

• U • C •

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Produção de Componentes por Estampagem a Frio: Análise ao Modelo de Custos do Produto

Fasteners Production by Cold Forming: Analysis of the Product Cost Model

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Autor

Mário Gil dos Santos Rodrigues

Orientadores

Professor Doutor Cristóvão Silva

Engenheiro Miguel Silva

Júri

Presidente Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor Cristóvão Silva
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Professor Pedro Miguel Fernandes Coelho
Assistente Convidado da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



PECOL Automotive S.A.

Coimbra, Setembro de 2016

“It does not matter how slowly you go as long as you do not stop.”

Confucius

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências.
O Homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada.”

Albert Einstein

Agradecimentos

Um caminho de sucesso apenas se alcança quando se está apoiado em bases firmes e sólidas!

Neste momento em que dou por concluída esta importante etapa no meu percurso, não posso deixar de agradecer a quem me possibilitou obter todas as bases que contribuíram, não apenas para a realização deste trabalho, mas também para o meu crescimento como pessoa e futuro profissional.

Quero, desta forma, começar por agradecer ao grupo PECOL, com especial consideração à PECOL Automotive, por me acolher e possibilitar todas as condições para a realização deste projeto. Ao Sr. António Simões por me proporcionar esta oportunidade onde foi possível vivenciar uma experiência de trabalho incrível com os ritmos e rotinas de uma empresa dinâmica e de elevada dimensão. Aos membros do departamento comercial que afetosamente me receberam e acolheram no seu gabinete durante estes meses e, que tudo fizeram para me ajudar e apoiar. A todos os que contribuíram para a obtenção de dados essenciais para a realização deste projeto com o seu tempo, conhecimento e compreensão.

Ao Engenheiro Miguel Silva que me orientou e transmitiu o seu vasto conhecimento e experiência técnica. Um verdadeiro exemplo de competência e dedicação, disponibilizando-se incondicionalmente para me apoiar e auxiliar em todas as dúvidas e dificuldades que foram surgindo.

Ao Professor Cristóvão pelo seu acompanhamento ao longo de todo o meu percurso académico, pela sua transmissão de experiências e conhecimento, pelo apoio e orientação teórica, mostrando-se constantemente disponível e paciente para esclarecer todas as dúvidas sempre com uma enorme competência e rigor científico.

Aos meus colegas, por todo o apoio e ajuda, pela partilha de conhecimento que possibilitou a evolução conjunta.

Ao Joel e ao Luís, que foram os meus grandes companheiros, com quem tive o privilégio de partilhar grande parte da minha vivência académica.

À Sara pelo seu apoio, pelas incontáveis horas de estudo e pelo seu companheirismo e amizade.

Um muito especial agradecimento à Patrícia, pela sua compreensão, companheirismo e por ser o meu porto seguro nos momentos de desânimo. A sua dedicação foi sempre um exemplo e, sem ela todo este percurso se tinha tornado mais árduo.

Por último, mas mais importante, quero agradecer aos meus pais por todo o apoio, compreensão e carinho que sempre me têm dado. Por me impulsionarem e nunca me deixarem desistir e acima de tudo por acreditarem em mim e na concretização deste sonho.

A todos sem exceção o meu sentido e sincero: **Muito Obrigado!**

Resumo

No presente contexto industrial assiste-se a uma constante e acelerada evolução de tecnologias, conceitos e técnicas com vista a dar resposta a uma enorme competitividade e satisfação da procura exigida, sendo a indústria automóvel um dos motores desta evolução, requerendo dos seus fornecedores um elevadíssimo grau de qualidade e uma resposta imediata tendo sempre em vista o conceito *Just in Time*.

Com este ritmo evolutivo é importante não perder o foco da função principal de uma empresa – Acrescentar valor aos produtos com vista a obter lucro – sendo assim essencial um apertado controlo de custos produtivos com vista a obter lucro máximo sem afastar os clientes. É assim importante analisar os processos produtivos com vista a melhorar a sua eficiência, bem como manter uma carteira de clientes saudável e interessada.

Para isso são apresentados neste documento vários métodos de análise de custos sendo efetuada a sua aplicação prática numa empresa que labora no ramo da metalomecânica dedicando-se à produção de componentes de fixação para a indústria automóvel pelo método de estampagem a frio. O objetivo é avaliar o custo de produção de uma seleção de produtos tendo em vista a posterior comparação com os valores teóricos tidos em orçamentação. É também efetuada a análise à sua carteira de clientes recorrendo-se ao gráfico de Curva de Baleia que, sendo uma ferramenta relativamente simples, se mostrou muito útil no processo de avaliação de clientes, atestando a sua rentabilidade.

Em suma, pretende-se imputar aos produtos os custos inerentes à sua produção e posteriormente avaliar a lucratividade que advém da venda destes mediante a análise dos seus compradores.

Palavras-chave: Indústria Automóvel, Estampagem a Frio, Modelo de Custo, Rentabilidade de Clientes, “Curva de Baleia”.

Abstract

In the present industrial context are witnessing a constant and rapid evolution of technologies, concepts and techniques in order to meet a huge competitiveness and satisfaction of the required demand, and the automotive industry is an engine of this evolution requiring from its suppliers a very high degree of quality and an immediate response, considering the concept Just in Time.

With this evolutionary pace it's important not to lose focus of the main function of a company – Adding value to products in order to make profit – thus essential tight control of production costs in order to obtain maximum profit without alienating customers. It is thus important to analyze the production processes in order to improve their efficiency and maintain a portfolio of healthy and interested customers.

For that are presented in this document various methods of cost analysis performing their practical application in a company that works in the metallomechanics field dedicated to the fasteners production for the automotive industry by cold forming method. The objective is to evaluate the cost of producing a product selection in order to be compared with the theoretical values taken into budgeting. It's also performed the analysis to its customer portfolio using the Whale Curve graph, being a relatively simple tool, proved to be very useful in the client assessment process, attesting its profitability.

In short, the objective is to allocate to products the costs of their production and evaluate the profitability that comes from the sale of these by analysis of their buyers.

Keywords Automotive Industry, Cold Forming, Cost Model, Customer Profitability, “Whale Curve”.

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Siglas.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Estrutura da dissertação	2
2. O Sector e a Empresa.....	3
2.1. Caracterização do sector Automóvel	3
2.2. Apresentação do grupo PECOL.....	7
2.3. Análise do processo	10
2.3.1. Processamento de encomendas.....	10
2.3.2. Caracterização do processo produtivo.....	11
2.4. Modelo de Orçamentação	15
3. Abordagem teórica	17
3.1. Análise de Pareto	17
3.2. Modelos de Custo	17
3.2.1. Focus Group/Método Delphy	19
3.2.2. Rules of Thumb	20
3.2.3. Estimativa Paramétrica	20
3.2.4. Resource-Based Modeling.....	21
3.2.5. TCM – Technical Cost Modeling.....	22
3.2.6. ABC – Activity Based Cost.....	23
3.3. Custos Diretos e Indiretos.....	25
4. Aplicação prática	27
4.1. Seleção das peças mais vendidas	27
4.2. O modelo de custo	28
4.2.1. Dicionário de variáveis.....	28
4.2.2. Premissas	30
4.2.3. Parâmetros de entrada.....	32
4.2.4. Parâmetros de saída	37
5. Resultados.....	39
5.1. Apresentação.....	39
5.2. Análise	45
5.2.1. Análise de sensibilidade	49
5.3. Valores Reais vs. Teóricos (orçamentados).....	51
6. Análise de Clientes	55
6.1. Aplicação à PECOL Automotive.....	59
7. Conclusões.....	63

Referências Bibliográficas	65
ANEXO A.....	69
APÊNDICE A	71
APÊNDICE B	73
APÊNDICE C	75
APÊNDICE D	79
APÊNDICE E.....	81
APÊNDICE F.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Esquema da organização do sector automóvel.....	4
Figura 2.2. Evolução do mercado automóvel em Portugal 1970-2015.	5
Figura 2.3. Dispersão da produção mundial automóvel em 2015.	6
Figura 2.4. Fluxo de Informação da PECOL Automotive.....	10
Figura 2.5. Esquema produtivo da PECOL Automotive.	11
Figura 2.6. Sequência de estampagem de uma “Boltmaker”.	12
Figura 2.7. Comparação entre Maquinação e Estampagem.	13
Figura 2.8. Roscagem por pentes.	14
Figura 2.9. Roscagem por rolos.....	14
Figura 2.10. Roscagem por segmento.	14
Figura 3.1. Parâmetros do modelo.....	21
Figura 4.1. Mais vendidos em Quantidade.	27
Figura 4.2. Mais vendidos em Valor.	27
Figura 5.1. Comparação entre unidades de cálculo de custo.....	45
Figura 5.2. Distribuição dos custos por operação.....	47
Figura 5.3. Distribuição dos Custos de Máquina.....	47
Figura 5.4. Exemplo gastos de Máquina.	49
Figura 5.5. Variação do custo de transporte com a quantidade expedida.	50
Figura 5.6. Custo final em €/kg em função da variação de preço da Matéria-Prima.	50
Figura 5.7. Custo final em €/Ml em função da variação de preço da Matéria-Prima.....	50
Figura 5.8. Comparativo valor real, valor teórico em €/kg.	51
Figura 5.9. Comparativo valor real, valor teórico em €/Ml.....	52
Figura 6.1. Pirâmide de estratificação de clientes.	56
Figura 6.2. Exemplo do gráfico “Curva de Baleia”.....	57
Figura 6.3. Análise relacional entre dependência de clientes e margem obtida.....	58
Figura 6.4. Distribuição percentual de faturação dos clientes.....	60
Figura 6.5. Curva de Baleia aplicada às empresas compradoras dos produtos analisados. 61	

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1. Descrição dos métodos apresentados conforme o seu tipo.....	19
Tabela 3.2. Exemplo de divisão de custos pelo método TCM	22
Tabela 5.1. Valores de compra da matéria-prima.....	39
Tabela 5.2. Custo total da operação de Estampagem por máquina.	40
Tabela 5.3. Custo total da operação de Roscagem por máquina.	41
Tabela 5.4. Custo total da operação de Escolha por máquina.	41
Tabela 5.5. Custo total do Tratamento Térmico.....	42
Tabela 5.6. Avaliação dos consumíveis envolvidos na operação de expedição.....	42
Tabela 5.7. Custos de transporte.....	43
Tabela 5.8. Custos reais totais para os artigos avaliados.....	44
Tabela 5.9. Distribuição dos custos por operação.	46
Tabela 5.10. Distribuição dos Custos de Máquina.	48
Tabela 5.11. Comparativo valor real, valor teórico.....	53
Tabela 6.1. Evolução da faturação por cliente nos últimos três anos.....	59

LISTA DE SIGLAS

- INTELI – Inteligência em Inovação (Centro de Inovação)
- OEM – *Original Equipment Manufacturer*
- ISO – *International Organization for Standardization*
- TS – *Technical Specification*
- QS – *Quality Standards*
- VDA – *Verband der Automobilindustrie*
- EAQF – *Evaluation d’Aptitude sur la Qualite pour les Fournisseur*
- AVSQ – *Associazione nazionale dei Valutatori di Sistemi Qualità*
- AEP – Associação Empresarial de Portugal
- ACAP – Associação Automóvel de Portugal
- OICA – *Organisation Internationale des Constructeurs d’Automobiles*
- AFIA – Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
- MIT – *Massachusetts Institute of Technology*
- TCM – *Technical Cost Modeling*
- PBCM – *Process Based Cost Modeling*
- ABC – *Activity Based Cost*
- TDABC – *Time Driven Activity Based Cost*
- ppm – Peças por minuto
- MI – Milheiro (unidade de contabilização, por mil)
- RFQ – *Request for Quotation*
- PPAP – *Production Part Approval Process*
- APQP - *Advanced Product Quality Planning*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

A indústria portuguesa tem vindo a evoluir a um elevado ritmo, adotando novas e mais eficientes técnicas de produção, indo ao encontro de padrões de qualidade cada vez mais exigentes. Com este aumento de exigência também os profissionais da área têm que se manter sempre atualizados e pensar constantemente “fora da caixa”, numa busca incessante de ideias inovadoras que acrescentem competitividade à empresa em que se encontram inseridos. Neste caso, não é só necessário inovar e otimizar processos para adquirir competitividade, mas também para reduzir custos que atendendo à atual conjuntura económica, são um fator cada vez mais importante.

Posto isto, esta dissertação tem por objetivo a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e baseou-se na análise de custos de uma empresa que opera no ramo da metalomecânica e que se dedica a produzir componentes de fixação para a indústria automóvel. A realização desta dissertação em ambiente industrial adveio da necessidade de contacto com este meio extremamente competitivo e de elevada exigência e após todo o percurso académico, com o grau de abstração teórica inerente a este, justificava-se plenamente esta decisão com vista a uma aproximação prática aos conceitos estudados em ambiente académico.

1.2. Estrutura da dissertação

No primeiro capítulo desta dissertação é apresentada uma breve introdução ao documento, explicando a motivação que levou à sua elaboração e apresentando a sua estrutura.

No segundo capítulo é feita uma breve apresentação da indústria automóvel, dando especial importância ao sector dos componentes e à importância que este tem para o país. Uma breve apresentação da empresa, salientando o seu ramo de atividade, a sua estrutura, o seu processo produtivo e apresentado o grupo no qual se encontra inserida é também uma forte componente deste capítulo.

A revisão teórica encontra-se no terceiro capítulo, apresentando alguns métodos de análise de custos presentes na literatura que vão servir de base para o estudo apresentado neste documento.

É no quarto capítulo que se inicia uma abordagem mais concreta do problema em questão, fazendo a ponte entre a abordagem teórica e a prática. É apresentada a análise aos produtos mais vendidos e são apresentadas as fórmulas matemáticas e premissas necessárias para a abordagem prática ao modelo de custo.

Os resultados obtidos são apresentados no capítulo cinco, fazendo a análise e a discussão destes de uma forma crítica. É também feita uma análise de sensibilidade do método adotado mediante a variação de parâmetros e respetiva análise.

No sexto capítulo é apresentada uma análise aos clientes, onde se avalia a evolução destes nos últimos três anos e o peso que representam no global da empresa. É feita também uma avaliação à rentabilidade dos clientes com vista a apurar aqueles que trazem lucro para a empresa e os que são consumidores de margem.

Para finalizar, no sétimo e último capítulo são tiradas conclusões e apresentadas algumas sugestões para a realização de futuras análises.

2. O SECTOR E A EMPRESA

2.1. Caracterização do sector Automóvel

A indústria automóvel sempre se caracterizou pelo seu rápido crescimento, o que levou muitas vezes a um excesso de produção, produzindo muito acima da procura existente por parte dos clientes (Monteiro, 2001). É uma indústria globalizada, atuando a nível mundial e entrando em praticamente todos os mercados, visto que o automóvel é um elemento central no transporte de pessoas e bens (INTELI, 2005). Apesar da sua atuação ser global, ainda se caracteriza muito pelo seu carácter local, estando muito dependente de pequenas empresas que produzem componentes essenciais para as OEM's (Original Equipment Manufacturer).

Analisando a cadeia de abastecimento desta indústria pode-se constatar que esta se encontra dividida maioritariamente em três níveis de relevância, como ilustrado na Figura 2.1, podendo, no entanto, ser considerados outros níveis a montante de *Tier Two*, identificados no esquema como *Tier n*, que na maioria dos casos são os fornecedores de matéria-prima. Empresas no nível OEM são as que tem mais visibilidade por parte do consumidor, sendo as linhas de montagem de veículos. No nível *Tier One* encontram-se as empresas que fornecem conjuntos de componentes semi-montados ou com a montagem completa (bancos, consolas centrais, painéis de portas, etc.), diretamente às linhas de montagem. No nível *Tier Two* estão os fornecedores de componentes, que não estão diretamente ligados às linhas de montagem, mas que fornecem empresas de nível *Tier One* para posterior montagem. Existem empresas que são fornecedoras de nível *Tier One* e *Tier Two* em simultâneo, sendo esta distinção feita em relação ao tipo de produto ou à empresa a fornecer. Em alguns casos são considerados outros níveis, não sendo, no entanto, muito comum ou sendo, como já referido, os fornecedores de matéria-prima. Nesta indústria a qualidade é tida como um pressuposto básico, existindo necessidade de certificar todo o processo produtivo, controlando desde a matéria-prima até ao produto final saído do OEM. A norma ISO/TS 16949 é o padrão que especifica as bases normativas deste sector industrial, podendo apenas produzir as entidades que sejam certificadas com esta norma. Até à criação

desta, cada OEM tinha o seu próprio conjunto de requisitos, existindo os referenciais QS-9000 (EUA), VDA 6.1 (Alemanha), EAQF (França) e AVSQ (Itália), não havendo reconhecimento entre eles (AEP, 2006). Esta norma provém assim da necessidade de uniformizar e unificar todos estes conjuntos de normas, criando um referencial único que é aceite por todos os fabricantes, o que vai minimizar a necessidade de múltiplas auditorias de certificação por parte destes, podendo os fornecedores produzir peças para todos eles desde que estejam abrangidos por esta certificação. Tem também como objetivo melhorar a qualidade de produtos e processos, obrigando a fabricar sempre da mesma forma, eliminando assim variações e tendo por objetivo o aumento da eficiência. Segundo a Associação Empresarial de Portugal (AEP), um resumo das melhorias que esta norma traz para a indústria será:

- “Redução no número de reconhecimentos por 3ª parte que a organização tem que manter, permitindo a libertação de tempo e recursos para outras atividades ligadas à qualidade e oportunidades de melhoria que tragam mais valias ao negócio.”

- “Redução no número de auditorias de 2ª parte.”

- “Uma abordagem comum ao sistema da qualidade na cadeia de fornecimento, permitindo às organizações um trabalho conjunto mais eficaz.”

- “Uma linguagem comum, que implica uma melhoria na compreensão dos requisitos de qualidade, facilitando a implementação e manutenção do sistema da qualidade.”

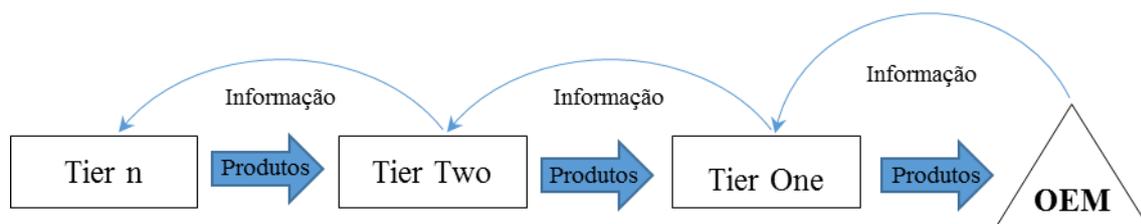


Figura 2.1. Esquema da organização do sector automóvel.

Sendo uma indústria complexa e em constante mudança e adaptação, a tendência que se tem vindo a verificar nos últimos anos neste mercado é de aglutinação de marcas por processos de aquisição ou fusão, sendo que neste momento a maioria das marcas está englobada em grandes grupos automotivos, sendo disso exemplos o grupo Volkswagen que engloba as marcas Volkswagen, Seat, Skoda e Audi, o grupo PSA, constituído pela Peugeot e Citroën e mais recentemente pode-se verificar a aliança entre a Mitsubishi e a Renault-

Nissan (marcas que anteriormente já se tinham unido mediante aquisição mútua de quotas). Esta tendência tem vindo a formatar a estética dos automóveis, partilhando dentro das mesmas gamas linhas semelhantes, não havendo grandes distinções entre veículos provocando assim um fenómeno de *standardização*, são disso exemplo o Citroën C1, Peugeot 107 e Toyota Aygo, que surgiram da parceria entre estas três marcas e partilham a mesma plataforma, tendo as mesmas dimensões de chassis, mesmas motorizações e o mesmo nível de equipamento. Este nível de semelhança, apesar de ser benéfico para as marcas pela partilha de custos de projeto, nem sempre é benéfica para o sector, tornando os automóveis demasiado monótonos e limitando a escolha do comprador. Posto isto e num caso extremo, pode-se considerar que, cada vez mais se assiste a uma monopolização do mercado automóvel.

Apesar da sua enorme dimensão, o mercado automóvel já passou períodos de maior complicação. A sua última quebra, e talvez maior, terá sido causada pela crise económica Americana no ano de 2008 que provocou uma enorme baixa nas vendas do sector, tendo vindo a recuperar desde então. Na Figura 2.2 pode verificar-se a evolução dos últimos anos do mercado automóvel em Portugal, onde se pode constatar a quebra e a presente recuperação desta indústria.

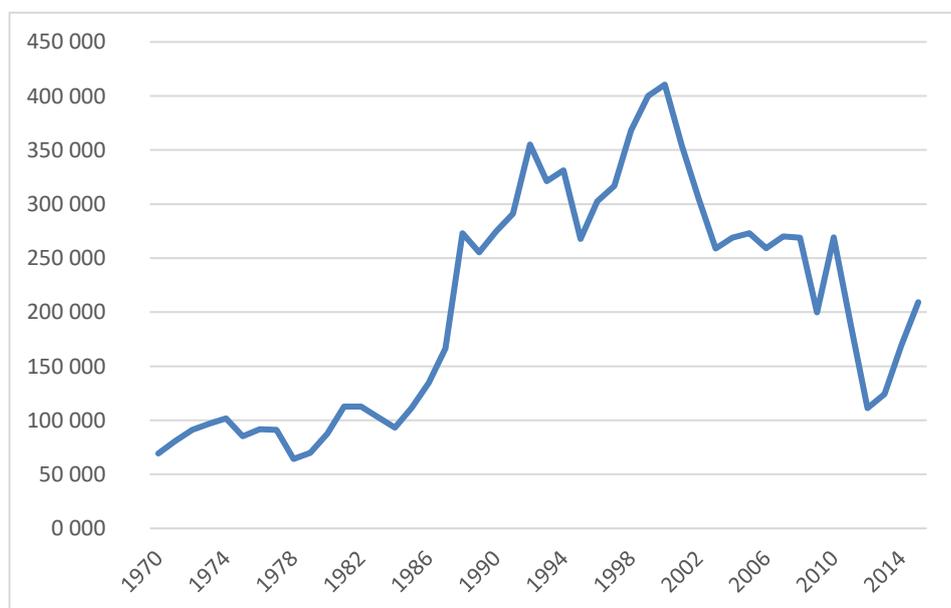


Figura 2.2. Evolução do mercado automóvel em Portugal 1970-2015.

Fonte: Dados retirados de Fernandes, E. e José, A. (2016)

Sendo já notícia que no primeiro trimestre de 2016 as vendas de veículos ligeiros de passageiros aumentaram 26,3% em relação ao mesmo período do ano anterior, tendo sido vendidos nesse período 58402 veículos e as vendas de veículos comerciais ligeiros aumentaram 21% nesse mesmo período, perfazendo 8093 veículos vendidos com estas características (ACAP, 2016).

No panorama mundial o domínio produtivo pertence à China, sendo produzidos neste país 24,5 dos 90,8 milhões de veículos produzidos mundialmente no ano de 2015, sendo o melhor país europeu a Alemanha com uma produção de 6 milhões de veículos, aparecendo apenas no quarto lugar seguido da Espanha em oitavo lugar. Na Figura 2.3 é apresentada a representação gráfica destes dados, onde mais explicitamente se constata o domínio da China, sendo assim um mercado de exportação extremamente atrativo para todos os *players* que atuam neste ramo industrial.

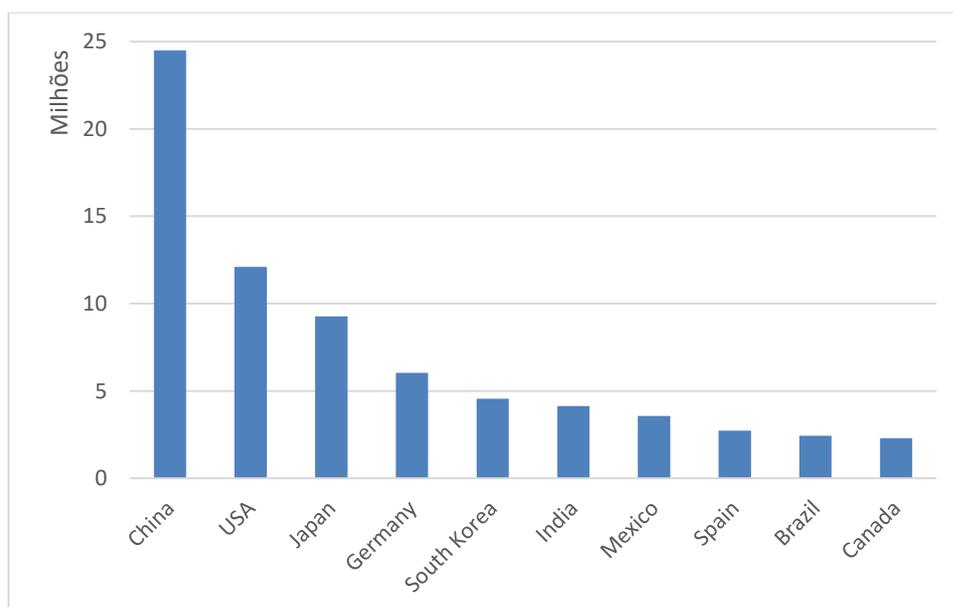


Figura 2.3. Dispersão da produção mundial automóvel em 2015.
Fonte: OICA (2016)

Com a retoma do sector automóvel, também o mercado de componentes apresenta uma tendência crescente tendo apresentado, em Portugal no ano de 2015, um aumento de 5,4% em relação ao ano anterior, representando um valor de 8 mil milhões de euros. Esta indústria representa 4,4% do PIB Português, sendo considerada uma das mais importantes a nível nacional. O elevado crescimento deveu-se essencialmente ao mercado

externo, que representou 6,7% das vendas (tendo o mercado interno apresentado uma quebra de 1%).

“A mesma fonte da AFIA salienta que a “taxa de crescimento é substancialmente superior à média da restante indústria transformadora”. Em Portugal a indústria de componentes para automóveis “representa 4,4% do PIB, 6,5% do emprego da indústria transformadora e 13,4% das exportações de bens transacionáveis”, sendo, desse modo, “um dos mais importantes sectores da economia nacional”.”

in Vida Económica 24-03-2016

Quanto à distribuição por mercados, continua o domínio do mercado Espanhol e Alemão, tendo havido um enorme aumento do Reino Unido, que ameaça o terceiro lugar, detido pela França que abrandou a sua evolução.

“Janeiro aprofunda esta tendência, beneficiando do crescimento de encomendas dos dois principais mercados – Espanha (+14%) e Alemanha (+13%). Na Europa, o desempenho mais fulgurante registou-se no Reino Unido, com uma progressão de 50%, ficando nos 68 milhões de euros.”

in Expresso 17-03-2016

A indústria automóvel tem que se adaptar à evolução das sociedades em que se insere e com a situação financeira atual é essencial produzir veículos mais económicos e mais “verdes”, ou seja, que consumam menos combustível e que libertem menos gases poluentes. Para que isto se torne possível é necessário não só melhorar os motores, mas também reduzir o peso dos veículos sem nunca comprometer a segurança e o conforto dos ocupantes. Para isso tem-se constatado uma constante evolução nas matérias-primas, desenvolvendo e adotando ligas mais leves e com maior resistência.

2.2. Apresentação do grupo PECOL

A PECOL (Parafusos Eduardo Coelho Lda.) foi fundada em 1983 em Águeda e a sua área de atuação desde sempre se baseou na produção e comercialização de sistemas de fixação. Foi esta a empresa que deu origem ao grupo **PCL - Investimentos** que hoje está representado em Espanha, Itália, Polónia, Marrocos, Angola, China e Brasil e possui em Águeda o seu principal parque industrial com uma área de 150000 m². Deste grupo fazem parte a **PECOL - Sistemas de Fixação, S. A.** (empresa que deu origem ao grupo), que possui

um armazém com capacidade para guardar em stock 45000 paletes e o seu foco é a comercialização de todo o tipo de soluções de fixação, desde parafusaria a sistemas químicos (silicones), comercializando também sistemas de proteção individual e sistemas de corte, bem como produtos para soldadura, madeira e manutenção.

A **Retsacoat**, que se dedica à aplicação de tratamentos superficiais anticorrosivos e isentos de Crómio VI (exigência obrigatória para o sector automóvel), sendo a única empresa com licença para aplicação de *Dacromet*, *Geomet*, *Geoblack*, (licença NOF Coatings) para o mercado Português e Galego e aplica Zincados, Niquelado, Zinco-Níquel e Fosfatado nas suas linhas de tratamentos eletrolíticos. Possui também um forno de desidrogenização e equipamentos de granalhagem. No seu departamento de qualidade, entre outros equipamentos, duas câmaras para realizar o ensaio de nevoeiro salino que permite atestar a qualidade do tratamento aplicado.

A **Sermocol**, que produz uma ampla gama de ferramentas com recurso a equipamentos CNC e a desenhos CAD/CAM. Esta empresa trabalha à base de aço e metal duro, de forma a obter a melhor performance das ferramentas produzidas.

A **PECOL Automotive S. A.** (sendo esta a empresa acolhedora e que possibilitou a realização deste projeto) foi fundada no ano de 2001 com o nome PECOL II – Componentes Industriais Lda. A sua atividade fundamental é a produção de componentes especiais de fixação através do processo de estampagem a frio. O seu principal sector de atividade, onde é mais especializada e onde reside o seu maior volume de negócio, é a indústria automóvel (havendo alguma produção fora deste, principalmente devido à base de negócio do grupo onde se integra), a sua produção é maioritariamente para exportação (92%). Relativamente à sua localização na cadeia produtiva, esta classifica-se no nível *Tier Two* não fornecendo (não por impossibilidade, mas por não fazer parte, de momento, da estratégia da empresa) diretamente para OEM's. No entanto, a empresa encontra-se completamente habilitada e possui capacidade suficiente para produzir diretamente para linhas de montagem. A PECOL Automotive, beneficiando do parque industrial em que se insere, possui todo o seu processo produtivo '*in house*', sendo a matéria-prima praticamente a sua única necessidade externa. Esta unidade industrial encontra-se certificada pela norma ambiental ISO 14001 e pela ISO/TS 16949, essencial para operar no sector automóvel. O seu *layout* é orientado para o processo permitindo uma maior flexibilidade, adaptando-se com extrema facilidade à grande variedade de produtos produzidos, tendo o inconveniente

de existir uma elevada movimentação de materiais em vias de fabrico provocando alguma perda de tempo em movimentações e alguma acumulação em *buffers* intermédios.

‘Qualidade, serviço e melhoria contínua são os valores que movem esta empresa em busca da EXCELÊNCIA.’

Fonte: *PECOL Automotive S. A.*

A **Inkator, S.A.** encontra-se sediada em Barcelona, Espanha e pertence também a este grupo. É, a par da PECOL Automotive, uma empresa produtiva de componentes especiais de fixação com enfoque no mercado automóvel. Esta empresa já possui 40 anos de experiência produtiva e a sua aquisição demonstra a demarcação de uma posição estratégica fora de Portugal por parte do grupo.

Este grupo, que de momento devido à sua dimensão e dispersão global já é considerado multinacional, dispõe de plataformas estratégicas logísticas em Itália, Polónia e Brasil, aumentando desta forma a sua dispersão e o seu alcance.

2.3. Análise do processo

2.3.1. Processamento de encomendas

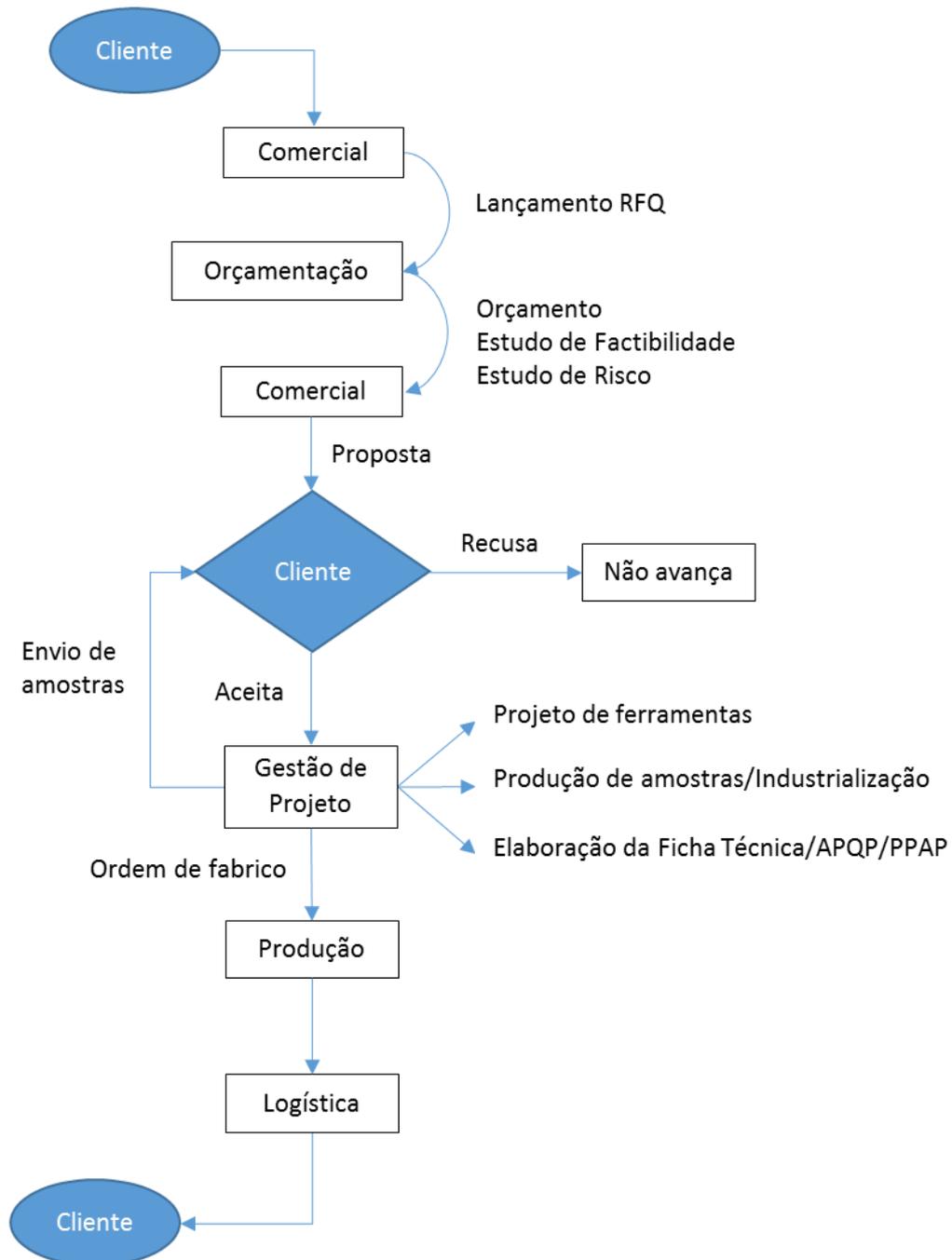


Figura 2.4. Fluxo de Informação da PECOL Automotive.

Antes de iniciar a apresentação do processo produtivo da PECOL Automotive, será importante demonstrar como se processa o fluxo de informação dentro da empresa e a sua relação com os clientes. Sendo para isso representado na Figura 2.4 o fluxograma desta relação, onde também se pode perceber resumidamente algumas das funções departamentais.

2.3.2. Caracterização do processo produtivo

O processo produtivo da PECOL Automotive inicia-se na receção de matéria-prima, e segue o trajeto apresentado no fluxograma da Figura 2.5, apresentando algumas variações dependendo da especificidade de cada peça. Dentro dos losangos são apresentadas as operações que são opcionais, não sendo aplicadas à totalidade das peças produzidas e em retângulos encontram-se as operações que são transversais a todas as peças produzidas.

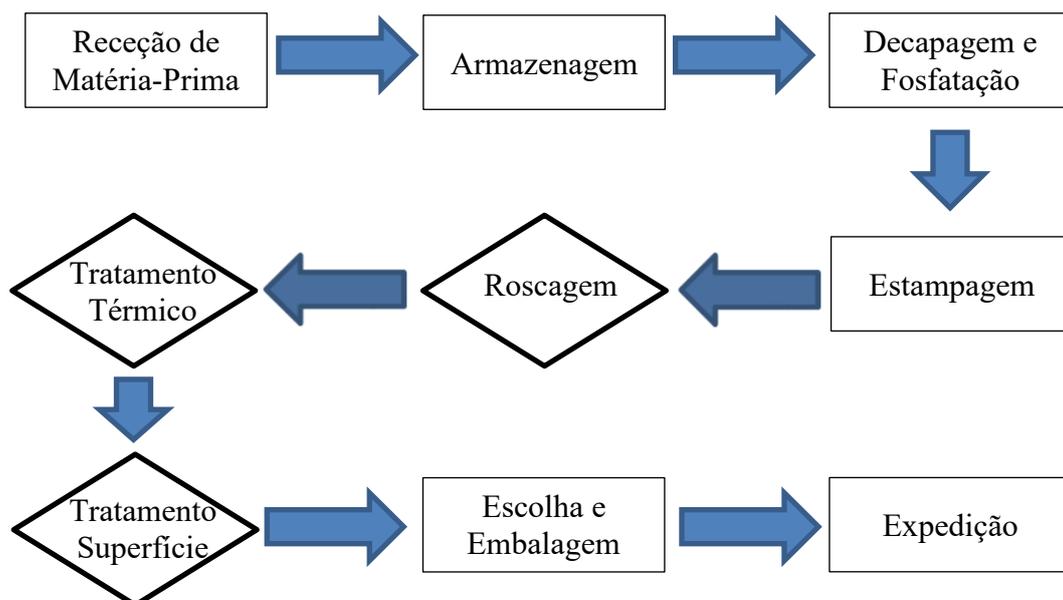


Figura 2.5. Esquema produtivo da PECOL Automotive.

A matéria-prima, após ser rececionada, realiza um estágio no exterior, onde o material fica exposto às condições atmosféricas com a finalidade de remoção de calaminas. Após isso e quando surge a necessidade na produção é aplicada uma decapagem química e fosfatação ao aço com a finalidade de eliminar impurezas e gorduras, bem como tornar mais fácil o processo de estampagem, facilitando a aderência do lubrificante (em pó ou massa) que vai diminuir a resistência à deformação do aço. Após este processo o arame é alimentado nas máquinas de estampagem, iniciando-se a produção.

2.3.2.1. Estampagem a frio

A empresa possui vários tipos de máquinas estampadoras, que vão desde uma matriz dois punções (peças muito simples) até máquinas de 6 estações (que permitem a elaboração de peças de elevada complexidade). A gama de fabrico destas máquinas encontra-se no intervalo de 2 a 32 mm em diâmetro e de 4 a 325mm em comprimento. De entre o seu parque de máquinas destacam-se as prensas combinadas, denominadas “Boltmakers”.



Figura 2.6. Sequência de estampagem de uma “Boltmaker”.

“Para enfrentar as exigências de alta produtividade, de racionalização do layout empresarial e da movimentação interna, as prensas dotadas de unidade de chanfradeira e laminadora constituem ainda hoje a melhor resposta possível.”
“A unidade chanfradeira e a unidade de laminação são projetadas e realizadas com soluções que tornam ágil e rápido o setup e que permitem a produção de parafusos com as mais diversas tipologias de ponta e de rosca.”

Fonte: SACMA – *Winning Technologies*

O processo de estampagem a frio consiste na deformação plástica do metal sem adição de calor, sendo esta feita apenas com recurso à aplicação de força. Com este processo podem obter-se peças de várias dimensões e com geometrias bastante complexas a uma cadência elevada, podendo atingir 300 peças por minuto. Este processo caracteriza-se pelo elevado aproveitamento de material, como ilustrado na Figura 2.7 (à esquerda volume de entrada em maquinação e em estampagem à direita), atingindo na grande maioria dos casos taxas de aproveitamento de 100%, sendo o volume de material de saída o mesmo que se tem na entrada do processo. O desperdício de material que poderá ocorrer deve-se a algumas

aparas provenientes da conformação da cabeça de parafusos por corte ou, ‘pepitas’ do interior das porcas ou peças furadas, sendo que nestas a maioria do material é aproveitado, não equivalendo o desperdício a totalidade do seu interior. No processo produtivo da PECOL Automotivo, S.A. mesmo a conformação de rosca não se traduz em desperdício de material visto que esta é, na maioria dos casos, feita por técnicas de esmagamento.

Estas são efetivamente as duas grandes vantagens económicas em relação à obtenção de peças por maquinação: a cadência produtiva e o aproveitamento de matéria-prima. Devido a ser um processo feito a frio, vai existir uma deformação interna da rede cristalográfica, provocando o encruamento do metal, o que se traduz numa mais valia em termos de aumento de resistência mecânica.

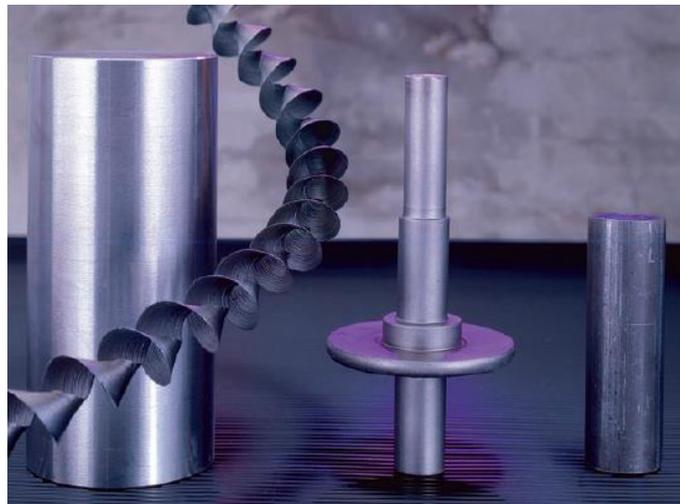


Figura 2.7. Comparação entre Maquinação e Estampagem.

2.3.2.2. Roscagem

Após a estampagem, caso seja necessária esta operação, procede-se à roscagem. Também esta é feita por esmagamento, não havendo desperdício de material. A empresa possui equipamentos que permitem fazer rosca por três processos: pentes (Figura 2.8); rolos (Figura 2.9) e segmento (Figura 2.10), nestes equipamentos é possível inserir anilhas, que após a formação de rosca se tornam imperdíveis. Quanto à roscagem de interiores, e apesar de também ser possível criar a rosca por esmagamento, o mais comum é nesta operação a rosca ser conformada por arranque de aparas, havendo assim desperdício de material. Caso seja necessário outro tipo de operações, nomeadamente maquinação ou ponteio, as peças passam para a área de segundas operações.

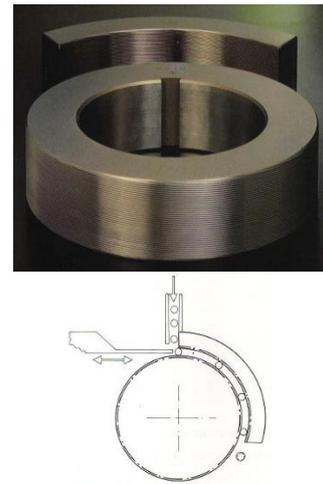
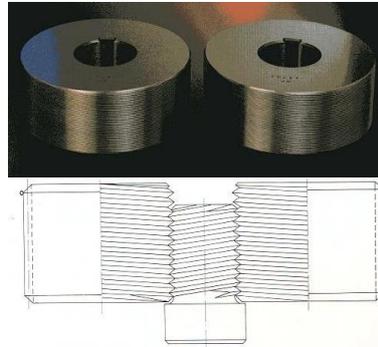
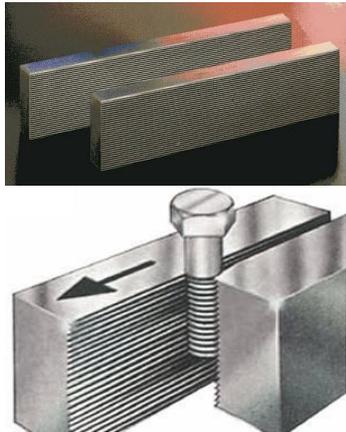


Figura 2.8. Roscagem por pentes. Figura 2.9. Roscagem por rolos. Figura 2.10. Roscagem por segmento.

2.3.2.3. Lavagem

Entre estes processos poderá ser necessário proceder a lavagens para eliminar óleos de processos anteriores ou possíveis resíduos. Algumas máquinas já estão equipadas com unidades independentes de lavagem, mas caso não estejam, existem duas máquinas lavadoras de elevada capacidade para proceder a essa operação. Neste processo as peças atravessam uma conduta onde são limpas mediante aplicação de água quente e desengordurante com propriedades antioxidantes.

2.3.2.4. Tratamento Térmico

Peças com classe de dureza especificada em 8.8, 10.9 e 12.9 necessitam de ser tratadas termicamente para eliminar tensões internas. Este processo é também aplicado na empresa, estando a mesma equipada com duas linhas contínuas de Têmpera e Revenido, uma com capacidade de 2000 kg por hora e outra de 1000 kg por hora.

2.3.2.5. Tratamento Superfície

A maioria dos tratamentos superficiais são também aplicados *in-house* recorrendo aos serviços da Retsacoat que, como anteriormente referido, possui licença de aplicação de grande parte dos tratamentos requeridos pela indústria automóvel.

Este esquema tende a adaptar-se às requisições dos clientes para ir de encontro à satisfação das suas necessidades, procedendo-se a alterações mediante a necessidade de materiais específicos (sendo de uso habitual aço, aço inox e alumínio, havendo algum

trabalho (cada vez mais residual) em cobre e latão), tratamentos superficiais e a nível de segundas operações.

Para finalizar e antes das peças serem enviadas para expedição, é feita uma inspeção que pode ser manual ou com o auxílio de máquinas de seleção automáticas que tem integrados sistemas de visão artificial, este sistema permite analisar as peças dimensionalmente bem como analisar a sua estrutura, verificando por exemplo a sua dureza (ECT – *Eddy Current Test*). Esta operação permite verificar se as peças estão ou não conformes, separando e embalando apenas as que respeitam as normas exigidas. Comparando com a inspeção manual as máquinas de escolha permitem cadências muito superiores, optando-se pela inspeção manual apenas em peças de elevada complexidade ou com geometria que não permita a sua alimentação nos sistemas automáticos, ou com alguma característica visual que não seja possível analisar automaticamente.

2.4. Modelo de Orçamentação

O método de orçamentação na PECOL – Automotive segue a forma de estudo de produto, onde são avaliados todos os parâmetros para produção dos produtos, atribuindo valores a cada uma das operações, desta forma, tem uma grande influência a experiência e o conhecimento do processo produtivo, bem como a sensibilidade do orçamentista. Por isso, nesta função é necessária uma pessoa com uma sólida base de conhecimentos de estampagem bem como da capacidade produtiva da empresa, apoiada por um sistema informático que permita obter um valor o mais aproximado possível do custo real.

Primeiramente, e seguindo o esquema apresentado na Figura 2.4, é apresentado ao orçamentista um pedido de cotação (RFQ), onde constam as informações do produto pretendido pelo cliente. Este pedido pretende-se que seja o mais completo possível, com informação da geometria da peça (idealmente com um desenho 2D/3D do cliente anexado onde constem cotas detalhadas), a matéria-prima pretendida, os tratamentos que é necessário aplicar e a quantidade que pretendem encomendar. Com base nestes parâmetros o orçamentista determina o peso da peça bem como outros parâmetros essenciais para apurar se a peça é factível ou não. Consulta as normas que o cliente exige, caso seja pedida uma matéria-prima menos usual ou fora da gama de trabalho da empresa, sugere uma alternativa que seja equivalente. Após isso faz a alocação da peça em máquina, escolhendo a

máquina/classe de máquinas que são indicadas para estampar a peça, interpretando a dificuldade que a peça apresenta, atribui também um custo para a ferramenta que será necessária. São também atribuídos valores para os tratamentos aplicados, bem como para a inspeção e para o transporte.

Os valores atribuídos são na sua maioria valores padrão existentes no sistema informático, obtidos previamente com base em histórico de peças ou no caso de serem serviços efetuados por empresas externas, os valores são fornecidos por estas. Por nem todos os valores estarem contemplados no sistema ou por este em alguns casos não atribuir um valor coincidente com a exigência da peça, tem a sensibilidade do orçamentista que ditar um valor que seja coerente.

Os parâmetros ditados na folha de orçamentação não são de todo vinculativos, podendo haver a necessidade de mudanças de máquina ou alterações no processo, no entanto os valores orçamentados terão que ser o mais próximo possível dos reais, visto servirem de base para a proposta apresentada ao cliente (sendo aplicada apenas a margem) e após aceitação do cliente terão que ser cumpridos por parte da empresa.

No ANEXO A consta, como exemplo, uma folha de orçamento com um dos orçamentos feito para uma das peças em análise, sendo que para todos os restantes produtos é seguido este modelo, variando apenas as operações aplicadas ao produto e as máquinas e ferramentas necessárias para a sua execução.

3. ABORDAGEM TEÓRICA

3.1. Análise de Pareto

Este princípio deve o seu nome ao economista italiano Vilfredo Pareto. Este constatou que no seu país, 80% dos terrenos pertenciam a 20% da população, ou seja, a maioria da riqueza pertencia a uma minoria da população. Este princípio é também muito aplicado em qualidade, onde se tem que 20% dos defeitos afetam 80% dos produtos, sendo também muito utilizado na análise de clientes e fornecedores, permitindo identificar os mais importantes, bem como na gestão de stocks, onde identifica os produtos com maior rotatividade. Este princípio é muito pertinente, pois permite englobar numa pequena parte da população os mais importantes. Sendo que os valores (80% e 20%) são meramente ilustrativos e em casos reais nem sempre se verifica estas percentagens específicas. No entanto, o importante a reter será o princípio dos ‘poucos importantes’.

3.2. Modelos de Custo

Um modelo de custo tem por base a estimativa de valores para se poder avaliar se o processo é ou não lucrativo e quantificar esse valor. Na maioria dos casos não é necessário obter um valor exato, bastando apenas um ponto de partida que sirva de referência para os valores que se pode vir a obter. Existe uma enorme variedade de modelos de custos, mas segundo Fowler (2004) estes dividem-se geralmente em três tipos:

- Opinião de especialistas;
- Comparação de produtos;
- Análise detalhada

Sendo que, os dois primeiros, pela sua ambiguidade e falta de exatidão tendem a não ser tão usados, ou o seu uso é feito num estágio inicial de projeto, onde se pretendem valores meramente ilustrativos para se proceder a uma avaliação grosseira. A grande vantagem destes dois métodos é a sua fácil e rápida utilização. Quanto ao terceiro e último

tipo, já é necessária uma avaliação mais cuidada e pormenorizada de todo o processo, sendo que os métodos deste tipo permitem um nível de detalhe muito maior, sendo a sua implementação um processo mais moroso e de elevada complexidade. Mas os resultados obtidos por este são significativamente mais exatos e precisos. De entre estes três tipos são seguidamente apresentados alguns exemplos de modelos com um relativo grau de detalhe.

No entanto, neste ponto será importante salientar a questão: Porquê estar a usar modelos de estimativa e não valores reais? O uso de valores estimados prende-se maioritariamente a três fatores, 1) Possibilidade de atrasos em máquina devido a avarias, demora imprevista na entrega de ferramenta, manutenções não planeadas ou outros fatores que provoquem a paragem não planeada da máquina; 2) Velocidades em máquina (ppm) não são constantes, podendo na mesma operação e na fabricação da mesma peça variar significativamente devido, maioritariamente, ao fator humano; 3) Produção não exclusiva dos componentes em estudo, estando as máquinas alocadas a mais componentes, o que pode provocar estrangimentos na produção devido a componentes prioritários. Perante estes fatores e a dificuldade de aquisição de alguns dados, torna-se muito difícil determinar valores reais, sendo assim necessário recorrer à estimativa de alguns custos, tendo que admitir a existência do fator erro no valor final. Sendo que erros de estimativa, quer sejam por cima quer sejam por baixo, são sempre indesejáveis.

A diminuição do erro é sempre um aspeto chave, visto que com valores muito elevados não se vão ganhar propostas de produção e com valores demasiado baixos, as propostas ganhas vão, ou diminuir demasiado o lucro, ou mesmo elimina-lo, estando desta forma a empresa a perder dinheiro ao invés de estar a ganhar (objetivo fundamental de qualquer empresa). Mesmo que num caso de estimativa baixa a empresa ganhe dinheiro com outros componentes em que o seu valor seja estimado por alto, vai sempre ocorrer uma situação de *break even*, não sendo benéfico, é desta forma essencial apurar o valor com o maior grau de precisão possível (Winchell, 1989).

Na Tabela 3.1 é apresentado um quadro síntese dos métodos que vão ser descritos nos pontos seguintes, estando estes divididos por tipo e sendo feita uma breve descrição dos mesmos.

Tabela 3.1. Descrição dos métodos apresentados conforme o seu tipo.

Método	Tipo	Descrição
Focus Group/ Método Delphy	Opinião especialistas	Reunião de especialistas para obter um custo mediante consenso das suas opiniões.
Rules of Thumb	Comparação	Conhecimento empírico, análise de tabelas e artigos semelhantes para obter o custo, visão simplista.
Estimativa paramétrica	Comparação	Definição do custo mediante análise de parâmetros característicos da peça, sem a definir na sua totalidade.
Resource-Based Modeling	Análise detalhada	Obtenção de custos com base nos recursos usados no processo, sendo os recursos transversais a todos os processos.
TCM	Análise detalhada	Aplicação de princípios físicos de engenharia para obtenção dos custos, sendo divididos em fixos e variáveis.
ABC	Análise detalhada	Imputação dos custos às atividades e não aos produtos, sendo as atividades as consumidoras de recursos

3.2.1. Focus Group/Método Delphy

Consiste na reunião de vários peritos e especialistas com a finalidade de apurar o custo/preço de determinado produto. Este *output* apenas se irá basear na opinião e experiência desses peritos, não tendo em si qualquer tipo de fundamento científico ou prova teórica, sendo desta forma falível e extremamente propenso a erro. Uma evolução deste método consiste na metodologia *Delphy* que tem por base a elaboração cuidada de questionários que posteriormente serão entregues a um painel de especialistas, procedendo desta forma a uma prova cega, em que não existe contato entre o painel, não havendo assim a possibilidade de contaminação de ideias. Estes métodos são úteis numa fase muito inicial de projeto, em que é necessário definir uma base, mas esta não necessita de grande fundamento. Este método tem na sua essência de base a força das massas e a premissa de que a opinião de um grande número de especialistas tem em si algum grau de veracidade, sendo que este tenderá a aumentar proporcionalmente ao número de opiniões tidas em conta.

3.2.2. Rules of Thumb

Este método tem por base o conhecimento empírico, a consulta de tabelas e a experiência adquirida ao longo do tempo. A exatidão deste método está diretamente relacionada com a sensibilidade e experiência de quem o colocar em prática, pelo que a sua fiabilidade vai depender precisamente destes fatores. Este método tem em conta fatores que conduzem a uma excessiva simplificação do processo, não incluindo fatores importantes como o volume de produção ou a geometria das peças, não permitindo também compreender a dependência dos valores de saída com os parâmetros de entrada (German, 1998). Já Taylor, na sua obra *Principles of Scientific Management*, enunciava a substituição deste tipo de método por outros que sejam científicos e testados. A vantagem deste método, segundo Monteiro (2001), é a sua simples e fácil implementação, sendo eficaz em ambientes estáveis e cujos custos diretos sejam os fatores dominantes.

3.2.3. Estimativa Paramétrica

Este método é mais aplicável na fase inicial do produto – fase de projeto – onde é necessário ter uma estimativa dos custos envolvidos na produção, mas não sendo essencial uma análise muito detalhada e assertiva destes. Este método permite determinar/incluir fatores como: curvas de aprendizagem, complexidade da peça, tamanho de lote, avanços tecnológicos existentes e avaliações de risco, apresentando desta forma algum grau de complexidade. É também um bom método de decisão, podendo apurar-se se é viável fabricar a peça ou, se a melhor opção será mandar fazer a quem já o faça e já tenho a tecnologia e a peça industrializada (Camargo et al., 2003). Resumidamente, e segundo Pereira (2012), este método procura uma avaliação do custo da peça a partir de parâmetros e características da peça, mas sem a descrever na totalidade. Para Evans et al. (2006) as vantagens deste método são a clareza da influência dos parâmetros no custo e a sua repetibilidade e objetividade, como desvantagens ressalta a sua simplicidade e o facto de parâmetros que não são incluídos na análise poderem vir a ser importantes, classificando-o assim como um método de “caixa preta”, onde as variações nas especificações levam à alteração do valor final, não existindo a noção da proveniência desses custos. Este método faz assim parte dos modelos presentes no segundo ponto – comparação de produtos – sendo que neste tipo de modelos são analisados vários parâmetros dos produtos, mediante um uso extensivo de bases de dados,

tabelas e históricos de produtos, sendo isso o que para Evans et al. (2006) o que distingue dos métodos baseados na opinião de especialistas, o facto de no método paramétrico as estimativas serem obtidos mediante análise de dados estatísticos e análise de valores históricos.

3.2.4. Resource-Based Modeling

Este modelo tem como ponto de partida o princípio básico de que cada processo, para ser executado, tem que consumir recursos e que o maior custo está no valor desses recursos. Desta forma, o valor final de um produto será a soma de todos os recursos que entram nos processos produtivos. Por recursos entende-se todos os inputs necessários para a produção do bem em causa, sendo disso exemplo, matéria-prima, energia, informação, tempo (sendo este um dos recursos mais importantes), etc. Na Figura 3.1 estão apresentados alguns tipos de recursos, os símbolos associados a estes e as unidades em que são contabilizados.

Resource	Symbol	Unit
Materials		
Including consumables	C_m	\$/kg
Capital		
Cost of tooling	C_t	\$
Cost of equipment	C_c	\$
Time		
Overhead rate, including labor, administration, rent, ...	\dot{C}_{oh}	\$/h
Energy		
Cost of energy	C_e	\$/h
Information		
R & D or royalty payments	C_i	\$/year

Figura 3.1. Parâmetros do modelo.

Fonte: Ashby (2005)

Segundo Esawi e Ashby (2003) a grande vantagem deste modelo é a sua aplicabilidade, podendo ser aplicado a todo o tipo de processos não sendo relevante as diferenças entre eles, isto porque parte do princípio que todos os processos consomem os mesmos recursos. O princípio deste método pode entender-se como sendo um balanço, sendo o custo da peça produzida o valor de saída (*output*) obtido através da avaliação e somatório de todos os parâmetros de entrada (*inputs*), sendo que estes são os custos associados à

produção de uma peça. Este modelo foca-se nos custos elementares em vez da interdependência entre estes e os seus precedentes e procedentes, não tendo em conta as interações entre atividades.

3.2.5. TCM – Technical Cost Modeling

O modelo de custos TCM foi inicialmente desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) no laboratório de ciências de materiais e tem por objetivo quebrar com as limitações dos sistemas tradicionais de análise de custo existentes até então. Tem na sua base o estudo e análise das interações entre as variáveis inerentes ao processo e os custos associados a este (Monteiro, 2001). Na aplicação do TCM os elementos de custo são divididos e analisados individualmente, sendo esta análise feita com base em princípios físicos e de engenharia, posteriormente esses elementos são agrupados em custos fixos e custos variáveis, sendo que, custos fixos são aqueles que não variam com a quantidade produzida, isto é, quer esteja a haver uma elevada taxa de produção quer esta seja nula, estes gastos não se irão alterar. Ao contrário destes, os custos variáveis são aqueles que, conforme o nome indica, variam conforme a taxa de produção.

Tabela 3.2. Exemplo de divisão de custos pelo método TCM
Fonte: Adaptado de German (1998)

Pode-se desta forma verificar uma consequência interessante destes dois conceitos, quando se considera um custo por peça, os custos fixos vão apresentar uma diminuição com o aumento das peças produzidas, enquanto os custos variáveis

Custos Fixos	Custos Variáveis
Equipamentos	Matéria-prima
Depreciações	Energia
Seguros	
Mão de Obra	
Manutenção	
Ferramenta	

se vão manter constantes. Contrariamente, ao considerar um custo por período, são os custos variáveis que variam com o aumento ou diminuição da produção (Kirchain e Field, 2001). Um exemplo desta divisão de custos está representado na Tabela 3.2, sendo que esta divisão pode ser efetuada de forma diferente, dependendo das características do processo. Exemplo disso será a consideração do custo de ferramenta, que em processos produtivos curtos ou com ferramentas com um elevado período de vida considera-se esta como um custo fixo, enquanto em produções longas ou com ferramentas com um elevado desgaste, esta considera-se um “consumível” sendo o seu custo agregado à coluna dos custos variáveis.

O modelo PBCM – *Process-Based Cost Modeling* – é um ramo integrante do modelo TCM (Fowler, 2004). Este modelo tem por objetivo informar decisões técnicas, partindo da análise dos processos separadamente e avaliando-os utilizando princípios e fórmulas físicas, tendo em conta as características dos materiais, a geometria das peças e as condições do processo, com o objetivo de atingir os custos inerentes a cada processo. Neste caso o modelo parte dos *inputs* (entradas) até atingir os custos, enquanto o modelador parte dos custos até atingir os *inputs* (German, 1998). É necessário um elevado nível de experiência para aplicar este modelo, visto que são utilizados muitos termos e princípios técnicos e, devido à sua especificidade técnica, a aplicação deste é exclusiva a cada processo, não podendo ser extrapolado para outros processos sem se fazer uma nova avaliação. Um bom exemplo da sua tecnicidade será a avaliação dos custos inerentes a utilização de um forno. Nesse caso será necessário avaliar o tempo necessário de cozedura, bem como a temperatura que este terá que atingir, tendo em conta a forma geométrica e dimensões do que se pretende produzir (cozer). Para isso é necessário ter em consideração princípios matemáticos e trigonométricos, bem como de termodinâmica e transmissão de calor (Kirchain e Field, 2004).

3.2.6. ABC – Activity Based Cost

A metodologia ABC nasceu no ano 1987, nos Estados Unidos, desenvolvida por Kaplan e Cooper e tem por base uma análise de custos centrada nas atividades e é referida por Longo et al. (1999) como sendo a “espinha dorsal do modelo de gestão ABM (*Activity Based Management*)”. Segundo Gonçalves (2015) a filosofia principal deste método é de que os produtos consomem atividades e as atividades consomem recursos, contrariando os métodos tradicionais, que identificavam os produtos como sendo os consumidores de recursos. No método ABC os custos são atribuídos às atividades e posteriormente as atividades aos produtos por meio de indutores de custos (*cost drivers*). Estes indutores permitem saber exatamente que atividade consome que recursos, identificando-os claramente e tornando desta forma mais fácil contabilizar todos os custos associados. Permitindo assim atribuir com precisão as despesas gerais e também identificar as áreas de desperdício e os processos que não acrescentam valor ao produto, assim, os custos totais de um produto são equivalentes à soma da matéria prima necessária, mais as atividades que lhe

adicionam valor. De acordo com Gunasekaran e Sarhadi (1998) o sistema ABC tem por base os seguintes níveis de alocação de custos (*cost drivers*):

Nível da Unidade – Valores de entrada aumentam na mesma proporção do número de unidades produzidas;

Nível do Lote – Valores de entrada variam na mesma proporção do número de lotes produzidos;

Nível do Produto – Valores de entrada são necessários para suportar a produção de todos os diferentes tipos de produtos;

Nível da Instalação – Serve de apoio para o plano geral de produção;

Para atribuir corretamente os custos aos respectivos produtos, é necessário identificar as atividades que geram os custos e identificar o nível a que estas pertencem, organizando os *cost drivers* e gerando um dicionário para estes.

Segundo Hicks (1999), a metodologia ABC é de fácil aplicação, não requerendo muito tempo, nem recursos financeiros elevados e não necessitando também de nenhum tipo específico de software. Sendo desta forma aplicável a qualquer empresa, independentemente da sua dimensão ou grau de automação. Contrariamente Cooper (1989) e Chaffman e Talbott (1990) defendem que a implementação de um sistema ABC é algo complexo, necessitando de um grande investimento por parte da empresa, especialmente um elevado dispêndio de tempo. Argumentos com os quais tendo a concordar, visto haver na literatura diversas correntes de opinião sobre a implementação deste sistema e não existe consenso sobre os fatores a incluir ou uma fórmula específica de implementação.

Apoiando esta linha de pensamento, Ferreira e Silva (2013) dizem que este modelo é de complexa implementação, manutenção e modificação e salientam que uma das principais limitações deste se deve à alocação de tempos, sendo que o principal fator para esta ocorrência está no método de atribuição de tempos por entrevista a colaboradores, sendo que estes, tem a tendência de mencionar que o seu tempo de alocação à atividade é sempre de 100% ou próximo deste valor, devendo-se isto à falta de percepção do tempo despendido em pausas e períodos improdutos. Kaplan e Anderson (2003) acrescentam que para além disso, o método de recolha de dados por entrevista é dispendioso e muito consumidor de tempo.

Para colmatar estas lacunas foi criada uma simplificação a este método, denominada TDABC (*Time-Driven Activity Based Costing*) que deixa de parte, por exemplo,

as entrevistas a colaboradores e a alocação de tempos é feita por estimativa, partindo do princípio de que o valor produtivo nunca é de 100%, atribuindo valores na ordem de 80 a 85% (Kaplan e Anderson, 2003). Uma das melhorias que esta simplificação do método ABC acrescentou foi o facto de considerar que os recursos não estão sempre a funcionar na sua capacidade máxima, e esta não deve ser determinada tendo em conta a sua atual utilização, isto porque é fácil naquele instante alterar a taxa de produção do equipamento, adulterando assim os resultados constatados, não sendo estes válidos para o cálculo da utilização normal. Em suma, a grande diferença entre o método ABC original e a sua variante TDABC é a consideração dos tempos de realização de cada atividade e a forma como estes são obtidos.

3.3. Custos Diretos e Indiretos

Os custos alocados aos produtos são identificados de maneiras diferentes devido à sua origem, sendo que uma forma de identificação destes é a divisão em custos Diretos e custos Indiretos.

Os Custos Diretos são aqueles que podem ser facilmente identificados e alocados diretamente aos produtos, existindo uma medida de mensuração destes, uma unidade na qual são contabilizados. Estes custos normalmente variam com a quantidade produzida, aumentando com o aumento de produção e diminuindo quando a produção diminui. Exemplos destes são o custo de matéria-prima, mão de obra direta, serviços subcontratados ou tratamentos aplicados exclusivamente nos produtos em causa.

Já os Custos Indiretos são mais difíceis de mensurar, sendo aqueles que pela sua generalidade não se conseguem alocar diretamente aos produtos. Exemplos deste tipo de custo são os custos com a administração, custos de engenharia ou custos de iluminação. Estes custos são normalmente distribuídos pelos produtos recorrendo a taxas de distribuição, podendo estas ser iguais para todos os produtos ou podem variar conforme o volume produzido de cada produto. O somatório dos custos indiretos é normalmente denominado de “*overhead*”, sendo dividido em *overhead* de fábrica, integrando todos os custos fixos associados à gestão da fábrica e *overhead* corporativo, que são os restantes custos administrativos (Fowler, 2004).

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1. Seleção das peças mais vendidas

Inicialmente procedeu-se à análise da lista de produtos vendidos pertencentes ao ramo automóvel. Para essa análise e para elaborar a lista dos 30 produtos mais importantes para a empresa, aplicou-se um princípio baseado na lei de Pareto, ou regra 80/20. No caso em estudo esta análise foi feita para a lista de produtos em volume de negócio e em quantidade, tirando de cada uma dessas listas 20 produtos. Ao efetuar o cruzamento de ambas as seleções e eliminando as repetições, obteve-se uma lista de 30 produtos que englobam os 20 produtos mais vendidos em quantidade e os 20 produtos mais representativos em valor de venda, sendo, estes últimos os mais importantes para a empresa.

Analisando os dados, antes de se efetuar o cruzamento entre as duas listas, pode-se verificar que num universo de 702 produtos os 20 mais vendidos em quantidade representam 38% do total da quantidade vendida (Figura 4.1) e os 20 mais valiosos em valor de venda representam 40% do total de valor de vendas da empresa (Figura 4.2). No APÊNDICE A estão representados os gráficos obtidos pela aplicação deste princípio e para a distribuição de produtos em causa.

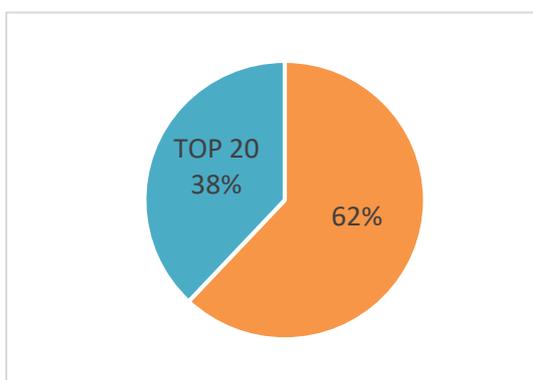


Figura 4.1. Mais vendidos em Quantidade.

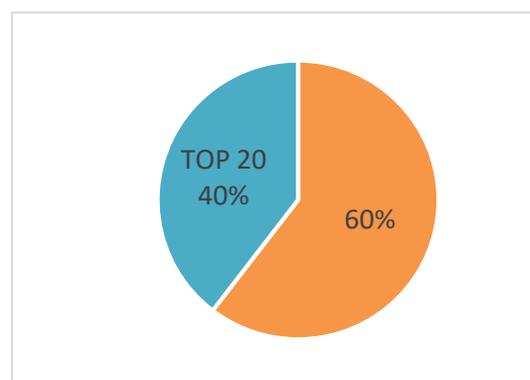


Figura 4.2. Mais vendidos em Valor.

4.2. O modelo de custo

No problema em estudo não vai ser aplicado um método Teórico em particular, no entanto vão ser adaptados métodos/modelos e adotados parâmetros constituintes de diferentes métodos apresentados anteriormente, tendo em vista uma melhor avaliação e análise do processo produtivo em estudo, adaptando-se o mais possível à realidade da empresa.

4.2.1. Dicionário de variáveis

C_{mp} – Custo de matéria-prima [€/uni];

Pr_{mp} – Preço da matéria-prima [€/kg];

Pr_s – Preço de venda da sucata [€/kg];

P_b – Peso Bruto [kg];

P_l – Peso Líquido [kg];

Q_{prod} – Quantidade que é necessário produzir [uni];

Q_{ped} – Quantidade pedida pelo cliente [uni];

% NOK – Percentagem de peças não conformes [%];

C_{maq} – Custo da máquina [€/hora];

C_e – Custo de energia elétrica [€/hora];

C_{lub} – Custo lubrificante [€/hora];

C_s – Custo de *setup* [€/hora];

C_m – Custo de manutenção [€/hora];

C_h – Custo da mão de obra alocada [€/hora];

h_{maq} – Número de horas de funcionamento da máquina [horas/ano];

S_b – Salário base [€/mês];

E_s – Custo com encargos sociais [€/ano];

Seg_{col} – Custo do seguro do colaborador [€/ano];

h – Horas de trabalho anual [hora];

tp – Taxa de tempo produtivo [%];

C_a – Custo de amortização [€/ano];

V_e – Valor de aquisição do equipamento [€];

Pa – Período de amortização do equipamento [anos];

Cf – Custo de ferramenta [€/MI];

Pf – Preço de aquisição da ferramenta [€];

n – Número de peças produzidas [MI];

nt – Número máximo de peças que uma ferramenta produz [MI];

Cp – Custo do produto;

CTT – Custo do Tratamento de Térmico;

CTS – Custo do Tratamento de Superfície;

CET – Custo de Embalagem e Transporte;

$Cest$ – Custo da operação de Estampagem;

$Crosc$ – Custo da operação de Roscagem;

$Cesc$ – Custo da operação de Escolha e Embalagem.

4.2.2. Premissas

Alguns métodos consideram na fórmula de cálculo o custo do edifício, isto é, o custo da ocupação do espaço pelas máquinas e pelas atividades inerentes aos processos. Neste caso não se vai considerar esse valor pois não se entende que seja relevante para o caso em estudo.

A matéria-prima é adquirida à medida que chegam as encomendas dos clientes, mantendo desta forma um stock de segurança mínimo, pelo que não será de elevada pertinência considerar os custos do seu aprovisionamento, visto estes não serem de elevada relevância.

No que respeita a sucatas terão que ser considerados dois tipos: 1) a que é proveniente do processo de estampagem e que não tem ainda nenhum tipo de tratamento associado, sendo apenas sobras de matéria prima, 2) aquela que provem dos rejeitados do processo de escolha (peças NOK). Esta última provoca uma perda muito superior, visto já serem peças finais, com todos os processos produtivos aplicados, tendo desta forma um valor acrescentado muito superior. Este desperdício deve-se a problemas dimensionais ou relacionados com a estrutura interna da peça que não são detetados no controlo por amostragem do processo de estampagem. Para satisfazer as necessidades do cliente é necessário produzir em quantidade superior já com vista a suprir as perdas provocadas pela rejeição da escolha. Posto isto, é imperativo haver um apertado controlo de qualidade antes de chegar ao processo de escolha, visto esta sucata tratar-se já de peças em estado final, o seu valor vai ser o valor de venda da peça, apenas não incluindo o custo de embalagem e de transporte.

Os operadores das máquinas não estão alocados a um equipamento em particular, sendo o processo maioritariamente automático, o tempo gasto pelo operador deve-se na sua maioria a controlo de qualidade (fazendo a verificação dimensional, inspecionando cotas críticas que são exigidas pelo cliente) e a afinações da máquina.

Apesar das máquinas não estarem a laborar na sua capacidade máxima de funcionamento, toma-se como valor para o cálculo do consumo de energia elétrica o seu valor de potência máximo, obtendo desta forma um custo energético por hora de funcionamento. Quanto ao consumo de lubrificante, foi calculado tendo em conta um período de aproximadamente 360 horas de trabalho, devendo-se este curto intervalo ao facto

da inexistência de registos anteriores de consumo. A implementação deste registo foi uma melhoria implementada recentemente.

Para o período de amortização das máquinas considera-se um período de 8 anos, aplicando uma taxa de amortização anual de 12,5% tendo por referência os valores contemplados no Decreto Regulamentar N° 25/2009 de 14 de Setembro de 2009 para “Outras indústrias metalúrgicas, metalomecânicas e de material elétrico”. Existem, no entanto, alguns equipamentos que não são pertença da empresa, estando esta a pagar uma renda sobre eles à empresa PECOL (proprietária dos equipamentos). Neste último caso o valor de amortização não foi considerado, visto não ter sido possível a obtenção desses valores.

Os custos com intervenções de manutenção foram facultados pelo departamento de Manutenção, tendo sido feita a média do custo das intervenções dos últimos três consecutivos.

Foi necessário apurar o número anual de horas de funcionamento dos equipamentos para alocar o custo de manutenção e amortização dos equipamentos, sendo assim possível determinar um valor horário para estes dois fatores.

No processo de Tratamento Térmico considera-se o forno com um funcionamento constante (24 horas por dia, 7 dias por semana), apenas parando por motivos de avaria, falta de material ou férias programadas. A variação de custos relativamente aos tratamentos das diferentes classes de dureza dos materiais considera-se residual, sendo a produção maioritariamente de uma classe e nos tratamentos de classes mais elevadas a variação dos consumíveis de entrada é relativamente reduzida. Posto isto, para o custo deste tratamento calcula-se um valor médio aplicado a todas as classes, considerando-se o erro adjacente a esta premissa admissível. Os valores gastos em consumíveis (Gás Natural, Metanol e Azoto) foram facultados pelo responsável do processo e mediante consulta de faturação. A capacidade do forno avaliado é de 2000 kg por hora, mas a sua capacidade real é muito inferior, devendo-se isso ao loteamento das peças e aos tempos de espera entre diferenças de temperatura.

Devido à especificidade da operação de estampagem, especialmente para as máquinas multi-estações, a obtenção do valor de ferramenta alocado a cada artigo é de difícil obtenção, visto que as ferramentas são compostas por inúmeros componentes que não apresentam as mesmas taxas de desgaste, sendo muitas vezes alguns componentes destas transversais à produção de vários produtos. Posto isto, alguns dos valores utilizados neste

fator, especialmente os integrantes de componentes produzidos em máquinas multi-estações, tiveram por base os componentes de ferramenta de maior desgaste na produção dos artigos em estudo no ano de 2015. Estes valores foram facultados pelos chefes de secção que desempenham também a função de “preparadores de ferramenta” para as suas máquinas. Já os valores de consumo para a operação de roscagem e para as restantes máquinas de estampagem foram determinados com o auxílio da equação (4.8) apresentada no tópico “Custo de Ferramenta”, integrante do subcapítulo apresentado em seguida.

4.2.3. Parâmetros de entrada

Custo da matéria-prima: No cálculo da matéria-prima considera-se o peso das peças (peso inicial e final) e o preço da matéria-prima dado em euros por quilograma (€/kg). Existem duas formas de cálculo do custo da matéria-prima gasta: 1) quando o peso inicial é igual ao peso final, indicando que não existe desperdício de material no processo de estampagem e 2) quando o peso inicial é diferente do peso final, indicando que existe desperdício de material no processo de estampagem. No cenário 1) basta proceder à multiplicação do peso da peça pelo preço da matéria-prima, obtendo desta forma o valor gasto em matéria-prima para produzir uma unidade de produto final.

$$C_{mp} = Pr_{mp} * Pb \quad (4.1)$$

No cenário 2) será necessário proceder à valorização da sucata, visto que esta não é vendida ao preço de compra da matéria-prima. Para isso procede-se à subtração do valor da sucata ao valor gasto na compra da matéria-prima.

$$C_{mp} = (Pr_{mp} * Pb) - (Pr_s * (Pb - Pl)) \quad (4.2)$$

Estes valores são obtidos por cada peça produzida, ou seja, em euros por unidade.

A inspeção final é feita com recurso a máquinas equipadas com sistemas autónomos de visão artificial que permitem após calibragem, detetar as peças não conformes ou em alternativa é feita uma inspeção manual. Devido à percentagem de peças rejeitadas, a quantidade a produzir é superior à quantidade de peças final que se pretende obter e que é requerida pelo cliente.

Para determinar esse valor recorreu-se à fórmula apresentada na equação (4.3), arredondando, em caso de valor decimal, para a unidade acima do valor obtido.

$$Q_{prod} = \frac{Q_{ped}}{1 - \%NOK} \quad (4.3)$$

Nota: As peças NOK são as que são rejeitadas pela inspeção final por não se encontrarem dentro dos parâmetros de qualidade exigidos pelo cliente, apresentando defeitos dimensionais, de acabamento, etc. estas peças são consideradas sucata.

Custo máquina (tempo de produção, tempo de não produção, ppm) e Custo Homem: No cálculo do custo da máquina e apesar do processo ser praticamente todo autónomo, é necessário sempre a existência de um colaborador atento à máquina. A maioria do seu tempo será alocado a tarefas de conformidade, inspecionando as peças e verificando cotas em pontos críticos pré-definidos. No cálculo do custo da máquina consideram-se os seguintes parâmetros:

- Tipo de máquina necessária;
- Tempo dedicado pelo operador;
- Tempo de Setup;
- Manutenção necessária;
- Amortização;
- Tempo de Ciclo.

A fórmula (4.4) integra estes parâmetros, permitindo obter o custo da máquina por hora.

$$C_{maq} = C_e + C_{lub} + C_m + C_h + C_a + C_s \quad (4.4)$$

O custo da energia elétrica consumida pela máquina no período de atividade tem uma relação direta com a potência do seu motor, pelo que, para calcular este valor foi verificada a potência debitada pelo equipamento (valores fornecidos pelo departamento de manutenção) sendo posteriormente multiplicados pelo valor cobrado pela companhia elétrica, obtendo o valor horário gasto (€/hora).

Por definição, o tempo de *setup* é: “o tempo que leva do final da produção de um produto A até o início da produção de um produto B com qualidade” (Luiz, 2012). Posto isto, o custo de *setup* será o custo do tempo em que a máquina se encontra em preparação para a produção de um novo produto, em processo de afinação, testes de conformidade do novo produto e correções necessárias para o início da nova ronda produtiva, não estando a produzir peças conformes, mas estando já dedicada à nova peça em questão. Todos os restantes tempos não produtivos não vão ser considerados, visto a máquina não estar alocada à(s) peça(s) em estudo. Para este valor procedeu-se a uma estimativa do tempo máximo

consumido nesta atividade, considerando uma mudança completa de ferramenta e o seu custo será o valor dos recursos alocados a esta tarefa, que no caso será o custo de mão de obra de um afinador, multiplicado pelo tempo de alocação deste recurso. Sendo o afinador um colaborador especializado o valor horário deste recurso será bastante superior ao de um operador convencional.

A manutenção é uma operação muito importante visto garantir a operacionalidade do parque de equipamentos. O custo de manutenção engloba os produtos substituídos na máquina (filtros, reposições de lubrificante, peças que apresentem desgaste, etc.). Estes custos foram obtidos mediante a análise do histórico de intervenções efetuadas na máquina, tendo sido facultados pelo departamento de manutenção em euros por ano e para obter um valor mais exato procedeu-se à análise de intervenções dos últimos três anos. Para obter um valor horário, fez-se a divisão desse valor pelo número total de horas de operação do equipamento.

$$Cm = \frac{Cm_{annual}}{hmaq} \quad (4.5)$$

O custo humano tem que se calcular tendo por base o tempo que o colaborador está alocado ao equipamento e, como anteriormente referido, o tipo de colaborador. A alocação de tempo tem que ser feita tendo em conta o sector e o tipo de equipamento que está a ser avaliado, isto porque existem equipamentos a que o colaborador tem que dispensar a totalidade do seu tempo, enquanto em outros apenas vai despender uma parcela deste. Posto isto, este fator vai ser sempre multiplicado por uma taxa de tempo produtivo (tp). A fórmula para o cálculo do custo do Homem alocado à máquina será então:

$$Ch = \left(\frac{(Sb + Seg_{col} + Es)}{h} \right) * tp \quad (4.6)$$

Tendo sempre em conta que este fator terá que ser calculado para cada equipamento. No caso de ser uma tarefa completamente manual, não estando esta dependente de nenhum equipamento e não havendo desta forma uma taxa de produção imposta pelo equipamento, o tempo dispensado pelo colaborador não será considerado 100%, isto porque segundo Kaplan e Anderson (2003) existem desperdícios de tempo em pausas, entradas e saídas, desta forma o tempo produtivo considerado para essas operações será de 85% do total de tempo do colaborador.

Custo de amortização do equipamento é o valor que o equipamento tem no momento do cálculo. É a relação entre o valor dado pelo equipamento (preço de aquisição) e o período de desvalorização deste, ou seja, a vida útil que este terá. Sendo que após esta vida útil o equipamento continua em condições de operação e produção, apenas se considera que o investimento feito na aquisição deste já foi retornado.

$$Ca = \frac{Ve}{Pa} \quad (4.7)$$

Que posteriormente será dividido pelo número de horas de operação do equipamento para se obter o custo horário deste. Este valor só é tido em conta para equipamentos cujo seu valor ainda não tenha sido totalmente amortizado, caso o número de anos da máquina seja superior ao período de amortização, este parâmetro não entra no cálculo.

O custo de ferramenta vai ser um custo dedicado a cada tipo de peça produzida e vai sempre depender do número destas, visto que as ferramentas são elementos considerados consumíveis, que se vão desgastando à medida que vão sendo executados ciclos produtivos. Para o cálculo da ferramenta recorre-se à equação:

$$Cf = \frac{Pf}{n} * ROUNDUP\left(\frac{n}{nt}; 0\right), \quad (4.8)$$

onde se dá uso à função *ROUNDUP()* existente no *Excel*, que vai arredondar o coeficiente entre o número de peças produzidas e o limite de produção da ferramenta.

A função *ROUNDUP()* vai arredondar o valor do quociente n por nt para cima, garantindo assim que sempre que o limite de ferramenta é atingido, vai ser adicionado o valor de uma nova ferramenta, diluído na quantidade de peças produzidas.

Esta fórmula foi adaptada da originalmente proposta por Ashby (2005),

$$C2 = \frac{Cf}{n} * \left\{ int\left(\frac{n}{nt} + 0,51\right) \right\}, \quad (4.9)$$

onde o autor define como Cf o preço da ferramenta e $C2$ o custo da ferramenta já alocado a cada unidade produzida. Esta fórmula, no entanto, não satisfaz o problema em questão, visto que ao ser implementada numa folha de *Excel*, para uma série produtiva inferior a metade do limite produtivo da ferramenta, não considera a adição do custo de uma nova ferramenta.

Custo do Tratamento Térmico (CTT): No tratamento térmico são considerados os custos de funcionamento do forno. Neste processo existe a entrada de gases que são

queimados para elevar a temperatura interior do forno, onde passam as peças a ser tratadas, depositadas num tapete. Os gases admitidos são Metanol, Azoto e Gás Natural.

Custo do Tratamento de Superfície (CTS): Sendo este tratamento um serviço subcontratado, o seu valor encontra-se tabelado, não tendo a empresa influência nele. A tabela com os dados utilizados na inclusão deste parâmetro no cálculo encontra-se descrita no APÊNDICE B.

Custo de Embalagem e Transporte: O transporte pode processar-se de duas formas: 1) Responsabilidade da PECOL Automotive ou 2) *Ex-works*. No primeiro caso os custos de transporte são suportados pela PECOL Automotive, tendo esse valor que ser imputado aos produtos. Os valores dependem da localização geográfica do cliente e da quantidade a ser transportada, tornando-se o valor mais baixo com o aumento da quantidade e mais elevado com o aumento da distância. Para efeitos de entrada deste parâmetro na fórmula de cálculo foram facultados pelo departamento de logística os valores de referência do transporte e calculado posteriormente o preço por quilograma de produto. No caso 2) o transporte fica ao encargo do cliente, não sendo nenhum valor imputado aos produtos. A própria expressão *Ex-works* significa “preço à saída de fábrica”.

A embalagem é também algo de certa forma complexo de abordar, havendo também diferenças consoante os pedidos e exigências dos clientes. Existem clientes que tem embalagem própria e exigem o uso dessa embalagem, não havendo por parte da PECOL Automotive nenhum custo associado. Normalmente estas embalagens são retornáveis, sendo reutilizadas para outros transportes, estando sempre em circulação entre empresas. Em outros casos são pedidos os artigos embalados em caixas específicas, normalmente caixas de cartão, que são posteriormente acondicionadas em paletes com as quantidades requeridas. Estas embalagens e paletes são também compradas pela PECOL Automotive, sendo o custo imputado aos produtos. Estes custos foram também facultados pelo departamento de logística e estão também eles tabelados.

4.2.4. Parâmetros de saída

O custo dos produtos resume-se ao somatório de todos os parâmetros apresentados anteriormente usando a fórmula:

$$C_p = C_{mp} + C_{maq} + C_{TT} + C_{TS} + C_{ET}. \quad (4.10)$$

A parcela Custo de Máquina (C_{maq}) será o somatório do custo de todos os equipamentos envolvidos no processo, considerando Estampagem, Roscagem e Escolha/Embalagem, expandindo-se este fator na forma:

$$C_{maq} = C_{est} + C_{rosc} + C_{esc}. \quad (4.11)$$

O forno, sendo também um equipamento, vai ser avaliado de forma diferente por ser um processo com parâmetros de entrada diferentes dos outros. Sendo que os produtos serão avaliados individualmente mediante os processos que lhes são aplicados, sendo também a variável Custo do Tratamento de Superfície (C_{TS}) apenas aplicável a peças que estejam sujeitas a este tipo de tratamento.

Com a aplicação deste modelo de custos pretende-se obter o custo de produção das peças mais vendidas (em quantidade e em valor), bem como criar um método que possa facilmente ser aplicado a outras peças que se pretenda estudar. Estes valores irão ser obtidos em euros por quilograma (€/kg) e em euros por milheiro (€/MI), que são as unidades de referência, e que mais interesse tem para este tipo de indústria. A finalidade é comparar estes valores obtidos com os que de momento são orçamentados a fim de avaliar os ganhos ou perdas que a empresa está a ter.

5. RESULTADOS

5.1. Apresentação

A matéria-prima varia não apenas com o material constituinte do componente, mas também com o diâmetro de entrada isto porque, apesar das máquinas de estampagem já se encontrarem equipadas com uma trefiladora a montante esta não consegue satisfazer todas as necessidades, sendo a opção adquirir bobines de “arame” com o diâmetro mais próximo possível do pretendido, a fim de evitar grandes reduções na trefilagem. Ao valor de compra da matéria-prima acresce ainda 0,035 €/kg da operação de decapagem, salvo exceção de dois artigos (código da matéria-prima assinalado a amarelo) que não necessitam desta operação, sendo o custo considerado apenas o da matéria-prima. No caso de um artigo (código da matéria-prima assinalado a azul) em que é aplicada uma anilha na operação de Roscagem, acrescentam 2,9 euros por cada mil peças, sendo esse o valor de compra da respetiva anilha. Os valores são apresentados na Tabela 5.1 com e sem o valor da decapagem e onde são assinaladas as matérias-primas que no caso não sofrem a operação de decapagem.

Tabela 5.1. Valores de compra da matéria-prima.

Código MP	Preço (€/kg)	c/decapagem (€/kg)
12801400	0.610	0.645
202200550	0.795	0.830
202200850	0.795	0.830
302201000	0.795	0.830
202200751	0.795	0.830
202201101	0.795	0.830
202000650	0.640	0.675
302201050	0.795	0.830
202420464	0.940	0.975
62210315	0.975	0.975
62000850	0.610	0.645
302200550	0.795	0.830
202000751	0.640	0.675
202200800	0.795	0.830
202201050	0.795	0.830
62210380	0.975	0.975
82001301	0.665	0.700
402211010	1.528	1.563
252202300	0.940	0.975
202000850	0.640	0.675
302202100	0.795	0.830
12002700	0.610	0.645
62201200	0.775	0.810
402210795	1.528	1.563
402211740	1.060	1.095

*Considerando . como separador decimal

O custo de máquina, como anteriormente referido, vai englobar a operação de estampagem, roscagem e escolha. Recorreu-se à avaliação individual de cada equipamento e foram inseridos os parâmetros numa folha de cálculo a fim de obter o valor horário destes, variando posteriormente este valor conforme a taxa de produção de cada peça, podendo o equipamento produzir em cadências diferentes mediante a complexidade da peça em questão. Nas Tabela 5.2, Tabela 5.3 e Tabela 5.4 são apresentados os valores totais para a operação de estampagem, roscagem e escolha, respetivamente. Sendo que nesta última vão ser considerados valores com e sem a amortização de equipamentos, que neste momento ainda se encontram em período de amortização, e é também apresentado o valor da linha de escolha manual, constituída por um operador. Estas tabelas podem ser consultadas com maior grau de detalhe no APÊNDICE C.

Tabela 5.2. Custo total da operação de Estampagem por máquina.

	Código	Máquina	Total (€/hora)
Estampagem	0106	ESTAMP. - CARLO SALVI - 550/SV - (TR.0017)	5,06
	0107	ESTAMP. - CARLO SALVI - RF/550/SV - (TR.0018)	5,30
	0138	MAQUINA ESTAMPAR CARLO SALVI 873 - 141802	6,48
	1601	ESTAMP. - NATIONAL - FC245	23,75
	1606	MÁQUINA ESTAMPADORA - SACMA - SP350	8,07
	1608	ESTAMP. - JERN YAO - JBP - 30	19,69
	1611	MÁQUINA ESTAMPAR - SACMA SP 140 - (TR.1611)	4,71
	1615	MAQUINA ESTAMPAR NATIONAL FX 35 M - FX 24672	3,93
	1616	MAQUINA ESTAMPAR NATIONAL FX 34 M - 4STZ	3,65
	1617	MAQUINA ESTAMPAR NATIONAL FX 46 PLUS	5,83
	1621	MAQUINA DE ESTAMPAR NATIONAL FX 35 CF - 24669	6,71
	1622	CHUN ZU CBF-64S S/N 20023-1	3,81
	1623	MÁQUINA ESTAMPAR MORONI MB 764	7,62
	1700	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 27 - III	7,48
	1701	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 27 - III	7,45
	1704	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 37 - III	8,24
	1705	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA - SP47	16,29
	1707	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 28	6,56
	1708	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 37 - III	7,19
	1709	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 17 - III	6,11
1710	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 27 L	7,48	
1715	MAQUINA DE ESTAMPAR 4L4	4,74	

Tabela 5.3. Custo total da operação de Roscagem por máquina.

	Código	Máquina	Total (€/hora)
Roscagem	0305	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC RP21V	3,24
	0316	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP2-R-V	3,67
	0318	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP2-R-V	3,67
	0324	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP2	3,70
	0331	MÁQ. DE ROSCAR - ASPE - M10.2T.4M - (2 CABEÇ) - 2010	3,49
	0334	MÁQ. DE ROSCAR - MASCHIATRICE AUTOMATICA - M10.2T - E.1051	3,48
	0340	MÁQ. DE ROSCAR - ASPE - M10.2T - (2 CABEÇ) - 2001	3,91
	0346	MÁQ. DE ROSCAR - UNGRAMATIC RULLATRICE RP8	3,25
	1410	MÁQUINA DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP71 - 2002	13,66
	1411	MÁQ DE ROSCAR INGRAMATIC - RP4	5,22
	1413	MÁQ. DE ROSCAR - IZPE	6,38
	1417	INOVMAQ - R30	7,14
	1418	MÁQ. ROSCAR ROLOS BAD DUBEN - PR25	3,72
	1419	MAQ. ROSCAR ROLOS - MAGNACHI - D-52H	6,35
1424	MAQ. ROSCAR FORMAX FXT-C	4,11	
Furo	0213	MÁQUINA DE FURAR / ESCARIAR DUAS CABEÇAS(1º)	5,70
Pontear	1306	MÁQUINA DE PONTEAR TLM - 9290	2,30

Tabela 5.4. Custo total da operação de Escolha por máquina.

	Código	Máquina	Total (€/hora)	Com amort.
Escolha	6022	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV1-2 - 2010	1,73	7,05
	6025	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV2-2 - 2004	1,62	6,94
	6026	MAQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV3 - 2006	1,73	7,05
	6028	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - MECTRON - Q5000 - 2008	1,59	6,90
	6038	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - MECTRON - Q2500 - 2011	1,59	6,90
	6039	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV5-2 - 2010	1,62	6,94
	6048	MAQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV4-5 - 2012	1,73	7,05
	man	Escolha Manual	4,55	

Na operação de Tratamento Térmico (TT), cujo custo está apresentado na Tabela 5.5, à semelhança da operação de Escolha, vai também existir um valor com e sem amortização, devido à idade do equipamento. Numa das peças em análise este valor é elevado para 0.17 €/kg devido à necessidade da presença de mais mão de obra nesta operação por motivos de conformidade com os requisitos de qualidade pedidos pelo cliente.

Tabela 5.5. Custo total do Tratamento Térmico.

Forno	Código	Máquina	Total (€/kg)	Sem amort.
	0650	Forno contínuo de têmpera e revenido 2000 Kg/h - BBI	0,14	0,11

No APÊNDICE D é apresentado o documento utilizado para analisar os custos relativos à embalagem (apenas custo de consumíveis) para cada um dos produtos em análise, sendo que podem ocorrer variações nestes, mediante pedido do cliente, ou podem os consumíveis de embalagem ser fornecidos pelo próprio cliente (prática relativamente comum na indústria automóvel), sendo materiais retornáveis e reutilizáveis, não havendo nesse cenário qualquer implicação de custo para a PECOL Automotive. Nesse apêndice são alocados a cada produto todos os consumíveis necessários para a sua expedição. Na Tabela 5.6 são apresentados os valores unitários de cada componente de embalagem, podendo posteriormente ser combinados, por motivos de facilidade de transporte, e é determinado o custo alocado a cada quilograma de componente a ser transportado. Os consumíveis necessários são na generalidade paletes, que variam apenas as suas dimensões, e caixas de cartão, que variam não só as dimensões, mas também a sua constituição.

Tabela 5.6. Avaliação dos consumíveis envolvidos na operação de expedição.

	Preço	Capac. (kg)	caixas	Preço (€/kg)
TECNIKIT 1200X800X335	16.5 (€/uni)	550		0,03
Tecnikit 1200X400X335	Não existe valor			0
KLT 3147 Crate 97x198x147	sem custo			0
PALÉ EUROPOL	sem custo			0
Pallet EURO	8.68 (€/uni)	700	57	0,0124
Pallet 800X600	2.75 (€/uni)	250	30	0,011
CX 300x150x150 TIMBRADA	170 (€/MI)	15		0,0113
CX 300x150x150 NEUTRA	170 (€/MI)	15		0,0113
CX GÁLIA NEUTRA	185 (€/MI)	15		0,0123
CX 8 BRANCA (PECOL)	sem custo	15		0
Caixa Madeira 1200x800	sem custo	500		0

O transporte varia consoante a localização do cliente e a quantidade a ser transportada, como a avaliação está a ser efetuada tendo em consideração a produção anual dos componentes, considera-se o peso máximo a transportar. Os respetivos valores são apresentados na Tabela 5.7 onde se apresenta para os diferentes locais de entrega os preços

para o envio de ½, 1, 5, 12 e 15 palete(s) e posteriormente se determina o valor mínimo de envio, constatando que este se verifica para a máxima quantidade a enviar. O custo de envio varia também com o local de entrega, sendo mais elevado para locais mais distantes. Esta variação verifica-se para locais pertencentes ao mesmo país, sendo assim distintivo o fator distancia e não o fator país. Esta tabela poderá ser consulta com maior detalhe no APÊNDICE E, onde são apresentados os valores para outras quantidades de envio.

Tabela 5.7. Custos de transporte.

	Peso (kg)	250	500	2500	6000	7500	
		½ PLT	1 PLT	5 PLT	12 PLT	15 PLT	Valor min (€/kg)
ESPAÑA	ES 08	0,311	0,232	0,105	0,076		0,076
	ES 28	0,311	0,232	0,105	0,060		0,060
	ES 31	0,311	0,232	0,122	0,080		0,080
	ES 50	0,311	0,232	0,105	0,060		0,060
FRANÇA	FR 18	0,396	0,260	0,125	0,119	0,119	0,119
	FR 41	0,396	0,247	0,125	0,119	0,119	0,119
	FR 45	0,396	0,247	0,125	0,119	0,119	0,119
	FR 73	0,420	0,281	0,173	0,151	0,151	0,151
	FR 57		0,312	0,182	0,165	0,165	0,165
REP CHECA	RC		0,420	0,316			0,316
ALEMANHA	AL 57		0,312	0,182	0,165	0,165	0,165
EX-WORKS	EX	0	0	0	0	0	0,000
PORTUGAL	PT	0,07	0,07			0,06	0,060

O cálculo final do custo dos produtos será assim o somatório de todos estes fatores que representam todos os gastos tidos para produzir, embalar e expedir para o cliente as encomendas. O resumo destes valores obtidos é apresentado na Tabela 5.8, sendo estes a referência para seguidamente efetuar a análise e tirar conclusões sobre o parâmetro mais influente no custo dos artigos e posteriormente comparar com os valores orçamentados, como era desde início objetivo.

Tabela 5.8. Custos reais totais para os artigos avaliados.

		Custos reais	
		(€/kg)	(€/1000)
1	Porca Hexag.CH16 Geo 500B M10,2X1,5	1,64	24,61
2	PF CAB SEX F/ANI 8.8 ZNNI LUB M5x60 R22	1,85	16,50
3	PF SOLD 3 BOSSAS PONT PILOTO 8.8 ZN M8x25	1,37	17,19
4	VIS CVS 1750 L=65 GEOMET M10x65	1,77	71,37
5	ANILHA ESPECIAL P/ ABRAÇADEIRA GEO 500B Ø10X6_PCL2	3,89	17,89
6	PORCA SEXT CH11 CI 8 COBREADO 15x10,8 (RSC após TT)	4,23	21,14
7	PF SX C/ANI MOLA GEO M6x13	2,67	13,89
8	PF CAB CIL SEXT F/ANI PONT 10.9 ZN DES M8x1x23,5	1,61	30,81
9	PF CAB CHATA PZ 8.8 ZN LUB M5x19	2,27	5,68
10	PREGO SEM FURO 2,95X37,65	3,38	10,82
11	REBITE CAB OVAL PONTEADO SAG 8X25	0,99	13,92
12	ANILHA ESPECIAL P/ ABRAÇADEIRA GEO 500B Ø10X6_PCL2_S/ESC	3,22	14,79
13	PF CAB CIL REC ROSCA ESP PONT 10.9 SAG 5x22,5	2,92	7,59
14	PF.CAB.SOLDAR 8.8 SAG M6x20	1,59	10,01
15	PF CAB CIL TX INT RESPIGA PONT PIL 6.8 ZNNI TR M5X8,5	1,91	11,62
16	PF SX F/ANI PONT GEO M6x22	2,02	15,22
17	PF SX F/ANI (22:32 HRc) ZNNI DES M8x26,5	2,14	31,00
18	PF SOLD 3 BOSSAS PONT 8.8 SAG M8x20_I	1,37	17,07
19	PF SOLD CAB CIL ANEL PONT PILOT 8.8 SAG M8x35	1,42	23,93
20	PREGO GRANDE SEM FURO ZN 4X51	1,81	11,39
21	PF Macaco FURADO FANI FOSF. MANG. 7/16-12x285 R255	1,44	325,09
22	PF CAB ESP. (37±2 HRc) GEO500B M10x65	2,72	104,72
23	VARÃO C/ ROSCA M16x255_20MC5	1,24	878,88
24	PF CAB SX C/ REC PONT 8.8 ZNNI M8x65	1,64	40,99
25	GANCHO REBOQUE 8.8 SAG 20x128 (R16x1/8)	1,13	301,55
26	INNER SLEEVE (381019) 25X48,9	0,95	123,48
27	CASQUILHO SOLDAR 25X9 ROSCA M8	2,27	31,92
28	PF CAB OVAL QUAD PONT 12.9 GEOBLACK M8x53 R29	3,30	62,61
29	VARÃO C/ ROSCA Rd16 1/8"x211,5	1,30	744,50
30	PF CAB CIL SXT INT PONT 10.9 FOSF COLA M18x1,5x25,5	6,21	460,62

5.2. Análise

Partindo para a análise dos valores obtidos é necessário selecionar a unidade que mais relevância terá para obter conclusões mais precisas e mais claras. Analisando os gráficos da Figura 5.1, pode-se concluir que pela dispersão mais uniforme dos valores, a unidade mais conclusiva será o peso dos artigos. Esta conclusão torna-se lógica visto haver uma grande diferença de pesos entre os diferentes artigos, pesando o mais leve 2.5 gramas e o mais pesado aproximadamente 700 gramas.

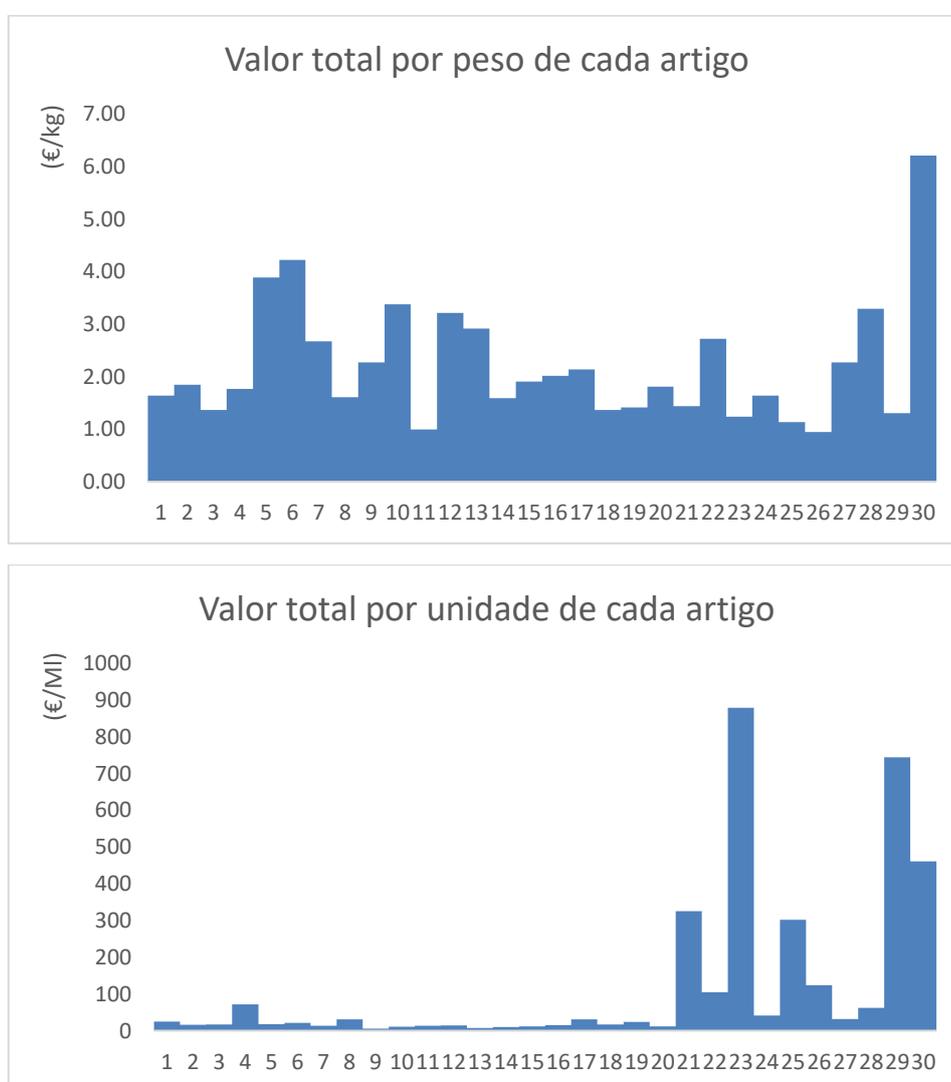


Figura 5.1. Comparação entre unidades de cálculo de custo.

Posto isto, e considerando todos os fatores intervenientes como operações, fez-se a distribuição percentual dos custos de cada operação (valores em €/kg) aos produtos, para

verificar qual a que tinha mais impacto no valor final, sendo os valores apresentados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9. Distribuição dos custos por operação.

	Matéria Prima	Máquina	TS	TT	Embalagem	Transporte
1	44%	21%	26%	0%	2%	7%
2	48%	17%	27%	7%	0%	0%
3	61%	14%	9%	10%	1%	6%
4	52%	8%	24%	8%	1%	7%
5	49%	37%	11%	0%	0%	3%
6	27%	40%	26%	3%	1%	4%
7	47%	27%	19%	5%	1%	2%
8	52%	15%	20%	8%	1%	4%
9	43%	40%	11%	6%	0%	0%
10	29%	52%	16%	0%	1%	2%
11	65%	18%	10%	0%	1%	6%
12	59%	24%	13%	0%	0%	4%
13	28%	61%	0%	5%	1%	5%
14	52%	37%	6%	0%	1%	4%
15	35%	37%	26%	0%	1%	0%
16	41%	14%	21%	7%	1%	16%
17	44%	19%	27%	6%	1%	4%
18	61%	15%	7%	10%	2%	6%
19	59%	12%	7%	10%	1%	12%
20	54%	31%	14%	0%	1%	0%
21	51%	17%	17%	9%	0%	5%
22	68%	7%	16%	5%	0%	4%
23	79%	5%	0%	11%	0%	5%
24	43%	10%	30%	8%	1%	7%
25	74%	7%	0%	12%	0%	7%
26	71%	13%	0%	0%	3%	13%
27	40%	46%	4%	6%	1%	3%
28	54%	13%	24%	4%	0%	4%
29	76%	6%	0%	13%	0%	5%
30	18%	8%	71%	2%	0%	1%

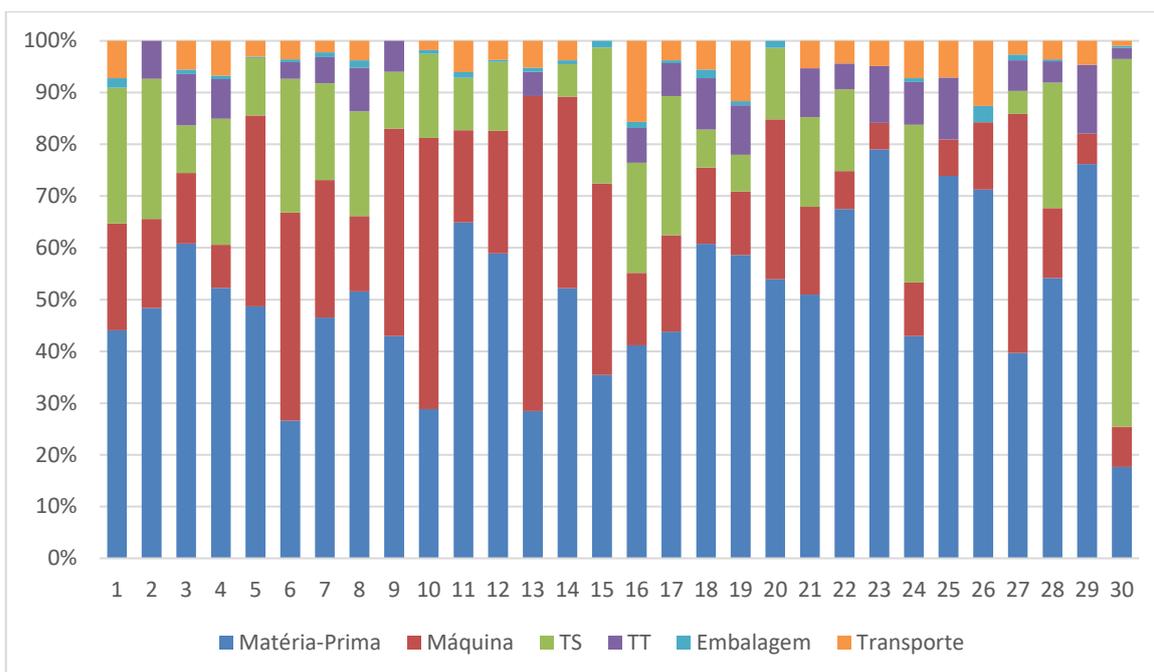


Figura 5.2. Distribuição dos custos por operação.

Analisando esta tabela e apoiando essa análise no gráfico da Figura 5.2 pode verificar-se que o maior gasto se encontra, para a grande maioria dos produtos, na matéria-prima, representando metade, ou um valor superior a metade, do valor final. Este fator está muito dependente de cotações internacionais bem como dos preços praticados pelos fornecedores, que devido ao seu reduzido número tem uma elevada margem de negociação. Sendo então este fator difícil de controlar, será pertinente avaliar o segundo mais influente e possível de controlar, o custo de Máquina.

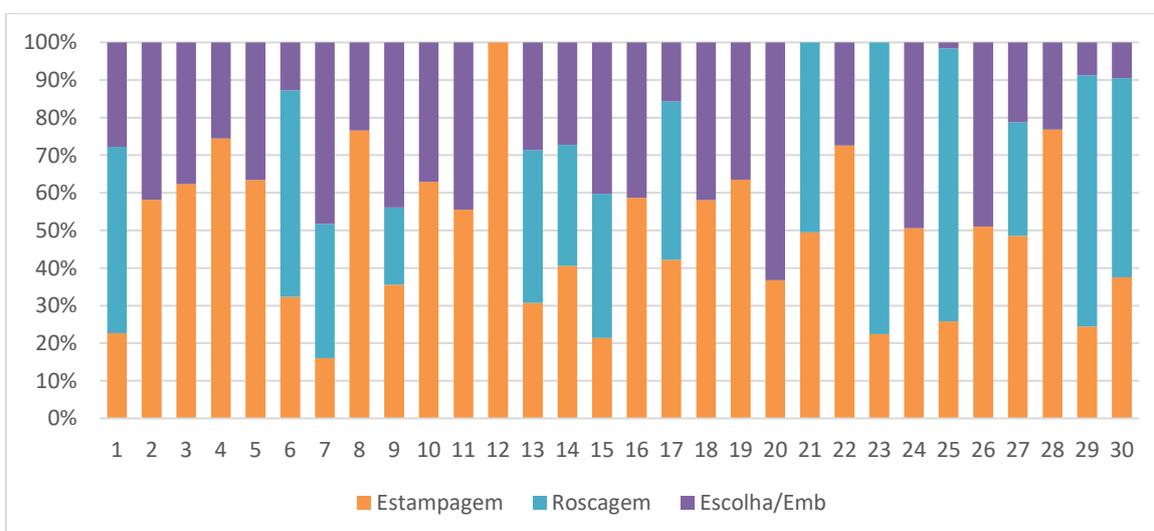


Figura 5.3. Distribuição dos Custos de Máquina.

Tabela 5.10. Distribuição dos Custos de Máquina.

	Estampagem	Roscagem	Escolha/Emb.
1	23%	50%	28%
2	58%	0%	42%
3	62%	0%	38%
4	74%	0%	26%
5	63%	0%	37%
6	32%	55%	13%
7	16%	36%	48%
8	77%	0%	23%
9	36%	21%	44%
10	63%	0%	37%
11	56%	0%	44%
12	100%	0%	0%
13	31%	41%	29%
14	41%	32%	27%
15	21%	38%	40%
16	59%	0%	41%
17	42%	42%	16%
18	58%	0%	42%
19	64%	0%	36%
20	37%	0%	63%
21	49%	51%	0%
22	73%	0%	27%
23	22%	78%	0%
24	51%	0%	49%
25	26%	73%	2%
26	51%	0%	49%
27	49%	30%	21%
28	77%	0%	23%
29	24%	67%	9%
30	38%	53%	10%

Analisando a Figura 5.3 e a Tabela 5.10 pode verificar-se que a seleção da operação que representa custos mais elevados não é de todo clara, estando os custos máximos a variar dependendo da peça, no entanto, a operação de estampagem será a que apresenta valores máximos para o maior número de peças, havendo 18 dos 30 produtos estudados com custos mais elevados nesta operação. Posto isto, será a melhor candidata para a execução de ações de melhoria, sendo que a situação ideal será atuar nestas três operações.

5.2.1. Análise de sensibilidade

Como anteriormente referido, o fator que mais influência representa no valor final é o custo da Matéria-Prima, sendo este dependente de fornecedores externos e não tendo a empresa capacidade negocial para o reduzir. Resta então analisar o ganho obtido com a otimização das variáveis controláveis.

Quanto ao custo de máquina, o seu valor vai depender principalmente de dois fatores, o gasto em energia e mão-de-obra, estando estes dependentes do tipo de máquina em questão, da sua potência e das necessidades de presença de operador que como já referido tem como função principal a verificação da conformidade das peças. Na Figura 5.4 pode ver-se, a título de exemplo, a dispersão de gastos para uma das máquinas. Será então interessante variar as características de funcionamento dos equipamentos e verificar os ganhos efetivos que se retiram.

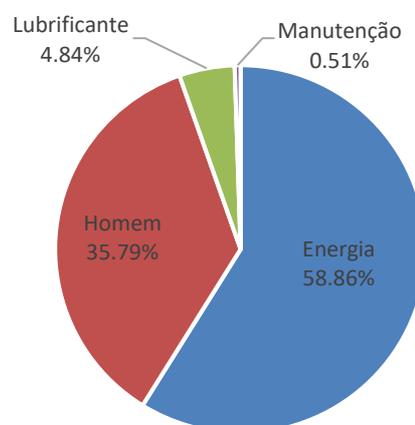


Figura 5.4. Exemplo gastos de Máquina.

Aumentando a cadência de peças produzidas por minuto em 25% e diminuindo o tempo de *setup* para metade do valor atual, verifica-se um ganho no valor final dos produtos de, no máximo, 8% representando um valor efetivo de 0.20 €/kg e 0.54 €/MI, sendo que a maior contribuição para este valor se deve ao aumento da cadência de peças. É necessário, no entanto, ter em conta que com o aumento da cadência de máquina não se pode diminuir a qualidade das peças obtidas.

Visto esta análise estar a ser efetuada a valores de produção anuais e em questão de transporte os preços variarem conforme a quantidade a expedir, não se verificando na atividade recorrente da empresa o envio de quantidades tão elevadas, é importante analisar a variação do custo final dos produtos considerando quantidades mínimas, no caso, o envio de apenas uma palete. Verifica-se desta forma um aumento no custo dos produtos que no pior dos cenários atinge os 13%, e representa um aumento de, no caso extremo, 0.17 €/kg e

40.35 €/Ml. A tabela com a variação total deste parâmetro e a sua representatividade no valor final dos produtos pode ser consultada no APÊNDICE F.

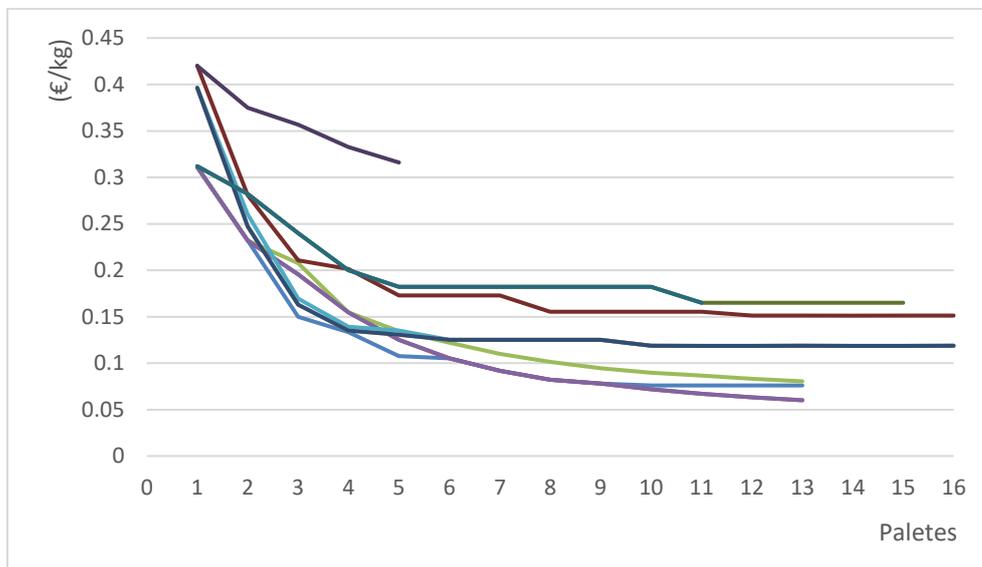


Figura 5.5. Variação do custo de transporte com a quantidade expedida.

Voltando à avaliação da Matéria-Prima e partindo do pressuposto que poderia ocorrer uma redução de, por exemplo, 10% do seu custo, verificar-se-ia uma redução máxima de 9% no valor dos produtos e mínima de 2%. Fazendo a variação para 5%, 10% e 25% no artigo com maior e menor redução de valor e recorrendo à análise gráfica da variação deste parâmetro (Figura 5.6 e Figura 5.7), pode-se concluir que os valores destes reduzem na mesma proporção, concluindo-se assim que o valor da Matéria-Prima é realmente determinante para os produtos.

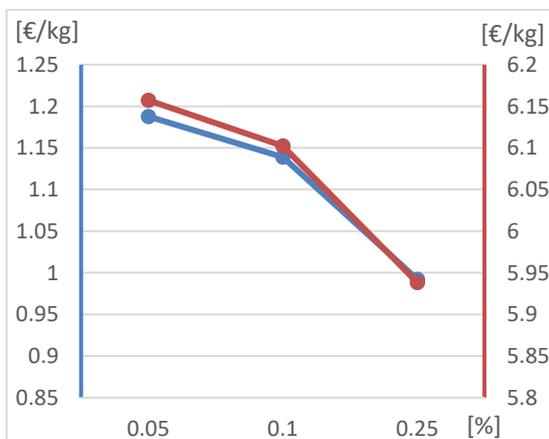


Figura 5.6. Custo final em €/kg em função da variação de preço da Matéria-Prima.

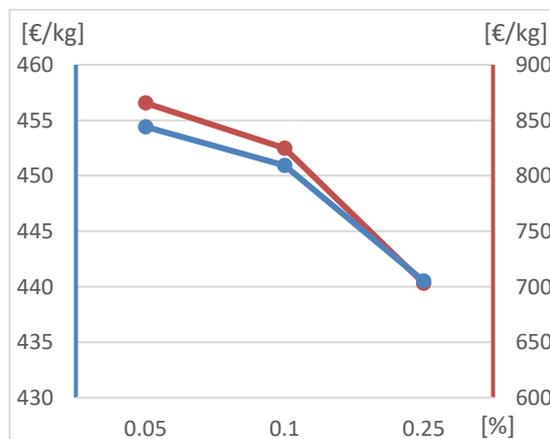


Figura 5.7. Custo final em €/Ml em função da variação de preço da Matéria-Prima.

5.3. Valores Reais vs. Teóricos (orçamentados)

Comparando os valores que foram facultados pelo departamento de orçamentação para os produtos em análise, com os obtidos mediante a análise dos gráficos apresentados nas Figura 5.8 e Figura 5.9 constata-se que existe alguma diferenciação entre estes dois valores, chegando em alguns casos a ser uma diferença bastante expressiva, como o artigo com o número 13, em que o valor é orçamentado em larga margem por excesso e o artigo com o número 30, que é orçamentado por defeito.

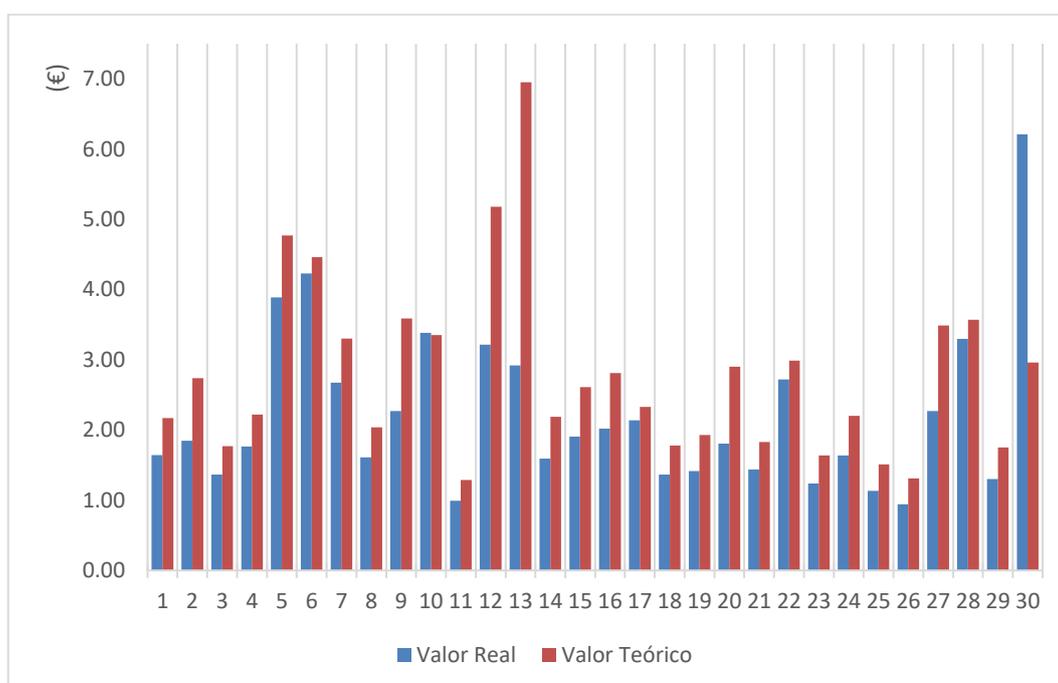


Figura 5.8. Comparativo valor real, valor teórico em €/kg.

No gráfico apresentado na Figura 5.9, como espectável e já anteriormente referido, os valores estando em euros por milheiro, tornam-se menos conclusivos e de mais difícil interpretação, no entanto é possível verificar que o artigo 30 continua a ser orçamentado por defeito e os artigos 21, 23 e 29 são orçamentados por excesso.

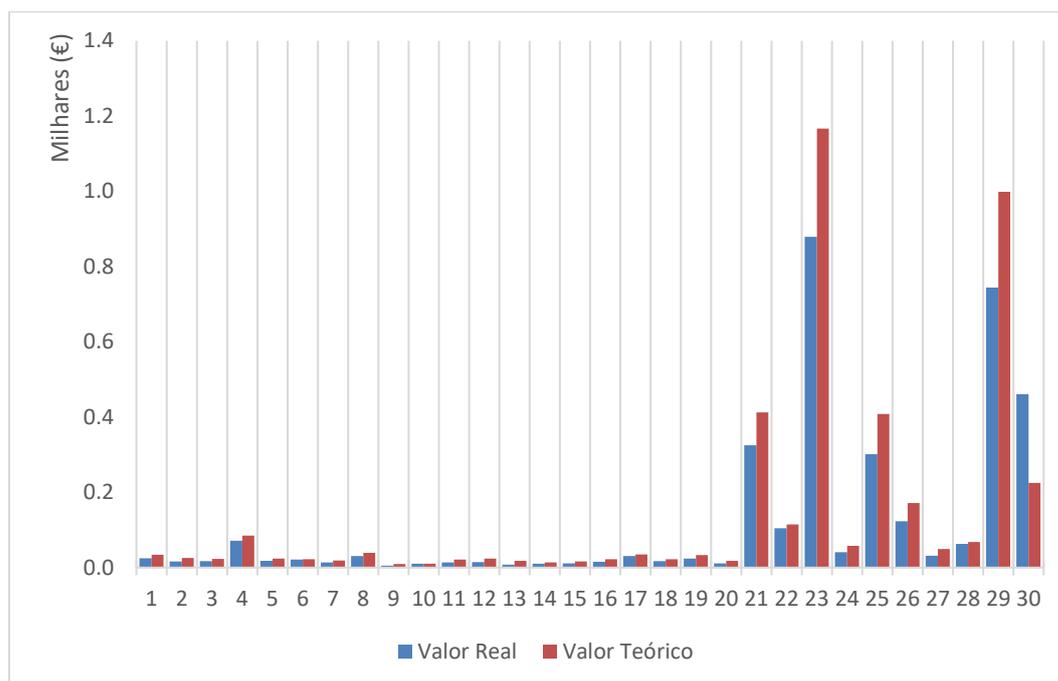


Figura 5.9. Comparativo valor real, valor teórico em €/Ml.

Para uma melhor e mais clara interpretação destes dados foi elaborada a Tabela 5.11 onde são apresentadas as variações percentuais dos valores apurados na prática e os teóricos tidos em orçamentação. Desta forma é mais fácil tecer conclusões sobre a variação de valores, e determinar a forma como a orçamentação está a ser elaborada, se com valores por defeito ou excesso.

Verifica-se assim que o produto com o número 13 está a ser orçamentado com margem superior a 100% sendo pertinente retificar estes valores com risco de se perderem projetos pela apresentação de valores demasiado altos e pouco competitivos. Existem também 4 produtos com margem superior a 50% que é aconselhável ter em atenção e averiguar se será vantajoso manter estes valores ou se é mais razoável efetuar alterações. Quanto ao produto número 30, existe uma perda de 50%, representando uma perda em valor superior a 200€ por cada mil artigos orçamentados, sendo desta forma urgente a verificação deste valor. É de salientar que se denota uma ligeira variação percentual para os mesmos artigos quando se aborda os valores em peso e em unidades. Esta variação não deveria ocorrer, sendo suposto os valores variarem ambos na mesma proporção, no entanto esta diferença justifica-se pela utilização de valores e métodos de cálculo diferentes para determinar o peso dos produtos.

Tabela 5.11. Comparativo valor real, valor teórico.

	(€/kg)					(€/1000)			
	Custos Reais	Variação	Custos Teóricos			Custos Reais	Variação	Custos Teóricos	
1	1.64	▲ 32%	2.17		24.61	▲ 40%	34.35		
2	1.85	▲ 48%	2.74		16.50	▲ 56%	25.78		
3	1.36	▲ 30%	1.77		17.19	▲ 36%	23.39		
4	1.76	▲ 26%	2.22		71.37	▲ 20%	85.38		
5	3.89	▲ 23%	4.77		17.89	▲ 33%	23.85		
6	4.23	▲ 6%	4.46		21.13	▲ 6%	22.32		
7	2.67	▲ 23%	3.3		13.89	▲ 33%	18.5		
8	1.61	▲ 27%	2.04		30.81	▲ 27%	39.2		
9	2.27	▲ 58%	3.59		5.68	▲ 64%	9.32		
10	3.38	▼ -1%	3.35		10.82	▼ -1%	10.72		
11	0.99	▲ 30%	1.29		13.91	▲ 53%	21.27		
12	3.21	▲ 61%	5.18		14.79	▲ 61%	23.84		
13	2.92	▲ 138%	6.95		7.59	▲ 138%	18.07		
14	1.59	▲ 38%	2.19		10.00	▲ 40%	14.01		
15	1.90	▲ 37%	2.61		11.62	▲ 37%	15.95		
16	2.02	▲ 39%	2.81		15.22	▲ 44%	21.92		
17	2.14	▲ 9%	2.33		31.00	▲ 12%	34.7		
18	1.37	▲ 30%	1.78		17.07	▲ 33%	22.64		
19	1.42	▲ 36%	1.93		23.93	▲ 39%	33.27		
20	1.81	▲ 60%	2.9		11.39	▲ 61%	18.29		
21	1.44	▲ 27%	1.83		325.09	▲ 27%	412.27		
22	2.72	▲ 10%	2.99		104.72	▲ 10%	115.08		
23	1.24	▲ 33%	1.64		878.88	▲ 33%	1167.1		
24	1.64	▲ 34%	2.2		40.99	▲ 42%	58.17		
25	1.13	▲ 33%	1.51		301.55	▲ 35%	407.98		
26	0.94	▲ 39%	1.31		123.48	▲ 39%	171.32		
27	2.27	▲ 54%	3.49		31.92	▲ 54%	49.27		
28	3.30	▲ 8%	3.57		62.61	▲ 9%	68.14		
29	1.30	▲ 34%	1.75		744.50	▲ 34%	998.8		
30	6.21	▼ -52%	2.96		460.62	▼ -51%	224.96		

*Considerando . como separador decimal

6. ANÁLISE DE CLIENTES

Na situação de competitividade atual as empresas têm que passar a dar uma maior importância aos seus clientes e não só aos produtos que produzem. São os clientes que trazem o rendimento à empresa e por isso é necessário e cada vez mais importante fidelizá-los e trabalhar para que se sintam satisfeitos e sem necessidade de recorrer a outro fornecedor ou a produtos substitutos. São os clientes que, mediante o seu grau de satisfação reconhecem e atribuem valor aos produtos e conseqüentemente aos fornecedores, enquanto que por parte destes últimos o essencial é garantir o grau de satisfação dos primeiros. É importante por isso manter uma boa relação com os clientes e é crucial fazer uma cuidada seleção destes, visto que, pelas palavras de Vendeirinho (2010), “Todos os clientes são importantes, mas alguns são mais importantes do que outros por causa da sua maior rentabilidade”. Esta seleção é muito importante para evitar o gasto de recursos com clientes que não vão trazer receitas para a empresa e, em muitos dos casos, apenas vão trazer problemas e prejuízo. Para esta seleção, Zeithaml et al. (2001) propõem uma estratificação em pirâmide, como ilustrado na Figura 6.1, onde os clientes são divididos em cinco camadas (“*tiers*”) mediante o seu grau de importância.

Camada Platina: Neste nível estão os clientes mais lucrativos da empresa. Aqueles que já se encontram totalmente comprometidos, sendo consumidores intensivos e estão dispostos a investir e apresentar novas ofertas, não sendo excessivamente sensíveis ao preço.

Camada Ouro: Não são tão lucrativos como os clientes Platina, requerendo muitas vezes descontos que limitam a margem. E por questões de segurança trabalham com múltiplos fornecedores, não estando comprometidos apenas a um, embora sejam grandes consumidores de produtos.

Camada Ferro: A este nível estão os clientes que fornecem volume de trabalho suficiente para a capacidade da fábrica, mas que a nível de compromisso e receita, não justificam ser tratados de forma especial.

Camada Chumbo: Nesta camada estão alocados os clientes tidos como problemáticos, que pela sua margem e pelo gasto que fazem, exigem mais atenção do que

na realidade merecem. São clientes que acabam por trazer má publicidade à empresa, fazendo queixas desta a terceiros. É importante avaliar estes casos e ponderar a implementação de custos mais elevados com vista a levar à desistência deste tipo de clientes.

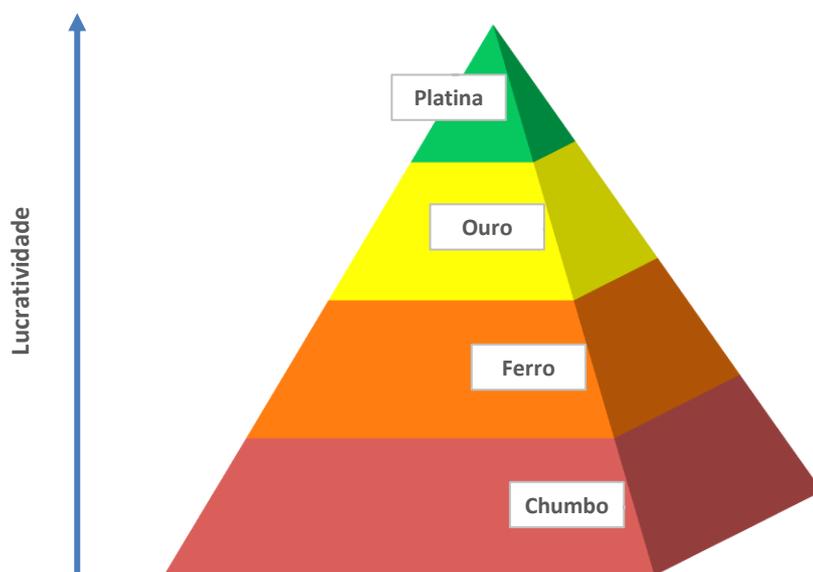


Figura 6.1. Pirâmide de estratificação de clientes.
Fonte: Adaptado de Zeithaml et al. (2001)

Esta divisão não é universal, não sendo aplicada a todos os casos, tendo muitas vezes que se proceder a outras análises tendo em conta outros fatores e avaliações mais cuidadas. É também importante salientar que há clientes que não vão ser lucrativos mas que é importante manter, neste caso, Guerreiro et al. (2008) divide estes clientes em três grupos: 1) Clientes novos, que ainda não apresentam grandes margens de lucro mas que estão em crescimento e podem ser desenvolvidos com vista a apresentar lucros futuros; 2) Clientes que trazem benefícios de aprendizagem qualitativa, com os quais é possível evoluir a empresa, retirando das suas experiências conhecimentos importantes para o negócio, aprendendo com eles; e 3) Clientes líderes de mercado, que são reconhecidos no seu campo de especialidade e importantes de manter com vista à consolidação de uma estratégia de posicionamento, sendo também uma questão de prestígio, atraindo novos clientes (possivelmente mais rentáveis) ou fazendo aumentar as vendas por parte de outros clientes.

Para a avaliação de clientes, vários autores referem o método apresentado por Kaplan em 1989 no caso Kanthal, onde foi concluído que 20% dos clientes representavam

225% do lucro, enquanto 10% geravam perdas de 125%, sendo que os restantes clientes estavam numa posição de *break even* (Guerreiro et al. (2008)). Este método tem por base a aplicação de uma análise relativamente semelhante à de Pareto ao lucro tido com cada cliente, ou seja, à diferença entre o custo efetivo de servir o cliente e o valor que este paga para ser servido.

“Customer profitability is a customer-level measure that refers to the revenues less the costs which one particular customer generates over a given period of time”

Lee e Park (2005)

Kaplan denominou o gráfico obtido mediante a aplicação deste método por “Curva de Baleia”. Um exemplo desse tipo de representação é apresentado na Figura 6.2 onde se pode identificar os três tipos de cliente que a empresa pode ter: os lucrativos, os que não trazem retorno e os consumidores de margem. Na secção 1 do gráfico apresentado como exemplo encontram-se os clientes com lucratividade superior a zero, sendo os que aumentam a margem da empresa, na secção 2 os clientes que estão em situação de *break even* sendo a sua lucratividade próxima de zero e na secção 3 os consumidores de margem, clientes sem lucratividade para a empresa.

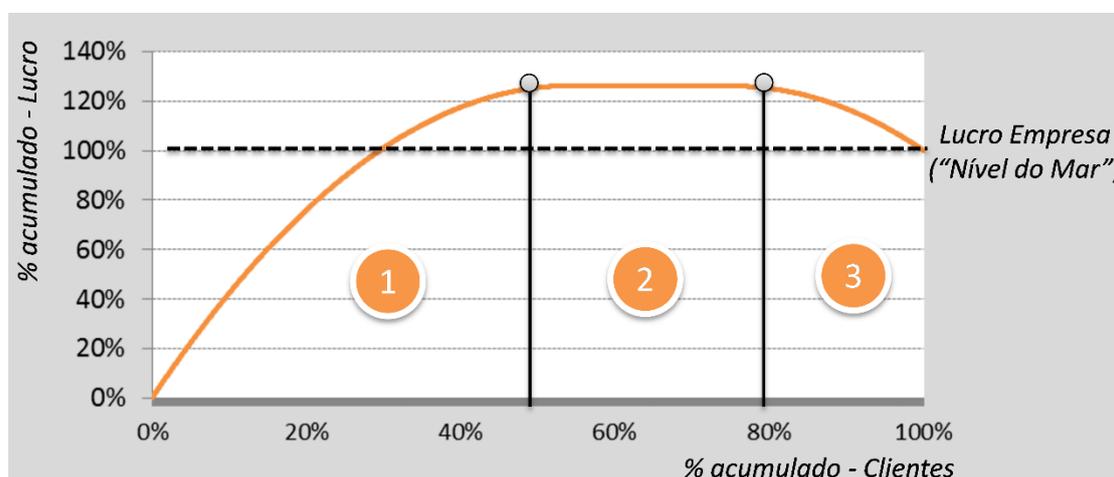


Figura 6.2. Exemplo do gráfico “Curva de Baleia”.

Fonte: Rodrigues (2014)

Após a elaboração deste gráfico é importante interpretar o formato da curva com a finalidade de tirar conclusões da situação da empresa. São apresentados na Figura 6.3 modelos de referência onde se pode, mediante comparação com o gráfico obtido, apurar o

grau de dependência que a empresa tem dos seus clientes bem como a margem que está a ser perdida e compensada pelos clientes lucrativos.

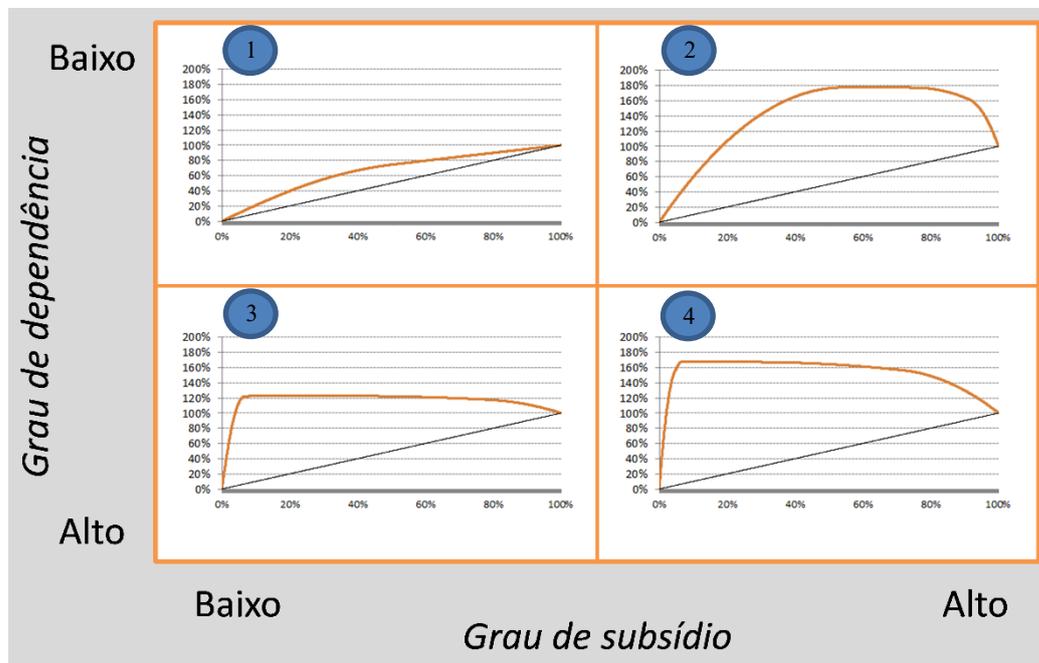


Figura 6.3. Análise relacional entre dependência de clientes e margem obtida.
Fonte: Rodrigues (2014)

No primeiro gráfico está representado o melhor cenário para uma empresa, onde todos os seus clientes são rentáveis, não havendo perda de margem. Este cenário demonstra que a empresa tem uma carteira de clientes bem distribuída, tendo um baixo grau de dependência.

No segundo gráfico o grau de dependência é baixo, havendo uma grande quantidade de clientes bem distribuídos, no entanto existe uma pequena percentagem de clientes que fazem perder uma grande margem.

No terceiro gráfico o grau de dependência é alto, visto que a lucratividade da empresa depende de uma percentagem muito pequena de clientes, no entanto a margem perdida é pequena, não havendo muitos clientes a fazer perder margem. Nestes casos é necessário ter especial atenção com os clientes rentáveis, trabalhando a relação com estes e fazer por melhorar a eficiência.

No quarto gráfico é apresentado o pior cenário, aquele que tem associado o risco mais elevado. Neste cenário existe uma grande dependência dos clientes lucrativos, sendo poucos os que fazem aumentar a margem, existindo uma elevada percentagem de clientes

que não são rentáveis e que vão provocar a mitigação dos lucros, fazendo a empresa perder margem. É importante cuidar a relação com os clientes lucrativos para promover a sua manutenção e fazer por aumentar a quantidade destes clientes, tentando ao mesmo tempo perceber o que está a contribuir para o tão elevado número de clientes não lucrativos.

6.1. Aplicação à PECOL Automotive

Analisando a carteira de clientes da PECOL Automotive podem encontrar-se empresas de referência na indústria automóvel tais como Bosch, Gestamp e CBI (Chassis Brakes International), por motivos de confidencialidade e devido à elevada competitividade da indústria, os nomes destas empresas foram omitidos e substituídos por siglas exemplificativas, sendo os valores reais.

Tabela 6.1. Evolução da faturação por cliente nos últimos três anos.

Empresa	2013 - 2014		2014 - 2015		
Ba	↑	24,94%	↑	10,72%	
Aa	↑	149,47%	↓	-9,68%	
Hb	↑	25,17%	↑	52,16%	
Ma	↓	-19,23%	↓	-17,48%	
Oa	↑	11,79%	↑	7,97%	
Ja	↑	18,93%	↑	12,39%	
La	↓	-40,71%	↓	-1,11%	
Oa	↑	24,22%	↓	-17,88%	
Ga	↓	-3,27%	↑	5,98%	
Ca	↑	1,50%	↑	529,15%	
Fa	↑	38,87%	↑	26,95%	
Fb	↑	76,45%	↓	-46,01%	
Na	↑	3,81%	↓	-8,91%	
Pa	↑	13,78%	↑	90,26%	
Qa	Iniciou em 2015				
Ra	↑	181,93%	↓	-12,13%	
Sa			↑	61,82%	
Ta	↑	17,50%	↑	16,14%	
Gb	↑	53,43%	↑	86,79%	
Ob	↑	35,76%	↓	-13,13%	

Devido ao elevado número de clientes que a empresa possui, foram selecionados os 20 clientes com valores de faturação mais elevados, sendo feita uma análise destes, sendo apresentados de seguida os valores fornecidos para estes clientes.

Na Tabela 6.1 é apresentada a evolução dos 20 clientes com maior faturação nos três últimos anos, podendo verificar-se as oscilações destes clientes, havendo casos de perda constante, como o cliente “Ma” e casos de crescimento constante, como os clientes “Ba”, “Hb” e “Oa”. Desta tabela pode-se retirar a conclusão de que no geral a empresa apresenta uma carteira de clientes relativamente estável e “saudável” sendo a maioria tendencialmente crescente e os decréscimos existentes são numa percentagem relativamente baixa.

Na Figura 6.4 é apresentado o gráfico de distribuição dos 20 clientes que apresentam a faturação mais elevada com as respetivas percentagens. Pode verificar-se que o cliente “Ba” é o que apresenta, por grande margem, a mais elevada percentagem de faturação, sendo assim um cliente de elevada importância. No entanto é necessário analisar a lucratividade destes clientes para apurar se realmente são bons clientes ou se pelo contrário são consumidores de margem, não trazendo lucro.

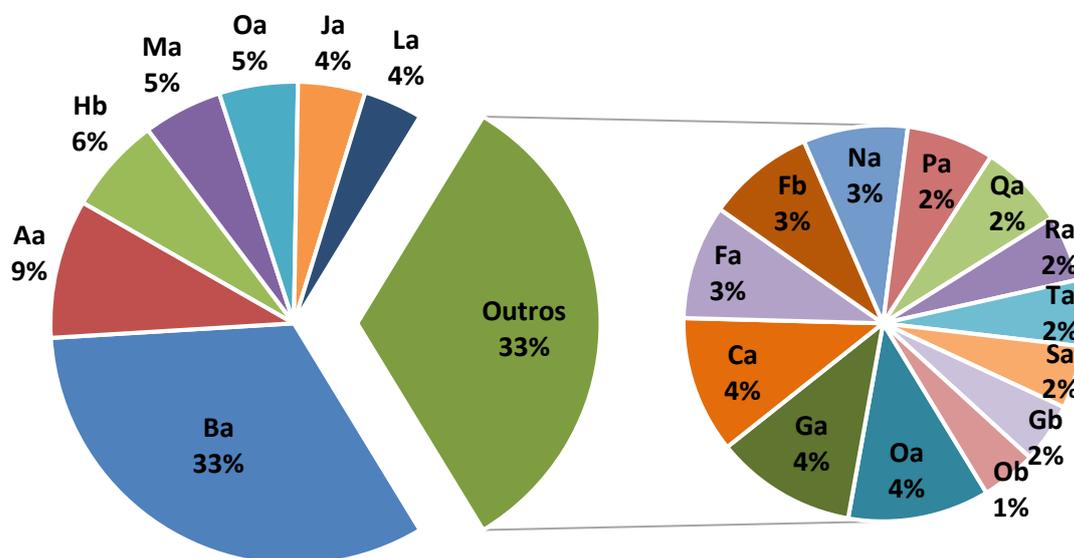


Figura 6.4. Distribuição percentual de faturação dos clientes.

Para analisar a lucratividade dos clientes recorre-se ao modelo desenvolvido por Kaplan e já apresentado anteriormente. Este modelo vai ser aplicado apenas com base nos 30 produtos analisados e apenas às empresas compradoras destes, mas tendo em conta a

margem de vendas que estes representam, podem ser considerados uma boa amostra para a extrapolação de valores para toda a atividade da empresa.

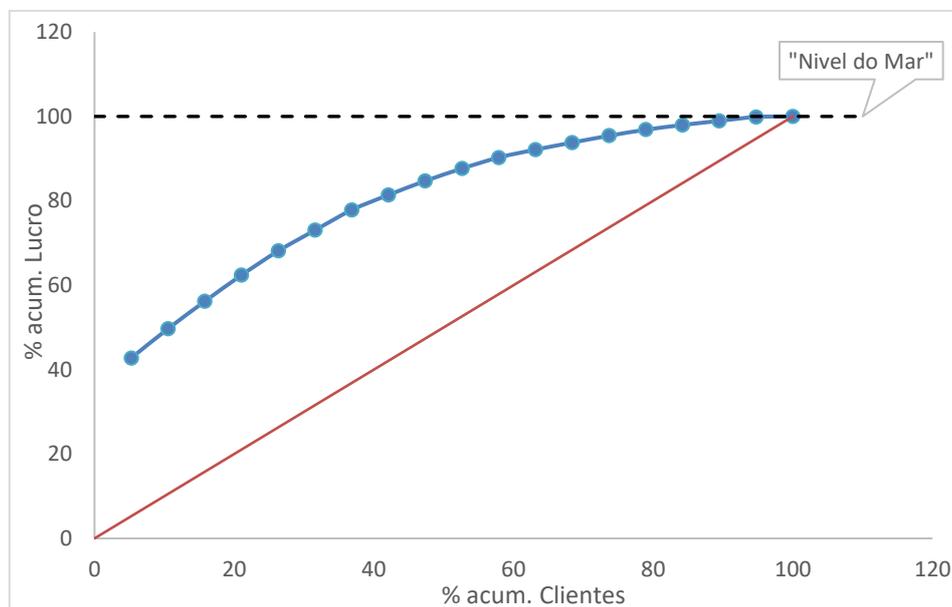


Figura 6.5. Curva de Baleia aplicada às empresas compradoras dos produtos analisados.

Analisando o gráfico obtido mediante a aplicação do modelo referido anteriormente (representado na Figura 6.5) e comparando este com os gráficos de referência apresentados na Figura 6.3 pode concluir-se que este é em tudo semelhante com o gráfico do primeiro quadrante, onde o grau de dependência da empresa com os seus clientes é baixo, mas também o seu grau de subsidio é baixo. No entanto, este apresenta-se como sendo o melhor cenário para uma empresa, representando a existência de uma carteira de clientes variada e com um baixo grau de dependência perante estes, sendo assim o grau de risco mais reduzido.

7. CONCLUSÕES

No panorama de competitividade atual é necessário manter um controle apertado de todos os parâmetros que influenciam o desempenho de uma empresa, sendo que de entre estes, o ponto de vista económico/financeiro será um dos que revela maior importância, determinando o sucesso (ou insucesso) de uma empresa.

Neste contexto, ao longo deste trabalho foram analisados os produtos pertencentes ao ramo automóvel e selecionada de entre estes uma lista com 30 referências, sendo estas as de elevada importância para a empresa sendo estratégicos para o sucesso e bom desempenho desta. Para estes foi pedido orçamento/estudo de produto com vista a comparar os valores teóricos com os praticados na realidade produtiva.

De entre todos os custos que constituem o custo produtivo total de cada produto verificou-se que para a larga maioria dos produtos analisados era a matéria-prima que maior influência tinha no custo final, representando em média 50% da totalidade deste valor. Quanto à parcela respeitante ao custo de máquina, que é o segundo mais representativo no valor final, conclui-se que os fatores que mais impacto tem neste são a energia elétrica e a mão-de-obra representando na sua soma 90% do custo de máquina total. Posto isto conclui-se que são estes dois parâmetros (custo de Matéria-Prima e custo de Máquina) quem tem de ser mais controlados, fazendo por otimizar ao máximo estes parâmetros com vista a reduzir custos.

Da análise comparativa aos valores orçamentados retira-se uma avaliação positiva, havendo apenas dois casos de alerta, um de orçamento por defeito e outro por excesso, ambos são merecedores de atenção, um para não fazer a empresa perder dinheiro e outro para não comprometer a entrada de novos produtos e encomendas por parte dos clientes.

Clientes esses a que foi feita uma análise da sua lucratividade e da margem que a PECOL Automotive deles retirava. Com os dados disponíveis e pelo estudo realizado, a empresa apresenta uma carteira de clientes diversa e bem distribuída, não existindo consumidores de margem. No entanto, seria de importante relevância fazer uma análise mais

cuidada a este fator, pois a elaborada e descrita neste trabalho apenas teve por base os clientes dos produtos em análise (TOP30) sendo estes os maiores consumidores podendo, no entanto, existir pequenos consumidores que estejam a provocar um prejuízo considerável, sendo desta forma consumidores não só de produtos, mas também de um grande valor de margem.

Durante este período de estágio foram encontradas algumas dificuldades, e possíveis possibilidades de melhoria. Alguns dos valores tidos em conta provém de registos ainda muito embrionários que carecem de posterior atualização mediante análise de um período temporal mais relevante, outros pela dificuldade na sua obtenção necessitariam de nova consulta e novo estudo para garantir a sua maior exatidão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACAP – Associação Automóvel de Portugal (2016, 1 de Abril), “Mercado Automóvel Nacional em março de 2016. Mercado com variação homóloga positiva de 33,5% em março”. Acedido em 18 de Maio de 2016 em: <http://www.acap.pt/pt/noticia/2926/mercado-automovel-nacional-em-marco-de-2016-mercado-com-variacao-homologa-positiva-de-335-em-marco/>
- AEP – Associação Empresarial de Portugal (2006), “Ferramentas da Qualidade - Norma 16949”. Acedido em 03 de Maio de 2016 em: <http://www.aeportugal.pt/Inicio.asp?Pagina=/Areas/Qualidade/FerramentasQualidadeNorma16949&Menu=MenuQualidade>
- Ashby, M. F. (2005), “*Materials Selection in Mechanical Design*”, 3ª Ed., Elsevier.
- Camargo, M., Rabenasolo, B., Jolly-Desodt, A.-M. e Castelain, J.-M. (2003), “*Application of the parametric cost estimation in the textile supply chain*”. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, vol. 3. Acedido em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.120.6329&rep=rep1&type=pdf>
- Chaffman, B. e Talbott, J. (1990), “*Activity-Based Costing in a Service Organization*”. CMA Management, 64(10), 15-18.
- Cooper, R. (1989), “*You need a new cost system when...*”. Harvard Business Review, 67(1), 77-82. Acedido em: <https://hbr.org/1989/01/you-need-a-new-cost-system-when>
- Decreto Regulamentar N° 25/2009 de 14 de Setembro de 2009, “Diário da República, 1.ª série – N.º178/2009”. Ministério das Finanças e da Administração Pública. Lisboa.
- Esawi, A. M. K. e Ashby, M. F. (2003), “*Cost estimates to guide pre-selection of processes*”. *Materials and Design*, 24(8), 605–616. [http://doi.org/10.1016/S0261-3069\(03\)00136-5](http://doi.org/10.1016/S0261-3069(03)00136-5)
- Evans, D. K., Lanham, J. D. e Marsh, R. (2006), “*Cost Estimation Method Selection: Matching User Requirements and Knowledge Available to Methods*”, AMRC, University of the West of England, Bristol, UK.
- Fernandes, E. e José, A. (2016, 02 de Junho), “Vendas de Veículos Automóveis em Portugal de 1979 a 2014”. Acedido em 18 de Maio de 2016 em: [http://www.autoinforma.pt/index.php?MIT=0&template_id=1413&xpto=1&a\[\]=&a\[\]=...01,1.....,36458,...0](http://www.autoinforma.pt/index.php?MIT=0&template_id=1413&xpto=1&a[]=&a[]=...01,1.....,36458,...0)
- Ferreira, M. F. L. e Silva, L. F. N. (2013), “Vertente prática dos modelos de custeio Activity Based Costing aplicado”. Proceedings do XIII Congresso Internacional de Custos, Alfandega do Porto, Porto, 18 – 19 de Abril de 2013. Acedido em: <http://www.occ.pt/news/PENCUSTOS/pdf/128.pdf>

- Fowler, G. T. (2004), “*Cost and Performance Evaluation Models for Comparing Multi-Shot and Traditional Injection Molding*”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Maryland, Maryland. Acedido em: <http://drum.lib.umd.edu/bitstream/handle/1903/1759/umi-umd-1737.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- German, L. D. (1998), “*Low Volume Manufacturing Strategies for the Automotive Industry: A Global and Emerging Economy Perspective*”. Tese de PhD em Engenharia de Materiais. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- Gonçalves, J. (2015), “Custeio Baseado nas Actividades, Aplicação a uma Unidade Industrial”. Tese de Mestrado em Contabilidade e Finanças. Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Guerreiro, R., Bio, S. R. e Merschmann, E. V. V. (2008), “Mensuração do custo para servir e análise de rentabilidade de cliente: Uma aplicação em indústria de alimentos no Brasil”. *Revista de Administração - Eletrônica*, 1(2. Art. 6), 1–16. Acedido em: http://www.rausp.usp.br/Revista_eletronica/v1n2/artigos/v1n2a6.pdf
- Gunasekaran, A. e Sarhadi, M. (1998), “*Implementation of activity-based costing in manufacturing*”. *International Journal of Production Economics*, 56-57(97), 231–242. Acedido em: [http://doi.org/10.1016/S0925-5273\(97\)00139-4](http://doi.org/10.1016/S0925-5273(97)00139-4)
- Hicks, D., T. (1999), “*Yes, ABC is for Small Business too*”. *Journal of Accountancy*, 188(2), 1-4. Acedido em: <http://www.journalofaccountancy.com/issues/1999/aug/hicks.html>
- INTELI. (2005), “Diagnóstico da Indústria Automóvel em Portugal”. Acedido em 18 de Maio de 2016 em: http://www.iapmei.pt/resources/download/bim/diagnostico_automovel_doc15.pdf
- Kaplan, R. S. e Anderson, S. R. (2003), “*Time-Driven Activity-Based Costing*”. *Harvard Business Review*, 82 (November), 131–138. Acedido em: <http://doi.org/10.2139/ssrn.485443>
- Kirchain, R. e Field, F. R. (2001), “*Process-based cost modelling: Understanding the economics of technical decisions*”. *Encyclopedia of Materials Science and Engineering*, 2, 1718–1727. Elsevier.
- Kirchain, R. e Field, F. R. (2004), *Engineering Economic Analysis*, Sessão: “*Creating a Process-Based Cost Modeling*”, -68. Materials Systems Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts. Acedido em: http://msl1.mit.edu/MIB/rothstuff/Lecture1_CostModeling.ppt.pdf
- Lee, J. H., Park, S. C. (2005), “*Intelligent profitable customers segmentation system based on business intelligence tools*” *Expert Systems with Applications* 29 (2005), 145-152. Elsevier.
- Longo, L., Lopatiuk, C., Campos, G., Burali, S. e Leonel, S. O. (1999), “Modelo de Mensuração e Gestão de Custos para Instituições de Ensino”. *Proceedings do VI Congresso Brasileiro de Custos*, São Paulo, Brasil, 29 de Junho a 2 de Julho de 1999 Acedido em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3163/3163>

- Luiz, R. M. D. (2012), “Programação de produtos levando em conta máquinas em paralelo e set-up dependente da sequência de produção”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais na área de Concentração em Manufatura, Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. Acedido em: <http://www.utfpr.edu.br/curitiba/estrutura-universitaria/diretorias/dirppg/programas/ppgem/banco-teses/dissertacoes/2012/LUIZRodrigoMarcusDias.pdf>
- Monteiro, A. J. M. (2001), "*Production Cost Modeling for the Automotive Industry*". Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão de Tecnologia. Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.
- OICA - Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (2016), “2015 *Production Statistics*”. Acedido em 17 de Agosto de 2016 em: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- Pereira, V. M. R. (2012), “Sistema de Apoio à Orçamentação de Ferramentas de Estampagem e ao Projecto da Peça”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Rodrigues, C. (2014, 10 de Agosto), “Custo de Servir: Uma Metodologia para o Cálculo da Rentabilidade dos Clientes – Parte 2”. Acedido em 12 de Julho de 2016 em: <http://www.ilos.com.br/web/custo-de-servir-uma-metodologia-para-o-calculo-da-rentabilidade-dos-clientes-parte-2/>
- Vendeirinho, S. (2010), “Viabilidade da utilização de medidas de valor do cliente na Indústria Farmacêutica”. Tese de Mestrado em Estatística e Gestão de Informação. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Winchell, W. (1989), “*Realistic Cost Estimating for Manufacturing*”, 2ª Ed., Society of Manufacturing Engineers (SME). Consultado em: https://books.google.pt/books?id=vOn_AwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Zeithaml, V. A., Rust, R. T. e Lemon, K. N. (2001), “*The customer pyramid: creating and serving profitable customers*”. *California Management Review*, 43(4), 118–142. Acedido em: <http://areas.kenan-flagler.unc.edu/Marketing/FacultyStaff/zeithaml/Selected%20Publications/The%20Customer%20Pyramid-%20Creating%20and%20Serving%20Profitable%20Customers.pdf>

ANEXO A



ESTUDO PRODUTO

RFQ Estudo Produto: 16/454

Página 1 de 1

Ciente **PECOL AUTOMOTIVE, S.A.**
99999 PORTUGAL

Artigo: PF Macaco FURADO FANI FOSF. MANG. 7/16-12x285 R255	Part Number: 28656279
Vendedor: Fábrica	Ped. Ref. Cliente: Análise Custo
Peso Bruto: 240,00 Qtd Anual: 871 000	Data Recepção: 14-04-2016
Peso Líquido: 225,80 Qtd. Lote: 871 000	Data Resposta:

Operação	Descrição	Observações	Valor	Custo (€/1000)
Matéria Prima	C4C - C20E2C (+U)	SAE 1018	0.75 €/Kg	180,00
Estampagem	JERN YAO JBP-30B6SL	Dificuldade: Baixo	40 ppm	106,46
Trat. Superfície	Fosfatado de Manganês		0.25 €/Kg	56,45
Operação 1	Furar			20,00
Operação 2	Roscar Manual			20,00
Emb. Especial	Embalagem Especial		0.03 €/Kg	6,77
Custos Gerais	Materiais Ferrosos		0.05 €/Kg	11,29
Transporte	Espanha		0.05 €/Kg	11,29

Realizado por: Pedro Rodrigues	14/04/2016 12:07:01	Custo Total (€/1000): 412,27
		Custo Total (€/Kg): 1,83

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
/1000	453,5	494,7	535,9	577,2	618,4	659,6	700,9	742,1	783,3	824,5
/Kg	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7

Quantidade	Custo Total (€/1000)	PV Proposto (€/1000)	Ferram. (Não Incluída)	Responsável
871 000	412,3			

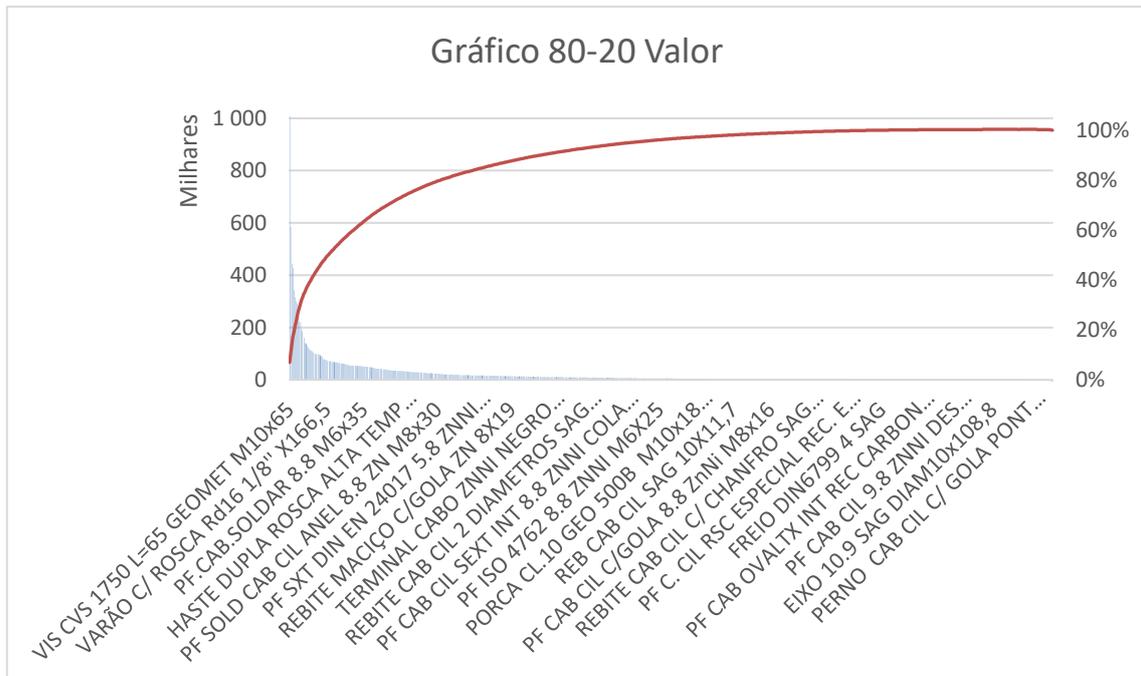
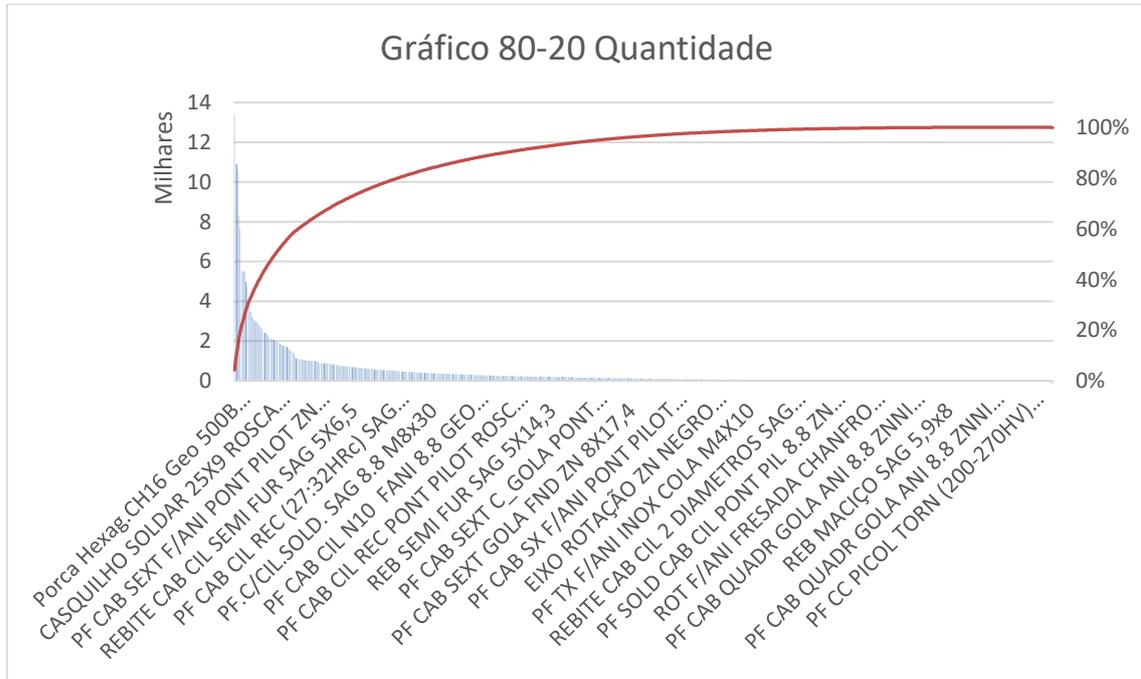
Data: / /

Observações:

Estudo de Viabilidade			
Viável	<input checked="" type="checkbox"/>	Viável Sob Condição	<input type="checkbox"/>
Não Viável	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Pedro Rodrigues | 2016-04-14 12:07

APÊNDICE A



APÊNDICE B

	Fornecedor A	Custo (€/kg)
TS1	GEOMET 500A	0.400
TS2	GEOMET 500B	0.430
TS3	GEOBLACK (MIN 600h)	0.800
TS4	ZnNi acc. N67F82612 + LUBRIFICANTE acc. VDA 235 101	0.500
TS5	ZnNi TRANSP. Acc. To BOSCH NORM 0487100126 (10-20_m - 480h)	0.500
TS6	ZnNi acc. TL244 (360H 5% max. CAPA DE ZINCO)/(720H METAL BASE) + DESIDROGENAÇÃO	0.575
TS7	Zn-Ni Transparente isento CrVI + SELLANTE (ATOTECH) - 400H	0.500
TS8	ZINCADO S434 acc. WX100 - 5:11 .m - 24H/72h	0.125
TS9	ZINCADO A5 acc. GS90010 (SEM PASSIVAÇÃO) + DESIDROGENADO	0.325
TS10	Z12FBR acc. NORMA 0487100124	0.250
TS11	FOSFATADO MANGANÊS CINZA ESCURO E OLEADO (720 HORAS CNS acc. ASTM B-117)	0.250
TS12	DECAPAGEM QUIMICA + OLEO HIDROFUGANTE	0.100
TS13	GRANALHAGEM	0.100
TS14	POLIMENTO COM ABRASIVOS	0.300

	Fornecedor B	Custo (€/kg)
TS15	COBREADO acc. 527 265 Bolhoff	151.20

	Fornecedor C	Custo (€/kg)
TS16	ZN acc. N67F 82206 + LUB acc. VDA235-101	0.25
TS7	Zn-Ni Transparente isento CrVI + SELLANTE (ATOTECH) - 400H	0.50

	Fornecedor D	Custo (€/uni)
TS17	PHOSPHATED to GME 00253-Y-1 to 3" + DESIDROGENIZAÇÃO	0.3125

	Fornecedor E	Custo (€/uni)
TS18	MICROENCAPSULADO A 360º acc. GME00151-TYPE C	0.0147

*Considerando . como separador decimal

APÊNDICE C

C.1. – Custo máquina Estampagem

Código	Máquina	Energia		Lubrificante (l/h)	Homem-Máquina ?? temp ded (h/ano)	Trab. Anual (h/ano)	Manutenção		Total (€/hora)
		Potencia (kW)	CEE (€/h)				Custo Total	Custo (€/h)	
0106	ESTAMP. - CARLO SALVI - 550/SV - (TR.0017)	6	0.660	0.062	80%	4654	119.693	0.026	5.056
0107	ESTAMP. - CARLO SALVI - RF/550/SV - (TR.0018)	6	0.660	0.062	80%	4636	1231.007	0.266	5.295
0138	MAQUINA ESTAMPAR CARLO SALVI 873 - 141802	18.5	2.035	0.062	80%	3306	249.543	0.075	6.480
1601	ESTAMP. - NATIONAL - FC245	164	18.040	0.240	100%		0.000	0.000	23.752
1606	MÁQUINA ESTAMPADORA - SACMA - SP350	54	5.940	0.240	33%	5581	3.330	0.001	8.068
1608	ESTAMP. - JERN YAO - JBP - 30	128	14.080	0.163	100%	1963	34.340	0.017	19.685
1611	MÁQUINA ESTAMPAR - SACMA SP 140 - (TR.1611)	24	2.640	0.191	33%	2697	26.480	0.010	4.710
1615	MAQUINA ESTAMPAR NATIONAL FX 35 M - FX 24672	14	1.540	0.191	33%	2698	883.867	0.328	3.928
1616	MAQUINA ESTAMPAR NATIONAL FX 34 M - 45TZ	14	1.540	0.191	33%	4062	219.033	0.054	3.654
1617	MAQUINA ESTAMPAR NATIONAL FX 46 PLUS	33	3.630	0.191	33%	971	134.317	0.138	5.829
1621	MAQUINA DE ESTAMPAR NATIONAL FX 35 CF - 24669	42	4.620	0.191	33%	1103	35.550	0.032	6.713
1622	CHUN ZU CBF-64S S/N 20023-1	14.91	1.640	0.191	33%	1903	202.880	0.107	3.807
1623	MAQUINA ESTAMPAR MORONI MB 764	18.5	2.035	0.163	100%	1745	0.000	0.000	7.623
1700	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 27 - III	40	4.400	0.240	50%	3369	129.430	0.038	7.475
1701	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 27 - III	40	4.400	0.240	50%	3325	26.957	0.008	7.445
1704	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 37 - III	55	6.050	0.240	33%	3446	218.813	0.063	8.241
1705	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA - SP47	97	10.670	0.163	100%	3278	112.167	0.034	16.292
1707	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 28	40	4.400	0.240	33%	2788	103.163	0.037	6.564
1708	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 37 - III	45	4.950	0.191	33%	3437	608.893	0.177	7.188
1709	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 17 - III	36	3.960	0.240	33%	5180	93.430	0.018	6.105
1710	MÁQUINA ESTAMPADORA COMBINADA - SACMA SP 27 L	40	4.400	0.240	50%	3233	131.460	0.041	7.477
1715	MAQUINA DE ESTAMPAR 414	24	2.640	0.191	33%	2658	98.710	0.037	4.738

*Considerando . como separador decimal

C.2. – Custo máquina Roscagem

Código	Máquina	Energia		Lubrificante (€/h)	Homem-Máquina ??? temp dec	Trab. Anual (h/ano)	Manutenção		Total (€/hora)
		Potencia (kw)	CEE [€/h]				Custo Total	Custo (€/h)	
0305	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC RP21V	12	1.320	0.057	0.100	4343	221.037	0.051	3.236
0316	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP2-R-V	16	1.760	0.057	0.100	5295	246.137	0.046	3.672
0318	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP2-R-V	16	1.760	0.057	0.100	5089	229.727	0.045	3.671
0324	MÁQ. DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP2	16	1.760	0.057	0.100	4413	338.353	0.077	3.702
0331	MÁQ. DE ROSCAR - ASPE - M10.2T.4M - (2 CABEÇ) - 2010	14	1.540	0.069	0.160	4753	100.373	0.021	3.487
0334	MÁQ. DE ROSCAR - MASCHIATRICE AUTOMATICA - M10.2T - E.105	14	1.540	0.069	0.160	4556	66.413	0.015	3.481
0340	MÁQ. DE ROSCAR - ASPE - M10.2T - (2 CABEÇ) - 2001	18	1.980	0.069	0.160	2647	8.467	0.003	3.909
0346	MÁQ. DE ROSCAR - UNGRAMATIC RULLATRICE RP8	12	1.320	0.057	0.100	4481	298.213	0.067	3.252
1410	MÁQUINA DE ROSCAR - INGRAMATIC - RP71 - 2002	74	8.140	0.067	0.140	1694	45.583	0.027	13.656
1411	MÁQ. DE ROSCAR INGRAMATIC - RP4	30	3.300	0.067	0.140	2997	40.133	0.013	5.218
1413	MÁQ. DE ROSCAR - IZPE	7.5	0.825	0.069	0.160	1004	42.883	0.043	6.378
1417	INOVMAQ - R30	14	1.540	0.069	0.160	1148	103.380	0.090	7.141
1418	MÁQ. ROSCAR ROLOS BAD DUBEN - PR25	7.5	0.825	0.069	0.160	2164	120.910	0.056	3.716
1419	MÁQ. ROSCAR ROLOS - MAGNACHI - D-52H	7.5	0.825	0.069	0.160	745	10.667	0.014	6.350
1424	MÁQ. ROSCAR FORMAX FXT-C	20	2.200	0.067	0.140	1734	8.243	0.005	4.110
0213	MÁQUINA DE FURAR / ESCARIAR DUAS CABEÇAS(1º)	26	2.860	0.069	0.160	1051	3.707	0.004	5.699
1306	MÁQUINA DE PONTEAR TLM - 9290	2.5	0.275	0.067	0.140	1268	147.297	0.116	2.296

*Considerando . como separador decimal

C.3. – Custo máquina Escolha

Código	Máquina	Energia		Lubrificante (€/h)	Homem-Máquina ??? temp deq (€/h)	Trab. Anual (h/ano)	Manutenção		Total (€/hora)
		Potencia (kW)	CEE [€/h]				Custo Total	Custo (€/h)	
6022	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV1-2 - 2010	3	0.330	/					1.734
6025	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV2-2 - 2004	2	0.220	/					1.624
6026	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV3 - 2006	3	0.330	/					1.734
6028	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - MECTRON - Q5000 - 2008	1.65	0.182	/	26%	5640	44.736	0.008	1.585
6038	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - MECTRON - Q2500 - 2011	1.65	0.182	/					1.585
6039	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV5-2 - 2010	2	0.220	/					1.624
6048	MÁQUINA DE ESCOLHA A 100% - DIMAC - MCV4-5 - 2012	3	0.330	/					1.734
man	Escolha Manual	ss	ss	/	85%	ss	ss	ss	4.5475
Com amort.									
									7.053
									6.943
									7.053
									6.904
									6.904
									6.943
									7.053

*Considerando . como separador decimal

APÊNDICE D

	Preço por kg	TECNIKIT 1200X800X335	KLT 3147 Crate 97x198x147	KLT 8701.005 KYB (cinza)	TAPA KLT 1200x800x94 - RB	PALET EURO POL.	Pallet EURO	Pallet 800X600	CX 300x150x150 TIMBRADA	CX 300x150x150 NEUTRA	CX GALIA NEUTRA	CX 8 BRANCA (Pecol)	Caixa Madeira 1200x800	SACA PLÁSTICA (34+4+4) x 5	TOTAL
1	Porca Hexag.CH16 Geo 500B M10,2X1,5	x													0.030
2	PF CAB SEX F/ANI 8.8 ZNNI LUB M5x60 R22		x		x	x								x	0.000
3	PF SOLD 3 BOSSAS PONT PILOTO 8.8 ZN M8x25								x					x	0.011
4	V/S CVS 1750 L=65 GEOMET M10x65								x						0.011
5	ANILHA ESPECIAL P/ ABRAÇADEIRA GEO 500B Ø10X6_PCL2_CX NORMAL								x						0.011
6	PORCA SEXT CH11 CI 8 COBREADO 15x10,8 (RSC após TT)						x			x					0.024
7	PF SX C/ANI MODIA GEO M6x13						x		x					x	0.024
8	PF CAB CIL SEXT F/ANI PONT 10.9 ZN DES M8x1x23,5						x		x						0.024
9	PF CAB CHATA PZ 8.8 ZN LUB M5x19		x		x	x								x	0.000
10	PREGO SEM FURO 2,95X37,65						x							x	0.025
11	REBITE CAB OVAL PONTEADO SAG 8X25									x				x	0.011
12	ANILHA ESPECIAL P/ ABRAÇADEIRA GEO 500B Ø10X6_PCL2_5/ESC_CX NOR								x						0.011
13	PF CAB CIL REC ROSCA ESP PONT 10.9 SAG 5x22,5						x			x					0.024
14	PF.CAB.SOLDAR 8.8 SAG M6x20								x					x	0.011
15	PF CAB CIL TX INT RESPIGA PONT PIL 6.8 ZNNI TR M5X8,5						x			x				x	0.025
16	PF SX F/ANI PONT GEO M6x22						x							x	0.024
17	PF SX F/ANI (22:32 Hrc) ZNNI DES M8x26,5						x							x	0.012
18	PF SOLD 3 BOSSAS PONT 8.8 SAG M8x20_I							x						x	0.022
19	PF SOLD CAB CIL ANEL PONT PILOT 8.8 SAG M8x35								x					x	0.011
20	PREGO GRANDE SEM FURO ZN 4X51						x							x	0.025
21	PF Macaco FURADO FANI FOSF. MANG. 7/16-12x285 R255												x		0.000
22	PF CAB ESP. (Ø7±2 Hrc) GEO500B M10x65											x			0.000
23	VARÃO C/ ROSCA M16x255_20MCS														0.000
24	PF CAB SX C/ REC PONT 8.8 ZNNI M8x65														0.011
25	GANCHO REBOQUE 8.8 SAG 20x128 (R16x1/8)														0.000
26	INNER SLEEVE (381019) 25X48,9	x													0.030
27	CASQUILHO SOLDAR 25X9 ROSCA M8						x							x	0.025
28	PF CAB OVAL QUAD PONT 12.9 GEOBLACK M8x53 R29								x						0.011
29	VARÃO C/ ROSCA Rd16 1/8"x211,5														0.000
30	PF CAB CIL SXT INT PONT 10.9 FOSF COLA M18x1,5x25,5						x							x	0.024

*Considerando . como separador decimal

APÊNDICE E

Peso (kg)	1/2 PLT	1 PLT	500.00	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	Valor Min		
C. P.	2 PLT	3 PLT	4 PLT	5 PLT	6 PLT	7 PLT	8 PLT	9 PLT	10 PLT	11 PLT	12 PLT	13 PLT	14 PLT	15 PLT						
ESPAÑHA	ES 08.	77,75	116.06	150	200	215	262.67	274.89	287.11	311.54	342	380	418	456					0.076	
	ES 08		0.23212	0.15000	0.13333	0.10750	0.10507	0.09163	0.08203	0.07789	0.07600	0.07600	0.07600	0.07600						
	ES 28.	77,75	116.06	195.48	232.13	250.45	262.67	274.89	287.11	311.54	323.76	335.97	348.19	360.41					0.060	
	ES 28		0.23212	0.19548	0.15475	0.12523	0.10507	0.09163	0.08203	0.07789	0.07195	0.06719	0.06331	0.06007						
	ES 31.	77,75	116.06	207.69	232.13	268.78	305.43	329.87	354.3	378.74	403.17	433.71	458.15	482.58					0.080	
	ES 31		0.23212	0.20769	0.15475	0.13439	0.12217	0.10996	0.10123	0.09469	0.08959	0.08674	0.08330	0.08043						
	ES 50.	77,75	116.06	195.48	232.13	250.45	262.67	274.89	287.11	311.54	323.76	335.97	348.19	360.41					0.060	
	ES 50		0.23212	0.19548	0.15475	0.12523	0.10507	0.09163	0.08203	0.07789	0.07195	0.06719	0.06331	0.06007						
	FR 18.	99.11	130.08	169.48	208.89	269.88	313.06	375.67	438.29	500.90	534.36	593.74	653.11	712.48	771.86	831.23	890.60		0.119	
	FR 18		0.26016	0.16948	0.13926	0.12522	0.12522	0.12522	0.12522	0.12523	0.12523	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.119	
FRANÇA	FR 41.	99.11	123.61	163.01	202.41	261.24	313.06	375.67	438.29	500.9	534.36	593.74	653.11	712.48	771.86	831.23	890.6		0.119	
	FR 41		0.24722	0.16301	0.13494	0.13062	0.12522	0.12522	0.12523	0.12523	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.119	
	FR 45.	99.11	123.61	163.01	202.41	261.24	313.06	375.67	438.29	500.9	534.36	593.74	653.11	712.48	771.86	831.23	890.6		0.119	
	FR 45		0.24722	0.16301	0.13494	0.13062	0.12522	0.12522	0.12523	0.12523	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.11875	0.119	
	FR 73.	105,05	140.34	210.51	302.27	345.45	431.81	518.17	544.08	621.8	699.53	777.25	831.23	906.8	982.36	1057.93	1133.5		0.151	
	FR 73		0.28068	0.21051	0.20151	0.17273	0.17272	0.17272	0.15545	0.15545	0.15545	0.15545	0.15113	0.15113	0.15113	0.15113	0.15113	0.15113	0.151	
	FR 57.		156	282	360	400	455	546	637	728	819	910	907.5	990	1072.5	1155	1237.5		0.165	
	FR 57		0.31200	0.28200	0.24000	0.20000	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.16500	0.16500	0.16500	0.16500	0.16500	0.165	
	REP CHEC		210	375	535	665	790													0.316
	RC.		0.42000	0.37500	0.35667	0.33250	0.31600													0.316
ALEMANHA		156	282	360	400	455	546	637	728	819	910	907.5	990	1072.5	1155	1237.5		0.165		
AL 57		0.31200	0.28200	0.24000	0.20000	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.18200	0.16500	0.16500	0.16500	0.16500	0.16500	0.165		
EX-WORKS																		0	0.000	
PORTUGAL		0.07	0.07															0.06	0.060	
PT																		0.06	0.060	

*Considerando . como separador decimal

APÊNDICE F

Produto	€/kg		Variação		€/MI		Variação	
	Qtd. min	Qtd. Max	%	€	Qtd. min	Qtd. Max	%	€
1	1.769	1.641	7%	0.128	26.537	24.610	7%	1.927
2	1.847	1.847	0%	0	16.498	16.498	0%	0
3	1.521	1.365	10%	0.156	19.161	17.194	10%	1.967
4	1.893	1.765	7%	0.128	76.561	71.366	7%	5.195
5	4.017	3.888	3%	0.129	18.476	17.885	3%	0.591
6	4.357	4.227	3%	0.13	21.783	21.135	3%	0.648
7	2.684	2.674	0%	0.01	13.945	13.892	0%	0.053
8	1.781	1.609	10%	0.172	34.107	30.812	10%	3.295
9	2.271	2.271	0%	0	5.678	5.678	0%	0
10	3.391	3.381	0%	0.01	10.852	10.820	0%	0.032
11	1.004	0.994	1%	0.01	14.055	13.915	1%	0.14
12	3.343	3.215	4%	0.128	15.379	14.788	4%	0.591
13	3.049	2.919	4%	0.13	7.927	7.590	4%	0.337
14	1.601	1.591	1%	0.01	10.068	10.005	1%	0.063
15	1.905	1.905	0%	0	11.619	11.619	0%	0
16	2.122	2.018	5%	0.104	16.001	15.216	5%	0.785
17	2.291	2.140	7%	0.151	33.201	31.003	7%	2.198
18	1.522	1.365	10%	0.157	19.019	17.068	10%	1.951
19	1.563	1.416	9%	0.147	26.418	23.934	9%	2.484
20	1.808	1.808	0%	0	11.389	11.389	0%	0
21	1.596	1.440	10%	0.156	360.343	325.091	10%	35.252
22	2.848	2.719	5%	0.129	109.665	104.717	5%	4.948
23	1.247	1.237	1%	0.01	885.990	878.883	1%	7.107
24	1.769	1.640	7%	0.129	44.203	40.992	7%	3.211
25	1.285	1.134	12%	0.151	341.899	301.549	12%	40.35
26	1.086	0.945	13%	0.141	141.964	123.480	13%	18.484
27	2.444	2.272	7%	0.172	34.340	31.922	7%	2.418
28	3.423	3.295	4%	0.128	65.046	62.605	4%	2.441
29	1.314	1.304	1%	0.01	750.205	744.495	1%	5.71
30	6.384	6.212	3%	0.172	473.374	460.616	3%	12.758

*Considerando . como separador decimal

