (3).



Figura 2.12 – Sistema de limpeza associado a um módulo de corte (adaptado de [12]).

2.4 Tipos de corte

Tendo em conta todos equipamentos referenciados anteriormente, pode afirmar-se que o tipo de corte maioritariamente empregue no setor avícola, é o corte por serra de disco, porém, existem outras formas. Neste âmbito, foram estudados vários tipos de corte e analisado o seu princípio de funcionamento, com o intuito de aplicar, numa fase posterior, o que melhor se adequa às necessidades do cliente. Deste modo, foram abordados alguns dos tipos de corte efetuados no processamento de materiais metálicos, realizados na indústria metalomecânica, com o objetivo de efectuar uma analogia com o corte de alimentos, realizados na indústria alimentar. Sendo assim, os cortes analisados foram divididos em dois grupos, o primeiro diz respeito ao corte de chapa por conformação e o segundo ao corte por arranque de apara.

Conformação

As operações mais importantes no corte de chapa, por conformação, recorrem a uma ferramenta de corte geralmente designada por punção. Das várias operações de corte de chapa, apenas foram abordadas as de cisalhamento e de arrombamento, uma vez que o princípio é o mesmo para os restantes tipos.

O *cisalhamento* é uma operação de corte de chapa metálica, ao longo de uma linha reta entre duas arestas de corte, como demonstrado na figura 2.13. É normalmente utilizado para separar chapas de grandes dimensões em secções menores, para operações de corte subsequentes. Esta operação é realizada numa máquina intitulada de guilhotina. Para facilitar a operação de corte, reduzindo assim a força necessária, pode utilizar-se uma lâmina com uma determinada inclinação, como na figura 2.14 [17].

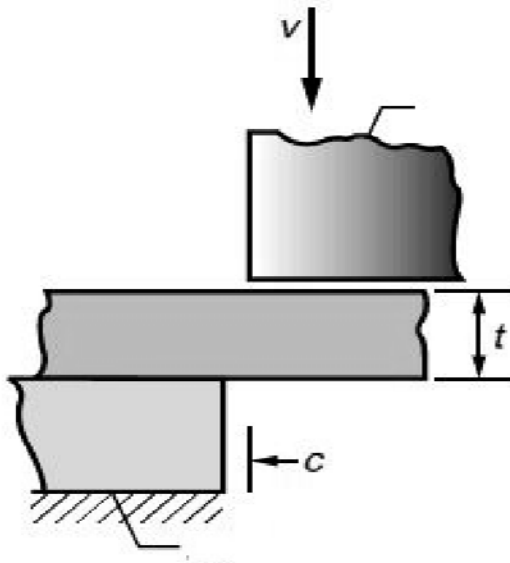


Figura 2.13 - Operação de cisalhamento com uma lâmina reta (adaptado de [17]).

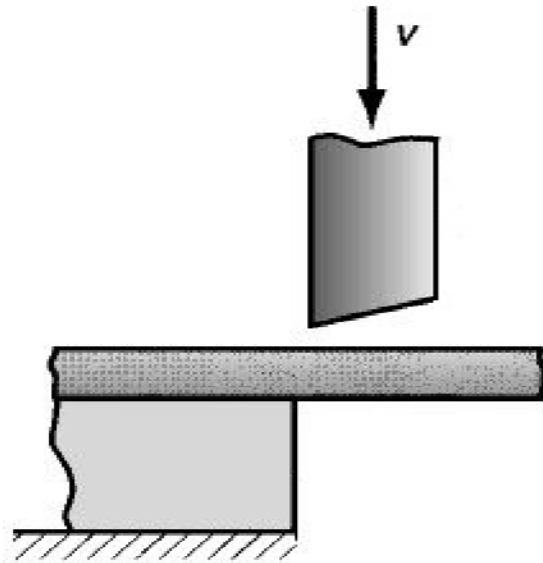


Figura 2.14 – Operação de cisalhamento com uma lâmina inclinada (adaptado de [17]).

O *arrombamento* é uma operação que envolve o corte de chapa metálica, ao longo de um contorno fechado, onde numa única etapa separa uma parte da restante chapa, como indicada na figura 2.15. A parte que é cortada é o produto desejado da operação ou vice-versa[17].

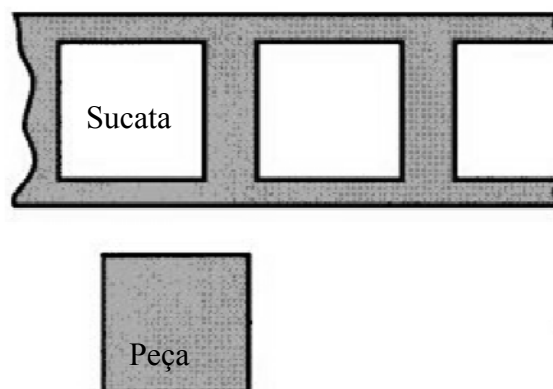


Figura 2.15 – Corte de chapa arrombamento (adaptado de[17]).

Os parâmetros inerentes ao processo de corte, por conformação de chapa, são a folga entre o punção e a matriz, a espessura e tipo de material, o comprimento de corte e a força

aplicada. As equações seguintes traduzem a interação entre os vários parâmetros mencionados [17].

- A folga correcta pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$C = A_c \times t \quad (2.1)$$

- A força de corte pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$F_c = S \times t \times L \quad (2.2)$$

A equação para estimar as forças de corte (2.2), assume que o corte efectuado ao longo do comprimento da secção a cortar, é realizado ao mesmo tempo. É possível reduzir a força necessária, utilizando uma aresta cortante com um determinado ângulo de cisalhamento, como indicado na figura 2.14. Este ângulo permite um corte progressivo ao longo do tempo, reduzindo a força necessária. A energia total necessária ao funcionamento é a mesma, só que em vez de estar concentrada num pequeno instante, é distribuída ao longo de um período de tempo mais longo[17].

Um dos problemas, relacionado com a rotura da ferramenta de corte (punção), diz respeito à sua geometria, mais concretamente, ao ângulo de corte. O ideal seria equilibrar o gume cortante em relação ao centro do punção, como indicado na figura 2.15. Deste modo é possível equilibrar as forças de corte e evitar o esforço lateral (flexão unilateral), que geralmente provoca o desgaste irregular e leva à rotura da ferramenta. A principal limitação está associada ao acréscimo de forças de flexão, que obriga à utilização de um punção com dimensões superiores e faz com que a energia total necessária seja maior [18].

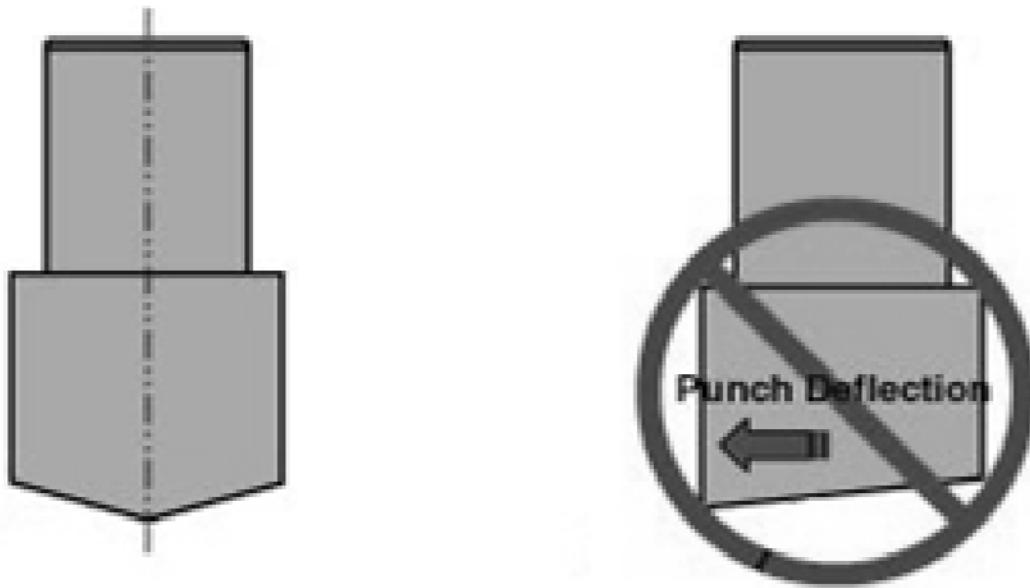


Figura 2.16 – Geometria ideal para o punção (adaptado de [18]).

Maquinagem

O *serramento* é uma operação de corte, normalmente utilizada para separar o material de trabalho, ou para cortar uma parte indesejada de uma peça. A ferramenta de corte consiste numa série de dentes devidamente espaçados. Na maioria das operações de serragem, a peça está fixa e a lâmina (serra) é animada de movimento. A ferramenta de corte (serra) pode descrever um movimento contínuo ou um movimento alternativo de vaivém. De seguida estão explicados os três tipos básicos de corte [19].

- O corte por serra de arco envolve um movimento linear de vaivém, da serra contra a peça, sendo que o corte é realizado apenas no movimento de avanço da lâmina, como indicado na figura 2.17. Uma vez que esta acção de corte é intermitente, é menos eficiente do que os restantes tipos, explicados de seguida.
- O corte por serra de fita descreve um movimento contínuo linear, e utiliza uma lâmina flexível. A máquina de corte é constituída por um mecanismo de polias, para mover e guiar continuamente a lâmina através da peça. As serras de fita são classificadas como verticais ou horizontais. O princípio de funcionamento pode ser observado na figura 2.18.
- O corte por serra circular utiliza uma lâmina rotativa, para proporcionar um movimento contínuo da ferramenta sobre a peça. A ação de corte é semelhante a uma operação de fresagem. O esquema de funcionamento pode ser observado na figura 2.19.

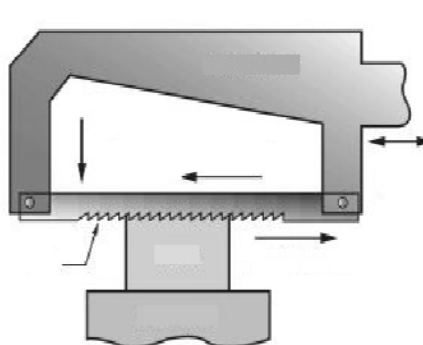


Figura 2.17 – Operação de corte com serra de arco (adaptado de [19]).

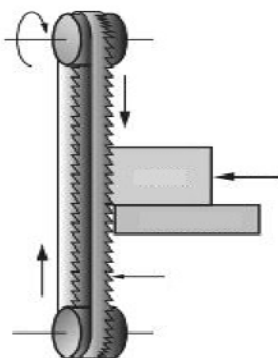


Figura 2.18 – Operação de corte com serra de fita (adaptado de [19]).

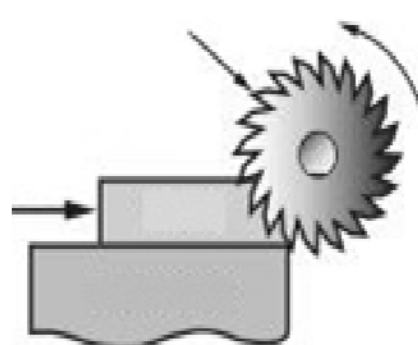


Figura 2.19 – Operação de corte com serra circular (adaptado de [19]).

2.5 Sumário

Após o levantamento da informação inerente aos vários tipos de corte, aplicados na indústria alimentar e na indústria metalomecânica, foi possível sintetizar e apresentar os aspetos principais dos vários métodos analisados. Na tabela 2.11 foram comparados os tipos de corte abordados, tendo em conta algumas das características mencionadas ao longo deste capítulo.

Tabela 2.11 – Análise comparativa dos vários tipos de corte analisados.

<i>Características</i>	<i>Tipos de corte</i>			
<i>Categoria</i>	<i>Maquinagem</i>		<i>Conformação</i>	
<i>Tipo de corte</i>	<i>Rotação</i>	<i>Translação</i>	<i>Cisalhamento</i>	<i>Arrombamento</i>
<i>Equipamento</i>	<i>Serra de disco</i>	<i>Serra de Fita</i>	<i>Guilhotina</i>	<i>Punção (matriz)</i>
<i>Movimento</i>	Contínuo		Descontínuo (vaivém)	
<i>Cadência</i>	Superior		Inferior	
<i>Eficiência</i>	Inferior		Superior	
<i>Durabilidade</i>	<i>Muita elevada</i>	<i>Elevada</i>	<i>Média</i>	<i>Baixa</i>
<i>Custo</i>	Inferior		Superior	

Estes parâmetros foram reavaliados e aprofundados posteriormente, uma vez que permitiram auxiliar na seleção do tipo de corte a aplicar, nas soluções geradas no capítulo seguinte.

3. Projeto mecânico

**RETIRADO POR QUESTÕES DE
CONFIDENCIALIDADE**

4. Bancada de testes

**RETIRADO POR QUESTÕES DE
CONFIDENCIALIDADE**

5. Automatização da solução

**RETIRADO POR QUESTÕES DE
CONFIDENCIALIDADE**

6. Conclusões

Neste capítulo foram referidas as principais conclusões, alusivas ao estudo, conceção e desenvolvimento, de um equipamento para o corte, aos pedaços, de frangos crus. Este capítulo foi dividido em três partes, iniciando com um breve resumo de todo o trabalho desenvolvido, de seguida as conclusões ou resultados desse desenvolvimento, e por fim a identificação dos trabalhos futuros.

6.1 Sumário dos desenvolvimentos

Esta dissertação teve como objetivo principal, o desenvolvimento de um equipamento, que pudesse substituir as operações de corte manual, através da introdução de alguma automatização na produção do artigo *Canja de Galinha*. O corte manual de produtos avícolas, envolve situações de risco para o operador, deste modo a necessidade em eliminar a maior parte dessas operações, e por consequente diminuir o esforço físico exigido ao operário. O trabalho desenvolvido ao longo desta dissertação focou-se no estudo, conceção e desenvolvimento de um equipamento, que permite cortar frangos crus, em vários pedaços.

O projeto deste equipamento surgiu, da necessidade duma empresa em automatizar o processo produtivo, do artigo mencionado, aumentando a cadência e diminuindo as operações penosas, relacionadas com o corte da carne de galinha.

A operação de corte foi alvo de uma análise pormenorizada, iniciada através do estudo dos vários equipamentos existentes. Deste modo, foram analisados vários tipos de corte, ao nível do princípio de funcionamento e dos componentes envolvidos, com o propósito de seleccionar o método de corte mais indicado, a aplicar no equipamento proposto.

Na fase seguinte foram criados esboços conceptuais, ou seja, definiram-se possíveis soluções para a resolução do problema. Essas soluções não foram apenas simples modelos criativos, mas o resultado da metodologia de projeto utilizada. Para a geração das diversas soluções, foi fundamental questionar o cliente, permitindo assim estabelecer todos os objetivos, requisitos e funções, a contemplar no projecto.

Com base nas características definidas para o equipamento, seleccionou-se a solução que preencheu na íntegra as necessidades e expectativas do cliente. A solução escolhida foi alvo

de detalhe, envolvendo a seleção e dimensionamento dos vários componentes, necessários à produção do produto em conformidade.

Para a modelação dos esboços conceptuais, bem como da solução final detalhada, utilizou-se um *software* CAD, mais concretamente o *solidworks* 2013. Deste modo, foi possível a modelação e montagem virtual dos vários componentes.

No final foi estruturado o princípio de funcionamento, tendo em consideração o conjunto de sensores e actuadores necessários para a aplicação pretendido, possibilitando assim a concepção do circuito de comando e a simulação do funcionamento do equipamento, utilizando o *software Automation Studio*.

O projeto deve ser continuado, com o intuito de detalhar e melhorar alguns dos sistemas do equipamento, e ainda adaptar novos sistemas, que permitam otimizar o funcionamento descrito. No subcapítulo seguinte, são apresentados quais os aspetos a analisar, para concluir o projecto deste equipamento, e assim implementa-lo na empresa que o solicitou.

6.2 Conclusões

O presente trabalho permitiu compreender a importância da utilização de uma metodologia de projeto, assim como de um conjunto de ferramentas, que auxiliam todas as fases de planeamento, estudo, conceção e desenvolvimento do projeto. Para que no final o equipamento projetado correspondesse às expectativas e necessidades do cliente, foi fundamental perceber quais os objetivos que este pretendia alcançar e quais os constrangimentos a incluir, para que se pudesse definir requisitos e funções a contemplar, delimitando assim a gama de possíveis soluções. No final, obteve-se uma solução para o problema, inicialmente proposto pela empresa *Lusiaves*, graças à seguinte abordagem:

- Análise da tecnologia existente, principalmente na que é atualmente aplicada no corte de produtos avícolas, verificando-se a escassa diversidade de equipamentos;
- A partir da necessidade do cliente, elaborou-se um conjunto de possíveis soluções, para resolução do problema proposto;
- Solução de detalhada, de todos os componentes e dispositivos, envolvendo a seleção e dimensionamento dos vários componentes utilizados;

- Conceção de um posto de trabalho seguro e ergonómico, cumprindo todas as normas de higiene e segurança;
- Automatização do sistema, através da descrição, pormenorizada, do funcionamento do equipamento, e concepção de um painel de comando com uma interface simples, para que o operador possa utilizar facilmente o equipamento.

Da realização deste trabalho podem retirar-se as seguintes ilações:

- O gume de corte com a aresta inclinada facilita a operação de corte;
- O princípio de corte aplicado gera menos desperdício.

A concepção do equipamento permitirá a substituição das tarefas manuais, devido à automatização do processo produtivo. Deste modo, o operário ao invés de realizar várias funções, principalmente as de corte, apenas terá que alimentar o equipamento.

6.3 Trabalhos futuros

O objetivo deste subcapítulo é definir as próximas etapas do projecto, do equipamento de corte de frangos crus. Compreende principalmente um conjunto de tarefas que poderão dar continuidade ao projeto, para que no final seja possível a construção (fabrico), montagem e no final a colocação em funcionamento.

7. 7. Bibliografia

- [1] Alan R. Sams, 2001, Poultry Meat Processing, CRC Press, Texas.
- [2] FAO, 2011, “Earth Policy Institute” [Online]. Available: http://www.earth-policy.org/data_highlights/2011/highlights22. [Accessed: 02-Mar-2014].
- [3] Vicoria, S. G., “Department of Environment and Primary Industries,” 2014 [Online]. Available: <http://www.depi.vic.gov.au/home>. [Accessed: 24-Feb-2014].
- [4] Smith, J. S., and Y., H. H., 2004, FOOD PROCESSING Principles and applications, BlackWell, Iowa (USA).
- [5] FEPASA, 2005, “Federação Portuguesa das Associações Avícolas” [Online]. Available: <http://www.pecoportugues.org/membros.cfm?smid=6>. [Accessed: 09-May-2014].
- [7] Marel, 2014, “Poultry Processing” [Online]. Available: <http://marel.com>. [Accessed: 15-Mar-2014].
- [8] Cutelarias, I., 2014, “IVO CUTELARIAS” [Online]. Available: <http://www.ivocutelarias.com/pt/faca-funcoes>. [Accessed: 07-Mar-2014].
- [9] Company, B. M., 2011, “BIRO” [Online]. Available: <http://www.birosaw.com/products/model-bcc-100-poultry-cutter/>. [Accessed: 04-Nov-2013].
- [10] Reeves, W. D., 1966, “Poultry cutter,” p. 8.
- [11] Karp, E. C., and Berglund, S. G., 1958, “Pulley mounting device for meat saw with tensioning means therefor,” p. 5.
- [12] Foodmate, 2014, “Poultry Processing Systems” [Online]. Available: <http://www.foodmate.nl/en/home>. [Accessed: 24-Jan-1BC].
- [13] Hazenbroek, J. E., and Vree, A. H. de V., 2010, “Method and Apparatus for Automatic Meat Processing,” p. 16.
- [14] Hazenbroek, J. E., Stooker, D. C., and Woltman, G. H., 2014, “Method of and system for automatically removing meat from an animal extremity,” **1**(19), pp. 1–23.
- [15] Hazenbroek, J. E., 2013, “Rotatable indexed article support for a conveyor,” p. 9.
- [16] Jacobus Eliza Hazenbroek, 2013, “Special cut poultry wing cutter.”
- [17] Groover, M. P., 2010, “Sheet Metalworking,” Fundamenals of Modern Manufacturing, WILEY.

- [18] HEDRICK, A., 2007, “Solving punch breakage problems,” STAMPING, (The roles of cutting shear and retainers).
- [19] Groover, M. P., 2010, “Machining Operations,” Fundamentals of Modern Manufacturing, WILEY.
- [20] Richard G. Budynas, and J. Keith Nisbett, 2011, Shigley’s Mechanical Engineering Design, New York.
- [21] Cross, N., 2008, Engineering Design Methods, Milton Keynes.
- [22] Miranda, A. S., Orgãos de Máquinas II, Guimarães.
- [23] Silva, L. F., 2004, Orgãos de Máquinas I, Guimarães.
- [24] SANDERS, M. S., and McCORMICK, E. J., 1993, Human Factors In Engineering And Design, McGraw-Hill Science/Engineering/Mat.
- [25] Seabra, M. A. S. R., 2006, “Segurança e Design na máquina ferramenta,” Universidade de Aveiro.
- [26] DRE, 1999, “Ministério Do Trabalho E da Solidariedade” [Online]. Available: <http://dre.pt/util/getdiplomas.asp?s=sug&tdip=Decreto-Lei&ndip=82/99>. [Accessed: 15-Jun-2014].
- [27] Ridley, J., 2003, “Workplace Safety,” SAFETY AT WORK, Butterworth-Heinemann, Oxford, p. 1064.
- [28] ReVelle, J. B., 1998, “Safety Engineering,” MECHANICAL ENGINEERS’S HANDBOOK, JOHN WILEY & SONS, Arizona, p. 2376.
- [29] Allen-Bradley, 2014, “Rockwell Automation” [Online]. Available: <http://www.ab.com/pt/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/7131359/Introductory-o.html>. [Accessed: 21-Mar-2014].
- [30] Betta, G., Barbanti, D., and Massini, R., 2011, “Food Hygiene in aseptic processing and packaging system: A survey in the Italian food industry,” Trends Food Sci. Technol., 22(6), pp. 327–334.
- [31] Levievel, H. L. M., Holah, J., and Napper, D., 2014, “Hygienic design in food processing equipment,” H.L.M. Levievel, J. Holah, and D. Napper, eds., woodhead.
- [32] Lewan, M., and Partington, E., 2014, Food processing equipment construction, Woodhead Publishing Limited.
- [33] Rutter, B. G., 1998, “Ergonomic Factors in Design,” MECHANICAL ENGINEERS’S HANDBOOK, A.M. Becka, ed., JOHN WILEY & SONS, Missouri, p. 2376.

- [34] Silva, Â. M., 2008, “Universidade de Aveiro DEGEI – Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial 2008,” Aveiro.
- [35] Barroso, M. P., Arezes, P. M., Costa, L. G. da, and Miguel, A. S., 2005, “Anthropometric study of Portuguese Workers,” *Int. J. Ind. Ergon.*, 35(5), pp. 401–410.
- [36] Takeda, F., 2010, “CONFIGURAÇÃO ERGONÔMICA DO TRABALHO EM PRODUÇÃO CONTÍNUA : O CASO DE AMBIENTE DE CORTES EM ABATEDOURO CONTÍNUA : O CASO DE AMBIENTE DE CORTES EM ABATEDOURO,” Universidade Tecnológica do Paraná.
- [37] Ridley, J., and Channing, J., 2003, “Applied ergonomics,” *Safety at Work*, Butterworth-Heinemann, Oxford, p. 1064.
- [38] Grandjean, E., and Kroemer, K. H. E., 1997, *Fitting The Task To The Human*.
- [39] festo, “festo” [Online]. Available: http://www.festo.com/cat/pt_pt/products_010000. [Accessed: 13-May-1BC].
- [40] Silva, A. J. S. F. da, and Santos, A. M. A., 2002, *Automação Pneumática*.
- [41] *Mecatrônica Atual*, 2004, “Sensores Ópticos.”
- [42] BADER, and Machinery, F. P., 2012, “BADER” [Online]. Available: http://www.baader.com/en/products/poultry_processing/total_solution/shackles/index.html?requested_lang=de&substitute_lang=en. [Accessed: 20-Mar-2014].
- [43] Habasati, 2014, “habasati.”
- [44] BAUCOR, 2014, “Circular Knives” [Online]. Available: <http://www.baucor.com/es/products/blades-by-cut-type/circular-knives>. [Accessed: 03-Feb-2014].
- [45] Industries, M., 2012, “Meat Band Saw Blade.”
- [46] Inc, M. A. C., 2014, “Belt Conveyors” [Online]. Available: <http://www.macaautomation.com/belt-conveyors.php>. [Accessed: 05-Feb-2014].
- [47] Norgren, 2014, “Actuators” [Online]. Available: <http://store.norgren.com/uk/en/list/actuators>. [Accessed: 02-Apr-2014].
- [48] SEW, 2014, “aseptic drive” [Online]. Available: <http://www.sew-eurodrive.pt/>. [Accessed: 12-May-2013].
- [49] ELESIA, 2014, “Leveling Elements” [Online]. Available: <http://elesanow.com/>. [Accessed: 17-Jul-2013].

- [50] RENOLD, “Transmission chain” [Online]. Available: <http://www.renold.com/Products/TransmissionChainSprockets/TransmissionChain.asp>. [Accessed: 03-Jun-2014].
- [51] DRE, 2008, “MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO” [Online]. Available: <http://dre.pt/util/getdiplomas.asp?iddip=20081477>. [Accessed: 20-May-2014].
- [52] Europeu, P., 2003, “1 do artigo 16.,” pp. 38–44.
- [53] DRE, 2003, “Diário da República - II Série.”

8. Anexos

**RETIRADOS POR QUESTÕES DE
CONFIDENCIALIDADE**