



# Otimização do *Product Mix* utilizando os métodos ABC e TDABC – Estudo de Caso

Ana Catarina Magalhães Carvalho

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Oliveira da Costa e Silva

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. <sup>o</sup> Rui Jorge Rodrigues da Silva

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, quero agradecer às pessoas que me proporcionaram aquilo que sou e a quem devo tudo na vida, aos meus pais, à minha irmã e ao meu afilhado. Por todos os valores que me transmitiram, pelo esforço, dedicação e coragem, e pela força que sempre me deram ao mostrar-me que o meu futuro dependia apenas de mim e do meu trabalho.

Um sentido agradecimento à Professora Doutora Eliana Costa e Silva e ao Professor Doutor Rui Silva pelo apoio, dedicação, amizade e por todas as críticas e sugestões que permitiram realizar esta etapa tão importante.

Gostaria de agradecer ao meu namorado, Luís Martins, pela paciência que teve ao longo de todo o processo, e por nunca me ter deixado desistir e me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos.

Quero agradecer ainda ao Sr. Vítor Mendes e Dra. Adelina, proprietários da I.S.I Soles, pela amabilidade, compreensão e disponibilidade, permitindo assim, ser capaz de desenvolver a presente investigação na empresa, sem que em algum momento me tenham colocado algum entrave, fazendo com que me sentisse parte da fantástica equipa que formam. Um especial reconhecimento à Dra. Patrícia Covita e à Eng<sup>a</sup>. Ana Ferreira por me terem fornecido toda a informação necessária e por me terem ajudado a compreender todo o processo. Quero deixar assim, um agradecimento a toda a equipa de profissionais da I.S.I, que me auxiliaram ao longo de todo processo de recolha de dados.

Não me poderia esquecer de agradecer a todos os meus amigos que sempre me acompanharam ao longo do meu percurso académico e pela compreensão e apoio que nunca deixaram de me dar.

Por fim, gostaria de agradecer à Escola Superior de Tecnologia e Gestão por me permitiu crescer como pessoa e obter uma aprendizagem de grande nível ao longo destes cinco anos de intenso trabalho.

## Resumo

A capacidade de lidar com incertezas externas e internas determina o desenvolvimento e o destino de uma empresa. Nesse sentido, a contabilidade de gestão e os modelos de otimização podem contribuir para o sucesso de qualquer organização.

Sendo a literatura existente ainda escassa, a presente investigação pretende desenvolver um modelo de otimização que utiliza a informação do *Activity-Based Costing* (ABC) e do *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC) para determinar o ótimo *product mix*. Consideramos que este trabalho de investigação contribui, não só para reforçar a literatura existente relacionada com esta área de conhecimento, mas também como ferramenta para o contexto empresarial.

Nesta dissertação, para a implementação do ABC foi utilizada a metodologia proposta Roztocki, Porter, Thomas, & Needy (2004), enquanto que para a implementação do TDABC foi utilizada a metodologia sugerida por Mortaji, Bagherpour, & Mazdeh (2013a). Por último, para o desenvolvimento dos modelos de otimização foi seguida a metodologia exposta em Zhuang & Chang (2017).

A investigação realizada permitiu determinar as quantidades a produzir, de forma a obter o máximo lucro. Deste modo, a empresa tem uma ferramenta que permite decidir acerca de quais os produtos a produzir e em que quantidades, assim como a informação relativa à capacidade não utilizada dos recursos que possui. Permitindo à empresa adotar medidas estratégicas para aumentar a procura do produto em análise e, conseqüentemente, aumentar a respetiva produção.

**Palavras Chaves:** Activity-Based Costing (ABC); Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC); Product Mix; Otimização; I.S.I. – Indústria de Solas Injetáveis, LDA.

## Abstract

The ability to deal with external and internal uncertainties determines a company's development and destiny. In this sense, management accounting and optimization models can contribute to the success of any organization.

However, the existing literature is still scarce, therefore the present research intends to develop an optimization model that uses the Activity-Based Costing (ABC) and Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC) information to determine the optimal product mix. We consider that this research work contributes not only to reinforce the existing literature, but also as a tool for the business context.

In this dissertation, for the implementation of ABC, uses the methodology proposed by Roztocki, Porter, Thomas, & Needy (2004), while for the implementation of TDABC the methodology suggested by Mortaji, Bagherpour, & Mazdeh (2013a) was used. Finally, for the development of optimization models followed the methodology exposed in Zhuang & Chang (2017).

The research carried out made allowed identifying the quantities to be produced in order to obtain the maximum profit. Thereby, the company has available a tool for assisting on decision of which products to product and in which quantities, as well as the information on unused capacity of its resources. Also, it allows the company to take strategic measures to increase demand for the product under analysis and thereby increase its production.

**Keywords:** Activity-Based Costing (ABC); Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC); Product Mix; Optimization; I.S.I. – Indústria de Solas Injetáveis, LDA.

# Índice

Capítulo 1 - Introdução .....	9
Capítulo 2 - Revisão de Literatura .....	12
2.1 Contabilidade de Gestão.....	12
2.1.1 Evolução Histórica do Conceito.....	12
2.1.2 Conceitos e características .....	13
2.1.3 Contabilidade Financeira vs. Contabilidade de Gestão .....	15
2.1.4 Métodos e Sistemas de Custeio para apuramento de Custos.....	16
2.2 Activity-Based Costing .....	17
2.2.1 Origens e Evolução do ABC .....	17
2.2.2 Objetivos, importância e elementos de um sistema ABC .....	19
2.2.3 Vantagens e limitações do ABC.....	21
2.2.4 Metodologia e Fases de Implementação do ABC .....	23
2.2.5 Fatores que Condicionam a Implementação do ABC .....	26
2.3 Time Driven Activity Based Costing .....	27
2.3.1 Origens do TDABC.....	27
2.3.2 Objetivos, Importância e Elementos de um Sistema TDABC .....	27
2.3.3 Vantagens e Limitações do TDABC .....	29
2.4 Modelos Quantitativos .....	30
2.4.1 Origens e Importância dos Modelos Quantitativos .....	30
2.4.2 Definição e Formulação de um Modelo Matemático .....	32
2.4.3 Modelos de Otimização em Contabilidade de Gestão.....	35
2.4.4 <i>Product Mix</i> .....	38
Capítulo 3 - Caracterização da Empresa .....	40
3.1 História, Evolução e Estrutura Organizacional .....	40
3.2 Análise da Atividade e do Mercado .....	41
3.3 Descrição dos Processos de Produção.....	43
Capítulo 4 - Metodologias Desenvolvidas .....	48
4.1 Implementação do Activity- Based Costing (ABC).....	48
4.2 Implementação do <i>Time-Driven Activity-Based Costing</i> .....	53
4.3 Modelos de Programação Linear – <i>Product Mix</i> .....	60
Capítulo 5 - Resultados e Discussão .....	71
Capítulo 6 - Conclusões e Proposta de Investigação Futura .....	79
Referências Bibliográficas .....	81

Anexo I – Tempos registados nas 30 observações de cada tarefa do produto 1.....	87
Anexo II – Tempos registados nas 30 observações de cada tarefa do produto 2 .....	88
Anexo III – Tempos registados nas 30 observações de cada tarefas do produto 3 .....	89
Anexo IV – Parâmetros gerais do modelo.....	89
Anexo V – Parâmetros do modelo por tipo de produto (TDABC).....	90
Anexo VI – Parâmetros do modelo por tipo de produto (ABC).....	91

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Principais diferenças entre a Contabilidade Financeira e a Contabilidade de Gestão. ....	16
Tabela 2 - Custos das tarefas do acabamento do produto 1.....	45
Tabela 3 - Custos das tarefas de Pré-fabricado do produto 2. ....	46
Tabela 4- Matriz Expense-activity-dependence (EAD). ....	51
Tabela 5 - Proporções da Matriz EAD. ....	51
Tabela 6 - Custo total por atividade (TCA). ....	51
Tabela 7 - Matriz activity-product-dependence (APD). ....	52
Tabela 8 - Proporções da Matriz APD. ....	52
Tabela 9 - Custo dos produtos por atividade (APD). ....	52
Tabela 10 - Capacidade da empresa por atividade. ....	54
Tabela 11 - Estatística descritiva do tempo de cada atividade do produto1.....	54
Tabela 12 - Estatística descritiva do tempo de cada atividade do produto2.....	57
Tabela 13 - Estatística descritiva do tempo de cada atividade do produto 3.....	59
Tabela 14 - TDABC dos produtos 1, 2 e 3.....	60
Tabela 15: Parâmetros Gerais do Modelo. ....	62
Tabela 16 - Parâmetros do Modelo por Tipo de Produto. ....	63
Tabela 17 - Resultados do modelo I.1. - MILP(TDABC).....	71
Tabela 18 - Resultados do modelo I.2. - MILP(ABC).....	72
Tabela 19 - Resultados do modelo II.1. - LIP(TDABC).....	74
Tabela 20 - Resultados do modelo II.2. - LIP(ABC).....	75
Tabela 21 - Análise Sensibilidade LP-TDABC.....	76
Tabela 22- Análise Sensibilidade LP-ABC.....	77
Tabela 23 - Quadro resumo dos resultados. ....	78

## Índice de Figuras

Figura 1 - Fluxo da alocação dos Custos.....	21
Figura 2 - Diferentes modelos de otimização.....	34
Figura 3 - Estrutura Organizacional I.S.I. ....	41
Figura 4 - Volume de negócios da CAE 22291 - Fabricação de componentes de plástico para calçado. ....	42
Figura 5 - Variação do Volume de Negócios da I.S.I. entre 2013 e 2018.....	42
Figura 6 - Exemplos de solas com diferentes materiais: 1ª - ISI Light; 2ª - PVC; 3ª - TPU; 4ª - TR. ....	43
Figura 7 - Exemplos de solas com Extra Light. ....	44
Figura 8 - Exemplos de solas em PVC. ....	44
Figura 9 - Exemplos de Solas em TPU. Lado direito: Monocolor. Lado Esquerdo: Bicolor.....	44
Figura 10 - Exemplos de Solas em TR. ....	44
Figura 11 - Processo produtivo do produto 1. ....	45
Figura 12 - Processo produtivo do produto 2. ....	45
Figura 13 - Processo produtivo do produto 3. ....	46
Figura 14 - Categorias de Custo I.S.I. ....	48
Figura 15 - Valor em € de cada categoria de Custos. ....	49
Figura 16 - Principais atividades I.S.I. ....	50
Figura 17 - Custo total por produto. ....	53
Figura 18 - Lado Direito: Diagrama de extremos e quartis do pré-fabricado do produto 1. Lado Esquerdo: Diagrama de extremos e Quartis do Injeção do produto 1.....	55
Figura 19 - Diagrama de extremos e Quartis do acabamento do produto 1.....	56
Figura 20 - Lado Direito: Diagrama de extremos e Quartis do pré-fabricado do produto 2. Lado Esquerdo: Diagrama de extremos e Quartis do Acabamento do produto 2. ....	58

## Capítulo 1 - Introdução

Com o crescimento da economia e aumento da globalização, o mundo empresarial revela-se cada vez mais competitivo. As empresas são forçadas a procurarem novas ferramentas de gestão e de controlo com o intuito de melhorar o funcionamento das suas atividades e a qualidade dos seus produtos e/ou serviços.

De acordo com o Banco de Portugal (2018), em 2016 existiam cerca de 2100 empresas, em Portugal, a operar na indústria do Calçado, sendo 50% destas organizações microempresas. Segundo o AICEP (2012), muitas organizações de pequena dimensão, só por estarem presentes no mercado, aumentam a concorrência e baixam as margens de lucro. Tal facto obriga as empresas deste setor a apostarem em novas tecnologias de gestão com o intuito de aumentarem a sua margem de lucro, mediante a diminuição do preço de custo e sem alteração no preço de venda.

Neste sentido, a otimização da produção desempenha um papel vital para atingir este objetivo. A nível interno surgiram novas tecnologias e diversidade na produção, de forma a colmatar as produções em grande escala. No entanto, todas estas alterações têm uma influência na estrutura de custos das empresas. Os custos são cada vez mais indiretos em detrimento dos diretos, ou seja, aumentam os custos de investigação e desenvolvimento, distribuição e logística, e diminuem os custos com a mão-de-obra (Wanderley & Cullen, 2013).

Atendendo a esta realidade, a contabilidade de gestão desempenha uma função vital na sobrevivência, desenvolvimento e crescimento de uma empresa, na medida em que afeta o comportamento dos gestores e os direciona no sentido da implementação da estratégia da empresa. Tendo em conta as mudanças registadas no tecido empresarial, estimuladas pela intensificação da concorrência e pelas inovações tecnológicas, a contabilidade de gestão tornou-se fulcral para o sucesso de qualquer organização (Wanderley & Cullen, 2013).

A contabilidade de gestão fornece dados-chave para os gestores do planeamento e controlo, além de implementar sistemas de custeio que permitem calcular o custo total de um produto ou serviço (Horngren, Foster, & Datar, 2000). Inicialmente, surgiram os sistemas de custeio tradicionais, sendo estes desenvolvidos em ambientes nos quais a mão-de-obra direta e as matérias-primas predominavam na construção do custo dos produtos. Tal situação originava uma sobrecarga dos custos ao nível dos departamentos eminentemente produtivos, em detrimento dos departamentos auxiliares. Assim, estes

tipos de sistemas de custeio tornaram-se cada vez mais obsoletos, não fornecendo informações fiáveis devido a uma elevada mudança da estrutura de custos. Todavia, de forma a colmatar a falta de informação dos sistemas tradicionais, surgiram os sistemas de custeio contemporâneos, como é o exemplo do sistema de custeio baseado nas atividades (ABC). Trata-se de um método de custeio capaz de superar as limitações dos sistemas de custeio tradicionais face à evolução económica e tecnológica, nomeadamente, a imputação arbitrária e imprecisa dos custos indiretos.

Grondskis & Sapkauskiene (2011) consideram que uma das tarefas mais importantes numa organização consiste em criar um plano de produção ótimo. Apesar de os autores identificarem a criação de um plano de produção ótimo como sendo a tarefa mais conhecida na programação matemática, uma vez que esta identifica o nível de produção e o volume, com o intuito da maximização do lucro, é importante a adoção de um sistema de contabilidade de custos que garanta a confiabilidade da informação para um eficaz processo de tomada de decisão.

Face ao exposto, o objetivo principal da presente dissertação consistirá na aplicação de um sistema de custeio baseado na atividade numa empresa que ainda suporta o seu processo de tomada de decisão num sistema de custeio tradicional, e posteriormente proceder à aplicação de um novo conceito, o *Time-Driven Activity-Based Costing* (TDABC). Por fim, pretende-se utilizar a informação dos sistemas de custeio para o desenvolvimento de modelo programação inteira mista, com o intuito de determinar o *product mix* ótimo no processo de produção de componentes para calçado. A presente investigação revela-se pertinente pelo potencial contributo para a gestão empresarial, tendo em consideração o número reduzido de estudos que relacionam modelos de otimização com a gestão de custos, assim como a escassez de estudos aplicados à indústria do calçado. A metodologia apresentada será aplicada a uma empresa do setor de componentes para o calçado e acredita-se que a investigação desenvolvida permitirá contribuir com uma nova metodologia, a ser aplicada a um setor muito representativo da indústria nacional, o setor do calçado.

De forma a implementar o método de custeio baseado nas atividades, irá ser utilizada a metodologia introduzida por Roztock *et al.* (2004). Os autores desenvolveram uma metodologia que permite às empresas alterarem facilmente de um sistema de custeio tradicional para um sistema de custeio baseado nas atividades.

Por outro lado, Gass (2006) afirma que os problemas de programação matemática encontram-se relacionados com o uso eficiente dos recursos limitados para atender aos

objetivos pretendidos. Esses problemas são caracterizados por um grande número de soluções que satisfazem as condições básicas de cada problema. A escolha de uma solução específica, como a melhor solução para um problema, depende do objetivo geral descrito no problema. Assim, o *product mix problem* é apontado por vários autores como a metodologia mais relacionada com a contabilidade de gestão.

Para o desenvolvimento dos modelos de otimização será utilizada a metodologia apresentada pelos autores Zhuang & Chang (2017), que consiste num modelo de programação inteira mista, com o objetivo de determinar o *product mix*.

Com a presente dissertação espera-se construir uma metodologia de otimização que permita à empresa determinar as quantidades que geram o máximo lucro.

Para tal, a presente dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos principais, sendo que, o primeiro é o capítulo introdutório. Já no segundo capítulo, é apresentada uma revisão de literatura que aborda os principais temas da dissertação, tais como: contabilidade de gestão, os sistemas de custeio ABC e TDABC e os modelos de otimização, em especial o *product mix problem*. O terceiro capítulo consiste na caracterização da empresa e dos produtos analisados, já o quarto capítulo consiste na apresentação das metodologias estudadas, como a implementação dos sistemas de custeio e a descrição dos modelos desenvolvidos. No capítulo seguinte são apresentados os resultados dos modelos e sua discussão, por último, o sexto capítulo apresenta as conclusões gerais da dissertação, bem como, as limitações dos modelos, e sugestões para trabalho futuro.

## Capítulo 2 - Revisão de Literatura

### 2.1 Contabilidade de Gestão

#### 2.1.1 Evolução Histórica do Conceito

Devido à elevada intensidade de mudança sentida nas organizações nas últimas décadas, questões relacionadas com a importância, natureza e aplicações da contabilidade de gestão nas organizações têm sido alvo de diversos estudos por parte dos investigadores nos últimos anos (Wanderley & Cullen, 2013).

Segundo Marginson and Ogden (2005), os desenvolvimentos organizacionais invocam a reavaliação sobre a melhor forma de alinhar a contabilidade com as transformações sentida, como por exemplo, através da criação de centros responsáveis pelo controlo de custos. Estes defendem que a contabilidade passou a ser capaz de desempenhar um papel proativo nos processos de mudança, através da articulação dos objetivos e prioridades organizacionais durante este processo, promovendo a importância de determinados custos que prejudicam o lucro da empresa, e tornando-os menos importantes. Devido a estas mudanças constantes, a contabilidade de gestão passou a desempenhar um papel essencial para o processo de tomada de decisão, fornecendo aos gestores informação com maiores níveis de qualidade e rapidez, de forma a fazerem face ao meio envolvente (Horngren et al., 2000).

A *International Federation of Accountants* (IFAC) estabelece quatro etapas principais no que concerne à evolução da contabilidade de gestão (Abdel-kader & Luther, 2006). No que respeita à primeira etapa, a contabilidade de gestão antes de 1950, é descrita pelo IFAC como “*a technical activity necessary for the pursuit of organizational objectives*”, essencialmente focada para a determinação do custo do produto. No entanto, a forte posição nos mercados e a fraca concorrência, tornava o processo de venda relativamente fácil, originando processos de produção predefinidos e poucos investimentos em inovação. (Abdel-kader & Luther, 2006 p. 232). Neste período, a gestão organizacional estava mais orientada para assuntos internos, como a capacidade de produção, utilizando apenas orçamentos e dados históricos fornecidos pela contabilidade financeira no processo de tomada de decisão. Autores como, Marginson et al., (2005) defendem que o

uso de orçamentos pode influenciar negativamente o comportamento dos gestores para a realização dos objetivos da organização.

Entre 1950 e 1965, a contabilidade de gestão transformou-se numa ferramenta cuja principal utilidade passava por fornecer informação útil de forma a apoiar o planeamento e controlo de gestão. Deste modo, a segunda etapa da contabilidade de gestão, descrita como “*a management activity, but in a staff role*” passou a incluir o apoio de todos os elementos através da utilização de tecnologias “*decision analysis*” e “*responsibility accounting*” (Abdel-kader & Luther, 2006 p. 233).

O aumento da concorrência global, apoiada pelo rápido desenvolvimento tecnológico no setor industrial e o choque nos preços do petróleo devido à recessão mundial sentida entre 1970 e 1980, ameaçaram os mercados já estabelecidos dando origem à terceira etapa da evolução do conceito. Nesta fase, de forma a conseguir combater estes desafios a contabilidade de gestão introduziu novas técnicas de gestão e produção que permitissem a redução do desperdício de recursos, tornando-se fulcral o desenvolvimento de informação apropriada para apoiar a tomada de decisão de qualquer colaborador (Abdel-kader & Luther, 2006).

Por último, o IFAC apresenta, em meados de 1990, a quarta etapa como a “*creation of value through effective resources use*”. Nesta fase, a indústria mundial continuava a registar avanços tecnológicos e processamento de informações nunca registadas, exigindo deste modo, que os gestores desenvolvessem tecnologias que examinassem os “*drivers of customer value, shareholder value, and organizational innovation*” (Abdel-kader & Luther, 2006 p. 234).

### 2.1.2 Conceitos e características

Contabilidade de Gestão pode também ser *designada* por Contabilidade de Custos ou Contabilidade Analítica, no entanto, existem autores como Drury (2012) e Horngren *et al.* (2000) que defendem que estas denominações não se referem à mesma categoria de contabilidade, mas sim a diversos tipos de contabilidade com características diferentes. A Contabilidade Analítica consiste, essencialmente, na valorização dos fenómenos internos empresariais, preocupando-se com o registo de encargos e proveitos por função, por atividades e pelos vários produtos. Durante várias décadas este tipo de contabilidade era denominada por “Contabilidade de Custos” (Walther & Skousen, 2009).

A evolução da Contabilidade Analítica para a Contabilidade de Gestão aconteceu de forma a responder ao aumento da procura de informação. A Contabilidade Analítica tinha como único objetivo o controlo dos custos, enquanto que a Contabilidade de Gestão alargou o seu campo de aplicação para o planeamento e orçamento. Assim a contabilidade analítica pode ser considerada como um subconjunto da contabilidade de gestão, capaz de responder às necessidades das organizações e dos seus gestores (NAA, 1981).

As mudanças sentidas nas práticas de Contabilidade de Gestão foram essenciais para as organizações deixarem de recorrer apenas a controlos com objetivos e padrões definidos, baseados unicamente em dados financeiros, para recorrerem a Sistemas de Controlo de Gestão, que incluem outros mecanismos, como a avaliação da eficiência e eficácia dos processos organizacionais (Chenhall & Moers, 2015).

De salientar, que apesar de existirem autores que distinguem estes dois conceitos, também é possível encontrar autores que não diferenciam as duas categorias de contabilidade, visto que na grande maioria das definições destes conceitos, é possível encontrar um objetivo em comum - o fornecimento de informação aos gestores para um eficiente processo de tomada de decisão.

Segundo a *American Accounting Association* (Association, 1972), a Contabilidade de Gestão consiste na aplicação de técnicas e conceitos adequados no processamento dos dados históricos com o objetivo de auxiliar a gestão na criação de planos na tomada de decisões racionais. Inclui métodos e conceitos necessários para um planeamento eficaz, para desenvolver alternativas por meio da avaliação e interpretação do desempenho. De acordo com Drury (2012), a Contabilidade de Gestão deve ser capaz de gerar informação pertinente, não só para que os gestores tomem melhores decisões, mas também para o planeamento, controlo e melhoria contínua.

Na literatura é possível encontrar diferentes autores que identificam características que distinguem a contabilidade de gestão dos restantes tipos de contabilidade. Caiado (2011) define contabilidade de gestão como um sistema de medida de diferentes grandezas da empresa, que facilita a tomada de decisões e o controlo de gestão. O autor defende que a contabilidade de gestão assenta nas seguintes características diferenciadoras: organização, diversidade, informação, pertinência e divisão de responsabilidades.

No que concerne à organização a contabilidade de gestão pode ser organizada em função das necessidades específicas de cada organização, sobrepondo-se à rigidez e

uniformidade da Contabilidade Geral. Este tipo de contabilidade também pode ser considerado mais diversificado visto que este se destina a servir qualquer *stakeholder*, não se restringindo apenas aos responsáveis pela contabilidade. No entanto, a contabilidade de gestão utiliza a informação gerada pela contabilidade geral e respetivos documentos que servem de base para a respetiva reclassificação (Caiado, 2011).

Segundo o autor pode-se considerar a contabilidade de gestão mais informativa e pertinente, uma vez que esta permite que a informação esteja sempre atualizada de forma a fornecer informação em tempo oportuno no apoio ao planeamento operacional. Por fim, Caiado (2011) defende que a contabilidade de gestão deve estar disposta de forma clara e objetiva de modo a colocar em destaque as responsabilidades. Importa salientar que o acompanhamento regular das diversas áreas assume um papel de relevo pelo que este é essencial para determinar os desvios anormais, para posteriormente aplicar correções atempadas.

No entanto, um dos principais problemas da contabilidade de gestão consiste na distribuição dos custos indiretos pelos objetos de custo (Lukka & Granlund, 1996). Para tal existem métodos e técnicas utilizadas com o intuito de imputar ao produto ou ao serviço todos os custos a ele relacionados, *designando-se* por sistemas de custeio que se podem dividir em tradicionais ou contemporâneos.

### 2.1.3 Contabilidade Financeira vs. Contabilidade de Gestão

Segundo Horngren, Foster, & Datar (2000) a contabilidade de gestão mede, analisa e reporta as informações financeiras e não financeiras da contabilidade geral de forma a auxiliar os gestores a desenharem a estratégia da empresa, com o intuito de alcançarem as metas organizacionais. No entanto ao contrário da contabilidade financeira, os relatórios da contabilidade de gestão não são baseados em princípios ou regras pré-definidas.

Drury (2013) defende que a contabilidade de Gestão diferencia-se da contabilidade financeira nos seguintes parâmetros: (1) requisitos legais – uma vez, que existe exigência legal por parte da contabilidade financeira para que as empresas sigam normas com periodicidade definida, enquanto que a contabilidade de gestão é inteiramente opcional e a informação deve ser produzida somente quando considerada como um benefício para os gestores; (2) origem em partes individuais ou segmentos do negócio – a contabilidade

financeira centra-se em descrever todo do negócio, já a contabilidade gestão foca-se em pequenos fragmentos da organização; (3) dimensão temporal - contabilidade financeira relata os acontecimentos do passado de uma organização, enquanto que a contabilidade de gestão preocupa-se com as informações futuras, bem como com informações passadas, ou seja, as decisões encontram-se relacionadas a eventos futuros e, portanto, a administração exige detalhes dos custos e receitas futuras esperadas; e (4) assiduidade dos relatórios – existem contas financeiras que são publicadas anualmente e contas menos detalhadas são publicadas semestralmente na contabilidade financeira. No entanto, uma gestão eficaz necessita de informação atualizada permanentemente, daí surge a periodicidade dos relatórios da contabilidade de gestão, que muitas das vezes são preparados em intervalos diários, semanais ou mensais.

A tabela 1 agrupa as principais diferenças entre a Contabilidade Financeira e a Contabilidade de Gestão de acordo com a literatura.

*Tabela 1 - Principais diferenças entre a Contabilidade Financeira e a Contabilidade de Gestão.*

	<b>Contabilidade Financeira</b>	<b>Contabilidade Gestão</b>
<b>Requisitos Legais</b>	Obrigatória, Periodicidade definida;	Opcional;
<b>Foco da informação</b>	Geral;	Focada por atividades ou produtos;
<b>Dimensão Temporal</b>	Passado;	Futuro;
<b>Natureza da informação</b>	Objetiva, consistente e precisa;	Subjetiva e sujeita a diferentes interpretações;
<b>Destinatários da informação</b>	Pessoas e entidades externas;	Pessoas internas;

*Fonte: Elaboração Própria*

#### 2.1.4 Métodos e Sistemas de Custeio para apuramento de Custos

Segundo Al-Omiri & Drury (2007), o sistema de custeio tradicional é o mais fácil de compreender, construir e implementar visto que utiliza informação já disponível pela contabilidade geral.

Os sistemas tradicionais podiam ter um ou vários centros de custo. Quando estamos perante um sistema com apenas um centro de custos, são necessários poucos dados para implementar o mesmo, e apesar deste apenas diferenciar os custos do produto e os custos do período, o erro de medição nos dados introduzidos no processo de alocação de custos

é baixo. Por outro lado, um sistema de custeio com vários centros de custo agrupa os custos por departamentos. (Balakrishnan, Labro, & Sivaramakrishnan, 2012).

Horngrén et al. (2000) defendem que estes tipos de sistemas de custeio estão cada vez mais obsoletos, não fornecendo informações fiáveis devido a uma elevada mudança da estrutura de custos, ou seja, os custos de mão-de-obra são cada vez mais diminutos e, em contrapartida, são maiores os custos relacionados com a manutenção, distribuição, logística, marketing e desenho dos produtos, os quais são de difícil classificação (Cooper & Kaplan, 1988).

De forma a ultrapassar estes obstáculos surgiram os sistemas de custeio contemporâneos, como Custeio Baseado nas Atividades (ABC), e novas políticas de gestão de custos, como o Custo Ciclo de Vida do Produto (CCVP) o Custo-Alvo (CA) e o Custo Kaizen (CK) (Cooper & Kaplan, 1988; Dunk, 2004; Kaplan, 1998; Turney, 1996).

Segundo Ray (2012), o método ABC introduz um novo procedimento de cálculo dos custos em comparação com os métodos tradicionais. Este defende que as principais diferenças estão presentes na base conceitual do cálculo, em que são as diferentes atividades realizadas dentro das áreas funcionais de produção e de não-produção, e nas bases de imputação usadas para imputar os custos indiretos.

## **2.2 Activity-Based Costing**

### **2.2.1 Origens e Evolução do ABC**

Kaplan (1990), defende que as organizações devem desenvolver novos sistemas de custeio de forma a produzir informações úteis para o controlo operacional e análise de lucros. Assim, o autor desenvolveu um modelo que descreve os diferentes estados de desenvolvimento que uma empresa percorre desde o Custeio Tradicional até ao ABC. De acordo com o autor, num primeiro estado os sistemas são inadequados para elaboração de relatórios financeiros, devido à falta de registo das unidades produzidas ou pela falta de acompanhamento das transações das matérias-primas, mão-de-obra ou gastos com a produção. Estes tipos de sistema são os mais comuns em organizações de pequenas dimensões que não desenvolvem metodologias de controlo interno (Kaplan, 1990).

Num segundo estado, os sistemas passam a possuir “integridade de dados” e “controles internos adequados”, produzindo demonstrações financeiras mais confiáveis. No entanto, Kaplan (1990) argumenta que este tipo de sistema é inadequado para análise dos custos num processo de tomada de decisão, porque baseia-se em informações limitadas para atribuição dos custos indiretos, como horas de mão-de-obra, tempo de máquina e quantidades de matérias-primas. Ou seja, as empresas conseguem atribuir os custos por centros de responsabilidade, mas não conseguem atribuir por atividade, por processo ou por cliente. De forma a superar estas limitações o autor sugere que as empresas quando se encontram neste tipo de sistema mantenham o sistema de relatórios financeiros existente e desenvolvam em simultâneo, sistemas de análise de rentabilidade operacional.

Num terceiro estado, as organizações possuem um sistema de contabilidade financeira bem implementado, que lhes permite preparar relatórios para curtos períodos, especificando o custo das vendas e a valorização do stock. No entanto, estas informações não são suficientes para o eficiente controlo interno, surgindo a necessidade de as organizações desenvolverem métodos de custeio mais precisos, como o ABC, para que lhe seja possível atribuir, com maior precisão, os custos indiretos inerentes à produção de um produto.

Por fim, num último estado, verifica-se a existência de uma integração da contabilidade de gestão com a contabilidade financeira, isto porque a organização já tem o método ABC bem implementado, permitindo um eficiente cruzamento de dados com os sistemas de controlo operacional. Através do sistema de custeio a empresa consegue efetuar orçamentos e comparações com informação real do ano e, conseqüentemente, através dos sistemas de controlo operacional esta consegue comparar os gastos reais com as previsões obtidas através dos sistemas de custeio.

Johnson & Kaplan (1987) são apontados pela literatura como responsáveis pela popularidade do sistema ABC, no entanto não existe um consenso em relação aos responsáveis pela sua criação. Jones & Dugdale (2002) defendem que a construção do novo sistema de custos ABC aconteceu entre 1984 e 1992. Estes desenvolveram um estudo intensivo no que respeita ao surgimento deste sistema de custeio, defendendo que surgiu em Harvard através dos seus investigadores, sendo estes os principais responsáveis pela divulgação, indiretamente através de publicações e diretamente por meio de projetos de implementação.

Para Cokins (1999), o ABC corrige as limitações dos sistemas de custeio tradicionais, identificando todas as atividades de trabalho, e conseqüentemente, todos os seus custos. Custos estes que envolvem a fabricação de um produto, a entrega de um serviço ou a execução de um processo. Através da soma de todos os custos individuais obtém-se o custo total do processo. Assim, quando os custos individuais são somados, aparece uma imagem clara do custo total de um processo.

Cooper & Kaplan, (1988, p. 103), por sua vez, definem o ABC como um sistema *“designed to provide more accurate information about production and support activities and product costs so that management can focus its attention on the products and processes with the most leverage for increasing profits”*.

Segundo Hicks (1992), o ABC identifica as relações causais entre as diferentes atividades de custos incorridos e os produtos finais e, assim, atribui o custo das atividades indiretas a diferentes produtos. No entanto, a distribuição tradicional de custos limita-se a processos de fabricação diretos que envolvem predominantemente custos de mão-de-obra e materiais. Neste caso, os custos indiretos são distribuídos pelas fontes de custos diretos como uma percentagem de custos indiretos.

No mesmo sentido, Kaplan & Anderson (2007) defendem que o ABC surgiu com o objetivo de corrigir deficiências graves dos sistemas de custeio tradicionais, definindo-o como uma ferramenta de gestão que atribui custos aos produtos, serviços ou clientes baseando-se nos recursos consumidos pelas diversas atividades. Os autores afirmam, que esta abordagem parte do pressuposto de que os produtos ou serviços de uma empresa são resultado do desempenho das atividades e que as atividades consomem recursos que incorrem em custos. Assim, o ABC é considerado como uma nova aproximação da contabilidade de gestão para determinar corretamente o custo dos produtos e serviços (Chan, 1993).

### 2.2.2 Objetivos, importância e elementos de um sistema ABC

Namazi (2009) defende que o sistema ABC passou a ser bastante útil para funções de gestão que incluem a determinação precisa dos custos, decisões de *Mix* de produtos, cálculos de preços e análise do lucro.

De acordo com a literatura o Sistema ABC é considerado como uma abordagem composta por duas fases para a imputação dos custos indiretos com base nos indutores de custos nos vários níveis de atividade (Raz & Elnathan, 1999). Numa primeira abordagem

os custos são atribuídos a centros de custos que correspondem às atividades exercidas pela empresa. Cada atividade da mesma é considerada de forma individual com base no custo total consumido dividido pelo volume da atividade desempenhada. Na segunda fase, os custos das atividades são atribuídos aos produtos, clientes e serviços que influenciam a atividade (Raz & Elnathan, 1999).

No mesmo sentido Jurek *et al.* (2012) defende que o ABC tem como objetivo imputar os custos indiretos de um produto às atividades desenvolvidas pela organização. Este modelo exige o conhecimento profundo dos processos de forma a determinar a distribuição dos custos e assim determinar a origem dos mesmos.

O *Activity-Based Costing* reconhece o facto que nem todas as atividades são proporcionais ao número de unidades produzidas, desta forma o ABC expande o conjunto de fatores que afetam o consumo de recursos para incluir os que não são relacionados com o volume, mas que estão diretamente vinculados às atividades executadas para a criação dos produtos ou serviços (Raz & Elnathan, 1999). Quando este sistema é aplicado em organizações produtivas reconhece, essencialmente, quatro níveis de atividades: unidade, lote, manutenção de produtos e manutenção de instalações.

No nível da unidade, os recursos são utilizados em atividades cruciais para a produção e entrega de cada unidade. Quanto aos lotes, não existe um número de atividades exigidas, ou seja, lotes diferentes podem incluir diferentes unidades de forma que o custo de instalação diminua com o aumento do número de unidades do lote. A manutenção do produto inclui atividades como *design* de produto. Cada produto requer um trabalho de *design* diferente, independentemente do número de unidades que serão produzidas ou do número de lotes. Por último, o nível de manutenção da instalação abrange os muitos produtos que podem ser produzidos na mesma instalação, incluindo a manutenção geral e administração das instalações (Raz & Elnathan, 1999).

Após a identificação dos níveis de cada atividade, é importante identificar as bases de alocação, que são considerados os reais fatores de custo. O custo de um produto ou serviço é calculado como a soma dos custos de todas as atividades incluídas na sua produção ou prestação de serviços nos diferentes níveis. Assim, com o ABC, os custos são anexados aos produtos de maneira a refletir como os produtos consomem os recursos que compõem a sobrecarga da organização. Esse processo é ilustrado na **Figura 1**, que exemplifica

como os custos fluem dos recursos através dos *pools* de atividades que os consomem e, eventualmente, até os vários níveis do produto (Raz & Elnathan, 1999).

Fonte: Raz & Elnathan (1999)

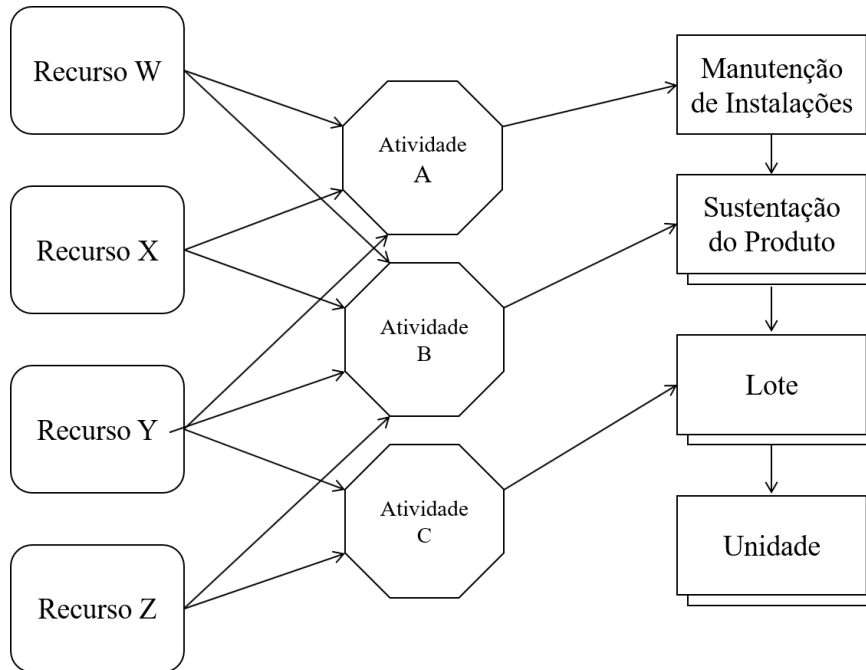


Figura 1 - Fluxo da alocação dos Custos.

O ABC reconhece que os consumos de algumas atividades estão relacionados com o número de unidades, enquanto outras podem estar relacionadas com os números de lotes. No entanto existem outras atividades que podem estar relacionadas com o número de cliente com que a organização trabalha. Assim sendo os custos que suportam essas atividades, têm de ser modelados em separado. Alguns autores definem este processo como reconhecimento da hierarquia de custos. Desta forma é possível utilizar as informações dos sistemas ABC para avaliar as decisões de *trade-off* (Balakrishnan *et al.*, 2012).

### 2.2.3 Vantagens e limitações do ABC

Na economia atual, ser competitivo na dimensão dos preços é fundamental para a sobrevivência a longo prazo da organização, e isso exige uma determinação mais precisa dos custos de seus produtos e serviços. De acordo com Raz & Elnathan (1999); Gríful-Miquela (2001); e Baykasoğlu & Kaplanoğlu (2008) os sistemas ABC apresentam diversas vantagens quando comparado com os sistemas de custos tradicionais.

Raz & Elnathan (1999) defendem que este é mais útil para as decisões relacionadas com estabelecimento do preço e *design* dos produtos e no que respeita à terceirização da

organização. Este método é também considerado com útil para a análise da rentabilidade do produto ou serviços, para as melhorias operacionais e para a realização de orçamentos, planeamento e avaliação de desempenho.

Tendo em consideração o aumento na proporção de custos indiretos em relação aos custos totais e o aumento da variedade e complexidade dos produtos que os mercados exigem, é essencial desenvolver soluções que os sistemas tradicionais não conseguem fornecer, uma vez, que os sistemas de custeio tradicional consideram que os custos indiretos são iguais para todas as atividades. Assim, os sistemas de custeio tradicionais que alocam custos indiretos usando bases de alocação relacionadas ao volume, são mais adequados para ambientes de produção em massa, onde existe pouca variedade e complexidade nos produtos (Raz & Elnathan, 1999).

Segundo Baykasoğlu & Kaplanoğlu (2008), o ABC ajudou empresas de todo o mundo a tornarem-se mais eficientes e eficazes; a fornecer uma imagem mais clara de onde os recursos estão a ser consumidos; e ajuda a eliminar ou reduzir as atividades sem valor agregado.

Para Gríful-Miquela (2001) existem vantagens na utilização do ABC pois permite: obter os custos de produtos ou serviços mais precisos, principalmente quando as despesas indiretas, não relacionadas ao volume, são significativas; permite analisar custos por áreas de responsabilidade administrativa e clientes, uma vez que ajuda a reconhecer a maneira como os clientes afetam diretamente a estrutura de custos dos negócios; permite uma melhor compreensão do comportamento dos custos, ao identificar os custos de complexidade, variedade e mudança inerentes ao tipo de serviço oferecido e aos requisitos específicos do cliente; permite focar nas atividades que agregam valor, ou seja, nas atividades que criam valor do ponto de vista do cliente; permite a realização da análise de capacidade, medindo os custos dos recursos utilizados e não os custos dos recursos fornecidos, sendo a diferença o excesso de capacidade; e permite ainda, a redução da incerteza fornecendo uma base mais sólida para decisões estratégicas.

No mesmo sentido, Abdul Majid & Sulaiman (2008) afirmam que os gestores que implementam o ABC são capazes de desenvolver melhorias nos processos organizacionais, uma vez que conseguem descontinuar produtos ou clientes não lucrativos. Estas medidas resultam na diminuição de custos e por sua vez numa melhoria dos resultados operacionais. Os autores defendem ainda que o uso intensivo do ABC está positivamente associado a produtos com maior qualidade e redução no tempo do ciclo de

produção. Além disso, ao fornecer informações detalhadas sobre as atividades de valor agregado ou sem valor agregado, permite aos gestores aumentar a eficiência das atividades existentes e eliminar atividades sem valor agregado.

Embora o uso do ABC traga muitas vantagens do ponto de vista da gestão, a implementação do mesmo nas organizações dedicadas à prestação de serviços levanta diversos desafios, que geralmente não existem nas empresas que se destinam à fabricação de produtos. Estes desafios sentem-se na determinação das atividades, na determinação dos fatores de custo, na recolha e medição de dados e na previsão dos custos (Baykasoglu & Kaplanoğlu, 2008).

Gríful-Miquela (2001) defende que a implementação do sistema consome muito tempo, exigindo não apenas a coleta e o processamento de dados, mas também a interpretação dos resultados. Na mesma linha de pensamento, Kaplan & Anderson (2007) consideram que o custo de implementar o ABC é muito elevado e salientam que o custo ocorrido durante esta fase pode levar a que o custo de operacionalizar e manter o ABC exceda os benefícios do mesmo. Estes defendem ainda que o ABC não cumpriu o sucesso esperado devido à dificuldade em trabalhar a partir de estimativas de tempo dos funcionários e a dificuldade de as manter atualizadas.

Segundo Chea (2011), o ABC não tem o foco no cliente, não é orientado para o processo, não aperfeiçoa a aprendizagem organizacional e consiste numa abordagem descendente, ou seja, trata-se de uma abordagem de cima para baixo que não envolve a totalidade dos funcionários. Por seu lado, Somapa, Cools, & Dullaert (2012) referem que a funcionalidade do ABC torna-se mais difícil aquando de uma implementação em grande escala.

#### 2.2.4 Metodologia e Fases de Implementação do ABC

Cooper & Kaplan (1988) defendem que o sistema ABC só deve ser implementado quando os benefícios esperados da sua adoção sejam superiores a todos os custos de conceção e implementação. Se verificar que a adoção do ABC é vantajosa para a organização, avança-se para implementação do mesmo.

Os três maiores objetivos para o sucesso deste projeto de implementação de um novo método ABC, segundo Cooper (1987) consistem em garantir que a equipa do projeto conhece a teoria e a prática subjacente à implementação deste método, esse conhecimento

permitirá aos gestores desenhar de forma apropriada o plano para a implementação, garantir que os gestores conheçam teoricamente o novo método ABC, de forma que estes aceitem a mudança e aproveitem a informação que o modelo fornece, permitindo a utilização dessa mesma informação para a tomada de decisão; e por último ter a certeza que a fase de *design* e a recolha de dados do projeto de implementação seja desempenhada de forma eficiente.

Roztocki *et al.* (2004) desenvolveram uma metodologia que permite às empresas alterarem facilmente de um sistema de custeio tradicional para um sistema de custeio baseado nas atividades. O modelo consiste em oito etapas de fácil implementação, tendo por base as duas fases identificadas por Cooper (1987).

Os autores numa primeira fase do modelo ABC defendem que os custos são atribuídos por grupos de custos dentro de um centro de atividade, com base num *driver* de custos. Na segunda fase, os custos são alocados dos grupos de custos para um produto com base no consumo das atividades do produto. Assim o procedimento proposto por Roztocki *et al.* (2004) consiste em investigar os custos indiretos para objetos de custos. As primeiras cinco etapas do modelo proposto, apoiam o processo de pesquisa dos dados necessários para a primeira fase identificada por Cooper (1987), já as etapas 6, 7 e 8 correspondem à segunda fase.

A primeira e segunda etapa consistem em examinar as principais categorias de custo e identificar as principais atividades da empresa. Numa terceira fase, relaciona-se as atividades que contribuem para cada despesa e desenvolve-se a matriz *expense-activity-dependence* (EAD), em que as categorias de custo representam as colunas da matriz, enquanto que as atividades representam as linhas.

De acordo com o modelo, se a atividade *i* contribuir para a categoria de custo *j*, é colocada uma marca de seleção na célula (*i*, *j*). A quarta fase consiste em “substituir as marcas de seleção por proporções na matriz EAD” (Roztocki *et al.*, 2004, p. 21), ou seja, as células selecionadas anteriormente são substituídas por uma proporção.

Segundo Roztocki *et al.* (2004), é possível utilizar três níveis de precisão de dados: (1) *Educated Guess* - criação de uma equipa composta por administradores, gestores e funcionários operacionais associados aos centros de custos Esta irá fornecer uma estimativa das proporções de custos alocados em ambas as etapas da metodologia ABC,

assim o nível de precisão baseia-se na combinação e diversidade da equipa e seu conhecimento do centro de custo; (2) *Systematic Appraisal* - consiste na utilização de um “*analytic hierarchical process*” (AHP), “uma ferramenta de modelação estrutural que, além da estruturação qualitativa, incorpora números na estrutura na forma de pesos” (Saaty, 1982, p. 451); ou (3) *Collection of real data* – consiste na recolha dos dados reais, esta deve ser feita de forma pontual e qualificada, e os resultados terão que ser analisados utilizando métodos estatísticos.

Na etapa seguinte será usada a equação (1), que permite obter o valor em euros de cada atividade  $i$ , através do somatório do produto do valor em euros da categoria de custos  $j$  e a proporção da matriz EAD:

$$TCA(i) = \sum_{j=1}^M Expense(j) \times EAD(i, j) \quad (1)$$

onde,  $TCA(i)$  é o custo total da atividade  $i$ ,  $M$  representa o número de categorias de custo,  $Expense(j)$  é o valor em euros da categoria  $j$ , e  $EAD(i, j)$  é a entrada  $i, j$  na matriz EAD.

De seguida, é necessário criar uma matriz *activity-product-dependence* (APD), que consiste em relacionar as atividades consumidas por cada produto, em que as atividades representam as colunas e os produtos representam as linhas. Ou seja, se o produto  $i$  consumir a atividade  $j$ , é colocada uma marca de seleção na célula  $(i, j)$ . Na etapa sete é aplicado o mesmo procedimento da etapa quatro, mas neste caso será na matriz APD. Por fim, na última etapa é usada a equação (2), fase onde se pretende obter o valor em euros de cada produto, através do somatório da multiplicação do valor em euros da atividade  $j$  e a proporção da matriz APD:

$$OCP(i) = \sum_{j=1}^N TCA(j) \times APD(i, j) \quad (2)$$

onde,  $OCP(i)$  é o custo de produção do produto  $i$ ,  $N$  representa o número de atividades,  $TCA(j)$  é o valor em euros da atividade  $j$ , e  $APD(i, j)$  é a entrada  $i, j$  na matriz APD.

### 2.2.5 Fatores que Condicionam a Implementação do ABC

Ao decidir pela implementação do ABC as organizações deverão ter em consideração diversos fatores que poderão influenciar esse processo. Na literatura é possível encontrar diversos estudos sobre os fatores que justificam e condicionam a implementação do ABC.

Shields (1995) defende que o apoio da gestão de topo é um fator crucial no sucesso da implementação do ABC. Este defende ainda que a formação da mão-de-obra, recursos técnicos suficientes e recursos humanos qualificados beneficiam o nível de satisfação da implementação do ABC entre os utilizadores, na medida em que estes últimos se sentem mais bem preparados e mais confiantes para desenvolverem essa tarefa.

Shields (1995), Innes, Mitchell, & Sinclair (2000) e Horngren *et al.* (2000) apresentam como variáveis independentes no processo de implementação: os fatores organizacionais como a qualidade, avaliação, os pagamentos, a adequação dos recursos, o lucro, a melhoria contínua, a clareza dos objetivos e a qualidade da informação do ABC. Os autores enunciam como variáveis dependentes a evolução da gestão, as ações de decisão e a satisfação dos funcionários.

Wnuk-pel (2010) afirma que no futuro o desenvolvimento e a manutenção dos sistemas ABC podem ser comprometidos devidos a problemas como: a saída do responsável pela atualização do sistema; a implementação do ABC num *software* que nem todos os funcionários tenham conhecimento e que possam facilmente alterar a informação e distorcer os dados do modelo, e por fim a perda de interesse pelo sistema de custeio pela administração. De forma, a ultrapassar estes problemas o autor defende a transferência de conhecimento e suscetibilidade a modas e tendências, como relevantes no momento de implementar o ABC.

Por fim, Moisello (2012) considera o espírito de inovação um fator muito importante no momento da decisão de implementar o ABC, ou seja, uma empresa com espírito de inovação tem uma cultura aberta à mudança e uma estrutura organizacional flexível, sendo capaz de aceitar ou apoiar a introdução de novas metodologias, estando, assim, favorecida na implementação do sistema ABC.

## 2.3 Time Driven Activity Based Costing

### 2.3.1 Origens do TDABC

A implementação do ABC apesar de originar melhores resultados para a empresa, em contrapartida este processo pode implicar diversos problemas para a mesma. Com o intuito de resolver esses problemas, surgiu o TDABC, *Time Driven Activity Based Costing*. Este vincula os custos totais diretamente aos departamentos, em contrapartida das atividades, alocando custos indiretos aos produtos ou serviços, de acordo com o trabalho real exigido de acordo com os departamentos (Öker & Adıgüzel, 2016). O conceito foi originalmente desenvolvido por Steven Anderson em 1997 e praticado através de sua empresa, Acorn Systems, Inc. Em 2001, Anderson trabalhou com Robert Kaplan, professor da Harvard Business School, de forma a melhorar a abordagem.

Segundo Zawawi & Hoque (2010) o TDABC consiste na inovação do ABC, uma vez que este novo conceito é orientado pelo tempo de forma a superar a subjetividade e a complexidade do ABC. Conceitualmente, o TDABC é uma aplicação lógica da noção de que o fornecimento e o consumo de recursos são distintos. O conceito resultante de equações de tempo representa um afastamento fundamental dos sistemas de alocação de dois estágios.

A nova abordagem, o TDABC oferece às empresas uma opção prática e elegante para determinar o custo e a capacidade de utilização dos seus processos e a lucratividade de pedidos, produtos e clientes. Este permite melhorar os sistemas de gestão de custos, sem ter de os abandonar. Os gestores obtêm informações precisas de custo e rentabilidade para definir prioridades de processos, racionalizar a sua variedade de produtos e uma melhor gestão dos relacionamentos com clientes, de forma a beneficiarem ambas as partes (Kaplan & Anderson, 2007).

### 2.3.2 Objetivos, Importância e Elementos de um Sistema TDABC

O TDABC simplifica o processo de cálculo de custos, ao eliminar a necessidade de entrevistar os funcionários de forma a alocar os custos de recursos a atividades antes de reduzi-los a objetos de custo. Este novo modelo atribui custos de recursos diretamente aos objetos de custo usando uma estrutura que requer apenas dois conjuntos de

estimativas: o cálculo do custo do fornecimento de capacidade de recursos e a taxa de custo de capacidade. Na primeira etapa, o modelo calcula o custo dos recursos humanos por departamento, e de seguida divide esse custo total pela capacidade, ou seja, o tempo disponível dos funcionários que realmente executam o trabalho do departamento para obter a taxa de custo da capacidade (Kaplan & Anderson, 2007).

Numa segunda etapa, o TDABC usa a taxa de custo de capacidade para direcionar os custos de recursos dos departamentos para objetos de custo, calculando uma estimativa da procura da capacidade de recursos que cada objeto de custo exige. De acordo como o exemplo dos autores, Kaplan & Anderson (2007), no departamento de “pedidos de cliente”, o modelo requer apenas uma estimativa do tempo necessário para processar um pedido específico do cliente. No entanto, o TDABC não exige que todos os pedidos dos clientes sejam os mesmos, assim este permite que a estimativa de tempo varie com base nas procuras específicas dos pedidos. O modelo TDABC simula os processos reais usados para executar o trabalho em toda a empresa.

Segundo Mortaji, Bagherpour, & Mazdeh (2013) o TDABC é caracterizado por dois elementos importantes: a capacidade prática e o tempo necessário para realizar cada atividade. De acordo com os autores, a capacidade prática é o nível máximo em que a organização pode operar eficientemente. Importante realçar que no dia-a-dia das empresas existem interrupções operacionais inevitáveis, como o tempo de reparação de possíveis avarias ou até mesmo o tempo de espera.

Nesse sentido, o TDABC consegue sobressair-se em relação ao ABC, já que o TDABC permite que os gestores consigam estimar a capacidade prática de cada recurso fornecido pelo departamento e o tempo necessário para executar cada atividade, enquanto que o ABC exige um processo demorado de pesquisa. No entanto os autores realçam o facto de poder existir estimativas incorretas, dos dois parâmetros do TDABC. Em situações em que existam estimativas incorretas, podem ocorrer desvios significativos no cálculo de custos atribuídos a produtos ou serviços em comparação com os valores reais (Mortaji, Bagherpour, & Mazdeh, 2013).

Namazi (2009) defende que o TDABC surgiu com o intuito de resolver alguns dos problemas que ABC não consegue resolver. O autor descreve cinco diferenças significativas entre os dois modelos: o tempo passa a ser o principal orientador dos custos para os objetos de custo; não necessita da determinação das diferentes atividades, uma vez, que não atribui os custos totais do departamento a atividades diferentes; simplifica o

processo de custeio, ao eliminar a necessidade de entrevistar os funcionários; determina a capacidade não utilizada baseando a taxa de custos indiretos predeterminados na capacidade prática e na seleção dos custos aplicados com base nessa taxa e nas atividades utilizadas; e incorpora variações na utilização de recursos por diferentes transações.

Mortaji, Bagherpour, & Mazdeh (2013a) definiram seis etapas simples para a implementação do TDABC:

1. identificação dos grupos de recursos, ou seja, departamento;
2. estimativa do custo total de cada grupo;
3. estimativa da capacidade prática de cada departamento;
4. cálculo do custo unitário de cada grupo de recurso, através da divisão do custo total pela sua capacidade;
5. estimativa do tempo de cada processo; e
6. multiplicação do custo unitário pelo tempo estimado de cada processo.

### 2.3.3 Vantagens e Limitações do TDABC

Ayvaz & Pehlivanli (2011) afirmam que todos os serviços de informação dentro da empresa podem beneficiar com o TDABC em componentes específicos como, a encomenda, o processo, o fornecedor, o produto e o cliente, já que o modelo apresenta informações de custo e rentabilidade mais significativas para os gestores e de uma forma mais barata e rápida.

Namazi (2009) enumera algumas vantagens do TDABC no seu estudo, tais como: construção mais simples e rápida; fácil integração dos dados disponíveis nos *softwares* de gestão e nos sistemas de gestão de relacionamento com o cliente; direciona os custos para as transações e pedidos através de características específicas dos pedidos, processos, fornecedores e clientes; permite a sua execução mensalmente de forma a capturar a economias das operações mais recentes; fornece visibilidade para processar eficiências e utilização de capacidade; prevê a procura dos recursos, permitindo que as empresas façam o orçamento para a capacidade de recursos com base nas quantidades de pedidos previstos e na complexidade; facilidade em programar de forma a incorporar nas bases de dados; permite manutenção rápida e barata; fornece informações pertinente de forma a ajudar os

gestores a identificar a causa raiz dos problemas; e pode ser usado em qualquer indústria ou empresa com complexidade em clientes, produtos, segmentos e processos e com elevado número de recursos humanos.

O modelo TDABC permite desenvolver relatórios detalhados e de confiança sobre os custos e a rentabilidade por cliente, por produto e por fornecedor, permitindo aos gestores avaliar o desempenho do negócio, bem como, melhorar o planejamento dos recursos fornecidos e recursos exigidos (Everaert & Bruggeman, 2008).

Kaplan & Anderson (2007) afirmam que o TDABC, de forma a evitar os problemas do ABC, ignora os serviços definitivos no primeiro processo de implementação, concentrando-se nas entradas dos departamentos na atividade de recursos, o tempo que é adquirido. No entanto, essa definição de falta de atividade desvia-se significativamente dos princípios fundamentais do ABC, uma vez, que não determina as atividades envolvidas.

Tendo em consideração que o modelo TDABC não identifica as atividades e os recursos consumidos por essas atividades, a taxa de custo é calculada apenas com dados do modelo o que faz com que as práticas do mesmo evoluem para as dos sistemas tradicionais de contabilidade de custos (Namazi, 2009).

## **2.4 Modelos Quantitativos**

### **2.4.1 Origens e Importância dos Modelos Quantitativos**

A Revolução Industrial provocou um aumento da dimensão e complexidade das organizações, transformando as pequenas oficinas em empresas multinacionais dos dias de hoje. As principais causas para estas mudanças consistem no aumento da divisão do trabalho e a segmentação das responsabilidades dos gestores. No entanto, junto com os aspetos positivos, estas alterações criaram sérios problemas, que ainda ocorrem nos dias de hoje. Segundo Hillier & Lieberman (2010), um dos problemas é que, à medida que aumenta a complexidade e especialização, torna-se cada vez mais difícil alocar os recursos disponíveis para as diversas atividades de uma forma mais eficiente para toda a organização. Este tipo de problemas aliado à necessidade de encontrar o melhor caminho para o solucioná-lo criaram as condições necessárias para o aparecimento de modelos quantitativos de suporte à tomada de decisão, nomeadamente, recorrendo otimização de processos.

Sarker & Newton (2007) afirmam que as técnicas de otimização estão disponíveis há mais de um século. Nos primórdios, o cálculo diferencial era utilizado como ferramenta básica aplicada com o intuito de encontrar máximos ou mínimos de funções, surgidos em muitas situações práticas, mas também de problemas teóricos. Os autores defendem que existem evidências claras do uso de modelos matemáticos na passagem do século **XX** para o século **XXI**, tendo identificado três acontecimentos marcantes: **(i)** em 1917 H.L. Gantt usou representações gráficas, hoje conhecidos por gráficos de Gantt, para agendar com eficiência trabalhos em máquinas; **(ii)** em 1915 F.W. Harris derivou uma formulação matemática para a quantidade mais econômica/rentável de encomendar de um fornecedor, sendo hoje esta formulação muito bem conhecida na área de gestão de inventários; e **(iii)** em 1917 A.K. Erlang desenvolveu uma formulação matemática que permitia analisar os problemas encontrados pelos operadores em redes telefônicas, que conduziu ao que presentemente conhecemos com *queuing line analysis*.

Durante a Segunda Guerra Mundial, o governo britânico organizou grupos de cientistas para auxiliar os militares na resolução de problemas complexos, estratégicos e táticos. A comunidade científica britânica descreveu as atividades realizadas pelos grupos como "pesquisa operacional". Após a Segunda Guerra Mundial, ocorreu um dramático desenvolvimento e aperfeiçoamento destas técnicas, evoluindo de problemas militares de maneira singular a problemas encontrados em quase todas as áreas da indústria pública e privada, bem como em serviços do governo, desta forma os gestores constataram que a economia decorrente da aplicação da otimização, com o intuito resolver problemas, eram significativas.

Em 1947, George B. Dantzig desenvolveu o algoritmo *simplex* para resolver problemas de programação linear, sendo esta uma das técnicas mais usadas na resolução de problemas de otimização linear. O desenvolvimento sistemático de algoritmos de computação práticos para resolver problemas de programação linear começou em 1952 na Rand Corporation, nos Estados Unidos, sob a direção de Dantzig, que desenvolveu o seu projeto até ao final de 1956. No entanto, a importância dos métodos de programação linear foi descrita, em 1980, pelo cientista da computação Laszlo Lovasz, que afirma que se houvesse um estudo sobre qual o problema matemático que mais tempo computacional consome no mundo, a resposta seria a programação linear. (Sarker & Newton, 2007).

Segundo Hillier & Lieberman (2010), os modelos de otimização envolvem uma pesquisa científica das propriedades fundamentais das operações e trabalha a gestão

prática das organizações, permitindo fornecer conclusões inteligentes e positivas para os responsáveis pela tomada de decisão. Os autores defendem que estes modelos fornecem um ponto de vista abrangente sobre a organização, ao tentar solucionar problemas de interesse entre as diferentes unidades, de modo que seja a melhor solução para a organização como um todo. No entanto, tal não implica que o estudo de cada problema deva considerar explicitamente os aspetos da organização, pelo contrário, esses objetivos devem ser consistentes com os de toda a organização. Estes autores defendem ainda que os modelos contribuiriam significativamente para o aumento da produtividade da economia global.

#### 2.4.2 Definição e Formulação de um Modelo Matemático

Talbi (2009) defende que à medida que o mundo se torna cada vez mais complexo e competitivo, a tomada de decisões deve ser tratada de maneira racional e ideal. Assim o autor defende que a tomada de decisão consiste em quatro etapas: formulação, modelação e otimização do problema, e por fim, a implementação de uma solução.

A formulação consiste na identificação do problema de decisão, em que os fatores internos e externos e os objetivos do problema são traçados. Nesta fase podem ser incluídos diferentes tomadores de decisão. Na etapa seguinte, a modelação do problema consiste em construir um modelo matemático abstrato que descreva o problema. Tipicamente, os modelos são simplificações da realidade, envolvendo aproximações e ignorando por vezes alguns processos complexos. Após a modelação do problema é gerada uma solução para o mesmo que poderá ser ou não a solução ótima. É importante salientar, que nesta fase a solução encontrada é solução do modelo abstrato do problema e não para o problema real inicialmente formulado. Por fim, a última etapa consiste em testar a solução, caso seja aceitável, a mesma é implementada pelos gestores. No caso, de a solução não ser aceitável, será necessário reformular o modelo, com o intuito de aperfeiçoando-o (Talbi, 2009).

No mesmo sentido, Hillier & Lieberman (2010) afirmam que após definir o problema da tomada de decisão é importante reformular esse problema de forma a ser conveniente para análise. Os autores defendem que antes de formular um modelo é essencial estudar a natureza dos modelos em geral. Os modelos matemáticos de um problema de negócios incluem sistemas de equações e outras expressões matemáticas que descrevem a sua essência. Ao existir  $n$  decisões quantificáveis relacionadas a serem realizadas, estas são

representadas através de variáveis de decisão  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . As determinações dos valores das variáveis de decisão conduzem a uma tomada de decisão. A medida de desempenho é também expressa na forma de função matemática dessas variáveis, sendo denominada de função objetivo.

Os problemas de otimização podem envolver mais de uma função objetivo sendo neste caso conhecidos como problemas de otimização multiobjectivo (Sarker & Newton, 2007).

Quaisquer restrições ou condicionantes nos valores podem ser atribuídas a essas variáveis de decisão, são expressas de forma matemática, tipicamente por meio de desigualdades ( $\leq$  ou  $\geq$ ) ou equações ( $=$ ) (Hillier & Lieberman, 2010). O problema de otimização pode ou não contemplar as restrições. (Sarker & Newton, 2007). Para além disso, as constantes nas restrições e na função objetivo, relativas a custos unitários ou a recursos disponíveis são denominadas de parâmetros do modelo. A determinação dos valores a serem atribuídos aos parâmetros do modelo e o elemento crítico da construção do modelo e carecem de um conhecimento avançado da estrutura e funcionamento da organização em questão. (Hillier & Lieberman, 2010).

Segundo Sarker & Newton (2007) a estrutura geral de um modelo de programação matemática pode ser representada na seguinte forma:

*Maximize*  $f(x)$

*Subject to*  $g_i(x) \leq gb_i, i = 1, \dots, m$

$h_j(x) = hb_j, j = 1, \dots, p$

$x \geq 0$

onde a função objetivo  $f$  é uma função de uma única variável  $x$ , e as funções de restrição  $g_i$  e  $h_j$  são as funções de restrições do modelo, enquanto que o lado direito contem constantes conhecidas para problemas determinísticos. Por último apresenta-se a restrição de não negatividade. Estas últimas restrições são necessárias em problemas práticos.

De acordo com Sarker & Newton (2007), as características gerais de um modelo matemático podem ser descritas da seguinte maneira: uma quantidade limitada de recursos (geralmente representada pelo lado direito de uma equação de restrição) é descrita por um parâmetro; os recursos são usados para alguma atividade, como para produzir algo ou fornecer algum serviço; existem várias maneiras alternativas pelas quais

os recursos podem ser usados; cada atividade em que os recursos são utilizados gera um retorno em termos do objetivo declarado (contribuição para a função objetivo); e a alocação de recursos geralmente é restrita por várias limitações (conhecidas como restrições) (Sarker & Newton, 2007).

Talbi (2009) defende que diferentes modelos de otimização são usados na prática para formular e resolver problemas de tomada de decisão (Figura 2). No entanto o autor afirma que o modelo mais utilizado é modelo de programação linear. Um modelo de programação linear apresenta funções lineares quer na função objetivo quer nas restrições (Hillier & Lieberman, 2010).

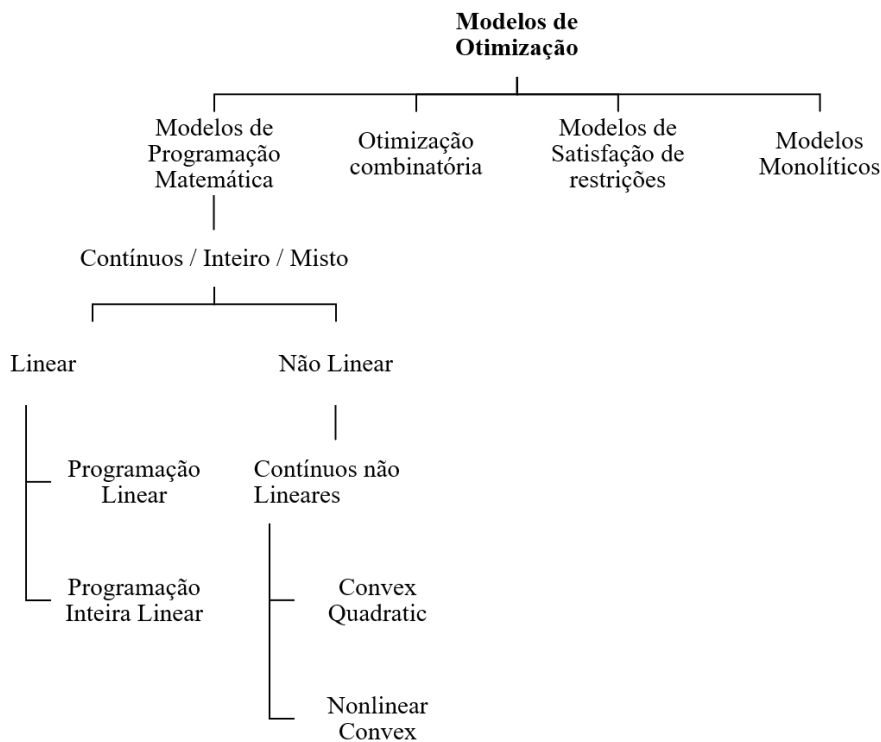


Figura 2 - Diferentes modelos de otimização.  
Fonte: Talbi (2009)

Os modelos de otimização não lineares são problemas em que as funções objetivo e/ou as restrições não são lineares. Os modelos não lineares, em geral têm uma mais elevada dificuldade de resolução, quando comparados com os problemas lineares (Hillier & Lieberman, 2010).

Através da Figura 2, é possível verificar que existem diferentes modelos de otimização, que são usados na prática para formular e resolver problemas de tomada de decisão.

Na grande parte dos problemas, as variáveis de decisão só fazem sentido se tiverem valores inteiros, como por exemplo, atribuir pessoas, máquinas e veículos a atividade em quantidade inteiras. Hillier & Lieberman (2010) defendem que se a exigência de valores inteiros é a única maneira pela qual um problema se desvia de uma fórmula de programação linear, é um problema de programação inteira (IP). De acordo com Talbi (2009) as variáveis deste tipo de modelo são discretas. Existem ainda problemas que envolvem “decisões de sim ou não” inter-relacionadas. Com apenas duas opções, as variáveis de decisão apenas podem tomar dois valores, 0 e 1. Estas variáveis de decisão podem ser representadas na seguinte forma:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{a decisão de } j \text{ é sim} \\ 0, & \text{a decisão de } j \text{ é não} \end{cases}$$

Consequentemente, os problemas de IP que contêm apenas variáveis binárias são chamados de problemas de programação inteira binária (BIP) (ou problemas de programação inteira de 0 a 1) (Hillier & Lieberman, 2010). A introdução deste tipo de variáveis reduz o problema a um problema programação inteira mista (MIP), nestes problemas as variáveis de decisão são discretas e contínuas. Os modelos de programação linear inteira mista (MILP) generalizam os modelos LP e IP. A resolução de problemas de (MILP) têm melhorado nos últimos tempos através do uso de técnicas avançadas de otimização, como abordagens de relaxamento e decomposição, e algoritmos de plano de corte (Talbi, 2009).

#### 2.4.3 Modelos de Otimização em Contabilidade de Gestão

Grondskis & Sapkauskiene (2011) consideram que uma das tarefas mais importantes numa organização consiste em criar um plano de produção ótimo. Apesar de os autores identificarem a criação de plano de produção ideal como sendo a tarefa mais conhecida na programação matemática, uma vez que esta identifica o nível de produção e o volume com o intuito de maximizar o lucro, é importante a adoção de um sistema de contabilidade de custos que garanta a confiabilidade da informação para um eficaz processo de tomada de decisão. Ao estudar a literatura constata-se que não existe um consenso quanto à metodologia de otimização mais adequada à informação gerada pela contabilidade de gestão, tendo-se contudo verificado a preferência por parte dos autores pela metodologia do *Product Mix Problem*, *Scheduling* e a relação entre o ABC e a *Theory of Constraints*

(TOC) (Chang, 2017; Grondskis & Sapkauskiene, 2015; Jafarnejad, 2016; Malik & Sullivan, 1995; Pinedo, 2007).

No que respeita ao *Product Mix Problem*, são vários os autores que a identificam como a metodologia mais relacionada com a contabilidade de gestão, mais precisamente o custeio baseado nas atividades. Zhuang & Chang (2017) afirmam que o *mix* de produtos é essencial para os gestores que estão sujeitos a elevadas alterações de mercado e possuem falta de capacidade de produção. Esta falta de capacidade significa que a empresa deve ser capaz de “*allocate the resources used to produce the different products to maximize the expected profit*” (Zhuang & Chang, 2017, p. 959). No seu estudo o autor tem como objetivo determinar um *mix* de produtos para um processo de produção, propondo um modelo de programação inteira mista, com base na informação do sistema de custeio baseado nas atividades, introduzindo um novo conceito o *Time Driven Activity Based Costing* (TDABC). Segundo o autor, o custeio baseado no tempo das atividades distribui os custos de acordo com o tempo total das atividades, baseando-se em dois parâmetros: o custo por unidade de tempo (despesa total de um departamento dividida pelo total de horas de trabalho) e a utilização de tempo para cada atividade (unidade de tempo da atividade multiplicada pelas unidades produzidas nessa atividade).

Malik & Sullivan (1995) também apresentam o *Product Mix Problem* como uma das aplicações clássicas da programação linear. Com o intuito de determinar quais os produtos a fabricar, o problema é formulado com o objetivo de determinar o lucro máximo do *mix* de produtos a produzir, sujeito a restrições nos diferentes recursos. Os coeficientes da função objetivo para este problema podem ser obtidos estimando a margem de contribuição para cada produto e através da estimativa do lucro absoluto por cada unidade de produto. Os autores defendem que a estimativa da margem de contribuição pode ser aplicada em duas situações: no sistema de custos diretos, em que os custos fixos não são considerados no custo de cada unidade do produto, ou no planeamento de curto prazo, onde os custos fixos não são relevantes para a decisão. Enquanto que a estimativa do lucro absoluto de cada unidade é usado para planeamento de longo prazo, com o cálculo dos custos totais do produto (Malik & Sullivan, 1995).

Pinedo (2007) define na sua obra o *scheduling* como o processo de tomada de decisão que consiste na alocação de recursos para tarefas em determinados períodos, onde se pretende otimizar um ou mais objetivos. Ou seja, o *scheduling* consiste na atribuição dos recursos disponíveis, ao longo do tempo, às respetivas tarefas de forma a satisfazer um

conjunto de critérios. Este visa alcançar a otimização de uma função objetivo que pode variar de acordo com as necessidades do sistema de produção. Cao, Wei, & Gong (2009) relacionaram o algoritmo otimizado para o *scheduling* com o custeio baseado nas atividades, com o objetivo de comparar a informação do custeio tradicional com as informações do ABC quando aplicado o algoritmo otimizado. Este estudo permitiu concluir que o custeio tradicional em conjunto com o *scheduling* incorria em elevados custos em tarefas simples, enquanto que ao utilizar o ABC era possível medir todos os custos, bem como o desempenho das atividades da empresa.

Por fim, no que respeita ao estudo da relação do ABC com as TOC também é possível encontrar diversos exemplos na literatura. Jafarnejad (2016) analisou a relação entre estas duas metodologias, com o intuito de maximizar o lucro. O autor desenvolveu um modelo de MPI que tem por base a informação fornecida pelo sistema de custeio baseado nas atividades. De forma a avaliar o modelo proposto, comparou o mesmo com o modelo TOC baseado nos custos operacionais para diferentes datas de entrega. (Zhuang & Chang, 2017) defende que as TOC identificam as limitações existentes numa empresa, resolvem os “gargalos de produção” e obtêm um *mix* de produtos de curto prazo. No entanto, esta abordagem pressupõe que apenas a matéria-prima e o custo da mão de obra direta são custos variáveis, enquanto que a sobrecarga de fabricação e os custos administrativos/marketing são fixos. Com o objetivo final de maximizar o resultado efetivo, as TOC determinam a ordem de produção de distintos produtos, delimitando a produção por unidade dos recursos e colocam as principais ênfases nos recursos limitados de produção.

No mesmo sentido, Grondskis & Sapkauskiene (2011) estudaram o contributo da junção do ABC e as TOC num processo de otimização. Estes defendem que o custeio baseado na atividade resolve parcialmente as questões dos sistemas tradicionais de contabilidade de custos, visualizando o sistema de produção como um sistema de várias atividades correlacionadas e usando várias bases de alocação de custos, aumentando a confiabilidade da distribuição dos custos. No sentido contrário encontra-se as TOC que segundo os autores são mais orientadas para a obtenção de lucro através “*eliminating bottlenecks, does not ensure reliability of provided information for companies with a vast range and high factory burden*” (Grondskis & Sapkauskiene, 2011 p. 48). No entanto, os autores reconhecem que ao criar um programa de produção, as TOC e a programação

linear podem ser usadas em conjunto e forma a melhorar as soluções do programa de produção.

#### 2.4.4 *Product Mix*

Quando uma empresa tem maior procura do que capacidade, os gestores devem determinar qual produto a produzir em um determinado período. A decisão do *mix* de produtos a produzir geralmente tenta maximizar o lucro, tendo também impacto nas medidas não financeiras, como gestão de stocks e satisfação do cliente. Lea & Fredendall (2002), afirmam que os fatores que influenciam a decisão do *mix* de produtos incluem sistemas de contabilidade gestão, estruturas de produtos e horizonte de planeamento.

Os algoritmos de *mix* de produtos determinam como as restrições de recursos serão utilizadas para maximizar o desempenho da produção. O sistema de contabilidade gestão influencia a decisão do *mix* de produtos através do cálculo do custo do produto e a margem de contribuição do produto. Se o custo calculado do produto não estiver correto, sempre que a procura for maior que a capacidade de produção de uma empresa, é possível que uma decisão sobre o *mix* de produtos resulte na produção de produtos menos lucrativos e na não produção dos produtos mais lucrativos (Lea & Fredendall, 2002).

A estrutura do produto determina como os produtos são produzidos e o número de atividades necessárias, esta é normalmente calculada pela diferença entre o número de componente e o número máximo de níveis. A estrutura da lista técnica do produto determina se um produto requer mais atividades de suporte, como planeamento, testes ou *design*, do que outro produto. Assim, um sistema tradicional de custos pode subestimar os custos de produtos de baixo volume que possuem muitos níveis na sua lista técnica (Lea & Fredendall, 2002).

Segundo Gong & Hu (2008), um modelo de *mix* de produtos é construído para integrar a flexibilidade da máquina, a flexibilidade do planeamento, a flexibilidade do trabalho e a flexibilidade tecnologia de informação. A flexibilidade da máquina é definida como a facilidade com que uma máquina pode mudar o processo entre diferentes trabalhos. Estes autores incluem o tempo de configuração da máquina e constroem um modelo cujo objetivo é otimizar o tempo de configuração da máquina. A flexibilidade de planeamento é definida como a capacidade da empresa para lidar com falhas nas notas de encomendas. A flexibilidade do trabalho é a capacidade de alterar o número de trabalhadores, tarefas desempenhadas pelos trabalhadores e outras responsabilidades do trabalhador. A

tecnologia da informação tem um papel importante na flexibilidade total da empresa, esta pode afetar de três maneiras: altera ou desfaz os limites do sistema corporativo, altera o tempo de trabalho no sistema e o tempo de conexão entre diferentes organizações e altera a propriedade de trabalho e ritmo. A tecnologia da informação ajuda a empresa a reagir rapidamente nos mercados em mudança e pode aumentar a flexibilidade da empresa, apoiando métodos que são mais flexíveis.

Lea & Fredendall (2002) sugerem a possibilidade de que uma série de decisões sobre o *mix* de produtos que criam o maior lucro no curto prazo não gerem o maior lucro no longo prazo, porque alguns produtos que são menos lucrativos no curto prazo podem realmente ser os mais lucrativos a longo prazo. No entanto existe uma elevada dificuldade de delimitação entre curto e longo prazo, assim é importante examinar as decisões do *mix* de produtos que têm natureza tanto de longo quanto de curto prazo. Por exemplo, a inclusão de flutuações de sistema de curto prazo, como variações na procura, tempo de processamento ou preço de compra da matéria-prima, nas decisões do *mix* de produtos em um horizonte de planeamento estendido.

Especificamente, Zhuang & Chang (2017) afirmam que o *mix* de produtos é essencial para os gestores que estão sujeitos a elevadas alterações de mercado e possuem falta de capacidade de produção. Esta falta de capacidade significa que a empresa deve ser capaz de alocar os recursos utilizados para a produção dos diferentes produtos de forma a maximizar os lucros esperados.

O trabalho de Zhuang & Chang (2017) tem como objetivo determinar o *mix* de produtos para um processo de produção, propondo um modelo de programação inteira mista, com base na informação do sistema de custeio baseado nas atividades, introduzindo deste modo um novo conceito – o custeio baseado no tempo das atividades. Segundo o autor, o custeio baseado no tempo das atividades distribui os custos de acordo com o tempo total das atividades, baseando-se em dois parâmetros: o custo por unidade de tempo (despesa total de um departamento dividida pelo total de horas de trabalho) e a utilização de tempo para cada atividade (unidade de tempo da atividade multiplicada pelas unidades produzidas nessa atividade).

## Capítulo 3 - Caracterização da Empresa

### 3.1 História, Evolução e Estrutura Organizacional

Fundada em 1999, a I.S.I. – Indústria de Solas Injetadas, Lda., nasceu do espírito empreendedor do seu sócio gerente Vítor Mendes. Começou como uma empresa quase familiar, com um número de funcionários muito reduzido, mas com a ambição de crescer de forma sustentada. Inicialmente a empresa possuía uma carteira muito reduzida de clientes, exclusivamente do mercado nacional. No entanto, ao longo do tempo a I.S.I. foi crescendo na sua capacidade produtiva e aumentando a sua capacidade de oferta de produtos. Ao longo dos seus 19 anos de existência a I.S.I. tem vindo a aumentar o seu Volume de Negócio, o número de funcionários e a oferta e variedade dos produtos que comercializa. Atualmente, a ISI é uma PME líder, conta com cerca de 90 funcionários e atingiu, em 2018, um Volume de Vendas da ordem dos 11 milhões de Euros<sup>1</sup>.

Um dos principais objetivos da ISI tem sido também a criação de uma coleção própria (ISILIGHT e ISIHANDMADE), que venha progressivamente a ganhar espaço nos mercados internacionais. Neste contexto começou por lançar os seus produtos no mercado interno, com o sucesso refletido no aumento significativo do volume de vendas.

Aos poucos a empresa tem conseguido implantar-se no mercado externo, no sentido de internacionalizar o negócio e continuar a aumentar as vendas. A empresa tem vindo a aumentar as suas exportações diretas, tendo, nesta data, clientes na, Alemanha, Grécia, Holanda, Roménia, Suíça, Albânia, França, Índia, Colômbia, Itália, entre outros.

A equipa da I.S.I., conta com mais de 90 trabalhadores detentores das mais diversas valências, permitindo responder com versatilidade, qualidade e inovação a todas as exigências colocadas. A empresa possui uma equipa especializada nas mais recentes tecnologias como por exemplo a impressão 3D e prototipagem flexível.

---

<sup>1</sup> Fonte : Sabi (2019);

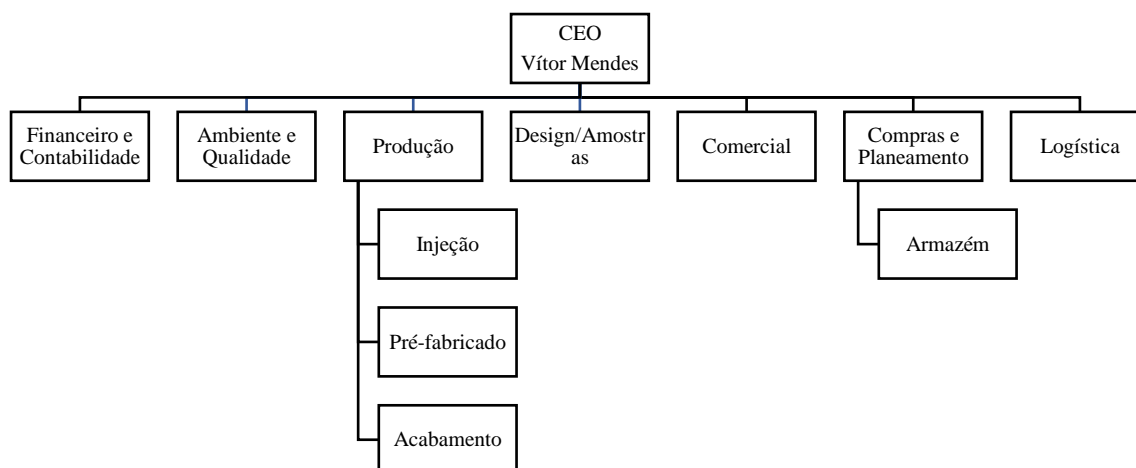


Figura 3 - Estrutura Organizacional I.S.I.

Fonte: I.S.I.

A Figura 3 ilustra a estrutura organizacional da empresa, que apresenta uma estrutura linear, uma vez que existe a centralização das decisões, ou seja, a autoridade para as decisões está concentrada no topo da hierarquia, sendo daí repassada à organização por meio dos diversos níveis hierárquicos existentes, seguindo os canais formais de comunicação.

A I.S.I. foi a primeira empresa de solas portuguesa a conseguir a certificação de qualidade e ambiente das normas ISO 9001 e ISO 14001. A empresa está determinada a investir em tecnologia de ponta e formação que lhe permita criar produtos cada vez mais inovadores e versáteis, por forma a dar uma resposta adequada ao mercado e reforçar a sua posição nos mercados externos. Sendo uma empresa ainda jovem, a aposta atual é num novo segmento de mercado - o setor das solas ultraleves com acabamentos decorativos inovadores, aplicados através de tecnologias de ponta difíceis de replicar, caminhando para uma produção que seja dominada pelos produtos de elevado valor acrescentado.

### 3.2 Análise da Atividade e do Mercado

A I.S.I. tem como principal atividade a fabricação de solas injetadas e sua comercialização, assim os seus objetos de venda são as solas que produz. Nesse sentido, a empresa apresenta como CAE principal 22291 – Fabricação de Componentes de plástico para calçado, e como CAE secundários o 22191 – Fabricação de Componentes de borracha para calçado e o 15202 – Fabricação de componentes para calçado.

## Volume de negócios do Cae - 22291

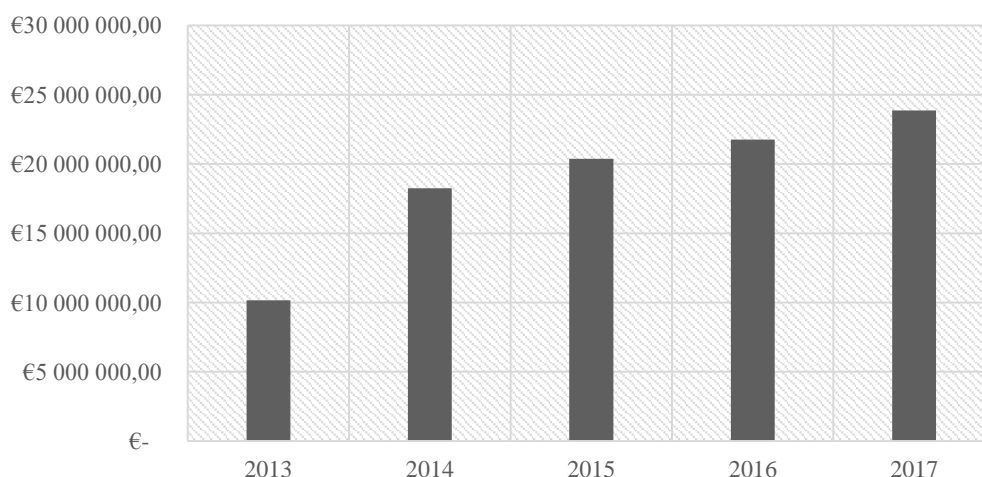


Figura 4 - Volume de negócios da CAE 22291 - Fabricação de componentes de plástico para calçado.  
Fonte: INE; Elaboração Própria.

A Figura 4 ilustra a variação do volume de negócios das empresas que integram o CAE principal da empresa em estudo. Entre os anos de 2013 e 2017 as empresas deste setor aumentaram significativamente tendo duplicado o seu o volume de venda. É de salientar que os anos em que se sentiu um maior aumento foi de 2013 para 2014, tendo sido registado um aumento de cerca de 44%.

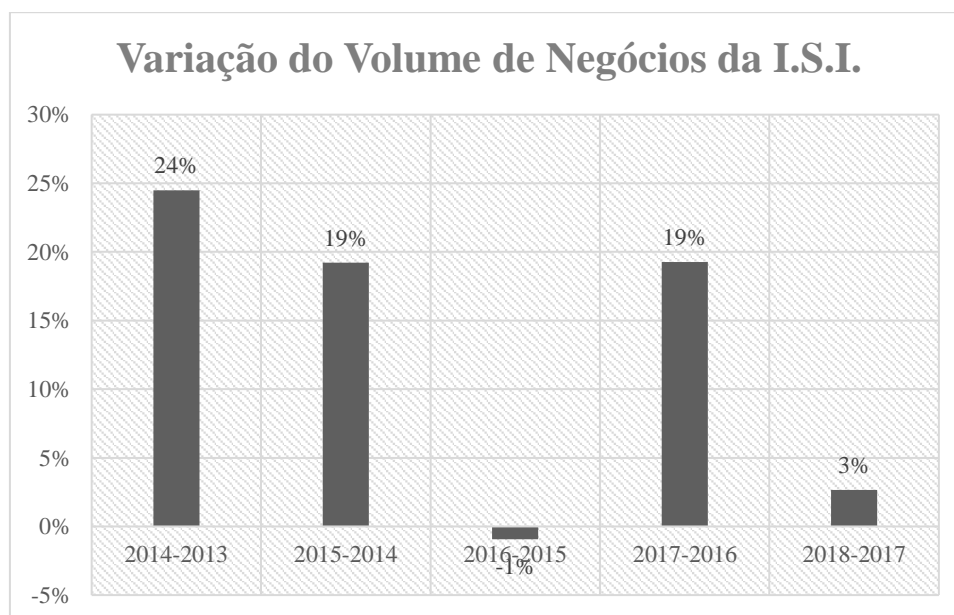


Figura 5 - Variação do Volume de Negócios da I.S.I. entre 2013 e 2018.  
Fonte: Elaboração própria.

No mesmo sentido, a maior variação no volume de negócios da I.S.I. foi entre 2013 e 2014, representando um aumento de 24%. O único ano em que a empresa diminuiu o seu volume de negócios foi 2016 (Figura 5).

De acordo com a informação disponibilizada pela empresa, atualmente a mesma produz e acaba 2,8 milhões de pares de solas por ano, tendo capacidade para produzir e acabar 4 milhões de pares de solas por ano, comprometendo-se a assegurar assistência, desenvolvimento, serviço e qualidade a um preço competitivo.

### 3.3 Descrição dos Processos de Produção

A I.S.I. dedica-se à concepção, desenvolvimento e fabricação de solas para calçado, utilizando diferentes matérias-primas: TR, PVC, TPU, Couro, Neolite, Micro, entre outras (Figura 6).



Figura 6 - Exemplos de solas com diferentes materiais: 1ª - ISI Light; 2ª - PVC; 3ª - TPU; 4ª - TR.

Fonte: I.S.I.

A empresa produz diferentes modelos de solas que podem integrar as atividades de produção da mesma. As tarefas de pré-fabricado consistem essencialmente na montagem dos diferentes componentes. A injeção é utilizada para agregar as mais diversas matérias-primas. A produção da sola termina com o seu acabamento, sendo esta etapa provavelmente a mais importante para apresentação do nosso produto. A I.S.I. dispõe de uma equipa de trabalhadores preparada com as mais diversas valências, permitindo responder com versatilidade e qualidade a todas as exigências colocadas. Executam as mais diversas operações de acabamento, tais como lixados, arame, fumos, escovas, pinturas manuais e de máscaras, entre muitas outras.

O material extra *light* (Figura 7) foi desenvolvido internamente, de forma a disponibilizar aos seus clientes a produção de solas leves e ultraleves. A matéria-prima PVC (Figura 8) é a menos utilizada pela empresa, no entanto o material cumpre as exigências das normas químicas e físicas. O material TPU (Figura 9) possui excelentes propriedades mecânicas ao nível da resistência à abrasão, flexão, tração e alongamento, cumprindo igualmente todas as exigências das normas químicas e físicas. Por fim, o material TR (Figura 10) é o material mais versátil da injeção de solas permitindo a sua utilização em quase todos os projetos e modelos imagináveis. O material possui um bom aspeto visual e as suas propriedades mecânicas cumprem igualmente as exigências das

normas químicas e físicas. Neste tipo de material a empresa produz solas mono, bi e tri color, compactos, light, extra light com os mais diversos acessórios, viras, forras, pele, entre outros.



Figura 7 - Exemplos de solas com Extra Light.  
Fonte: I.S.I.



Figura 8 - Exemplos de solas em PVC.  
Fonte: I.S.I.



Figura 9 - Exemplos de Solas em TPU. Lado direito: Monocolor. Lado Esquerdo: Bi color.  
Fonte: I.S.I.



Figura 10 - Exemplos de Solas em TR.  
Fonte: I.S.I.



Entre dezenas de modelos diferentes, a empresa sugeriu que fossem analisados três tipos de solas, duas em TR e uma em TPU, sendo que foram estes os modelos de solas usados para este estudo.

- **Produto 1**

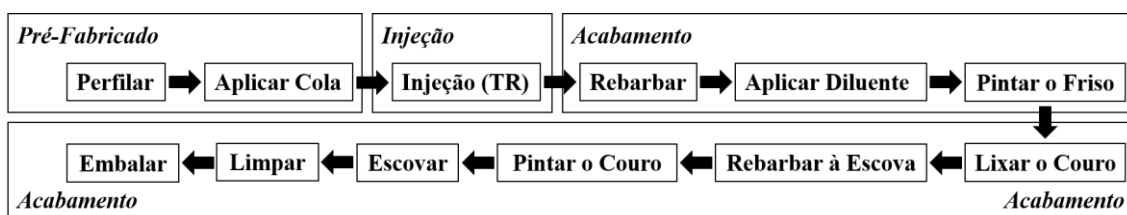


Figura 11 - Processo produtivo do produto 1.  
Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 11 identifica-se as diferentes tarefas do processo produtivo do produto 1. Este tem como base a material em TR e acessório em couro. A empresa indicou que um par de solas consome 0,26 de TR, que representa um custo de 0,49€, e 0,05 de couro, que representa um custo de 0,36€. O processo inicia-se com a preparação do couro, sendo esta preparação desenvolvida no pré-fabricado, ao perfilar e aplicar a cola no acessório, estas duas tarefas têm um custo de 0,44€ por par. De seguida, os acessórios passam para a injeção, de forma a ser colocado no molde da máquina e injeção, para posteriormente ser injetado o material em TR. A finalização do produto 1 é realizado no acabamento, sendo composto por 9 tarefas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Custos das tarefas do acabamento do produto 1.

Tarefas	Rebarbar	Aplicar diluente	Pintar friso	Lixar couro	Rebarbar à escova	Pintar couro	Escovar	Limpar	Embalar
Custo	0,07€	0,10€	0,18€	0,09€	0,13€	0,12€	0,10€	0,10€	0,03€

Fonte: Elaboração própria.

Através dos dados fornecidos pela empresa foi possível elaborar a tabela 2, que indica o custo de cada subactividade do acabamento do produto 1. Assim, este produto tem um custo total de matérias primas em 2,20€. Este possui ainda um custo de mão de obra de 0,50€ e 0,20€ em gastos gerais de fabrico. Ou seja, segundo a empresa o custo total do produto 1 é de 2,90€ por sola.

Em 2018, a empresa produziu e vendeu 29 000 pares do produto 1 a um preço de venda unitário de 3,59€, o que permitiu a empresa obter uma receita de 104 110€ no ano.

- **Produto 2**

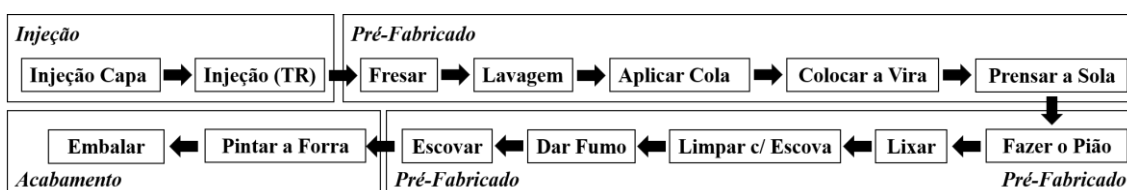


Figura 12 - Processo produtivo do produto 2.  
Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 12 identifica-se as diferentes tarefas do processo produtivo do produto 2. Ao contrário do produto anterior, este inicia o seu processo na injeção da capa, sendo a capa um dos acessórios da sola, para posteriormente existir a injeção da sola em TR, de salientar que se trata de uma sola bicolor. Assim as capas representam um custo de 0,33€, e a injeção das duas cores um custo de 0,94€.

Tabela 3 - Custos das tarefas de Pré-fabricado do produto 2.

Tarefas	Fresar	Aplicar vira	Fazer pião	Limpar c/ escova	Dar fumo	Escovar
Custo	0,15€	0,25€	0,24€	0,10€	0,15€	0,15€

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 3 resume os custos das diferentes tarefas de pré-fabricado do produto 2, representado um custo total de 1,04€ por par. A este valor é necessário acrescentar o custo da Vira que é de 0,43€. A finalização do produto 2 é realizado no acabamento, sendo composto apenas por 2 tarefas: pintura da forra e o embalamento, sendo que a primeira tem um custo de 0,20€ e a segunda um custo de 0,03€. Deste modo a empresa identifica como custo total de matérias primas o valor de 2,97€. Este possui ainda um custo de mão de obra de 0,40€ e 0,10€ em gastos gerais de fabrico. Ou seja, segundo a empresa o custo total do produto 2 é de 3,47€, por sola.

Em 2018, a empresa produziu e vendeu 24 000 pares do produto 2 a um preço de venda unitário de 3,80€, o que permitiu a empresa obter uma receita de 91 200€.

- **Produto 3**

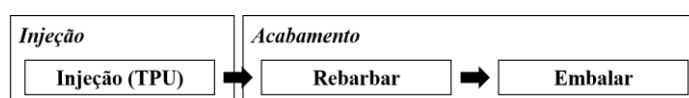


Figura 13 - Processo produtivo do produto 3.

Fonte: Elaboração própria.

O último produto a ser analisado é representado na Figura 13, este é composto por apenas três tarefas, sendo uma na injeção e duas no acabamento. Este produto inicia o seu processo de produção na injeção da matéria-prima, TPU, que apresenta um custo de 1,19€. A finalização do produto 3 é realizado no acabamento, sendo composto apenas por 2 tarefas, rebarbar e embalar, sendo que a primeira tem um custo de 0,15€ e a segunda um custo de 0,03€. Deste modo a empresa identifica como custo total de materiais o valor de 1,37€. Este possui ainda um custo de mão de obra de 0,50€ e 0,20€ em gastos gerais de fabrico. Ou seja, segundo a empresa o custo total do produto 2 é de 2,07€ por sola.

Em 2018, a empresa produziu e vendeu 11 701 pares do produto 3 a um preço de venda unitário de 2,50€, o que permitiu a empresa obter uma receita de 29 252,5€.

## Capítulo 4 - Metodologias Desenvolvidas

### 4.1 Implementação do Activity- Based Costing (ABC)

De forma a implementar o custeio ABC na ISI seguiu-se as etapas identificadas na metodologia de Roztocki *et al.* (2004). Numa primeira etapa identificou-se as principais categorias de custos da empresa (Figura 14).

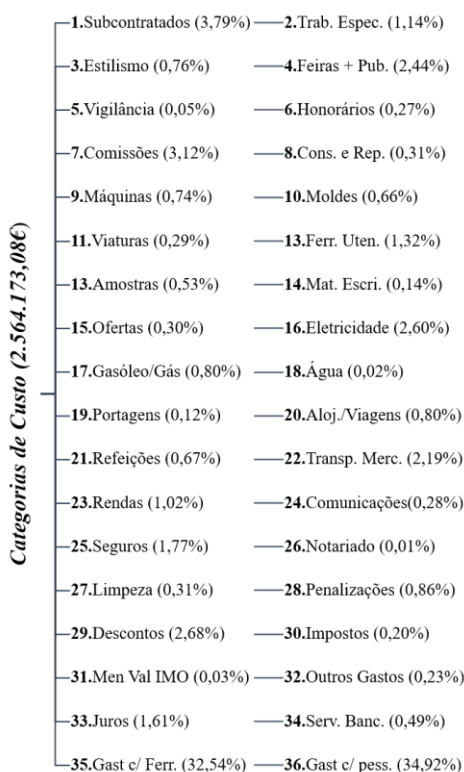


Figura 14 - Categorias de Custo I.S.I.

Fonte: Elaboração própria.

Na empresa foram identificadas 36 categorias de custos, em que 2018 tiveram um custo total de 2 564 173,08€. As categorias mais significativas nos custos da empresa são os gastos com o pessoal e os gastos com ferramentas, apenas estas categorias representam cerca de 67% dos custos de 2018. De salientar que entre 0,01% e 0,86% estão incorporadas 23 categorias, entre elas, as penalizações aos clientes, gastos com moldes, custos com alojamento ou viagens em negócios, e a categoria menos significativa, são as despesas com notariado. No intervalo de 1,02% a 3,79% estão inseridas 11 categorias, sendo a mais significativa a subcontratação de serviços externos, e a menos significativa neste intervalo, as Rendas pagas pela empresa relacionadas com os imóveis que dispõem.

## CATEGORIAS DE CUSTOS 2018 - I.S.I.



Figura 15 - Valor em € de cada categoria de Custos.

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 15 identifica, em euros, os custos de cada categoria, o que permite analisar que a categoria gastos com ferramentas e gastos com o pessoal somam 729 759,54€.

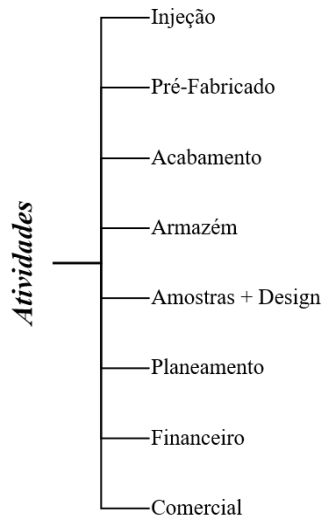


Figura 16 - Principais atividades I.S.I.

Fonte: Elaboração própria.

Numa segunda etapa, identificou-se as principais atividades da empresa, sendo estas: Injeção, Pré-Fabricado, Acabamento, Armazém, Amostras e *Design*, Planeamento, Financeiro e Comercial (Figura 16). A atividade injeção agrupa cerca de 30 funcionários que operam em dois turnos de trabalho diferente, o primeiro das 06:00h às 14:00h e o segundo das 14:00h às 22:00h. Atualmente a I.S.I. dispõem de 11 máquinas de injeção, sendo cada uma pode ter entre dois e quatro postos de trabalho. Para desempenhar esta atividade a empresa dispõem de uma capacidade de 55 200 horas de trabalho por ano.

Como foi referido anteriormente, nesta atividade a empresa pode produzir produtos com diferente matérias-primas, no entanto, os produtos estudados utilizam dois tipos de matéria-prima, TR e TPU. Na atividade Pré-fabricado a empresa possuiu de 12 funcionários com oito horas de trabalho diárias, permitindo obter uma capacidade de 22 080 horas de trabalho num ano. Esta atividade agrupa diversas tarefas, tais como: perfilar, aplicar cola, fresar, lavar a sola, colocar a vira se for o caso, prensar a sola, fazer o pião, lixar, limpar à escova, dar fumo, escovar, entre outras tarefas. O mesmo acontece no acabamento, que é uma atividade com diferentes tarefas. A empresa para o desempenho desta atividade possui de 28 funcionários, que trabalham oito horas diárias, o que permite à empresa ter uma capacidade de produção de 51.520 horas de trabalho num ano. Entre as diversas tarefas do acabamento encontram-se as seguintes: rebarbar, aplicar o diluente, pintar o friso, rebarbar à escova, pintar o couro, escovar, limpar, pintar a forra e o embalamento. Estas tarefas são as que compõem o processo produtivo das solas em

estudo. De forma a facilitar a aplicação do ABC consideramos apenas as atividades principais.

Numa terceira fase, relacionou-se as atividades que contribuem para cada categoria de custo, com o objetivo de desenvolver a matriz *expense-activity-dependence* (EAD), em que as categorias de custo representam as colunas da matriz, enquanto que as atividades representam as linhas.

Tabela 4- Matriz Expense-activity-dependence (EAD).

Atividades	Categorias de Custos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
Injeção		X			X				X	X	X						X		X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Pre-Fabricado		X			X				X	X			X				X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Acabamento		X	X		X				X	X			X				X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Armazem		X			X				X	X			X			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Amostras + design		X	X		X				X			X	X	X		X		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Planeamento		X			X				X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Financeiro		X			X	X			X			X				X		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Comercial		X		X	X				X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Elaboração própria.

Através da relação entre as atividades e as categorias de custo surgiu a matriz EAD (Tabela 4), em que foi aplicada uma marca de seleção nas células em que existia uma relação entre as duas variáveis.

Tabela 5 - Proporções da Matriz EAD.

Atividades	Categorias de Custos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
Injeção		8%			37%				28%	65%	100%		14%				75%	31%	5%				20%	6%	1%	15%	28%		3%	100%							12%	29%			
Pre-Fabricado		2%			15%				9%	21%		12%					10%	13%					20%	3%	1%	13%	25%		1%									3%	12%		
Acabamento		100%	2%		14%				8%	10%		17%					10%	12%					4%	0%		13%	25%		1%									14%	22%		
Armazem		5%			25%				22%	4%		12%		7%		1%	6%	36%					54%	3%	1%	4%	5%		4%									3%	5%		
Amostras + design		23%	100%		5%				14%			44%	100%	15%		2%	5%		1%			46%	3%	11%	0%	11%	0%	6%		3%								10%	10%		
Planeamento		4%			1%				4%			38%				23%	1%	35%	0%	35%		54%	15%	2%	1%	3%		2%										6%	7%		
Financeiro		56%			1%	100%			1%							25%	1%	0%					14%	81%	89%	0%	5%	100%	70%								32%	98%	100%	23%	2%
Comercial		1%		100%	3%		100%	15%			62%			30%	100%	1%	59%	3%	60%	99%	100%		3%	43%	13%	55%	3%	16%								68%	2%	28%	12%		

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com o modelo, se a atividade *i* contribuir para a categoria de custo, é colocada uma marca de seleção na célula. A quarta fase consiste em “substituir as marcas de seleção por proporções na matriz EAD” (Roztocki *et al.*, 2004), ou seja, as células selecionadas anteriormente são substituídas por uma proporção (tabela 5). As proporções foram calculadas com base na informação fornecida pela empresa.

Deste modo, é possível avançar para a próxima fase do modelo, que consiste no cálculo do custo total de cada atividade, entre o somatório do produto do valor em euros de cada categoria de custo e a proporção identificada na matriz EAD.

Tabela 6 - Custo total por atividade (TCA).

Atividades	Categorias de Custos	TCA
	Injeção	463 888,07 €
	Pré-fabricado	164 578,99 €
	Acabamento	436 978,71 €
	Armazém	99 783,11 €

Amostras + design	263 042,83 €
Planeamento	159 101,21 €
Financeiro	402 173,93 €
Comercial	571 626,23 €

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 6 descreve o custo total de cada atividade de I.S.I, em que a atividade que gera o maior custo para a empresa é atividade comercial, representando 22% do custo total. Já atividade que tem um menor custo é atividade de armazenamento, representando 4% dos custos totais.

De seguida, desenvolveu-se uma matriz *activity-product-dependence* (APD), que consiste em relacionar as atividades consumidas por cada produto, em que as atividades representam as colunas e os produtos representam as linhas.

Tabela 7 - Matriz activity-product-dependence (APD).

	Atividades	Injeção	Pré-Fabricado	Acabamento	Armazém	Amostras + des	Planeamento	Financeiro	Comercial
Produto	1	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X		X	X	X	X	X	X

Fonte: Elaboração própria.

Através da descrição do processo produtivo apresentado no capítulo anterior, desenvolveu-se a matriz (APD), introduzindo uma marca de seleção nas atividades que estão relacionadas com cada tipo de produto (Tabela 7).

Tabela 8 - Proporções da Matriz APD.

	Atividades	Injeção	Pré-Fabricado	Acabamento	Armazém	Amostras + des	Planeamento	Financeiro	Comercial
Produto	1	25%	30%	23%	5%	7%	5%	1%	4%
	2	25%	30%	23%	5%	7%	5%	1%	4%
	3	25%		53%	5%	7%	5%	1%	4%

Fonte: Elaboração própria.

As proporções consistem na percentagem de Mão de Obra que cada produto consome de cada atividade. Ao multiplicarmos as percentagens da tabela 8 com os custos de cada atividade da tabela 5, obtemos a tabela 9.

Tabela 9 - Custo dos produtos por atividade (APD).

	Atividades	Injeção	Pré-Fabricado	Acabamento	Armazém	Amostras + des	Planeamento	Financeiro	Comercial
Produto	1	21 025,00 €	25 230,00 €	19 343,00 €	4 205,00 €	5 887,00 €	4 205,00 €	841,00 €	3 364,00 €
	2	20 820,00 €	24 984,00 €	19 154,40 €	4 164,00 €	5 829,60 €	4 164,00 €	832,80 €	3 331,20 €
	3	6 055,27 €	- €	12 837,17 €	1 211,05 €	1 695,47 €	1 211,05 €	242,21 €	968,84 €

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, é calculado o custo, em euros, de cada produto, através do somatório da multiplicação do valor em euros das diferentes atividades e a proporção da matriz APD.

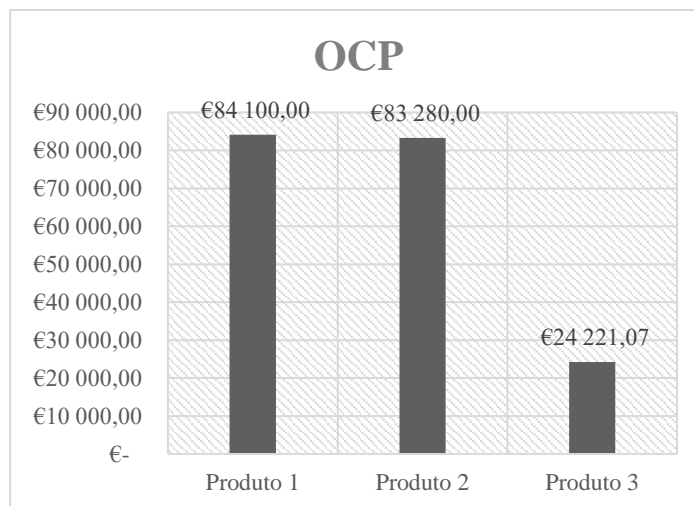


Figura 17 - Custo total por produto.  
 Fonte: Elaboração própria.

Podemos assim concluir que de acordo com o ABC o custo total do produto 1 é de 84.100€, do produto 2 é de 83.280€ e do produto C é de 24.221,07€.

#### 4.2 Implementação do *Time-Driven Activity-Based Costing*

Seguindo o modelo proposto por Mortaji, Bagherpour, & Mazdeh (2013a), a implementação do TDABC na empresa em estudo ocorreu em seis fases. Os autores Adioti & Valverde (2013), afirmam que para se construir as equações de tempo e atribuir o consumo de recursos a cada objeto de custeio, é necessário desenvolver uma lista de tarefas que englobem todas as atividades desenvolvidas pela organização, para a produção dos seus produtos ou serviços. Desta forma, numa primeira fase analisou-se ao pormenor todas as operações de produção dos três produtos em estudo, e desenvolveu-se as figuras 2, 3 e 4 do capítulo 3 que descrevem as tarefas inerentes aos três produtos.

De seguida elaboramos a estimativa do custo de cada um dos grupos de recursos, para tal dividimos pelo custo total de cada atividade no ano de 2018 pela sua capacidade. Assim o custo total de cada atividade foi calculado na implementação da ABC, no TCA (tabela 5 da secção 4.1). já para o cálculo da capacidade de cada atividade foi necessário saber o n.º de funcionários por atividade, número de horas trabalhadas diariamente e os dias de trabalho durante o ano de 2018. A tabela 10 apresenta a capacidade que a empresa dispõe por atividade.

Tabela 10 - Capacidade da empresa por atividade.

Atividade	N.º de funcionários	Horas de trabalho	Dias de trabalho	Capacidade Teórica
<b>Injeção</b>	30	8	230	55200
<b>Pré-fabricado</b>	13	8	230	23920
<b>Acabamento</b>	28	8	230	51520
<b>Armazém</b>	4	8	230	7360
<b>Amostras + des</b>	5	8	230	9200
<b>Planeamento</b>	4	8	230	7360
<b>Financeiro</b>	1	8	230	1840
<b>Comercial</b>	4	8	230	7360

Fonte: Elaboração própria.

Assim o custo a estimativa do custo da injeção é de 8,40€/hora, do pré-fabricado é de 7,59€/hora, do acabamento é de 8,48€/hora, do armazém é de 13,56€/hora, das amostras é de 28,59€/hora, do planeamento é de 21,62€/hora, do financeiro é de 218,57€/hora e do comercial é de 77,67€/hora.

De seguida analisou-se o tempo efetivamente necessário para o desempenho de cada subatividade. De forma a conseguir estes dados, foram realizados, em diversas visitas à empresa, 30 registos dos tempos de cada operação para os três produtos (ver Anexos I, II, III).

Tabela 11 - Estatística descritiva do tempo de cada atividade do produto1.

Atividade	Tarefas	Média	Desvio padrão	Coef. Variação	Mediana	Máximo	Mínimo	1º Quartil	2º quartil	3º quartil
<b>Pré-Fabricado</b>	Perfilar	9,34	0,51	6%	9,19	11,76	8,77	9,08	9,19	9,44
	Cola	18,54	2,00	11%	18,62	23,12	14,48	17,29	18,62	19,54
<b>Injeção</b>	Injeção	185,76	4,31	2%	184,67	201,79	179,52	182,95	184,67	187,28
	Rebarbar	23,40	6,25	27%	21,90	48,43	17,45	19,60	21,90	24,29
<b>Acabamento</b>	Aplicar Diluente	16,42	4,48	27%	16,93	26,80	7,99	12,94	16,93	18,26
	Pintar o Friso	16,93	3,25	19%	16,27	32,70	14,08	15,28	16,27	17,71
	Lixar o Couro	33,70	7,92	24%	31,41	62,82	27,00	28,74	31,41	35,82
	Rebarbar à escova	33,75	6,83	20%	30,87	54,94	25,76	28,84	30,87	38,13
	Pintar o Couro	22,11	2,32	11%	22,72	26,56	17,22	20,94	22,72	23,40
	Escovar	11,48	2,49	22%	11,05	18,72	7,96	9,86	11,05	12,59
	Limpar	19,78	6,06	31%	19,05	34,09	11,15	16,40	19,05	21,61
	Embalar	9,81	2,08	21%	10,34	15,19	6,87	7,37	10,34	11,03

Fonte: Elaboração própria.

Através da análise da tabela 11, que consiste na análise descritiva dos tempos do produto 1, podemos observar que a subactividade perfilar demora em média 9,34 segundos por par, e nos 30 registos realizado o tempo máximo foi de 11,76 segundos. Uma vez que o desvio padrão desta subactividade é de 0,51 indica que não existe grande dispersão entre os tempos registados. Aplicação da cola é a última operação deste produto no pré-fabricado e demora em média 18,54 segundos por par. Na injeção existe uma operação que demora em média 185,76 segundos, sendo que o tempo máximo na amostra foi de 201,79 segundos. Para a finalização da produção deste produto são realizadas nove operações no acabamento com um tempo médio de 188 segundos. De salientar que as que ocupam maior tempo é lixar o couro e rebarbar à escova, sendo que estas duas operações demoram em média 33,70 segundos e 33,75 segundos, respetivamente. Conclui-se que o tempo médio necessário para a produção de um par do produto 1 é de aproximadamente 401 segundos.

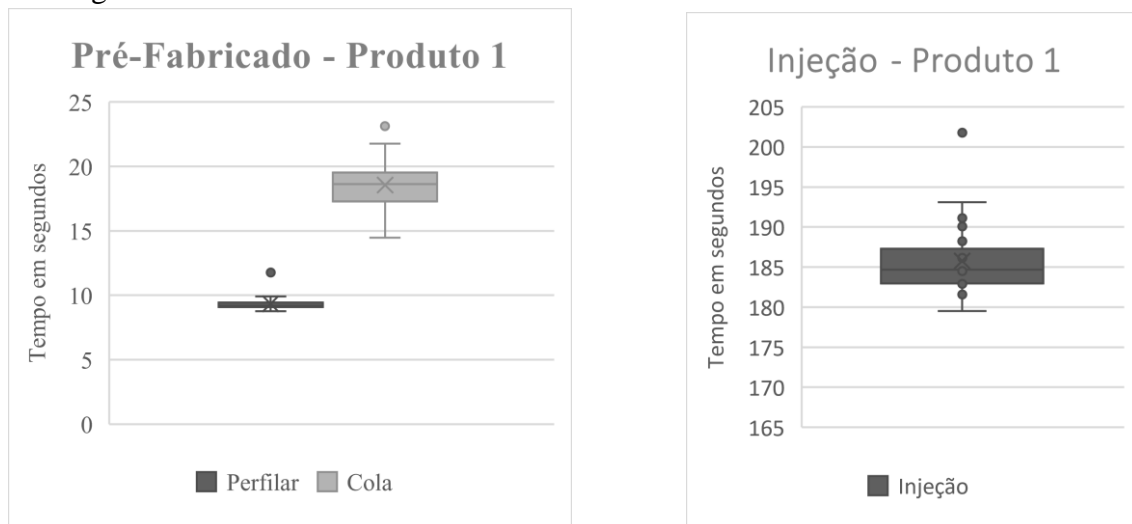


Figura 18 - Lado Direito: Diagrama de extremos e quartis do pré-fabricado do produto 1. Lado Esquerdo: Diagrama de extremos e Quartis do Injeção do produto 1.

Fonte: Elaboração própria.

Modelo desenvolvido, dada a pequena dispersão dos valores dos tempos observados, considerou-se como tempo que cada subactividade consome a média dos 30 tempos recolhidos.

Pela análise do Figura 18, à direita podemos constatar que para a operação perfilar os dados encontram-se bastantes concentrados, não apresentado uma grande dispersão, apresentando, no entanto, um *outlier*, este poderá indicar que foi o momento em que o funcionário teve de ir buscar outra caixa com solas para perfilar. No que respeita à operação de aplicação da cola, as observações apresentam maior dispersão do que a registada na operação perfilar, havendo também registo de um *outlier*. De facto, para a operação de aplicação da cola observa-se um desvio padrão de 2,00, sendo de apenas 0,51

para a operação de operação perfilar. À esquerda verifica-se que a atividade de injeção apresenta uma dispersão maior do que cada uma das operações anteriores, no entanto apresenta também um maior valor médio e mediano, o que indicam a maior complexidade desta operação.

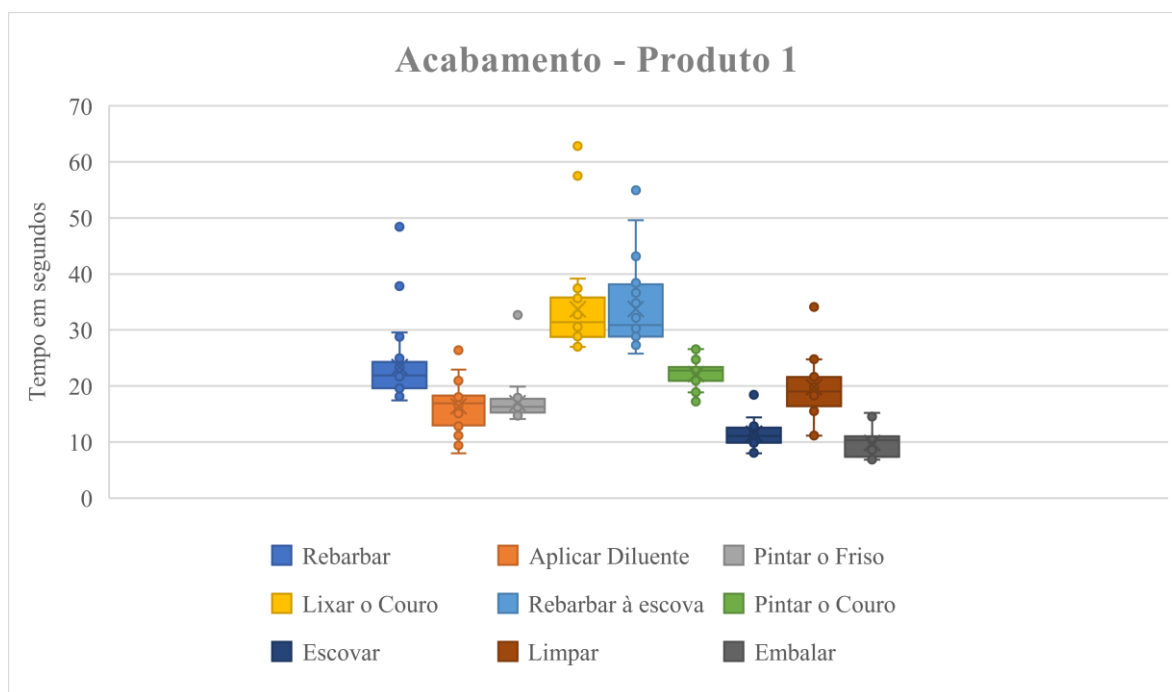


Figura 19 - Diagrama de extremos e Quartis do acabamento do produto 1.  
Fonte: Elaboração própria.

Através da análise da Figura 19, conta-se que 25% dos tempos das tarefas de rebarbar são menores ou iguais a 19,60 segundos/par, enquanto que 25% dos tempos são superiores ou iguais a 24,29 segundos/par, e assim 50% dos tempos desta operação estão compreendidos entre 21,90 segundos/par e 24,29 segundos/par, o que indica que os tempos são quase simétricos. O que se verifica nos tempos das tarefas escovar e limpar. No que respeita à operação de aplicar o diluente 25% dos tempos são inferiores ou iguais a 15,28 segundos/par e superiores a 18,46 segundos/par, nos tempos desta subactividade existe um enviesamento à esquerda o que indica que estão mais dispersos, ou seja, menos concentrados na parte inferior do que na parte central. No sentido contrário estão os tempos da operação pintar o friso, que se verifica existir um enviesamento à direita, uma vez que os tempos estão mais concentrados na parte inferior. O mesmo se verifica nas duas tarefas seguintes, lixar o couro e rebarbar à escova, em que os tempos estão mais dispersos na parte superior.

Já na subactividade pintar o couro, verifica-se que 25% dos tempos são menores ou iguais a 20,94 segundos/par, enquanto que 25% dos tempos são superiores ou iguais a

23,40 segundos/par, e assim 50% dos tempos desta operação estão compreendidos entre 22,72 segundos/par e 23,40 segundos/par, o que indica existe um enviesamento à esquerda, visto que os tempos estão mais dispersos, ou seja, menos concentrados na parte inferior. O mesmo se verifica nos tempos da subactividade de embalamento.

Tabela 12 - Estatística descritiva do tempo de cada atividade do produto2.

Atividade	Operação	Média	Desvio padrão	Coef. Variação	Mediana	Máximo	Mínimo	1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil
<b>Injeção</b>	Injeção capa	50,00								
	Injeção	235,00								
<b>Pré-Fabricado</b>	Fresar	18,31	5,08	28%	16,25	35,06	13,54	14,83	16,25	20,37
	Lavagem	14,99	5,35	36%	13,33	31,84	11,06	12,05	13,33	14,64
	Aplicar Cola	13,01	4,43	34%	11,92	34,02	6,14	11,38	11,92	13,26
	Colocar a Vira	19,49	12,63	65%	16,03	70,56	12,34	14,36	16,03	18,53
	Prensar a sola	16,34		0%						
	Fazer o Pião	11,04	5,29	48%	9,63	32,16	7,84	8,75	9,63	10,09
	Lixar	15,81	12,20	77%	12,65	68,94	9,82	11,90	12,65	13,24
	Limpar c/ Escova	14,64	7,51	51%	11,28	39,20	8,94	10,65	11,28	15,05
	Dar Fumo	19,00	10,22	54%	14,31	52,08	10,30	13,19	14,31	19,79
	Escovar	17,60	8,13	46%	15,03	48,26	11,90	14,12	15,03	16,21
	<b>Acabamento</b>	Pintar a Forra	22,67	16,37		18,83	108,44	13,42	17,34	18,83
Embalamento		5,98								

Fonte: Elaboração própria.

No seguimento, para o produto 2 foi realizada igualmente a análise descritiva dos tempos de cada operação (Tabela 12). Através das médias dos tempos de todas as atividades é possível concluir que a produção de um par do produto 2 demora em média aproximadamente 474 segundos. Para este produto não foi possível cronometrar o tempo de injeção, no entanto, foi utilizado o tempo que a própria máquina indica como necessário para a injeção de um par. O mesmo aconteceu para a injeção da capa. Deste modo os tempos são iguais para as 30 observações sendo considerado como tempo necessário para a injeção da sola e da capa 285 segundos por par. No que concerne, à atividade de pré-fabricado para o produto 2 esta consiste em 11 tarefas, que consomem em média, aproximadamente 160 segundos por par. De salientar que a operação que consome em média um maior tempo é colocação da vira. Para finalizar o seu processo produtivo o produto 2 é sujeito a duas operações no acabamento que demoram em média 28,65 segundos. Sendo que, 22,67 segundos correspondem apenas a uma operação pintar a forra, que é considerado um processo minucioso e demorado. Para uma melhor dos

dados elaborou-se o diagrama de extremos e quartis apresentado na Figura 20 para a atividade de pré-fabricado e acabamento do produto 2.

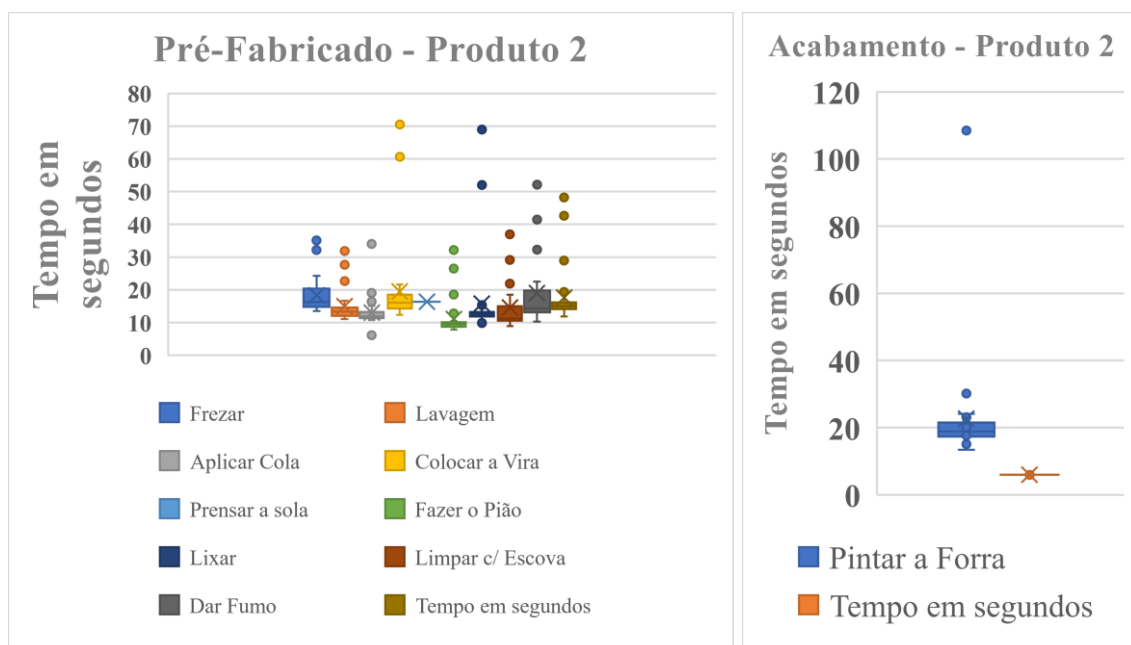


Figura 20 - Lado Direito: Diagrama de extremos e Quartis do pré-fabricado do produto 2. Lado Esquerdo: Diagrama de extremos e Quartis do Acabamento do produto 2.

Fonte: Elaboração própria.

Através da análise do lado direito da Figura 20, constata-se que 25% dos tempos da subatividade de fresar são menores ou iguais a 14,83 segundos/par, enquanto que 25% dos tempos são superiores ou iguais a 20,37 segundos/par, e assim 50% dos tempos desta operação estão compreendidos entre 16,25 segundos/par e 20,37 segundos/par, o que indica que existe um enviesamento à direita, uma vez que os tempos estão mais dispersos, ou seja, menos concentrados na parte superior do que na parte central. O mesmo se verifica na subatividade aplicar cola, colocar a vira, limpar com escova, dar fumo e escovar. No que respeita aos tempos da operação fazer o pião verifica-se um enviesamento à esquerda, uma vez, que 25% dos tempos são inferiores ou iguais a 8,75 segundos/par e superiores ou iguais a 10,09 segundos/par. Verificando-se o mesmo na subatividade de lixar a sola. Por fim, na operação de lavagem verifica-se que os tempos são quase simétricos, uma vez que 25% dos tempos são menores ou iguais a 12,05 segundos/par, enquanto que 25% dos tempos são superiores ou iguais a 14,64 segundos/par, e assim 50% dos tempos desta operação estão compreendidos entre 13,33 segundos/par e 14,64 segundos/par.

No lado esquerdo do Figura 20, é possível verificar 25% dos tempos da subactividade de pintar a forra são menores ou iguais a 17,34 segundos/par, enquanto que 25% dos tempos são superiores ou iguais a 21,57 segundos/par, e assim 50% dos tempos desta operação estão compreendidos entre 18,83 segundos/par e 21,57 segundos/par, o que indica que existe um enviesamento à direita, visto que os tempos estão mais dispersos, ou seja, menos concentrados na parte superior do que na parte central.

Já o embalamento não apresenta dispersão dos tempos, e isso acontece porque embala-se entre 17 a 18 pares por caixa, este processo demora 3,89 segundos para montar caixa, 11,54 segundos a colar a etiqueta, 85 segundos a colocar os pares e 3,89 segundos a fechar a caixa, deste modo, o tempo total é 104,59 segundo para embalar entre 17 a 18 pares, para se obter a média de embalamento por par, dividiu-se o tempo total pelo número de pares embalados, o que obtivemos que embalar um par do produto 2 demora aproximadamente 5,98 segundos.

Tabela 13 - Estatística descritiva do tempo de cada atividade do produto 3.

Atividade	Operação	Média	Desvio padrão	Coef. Variação	Mediana	Máximo	Mínimo	1º Quartil	2º Quartil	3º Quartil
Injeção	Injeção	106,00								
Acabamento	Rebarbar	23,40	6,25	27%	21,90	48,43	17,45	19,60	21,90	24,29
	Embalamento	5,98								

Fonte: Elaboração própria.

Para o produto 3, no que concerne ao tempo da injeção utilizou-se o mesmo método do produto dois, verificando que a injeção deste produto demora 106 segundo por par. No que concerne às tarefas do acabamento verificou-se que em média a operação rebarbar consome o mesmo tempo que o produto 1, em média 23,40 segundo por par. E o embalamento do produto 3 demora em média o mesmo que o do produto 2. Deste modo, concluímos que o tempo médio de produção do produto 3 é de aproximadamente 135 segundo por par (Tabela 13).

Para a estimativa do tempo que cada produto consome da atividade de não produção, ou seja, armazém, amostras, planeamento, financeiro e comercial dividiu-se a capacidade de cada atividade pela produção total de 2018, que foram 3 200 000 pares. Assim cada sola produzida na I.S.I. necessita de 8,3 segundos de armazém, planeamento e comercial, e de 10,40 segundos de amostras e 2,1 segundos do financeiro, por cada par.

Após calcularmos a estimativa do custo de cada atividade e o tempo necessário para o desempenho de cada, é possível calcular o custo unitário de cada atividade para cada produto, que são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - TDABC dos produtos 1, 2 e 3..

Atividade	Estimativa Custo		Tempo	Custo unit.	Tempo	Custo unit.	Tempo	Custo unit.
	€/horas	€/seg						
<b>Injeção</b>	8,40 €	0,00233 €	185,76	0,433 €	285,00	0,665 €	106,00	0,247 €
<b>Pré-fabricado</b>	7,59 €	0,00211 €	27,88	0,059 €	160,22	0,338 €		
<b>Acabamento</b>	8,48 €	0,00236 €	187,38	0,441 €	28,65	0,067 €	29,38	0,069 €
<b>Armazém</b>	13,56 €	0,00377 €	8,30	0,031 €	8,30	0,031 €	8,30	0,031 €
<b>Amostras</b>	28,59 €	0,00794 €	10,40	0,083 €	10,40	0,083 €	10,40	0,083 €
<b>Planeamento</b>	1,62 €	0,00045 €	8,30	0,004 €	8,30	0,004 €	8,30	0,004 €
<b>Financeiro</b>	218,57 €	0,06071 €	2,10	0,127 €	2,10	0,127 €	2,10	0,127 €
<b>Comercial</b>	77,67 €	0,02158 €	8,30	0,179 €	8,30	0,179 €	8,30	0,179 €

Fonte: Elaboração própria.

Podemos assim concluir que segundo TDABC o custo unitário do produto 1 é de aproximadamente 1,36€, do produto 2 é de aproximadamente 1,49€ e do produto 3 é de aproximadamente 0,74€, por sola.

### 4.3 Modelos de Programação Linear – *Product Mix*

Nesta seção apresentamos os modelos de otimização desenvolvidos para dar resposta ao problema apresentado pela empresa em estudo. Os modelos foram testados recorrendo a dados reais fornecidos pela empresa apresentada e que estão apresentados no Capítulo 3, e nas Seções 4.1 e 4.2.

O primeiro modelo apresentado é o **I.1 – MILP (TDABC)** que consiste num modelo de programação linear inteira mista que utiliza a informação do TDABC. As variáveis de decisão deste modelo são:  $X_j, j=1, 2, 3$ , as quantidades a produzir de cada produto, que são variáveis inteiras; e a decisão de produção ou não de cada produto, que é modelada por três variáveis binárias  $z_j$ . Estas variáveis permitem, portanto, decidir se é ou não favorável a produção de cada produto em análise. Para além disso é exigida a produção de pelo menos um dos produtos. Adicionalmente, para cada produto, caso a decisão seja de produzi-lo, a quantidade mínima é de 300 pares (valor definido pela empresa).

O modelo **I.2 – MILP (ABC)** é em tudo semelhante ao **I.1 – MILP (TDABC)** exceto que são utilizados os dados obtidos pelo ABC.

Considerando que todos os produtos têm de ser produzidos numa quantidade mínima de 300 pares, surgiram os modelos **II.1 – LIP (TDABC)** e **II.2 – LIP (ABC)**. Estes **consistem em considerar que** as variáveis de decisão binárias tomam o valor um, deixando, portanto, de serem variáveis de decisão, mantendo a obrigatoriedade de produzir a quantidade mínima estabelecida. Estes últimos modelos são problemas de programação linear inteira, em que o primeiro utiliza a informação do TDABC e o segundo a do ABC.

Nos modelos apresentados considerou-se como atividade de produção: injeção, pré-fabricado e acabamento, e como atividade mais gerais: armazém, amostras, planeamento, financeiro e comercial. De salientar que as atividades de produção agrupam diferentes tarefas (ver Seção 3.3).

Como referido anteriormente, os modelos propostos utilizam dados fornecidos pelo TDABC (Seção 4.2) e ABC (Seção 4.1) de forma a obter a decisão do *mix* ótimo de produtos que maximiza o lucro total, dadas as limitações em termos de recursos disponíveis (capacidade de máquina e número de trabalhadores), a estrutura da empresa em análise e a procura. Estes modelos possuem as propriedades do TDABC na medida em que atribui recursos relevantes aos objetos de custo, usando os *drivers* de tempo.

Os modelos propostos pressupõem que a matéria-prima é sempre suficiente. Ou seja, apenas os fatores capacidade de máquina e número de trabalhadores, são considerados como restrições.

A função objetivo (Eq.1) é comum a todos os modelos propostos. Para além disso os modelos usam os mesmos parâmetros, que estão divididos entre:

- Parâmetros gerais do modelo, ou seja, os parâmetros que são comuns aos três produtos, e são apresentados na Tabela 15 (Anexo IV);
- Parâmetros do modelo por tipo de produto, sendo que estes parâmetros variam em função do produto em análise, e são apresentados na Tabela 16 (Anexo V e VI);

Tabela 15: Parâmetros Gerais do Modelo.

**Custo, por hora, de um trabalhador da:**

$Cp_i$	Injeção;
$Cp_f$	pré-fabricado;
$Cp_a$	acabamento;
$C_a$	armazém;
$C_d$	amostra e <i>design</i> ;
$C_p$	planeamento;
$C_f$	financeiro;
$C_c$	comercial;

**Custo, por hora, das operações máquina na/o:**

$Cmp_i$	injeção;
$Cmp_f$	pré-fabricado;
$Cmp_a$	acabamento;

**Tempo, em horas, necessário para:**

$h_a$	armazenagem;
$h_d$	desenvolvimento amostra ou desenho;
$h_p$	planeamento;
$h_f$	financeiro;
$h_c$	comercial;

**Capacidade, em horas, do departamento de:**

$Up_i$	injeção em horas;
$Up_f$	pré-fabricado;
$Up_a$	acabamento;
$U_a$	armazém;
$U_d$	amostra e <i>design</i> ;
$U_p$	planeamento;
$U_f$	financeiro;
$U_c$	comercial;

Fonte: Elaboração própria.

Sendo que para calcular o custo por hora de um trabalho de cada atividade utilizou-se os valores das categorias 21 (refeições) e 36 (gastos com o pessoal) de cada atividade da matriz EAD do ABC (Tabela 4 da Seção 4.1) a dividir pela capacidade, em horas, cada atividade (Tabela 8 da Seção 4.2). Para o cálculo do custo de operações máquina, por atividade, fez-se a divisão entre: o somatório das categorias de custo 8, 9, 10, 12, 16, 17, 18 e 35, e o produto dos dias de trabalho úteis de 2018 pelas horas de trabalho. Para o tempo, em horas, necessário para as atividades gerais da empresa utilizou-se os dados da Tabela 12 (Seção 4.2), sendo necessário a transformação de segundos para horas. Por fim, a capacidade da empresa nos diferentes departamentos encontra-se na Tabela 8 (Seção 4.1). Uma vez, que os modelos irão analisar apenas 2,02% da produção total do ano de

2018 (correspondendo a 64 701 pares de uma produção total de 3 200 000 pares), foi aplicada esta percentagem à capacidade da empresa em cada atividade.

Tabela 16 - Parâmetros do Modelo por Tipo de Produto.

$P_j$	preço de venda unitário por produto j;
$D_j$	procura do produto j, em pares;
$Cr_j$	custo da matéria-prima do produto j;
<b>Tempo, em horas, de injeção necessários para:</b>	
$hp_{ic}$	produzir um par de "capas" do produto j;
$hp_{is}$	produzir um par de solas do produto j;
<b>Tempo, em horas, de pré-fabricado necessários para:</b>	
$hp_{fp}$	perfilar um par de solas do produto j;
$hp_{fc}$	aplicar cola num par de solas do produto j;
$hp_{ff}$	fresar um par de solas produto j;
$hp_{ftv}$	lavar um par de solas produto j;
$hp_{fv}$	colocar a vira num par de solas produto j;
$hp_{fpr}$	prensar um par de solas do produto j;
$hp_{fpi}$	fazer o pião num par de solas produto j;
$hp_{flx}$	lixar num par de solas do produto j;
$hp_{fle}$	limpar à escova um par de solas do produto j;
$hp_{fdf}$	dar fumo num par de solas produto j;
$hp_{fe}$	escovar um par de solas do produto j;
<b>Tempo, em horas, de acabamento necessários para:</b>	
$hp_{ar}$	rebarbar um par de solas do produto j;
$hp_{aa}$	aplicar diluente num par de solas do produto j;
$hp_{apf}$	pintar o friso num par de solas do produto j;
$hp_{alx}$	lixar o couro num par de solas do produto j;
$hp_{are}$	rebarbar à escova um par de solas do produto j;
$hp_{apc}$	pintar o couro de um par de solas do produto j;
$hp_{ae}$	escovar um par de solas do produto j;
$hp_{al}$	limpar um par de solas do produto j;
$hp_{apf}$	pintar a forra de um par de solas do produto j;
$hp_{aem}$	embalar um par de solas do produto j;

Fonte: Elaboração própria.

O preço de venda, a procura e o custo da matéria-prima, foram fornecidos pela empresa, e já apresentados na Seção 3.3. Enquanto que os tempos necessários para cada subactividade, por produto, estão apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11 da Seção 4.2, sendo necessário apenas a transformação de segundos para horas.

Sem perda de generalidade, e tendo em conta que a empresa forneceu dados relativos a três produtos, os modelos abaixo apresentados serão escritos tendo em conta estes produtos e o seu processo de produção, nomeadamente suas atividades e tarefas. No entanto, estes modelos são facilmente adaptados para outro número de produtos e outros produtos.

Tendo em conta que se pretende maximizar o lucro, a função objetivo dos modelos desenvolvidos é dada por:

$$\text{Lucro} = \text{Receita} - \text{Custo},$$

onde, a receita é calculada como a soma da multiplicação da quantidade de cada produto  $j = 1, 2, 3$  pelo seu preço de venda, sendo, portanto, dada por:

$$\text{Receita} = \sum_{j=1}^3 X_j \times P_j$$

e o custo inclui:

- os custos com matérias-primas ( $Cr_j$ ),
- os custos de produção de injeção, dados pela multiplicação do custo por hora dos trabalhadores da injeção pelo somatório da multiplicação entre o tempo de cada subactividade de injeção e a quantidade de cada produto,
- os custos de produção de pré-fabricado, dados pela multiplicação do custo por hora dos trabalhadores da pré-fabricado pelo somatório da multiplicação entre o tempo de cada subactividade do pré-fabricado e a quantidade de cada produto,
- os custos de produção de acabamento, dados pela multiplicação do custo por hora dos trabalhadores do acabamento pelo somatório da multiplicação entre o tempo de cada subactividade do acabamento e a quantidade de cada produto,
- os custos de armazenamento, dados pela multiplicação das quantidades de cada produto pelo custo por hora dos trabalhadores do armazém e pelo tempo de armazenamento,
- os custos de amostras e *design*, dados pela multiplicação das quantidades de cada produto pelo custo por hora dos trabalhadores das amostras e pelo tempo de amostras/*design*,

- os custos de planeamento, dados pela multiplicação das quantidades de cada produto pelo custo por hora dos trabalhadores do planeamento e pelo tempo necessário para o planeamento,

- os custos financeiros, dados pela multiplicação das quantidades de cada produto pelo custo por hora dos trabalhadores do financeiro e pelo tempo necessário para atividade financeira),

- os custos comerciais, dados pela multiplicação das quantidades de cada produto pelo custo por hora dos trabalhadores do armazém e pelo tempo necessário para a atividade comercial),

- e por fim os custos fixos, que inclui o somatório das categorias de custos da 1 a 7, a 11, da 13 a 15, da 19 a 20 e da 22 a 34, e posterior multiplicação pela % produção analisada),

sendo dado pela expressão:

$$\begin{aligned}
 \text{Custo} = & \sum_j X_j \times Cr_j + Cp_i \times (hp_i^1 X_1 + (hp_{i,1}^2 + hp_{i,2}^2) X_2 + hp_i^3 X_3) \\
 & + Cp_f \times ((hp_{f,1}^1 + hp_{f,2}^1) X_1 \\
 & \quad + (hp_{f,1}^2 + hp_{f,2}^2 + hp_{f,3}^2 + hp_{f,4}^2 + hp_{f,5}^2 \\
 & \quad + hp_{f,6}^2 + hp_{f,7}^2 + hp_{f,8}^2 + hp_{f,9}^2 + hp_{f,10}^2) X_2 ) \\
 & + Cp_a \times ((hp_{a,1}^1 + hp_{a,2}^1 + hp_{a,3}^1 + hp_{a,4}^1 + hp_{a,5}^1 + hp_{a,6}^1 + hp_{a,7}^1 \\
 & \quad + hp_{a,8}^1 + hp_{a,9}^1) X_1 \\
 & \quad + (hp_{a,1}^2 + hp_{a,2}^2) X_2 + hp_a^3 X_3 ) \\
 & + C_a \times h_a \\
 & \quad \times \left( \sum_j X_j \right) \\
 & + C_d \times h_d \\
 & \quad \times \left( \sum_j X_j \right) \\
 & + C_p \times h_p \\
 & \quad \times \left( \sum_j X_j \right) \\
 & + C_f \times h_f \times \left( \sum_j X_j \right) + C_c \times h_c \times \left( \sum_j X_j \right) + C_{fx}
 \end{aligned}$$

Note-se que por uma questão de simplificação de escrita escreve-se  $\sum_j$  para denotar  $\sum_{j=1}^3$ .

Deste modo, em todos os modelos, o objetivo é:

$$\begin{aligned} \max \quad \text{Lucro} = & \sum_j X_j \times P_j - \{ \sum_j X_j \times Cr_j + Cp_i \times (hp_{i,1}^1 X_1 + (hp_{i,1}^2 + \\ & hp_{i,2}^2) X_2 + hp_i^3 X_3) + Cp_f \times ((hp_{f,1}^1 + hp_{f,2}^1) X_1 + (hp_{f,1}^2 + hp_{f,2}^2 + \\ & hp_{f,3}^2 + hp_{f,4}^2 + hp_{f,5}^2 + hp_{f,6}^2 + hp_{f,7}^2 + hp_{f,8}^2 + hp_{f,9}^2 + \\ & hp_{f,10}^2) X_2 ) + Cp_a \times ((hp_{a,1}^1 + hp_{a,2}^1 + hp_{a,3}^1 + hp_{a,4}^1 + hp_{a,5}^1 + \\ & hp_{a,6}^1 + hp_{a,7}^1 + hp_{a,8}^1 + hp_{a,9}^1) X_1 + (hp_{a,1}^2 + hp_{a,2}^2) X_2 + hp_a^3 X_3) + \\ & C_a \times h_a \times (\sum_j X_j) + C_d \times h_d \times (\sum_j X_j) + C_p \times h_p \times (\sum_j X_j) + C_f \times \\ & h_f \times (\sum_j X_j) + C_c \times h_c \times (\sum_j X_j) + C_{fx} \} \end{aligned} \quad (1)$$

### I.1. Modelo de Programação Linear Inteira Mista – TDABC (MILP – TDABC)

Como foi referido inicialmente desenvolveu-se um modelo de programação inteira mista baseado em informações do TDABC. Para tal o modelo possui dois tipos de variáveis de decisão:

- $X_j$ : quantidade do produto do tipo  $j=1, 2, 3$ , a ser produzido;
- $z_j$ : variável que indica se o produto  $j$  deverá ser produzido, tomando nesse caso o valor 1, ou não (0);

Portanto,  $X_j$  são variáveis inteiras não negativas e  $z_j$  são variáveis binárias.

No modelo temos as seguintes restrições:

$$X_1 \geq 300 \times z_1 \quad (2a)$$

$$X_2 \geq 300 \times z_2 \quad (2b)$$

$$X_3 \geq 300 \times z_3 \quad (2c)$$

$$X_1 \leq D_1 \times z_1 \quad (3a)$$

$$X_2 \leq D_2 \times z_2 \quad (3b)$$

$$X_3 \leq D_3 \times z_3 \quad (3c)$$

$$z_1 + z_2 + z_3 \geq 1 \quad (4)$$

$$X_1 \times hp_{i_{1s}} + X_2 (hp_{i_{2c}} + hp_{i_{2s}}) + X_3 \times hp_{i_{3s}} \leq Up_i \quad (5)$$

$$\begin{aligned} X_1 (hp_{f_{1p}} + hp_{f_{1c}}) + X_2 (hp_{f_{2f}} + hp_{f_{2lv}} + hp_{f_{2c}} + hp_{f_{2v}} + hp_{f_{2pr}} + hp_{f_{2pi}} + \\ hp_{f_{2lx}} + hp_{f_{2le}} + hp_{f_{2df}} + hp_{f_{2e}}) \leq Up_f \end{aligned} \quad (6)$$

$$X_1 (hp_{a1r} + hp_{a1a} + hp_{a1f} + hp_{a1lx} + hp_{a1re} + hp_{a1pc} + hp_{a1e} + hp_{a1l} + hp_{a1em}) + X_2 (hp_{a2pf} + hp_{a2em}) + X_3 \times hp_{a3em} \leq Up_a \quad (7)$$

$$(X_1 + X_2 + X_3) \times h_a \leq U_a \quad (8)$$

$$(X_1 + X_2 + X_3) \times h_d \leq U_d \quad (9)$$

$$(X_1 + X_2 + X_3) \times h_p \leq U_p \quad (10)$$

$$(X_1 + X_2 + X_3) \times h_f \leq U_f \quad (11)$$

$$(X_1 + X_2 + X_3) \times h_c \leq U_c \quad (12)$$

As restrições (2a), (2b) e (2c) garantem que caso se pretenda produzir o produto  $j=1, 2, 3$  (ou seja caso  $z_j=1$ ), a quantidade de  $X_j$  seja igual ou superior a 300, uma vez que esta é a quantidade mínima para a empresa aceitar a encomenda e avançar com a produção. Já as restrições (3a), (3b) e (3c) garantem que caso se pretenda produzir o produto  $j$  (ou seja, caso  $z_j=1$ ), a quantidade a produzir desse produto não exceda a procura do mesmo, ou seja, a quantidade de  $X_j$  seja inferior ou igual a  $D_j$ .

A restrição (4) obriga a que pelo menos um dos produtos  $j=1, 2, 3$  seja produzido. A restrição (5) obriga que tempo necessário na atividade de injeção para produzir  $X_1$  pares de solas do produto 1,  $X_2$  pares de solas do produto 2 e  $X_3$  pares de solas do produto 3 seja inferior à capacidade que a empresa dispõe para esta atividade. O mesmo acontece nas restrições (6), (7), (8), (9), (10), (11) e (12) para as atividades de pré-fabricado, acabamento, armazenamento, amostras/*design*, planeamento, financeiro e comercial, respetivamente.

De seguida desenvolveu-se o modelo de otimização utilizando a informação do ABC para que fosse possível analisar as diferenças entre os dois sistemas de custeio.

## **I.2. Modelo de Programação Linear Inteira Mista – ABC (MILP – ABC)**

Para o modelo MILP-ABC foi necessário subdividir as atividades de produção, injeção, pré-fabricado e acabamento, em tarefas. A atividade de injeção subdividiu-se na subactividade injeção da capa e injeção da sola. A atividade de pré-fabricados subdividiu-se nas seguintes tarefas: perfilar, aplicar cola, fresar, lavar, colocar a vira, prensar, fazer o pião, lixar, limpar à escova, dar fumo e escovar. Já a atividade acabamento subdividiu-se nas seguintes tarefas: rebarbar, aplicar diluente, pintar o friso, lixar o couro, rebarbar à escova, pintar o couro, escovar, limpar, pintar a forra e o embalamento.

Assim subdividiu-se as restrições (5), (6) e (7), em (5a) e (5b), (6a), (6b), (6c), (6d), (6e), (6f), (6g), (6h), (6i), (6k) e (6l); e (7a), (7b), (7c), (7d), (7e), (7f), (7g), (7h), (7i) e (7j), respetivamente.

$$X_2 \times hp_{i_{2c}} \leq Up_i \times 0,09 \quad (5a)$$

$$X_1 \times hp_{i_{1c}} + X_2 \times hp_{i_{2s}} + X_3 \times hp_{i_{3s}} \leq Up_i \times 0,91 \quad (5b)$$

$$X_1 \times hp_{f_{1p}} \leq Up_f \times 0,05 \quad (6a)$$

$$X_1 \times hp_{f_{1c}} + X_2 \times hp_{f_{2c}} \leq Up_f \times 0,16 \quad (6b)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2f}} \leq Up_f \times 0,10 \quad (6c)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2lv}} \leq Up_f \times 0,08 \quad (6d)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2v}} \leq Up_f \times 0,11 \quad (6e)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2pr}} \leq Up_f \times 0,08 \quad (6f)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2pi}} \leq Up_f \times 0,06 \quad (6g)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2lx}} \leq Up_f \times 0,08 \quad (6h)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2le}} \leq Up_f \times 0,08 \quad (6i)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2df}} \leq Up_f \times 0,10 \quad (6j)$$

$$X_2 \times hp_{f_{2e}} \leq Up_f \times 0,10 \quad (6k)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1r}} + X_3 \times hp_{a_{3r}} \leq Up_a \times 0,19 \quad (7a)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1a}} \leq Up_a \times 0,07 \quad (7b)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1f}} \leq Up_a \times 0,07 \quad (7c)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1lx}} \leq Up_a \times 0,14 \quad (7d)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1re}} \leq Up_a \times 0,14 \quad (7e)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1pc}} \leq Up_a \times 0,09 \quad (7f)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1e}} \leq Up_a \times 0,04 \quad (7g)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1l}} \leq Up_a \times 0,08 \quad (7h)$$

$$X_2 \times hp_{a_{2pf}} \leq Up_a \times 0,09 \quad (7i)$$

$$X_1 \times hp_{a_{1em}} + X_2 \times hp_{a_{2em}} + X_3 \times hp_{a_{3em}} \leq Up_a \times 0,09 \quad (7j)$$

As principais diferenças entre o MILP-TDABC e o MILP-ABC é que no primeiro sistema de custeio considera-se que as tarefas podem consumir qualquer percentagem da

capacidade das atividades, enquanto que no sistema de custeio ABC calculou-se a percentagem que cada subactividade representa no total da atividade.

Assim, na atividade injeção existem apenas duas tarefas, pelo que a subactividade injeção da capa representa 9% do tempo gasto em injeção para os três produtos, enquanto que a subactividade injeção da sola representa 91% do tempo gasto em injeção, nesse sentido multiplicação essa percentagem na restrição de cada subactividade, (5a) e a (5b), respetivamente. Repetiu-se o mesmo processo para as tarefas do pré-fabricado e do acabamento.

### **II.1. Modelo de Programação Linear Inteira – TDABC (LIP – TDABC)**

A principal diferença do modelo LIP para o MILP consiste considerar que todos os produtos têm de ser produzidos, pelos menos na quantidade mínima especificada pela empresa. Deste modo, temos a eliminação das variáveis binárias  $z_j$ , o que originou a alteração das restrições (2a), (2b), (2c), (3a), (3b) e (3c) e a eliminação da restrição (4). Assim, as restrições do problema de otimização passam a ser (2a.1), (2b.1), (2c.1), (3a.1), (3b.1) e (3c.1), a seguir definidas:

$$X_1 \geq 300 \quad (2a.1)$$

$$X_2 \geq 300 \quad (2b.1)$$

$$X_3 \geq 300 \quad (2c.1)$$

$$X_1 \leq D_1 \quad (3a.1)$$

$$X_2 \leq D_2 \quad (3b.1)$$

$$X_3 \leq D_3 \quad (3c.1)$$

Estas restrições garantem que exista a produção de todos os produtos, com um mínimo de produção de 300 pares, e que a quantidade produzida não seja superior à procura.

### **II.2. Modelo de Programação Linear Inteira – ABC (LIP – ABC)**

De seguida, repetimos o modelo de I.1, alterando apenas a informação do TDABC para o ABC, com o intuito de verificarmos as diferenças entre os dois sistemas de custeio.

Deste modo as restrições do modelo II.2 são iguais às restrições: (5a) e (5b); (6a), (6b), (6c), (6d), (6e), (6f), (6g), (6h), (6i), (6k) e (6l); e (7a), (7b), (7c), (7d), (7e), (7f), (7g), (7h), (7i) e (7j) do I.2. e as restrições (2a.1), (2b.1), (2c.1), (3a.1), (3b.1) e (3c.1) do II.1.

Para concluir, realizamos o relaxamento dos modelos **LIP – TDABC** e **LIP – ABC** de forma a ser possível realizar a análise da sensibilidade. O relaxamento do problema consiste em eliminar a condição de que as variáveis de decisão sejam números inteiros. A análise de sensibilidade consiste na análise de possíveis variações dos valores dos coeficientes da função objetivo e dos coeficientes das restrições. Ao aplicar o relaxamento ao LIP-TDABC, surge o modelo de programação linear (LP - TDABC).

### **III.1. Modelo de Programação Linear – TDABC (LP – TDABC)**

O modelo III.1- LP-TDABC utiliza todos os dados do modelo II.1 – LIP-TDABC. A única diferença está na resolução do problema, em que no solver do Excel usado para resolver todos os modelos aqui apresentados não se introduz a restrição que as variáveis de decisão tenham que ser inteiras. O resultado do modelo poderá indicar que a empresa deveria produzir, por exemplo, meia sola, o que não é viável para o problema em questão.

### **III.2. Modelo de Programação Linear – ABC (LP – ABC)**

Por último, elaborou-se o modelo III.2 – LP-ABC, em que utilizamos todos os dados do modelo II.2 – LIP-ABC, e na resolução do problema efetuamos a mesma alteração que no modelo anterior.

Na Seção seguinte serão apresentados os resultados dos seis modelos, e a respetiva discussão.

## Capítulo 5 - Resultados e Discussão

Os resultados aqui apresentados foram obtidos recorrendo solver do Excel. Este solver usa o algoritmo *simplex* criado por Dantzig nos anos de 1940s para a resolver problemas de programação linear, e o método *simplex* dual para resolver problemas de programação inteira.

### I.1. Modelo de Programação Linear Inteira Mista – TDABC (MILP – TDABC)

A Tabela 17, apresenta os resultados obtidos para o modelo MILP (TDABC). Para além da quantidade a produzir a tabela indica ainda o tempo gasto nas atividades de injeção, pré-fabricado, acabamento, armazenamento, amostras, planeamento, financeiro e comercial para cada produto, a capacidade que a empresa não está a utilizar ao produzir as quantidades obtidas pelo modelo, o lucro que a empresa obtém ao produzir essas quantidades e as receitas de cada produto.

Tabela 17 - Resultados do modelo I.1. - MILP(TDABC)

	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Capacidade não utilizada (%)	
Xi (quantidade)	<b>14953</b>	<b>0</b>	<b>11701</b>		
Receita	<b>53 681,27 €</b>	<b>- €</b>	<b>29 252,50 €</b>		
Lucro			<b>8 815,58 €</b>		
<b>Tempo Gasto, em horas</b>	<b>Injeção</b>	771,56	0,00	344,53	0%
	<b>Pré-fabricado</b>	115,82	0,00	0,00	74%
	<b>Acabamento</b>	778,31	0,00	95,50	16%
	<b>Armazenamento</b>	34,39	0,00	26,91	59%
	<b>Amostras</b>	42,99	0,00	33,64	59%
	<b>Planeamento</b>	34,39	0,00	26,91	59%
	<b>Financeiro</b>	8,60	0,00	6,73	59%
	<b>Comercial</b>	34,39	0,00	26,91	59%

Fonte: Elaboração própria.

Para o modelo MILP – TDABC, o lucro máximo é 8 815,58€, para:

- $(X_1, X_2, X_3)^* = (14\ 953, 0, 11\ 701)$
- $(z_1; z_2; z_3)^* = (1; 0; 1)$

Esta solução indica que apenas os produtos 1 e 3 devem ser produzidos, nas seguintes quantidades: 14 953 pares e 11 701 pares, sendo este é o *mix* de produtos ótimo proposto pelo MILP – TDABC. Esta solução permite concluir que a produção do produto 2 é desfavorável para a empresa, ou seja, quando a empresa opta por produzir este tipo de

produto diminui o lucro, uma vez que está a usar recursos que poderiam ser utilizados na produção de produtos que conduziriam a um maior lucro.

O modelo permite ainda concluir que, para a solução obtida, a empresa está a utilizar toda a capacidade que dispõe na atividade de injeção, enquanto que no pré-fabricado não está a utilizar cerca de 74% da sua capacidade. Este valor está relacionado com o facto de o modelo propor não produzir o produto 2 que é composto uma grande % deste tipo de atividade e do produto 3 não necessitar deste tipo de atividade.

Sugere-se assim que a empresa opte por transferir colaboradores do pré-fabricado para a injeção para conseguir responder mais eficientemente à procura pelos produtos 1 e 3. No caso do produto 3, a quantidade ótima a produzir é de 11 701 pares, ou seja, é igual sua procura. Este produto é vantajoso produzir sendo de considerar aumentar a sua produção caso se verifique possibilidade de esgotamento da produção.

## I.2. Modelo de Programação Linear Inteira Mista – ABC (MILP – ABC)

A Tabela 18, apresenta os resultados obtidos para o modelo MILP - ABC. Estes foram obtidos recorrendo ao método *Simplex* implementado no solver do *Excel*. A tabela indica-nos os dados chaves para analisar a solução do problema, indicando a quantidade a produzir, o tempo gasto nas atividades de injeção, pré-fabricado, acabamento, armazenamento, amostras, planeamento, financeiro e comercial para cada produto, a capacidade que a empresa não está a utilizar ao produzir as quantidades obtidas pelo modelo, o lucro que a empresa obtém ao produzir essas quantidades e as receitas de cada produto.

Tabela 18 - Resultados do modelo I.2. - MILP(ABC)

	Produto 1	Produto 2	Produto 3	Capacidade média não utilizada (%)	
Xi (quantidade)	<b>8424</b>	<b>0</b>	<b>11701</b>		
Receita	<b>30 242,16 €</b>	- €	<b>29 252,50 €</b>		
Lucro			<b>1 918,96 €</b>		
<b>Tempo Gasto, em horas</b>	<b>Injeção</b>	434,67	0,00	926,33	41%
	<b>Pré-fabricado</b>	65,25	0,00	529,42	85%
	<b>Acabamento</b>	438,47	0,00	93,12	54%
	<b>Armazenamento</b>	19,38	0,00	26,91	69%
	<b>Amostras</b>	24,22	0,00	33,64	69%
	<b>Planeamento</b>	19,38	0,00	26,91	69%
	<b>Financeiro</b>	4,84	0,00	6,73	69%

<b>Comercial</b>	19,38	0,00	26,91	69%
------------------	-------	------	-------	-----

*Fonte: Elaboração própria.*

Para o modelo MILP – ABC, o lucro máximo é de 1 918,96€, para:

- $(X_1, X_2, X_3)^* = (8424; 0; 11701)$
- $(z_1; z_2; z_3)^* = (1; 0; 1)$

No mesmo sentido que o observado para os resultados do modelo MILP-TDABC, o modelo MILP-ABC indica que a empresa deverá apenas produzir o produto 1 e 3, continuando e não produzir o produto 2. No entanto, tendo por base informação do ABC o lucro diminui, passando de 8 815,58€ para 1 918,96€. Esta diminuição do lucro deve ao facto do MILP-ABC apresentar na solução ótima uma diminuição da produção do produto 1 quando comparado com a solução do MILP-TDABC. Relativamente às quantidades do produto 3 a conclusão é igual ao modelo anterior.

Os resultados do modelo desenvolvido vão de encontro aos resultados dos modelos apresentados pelos autores Zhuang & Chang (2017), uma vez que em ambos os estudos indicam que se optarem pelas quantidades definidas no modelo com base em informação do ABC origina um menor lucro para empresa.

Relativamente à capacidade não utilizada, no MILP - ABC é necessário considerar uma média da capacidade não utilizada para as atividades de produção, visto que neste foi necessário subdividir as atividades em tarefas. Desta subdivisão resulta que a empresa não está a utilizar 41% da capacidade que dispõe na injeção, enquanto que no modelo anterior tal não acontecia. Este facto pode dever-se à atribuição das percentagens, visto que no modelo MILP-TDABC não restringíamos a capacidade da injeção, e no modelo MILP-ABC, obrigamos que o tempo gasto na injeção da sola seja igual ou inferior a 91% da capacidade desta atividade, assim podemos estar a obrigar o modelo a produzir menos quantidade do produto 1 conduzindo a uma maior capacidade de injeção não utilizada.

### **II.1. Modelo de Programação Linear Inteira – TDABC (LIP – TDABC)**

A Tabela 19 mostra os resultados obtidos para o modelo LIP - TDABC. A tabela indica-nos a quantidade a produzir, o tempo gasto nas atividades de injeção, pré-fabricado, acabamento, armazenamento, amostras, planeamento, financeiro e comercial para cada produto, a capacidade que a empresa não está a utilizar ao produzir as

quantidades obtidas pelo modelo, o lucro que a empresa obtém ao produzir essas quantidades e as receitas de cada produto.

Tabela 19 - Resultados do modelo II.1. - LIP(TDABC)

	<b>Produto 1</b>	<b>Produto 2</b>	<b>Produto 3</b>	<b>Capacidade não utilizada (%)</b>	
Xi (quantidade)	<b>14493</b>	<b>300</b>	<b>11700</b>		
Receita	<b>52 029,87 €</b>	<b>1 140,00 €</b>	<b>29 250,00 €</b>		
Lucro			<b>8 474,27 €</b>		
<b>Tempo Gasto</b>	<b>Injeção</b>	747,83	23,75	344,50	0%
	<b>Pré-fabricado</b>	112,25	13,57	0,00	72%
	<b>Acabamento</b>	754,36	2,39	95,49	18%
	<b>Armazenamento</b>	33,33	0,69	26,91	59%
	<b>Amostras</b>	41,67	0,86	33,64	59%
	<b>Planeamento</b>	33,33	0,69	26,91	59%
	<b>Financeiro</b>	8,33	0,17	6,73	59%
	<b>Comercial</b>	33,33	0,69	26,91	59%

Fonte: Elaboração própria.

Para o modelo LIP – TDABC, o lucro máximo é de 8 474,27€, para:

- $(X_1, X_2, X_3)^* = (14493; 300; 11701)$

Ao comparar os resultados deste modelo com os resultados do modelo MILP-TDABC, a principal diferença é que ao obrigar o modelo a produzir todos os produtos, a solução ótima consiste em produzir apenas a quantidade mínima do produto 2. O facto de obrigarmos a produzir o produto 2 diminui o lucro da empresa, visto que como já foi visto anteriormente o mesmo é prejudicial para o resultado da empresa, na medida em que consome recursos que poderia de outro modo ser canalizados para a produção de outras solas mais vantajosas em termos de lucro. Ao acrescentar a produção do produto 2, verifica-se que, quando comparado com o modelo MILP-TDABC, a capacidade não utilizada do pré-fabricado diminui em 2 p.p., enquanto que a capacidade não utilizada do acabamento aumenta em 2 p.p. Este facto, pode estar relacionado com o processo produtivo do produto 2, visto ser composto por um elevado número de subactividade de pré-fabricado. No entanto, o impacto não é muito substancial, porque a quantidade produzida é mínima, garantindo assim a necessidade de produção de todos os tipos de sola.

## II.2. Modelo de Programação Linear Inteira – ABC (LIP – ABC)

A Tabela 20 apresenta os resultados obtidos para o modelo LIP - ABC e indica-nos a quantidade a produzir, o tempo gasto nas atividades de injeção, pré-fabricado, acabamento, armazenamento, amostras, planeamento, financeiro e comercial para cada produto, a capacidade que a empresa não está a utilizar ao produzir as quantidades obtidas pelo modelo, o lucro que a empresa obtém ao produzir essas quantidades e as receitas de cada produto.

Tabela 20 - Resultados do modelo II.2. - LIP(ABC)

	<b>Produto 1</b>	<b>Produto 2</b>	<b>Produto 3</b>	<b>Capacidade média não utilizada (%)</b>	
Xi (quantidade)	<b>8424</b>	<b>3678</b>	<b>11701</b>		
Receita	<b>30 242,16 €</b>	<b>13 976,40 €</b>	<b>29 252,50 €</b>		
Lucro			<b>3 927,26 €</b>		
<b>Tempo Gasto</b>	<b>Injeção</b>	434,67	291,18	344,53	18%
	<b>Pré-fabricado</b>	65,25	166,41	0,00	53%
	<b>Acabamento</b>	438,47	29,27	95,50	50%
	<b>Armazenamento</b>	19,38	8,46	26,91	63%
	<b>Amostras</b>	24,22	10,57	33,64	63%
	<b>Planeamento</b>	19,38	8,46	26,91	63%
	<b>Financeiro</b>	4,84	2,11	6,73	63%
	<b>Comercial</b>	19,38	8,46	26,91	63%

Fonte: Elaboração própria.

Para o modelo LIP – ABC, o lucro máximo é de 3 927,26€, para:

- $(X_1, X_2, X_3)^* = (8424; 3678; 11701)$

Ao contrário, do que verificamos nos modelos que têm por base a informação gerada pelo TDABC, os modelos que utilizam a informação do ABC, obtém um maior lucro quando obrigamos a produção de todos os produtos. Como podemos verificar o lucro do modelo LIP – ABC é superior ao MILP – ABC, o que nos indica que quando a empresa diminui a quantidade do produto 1 e aumenta a quantidade do produto 2, utilizando a informação do ABC, consegue um melhor resultado. O mesmo se verifica na capacidade não utilizada, que também diminui quando aumentamos a quantidade do produto 2.

Os resultados até aqui apresentando sugerem algumas linhas orientadoras para aumentar o lucro da empresa na produção dos produtos aqui estudados. De seguida vamos efetuar um estudo de sensibilidade por forma a sugerir outras indicações a dar à empresa.

### III.1. Modelo de Programação Linear – TDABC (LP – TDABC)

A Tabela 21, apresenta no relatório de sensibilidade do modelo LP-TDABC. O preço Sombra em cada restrição, indica-nos o impacto que o aumento de uma unidade no lado

direito da restrição, irá ter no valor final da função objetivo. Considerando que tudo o resto permanece constante. Sendo o valor máximo que é possível aumentar, e o permissível diminuir é o valor máximo que é possível diminuir ao valor do lado direito da restrição, para que a solução ótima continue no mesmo vértice da região de soluções admissíveis.

Tabela 21 - Análise Sensibilidade LP-TDABC

#### Células de Variável

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$B\$5	$x_i$ Variáveis de Decisão	14492,73029	0	0,803246397	0,69227149	0,740144509
\$C\$5	$x_i$	300	0	0,096814861	1,135575968	1E+30
\$D\$5	$x_i$	11701	0	0,853399312	1E+30	0,395036408

#### Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lado Direito	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$C\$48	$x_1 \geq 300$ Lado Esquerdo	14492,73029	0	300	14192,73029	1E+30
\$C\$49	$x_2 \geq 300$ Lado Esquerdo	300	-1,135575968	300	9250,522807	300
\$C\$50	$x_3 \geq 300$ Lado Esquerdo	11701	0	300	11401	1E+30
\$C\$51	$X_1 \leq D_1$ Lado Esquerdo	14492,73029	0	29000	1E+30	14507,26971
\$C\$52	$X_2 \leq D_2$ Lado Esquerdo	300	0	24000	1E+30	23700
\$C\$53	$X_3 \leq D_3$ Lado Esquerdo	11701	0,395036408	11701	24871,68868	8795,188556
\$C\$54	(4) Lado Esquerdo	1116,09225	15,56704204	1116,09225	187,808056	732,3330556
\$C\$55	(5) Lado Esquerdo	125,8262924	0	446,4369	1E+30	320,6106076
\$C\$56	(6) Lado Esquerdo	852,2364383	0	1041,6861	1E+30	189,4496617
\$C\$57	(7) Lado Esquerdo	60,93557966	0	148,8123	1E+30	87,87672034
\$C\$58	(8) Lado Esquerdo	76,16947458	0	186,015375	1E+30	109,8459004
\$C\$59	(9) Lado Esquerdo	60,93557966	0	148,8123	1E+30	87,87672034
\$C\$60	(10) Lado Esquerdo	15,23389492	0	37,203075	1E+30	21,96918008
\$C\$61	(11) Lado Esquerdo	60,93557966	0	148,8123	1E+30	87,87672034

Fonte: Elaboração própria.

Assim da Tabela 21, é possível concluir que para o produto 2 por cada unidade mínima a produzir que se estabeleça acima das 300 unidades, o lucro da empresa diminui em aproximadamente 1,14€, até um aumento máximo de 9 250 pares no limite mínimo de produção estabelecido. Por outro lado, a diminuição de um par na produção mínima nas solas do tipo 2, conduz a um aumento de 1,14€ no lucro da empresa, até uma diminuição máxima de 300 unidades. Estes resultados vêm reforçar as conclusões obtidas para os modelos anteriores.

Por outro lado, da tabela 20 também podemos concluir que ao aumentar em uma unidade a procura do produto 3 a empresa consegue aumentar o seu lucro em aproximadamente 0,40€, para aumentos até mais 24871 pares e diminuição de até 8795 pares.

Por fim, conclui-se que se empresa aumentar em uma hora a capacidade da atividade injeção, mantendo tudo o resto constante, o seu lucro aumentará em cerca de 15,57€, até um aumento de 187 horas.

### III.2. Modelo de Programação Linear – ABC (LP – ABC)

A Tabela 22, apresenta no relatório de sensibilidade do modelo LP-ABC.

Tabela 22- Análise Sensibilidade LP-ABC

#### Células de Variável

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Custo	Objetivo Coeficiente	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$B\$5	x_i Variáveis de Decisão	8424,739651	0	0,803246397	1E+30	0,726718575
\$C\$5	x_i	3678,088019	0	0,096814861	0,919367051	0,096814861
\$D\$5	x_i	11701	0	0,853399312	1E+30	0,80972963

#### Restrições

Célula	Nome	Final Valor	Sombra Preço	Restrição Lado Direito	Permissível Aumentar	Permissível Diminuir
\$C\$48	x_1 >= 300 Lado Esquerdo	8424,739651	0	300	8124,739651	1E+30
\$C\$49	x_2 >= 300 Lado Esquerdo	3678,088019	0	300	3378,088019	1E+30
\$C\$50	x_3 >= 300 Lado Esquerdo	11701	0	300	11401	1E+30
\$C\$51	X_1 <= D_1 Lado Esquerdo	8424,739651	0	29000	1E+30	20575,26035
\$C\$52	X_2 <= D_2 Lado Esquerdo	3678,088019	0	24000	1E+30	20321,91198
\$C\$53	X_3 <= D_3 Lado Esquerdo	11701	0,80972963	11701	7489,157401	7290,172264
\$C\$54	(5a) Lado Esquerdo	51,08455582	0	96,75584778	1E+30	45,67129196
\$C\$55	(5b) Lado Esquerdo	1019,336402	1,483121267	1019,336402	214,6550722	220,514079
\$C\$56	Lado Esquerdo	21,8565439	280,1181571	21,8565439	11,08711713	10,79253506
\$C\$57	(6b) Lado Esquerdo	56,68420356	0	73,83192209	1E+30	17,14771853
\$C\$58	(6c) Lado Esquerdo	18,70239645	0	42,83824099	1E+30	24,13584454
\$C\$59	(6d) Lado Esquerdo	15,31787435	0	35,08592037	1E+30	19,76804603
\$C\$60	(6e) Lado Esquerdo	21,27365243	0	48,72775806	1E+30	27,45410563
\$C\$61	(6f) Lado Esquerdo	16,69443284	0	38,2389572	1E+30	21,54452435
\$C\$62	(6g) Lado Esquerdo	11,28083218	0	25,83898854	1E+30	14,55815636
\$C\$63	(6h) Lado Esquerdo	16,15089317	0	36,99396789	1E+30	20,84307472
\$C\$64	(6i) Lado Esquerdo	14,95823907	0	34,26216805	1E+30	19,30392898
\$C\$65	(6k) Lado Esquerdo	19,41008783	0	44,4592233	1E+30	25,04913547

\$C\$66	(6l) Lado Esquerdo	19,34197509	0	44,30320961	1E+30	24,96123452
\$C\$67	(7a) Lado Esquerdo	130,8284887	0	198,6662951	1E+30	67,83780644
\$C\$68	(7b) Lado Esquerdo	38,43709459	0	69,71685488	1E+30	31,27976029
\$C\$69	(7c) Lado Esquerdo	39,60875746	0	71,8420064	1E+30	32,23324894
\$C\$70	(7d) Lado Esquerdo	78,8664841	0	143,0473163	1E+30	64,18083217
\$C\$71	(7e) Lado Esquerdo	78,97569368	0	143,2453996	1E+30	64,26970595
\$C\$72	(7f) Lado Esquerdo	51,7363522	0	93,83892817	1E+30	42,10257597
\$C\$73	(7g) Lado Esquerdo	26,86087826	0	48,72001828	1E+30	21,85914003
\$C\$74	(7h) Lado Esquerdo	46,30057497	0	83,97956453	1E+30	37,67898957
\$C\$75	(7i) Lado Esquerdo	23,16446212	0	96,23738757	1E+30	73,07292545
\$C\$76	(7j) Lado Esquerdo	48,50083323	0	92,39232913	1E+30	43,8914959
\$C\$77	(8) Lado Esquerdo	54,74880364	0	148,8123	1E+30	94,06349636
\$C\$78	(9) Lado Esquerdo	68,43600455	0	186,015375	1E+30	117,5793704
\$C\$79	(10) Lado Esquerdo	54,74880364	0	148,8123	1E+30	94,06349636
\$C\$80	(11) Lado Esquerdo	13,68720091	0	37,203075	1E+30	23,51587409
\$C\$81	(12) Lado Esquerdo	54,74880364	0	148,8123	1E+30	94,06349636

*Fonte: Elaboração própria.*

Através da análise de Tabela 22, é possível concluir que ao aumentar em uma unidade a procura do produto 3 a empresa consegue aumentar o seu lucro em aproximadamente 0,81€, sendo possível aumentar até mais 7489 pares e diminuir de até 7290 pares.

Por outro lado, da Tabela 21 é possível concluir ainda que se a empresa aumentar em uma a capacidade da subactividade injeção da sola, mantendo tudo o resto constante, o seu lucro aumentará em cerca de 1,48€, até um aumento de 214 horas.

Por fim, conclui-se que se empresa aumentar em uma hora a capacidade da subactividade perfilar na atividade pré-fabricado, mantendo tudo o resto constante, o seu lucro aumentará em cerca de 280€, até um aumento de 11 horas.

*Tabela 23 - Quadro resumo dos resultados.*

<b>Modelos</b>	<b>Produto 1</b>	<b>Produto 2</b>	<b>Produto 3</b>	<b>Lucro</b>
<b>I.1 - MILP - TDABC</b>	14953	0	11701	8 815,58 €
<b>I.2 - MILP - ABC</b>	8424	0	11701	1 918,96 €
<b>II.1 - LIP - TDABC</b>	14493	300	11700	8 474,27 €
<b>II.2 - LIP - ABC</b>	8424	3678	11701	3 927,26 €

*Fonte: Elaboração própria.*

A Tabela 23, resume as quantidades e o lucro de cada modelo. Assim é possível concluir que independentemente de se tratar de um modelo de programação Linear inteira mista ou um modelo de programação linear inteira o sistema de custeio mais favorável é o TDABC.

## Capítulo 6 - Conclusões e Proposta de Investigação Futura

A agressividade do mundo empresarial obriga as empresas a serem eficientes no processo de tomada de decisão, pelo que se torna crucial a adoção de ferramentas que lhe permitam maximizar o lucro. Surge assim a temática da presente dissertação, que teve como objetivo desenvolver modelos de otimização utilizando a informação dos sistemas de custeio ABC e TDABC, por forma a obter o *mix* de produtos que permita à empresa o máximo lucro.

Considerando os dados disponibilizados pela empresa I.S.I., que se dedica à produção de solas injetadas, conclui-se que a informação gerada pelo sistema de custeio baseado no tempo de cada atividade, o TDABC, é mais realista para o cálculo dos custos da empresa. Tal facto, deve-se à utilização de diferentes bases de rateio, visto que neste método utilizou-se o tempo de cada atividade para o cálculo do custo, enquanto que o sistema ABC utilizou a percentagem de mão-de-obra consumida em cada atividade.

Não obstante, a implementação do ABC, permitiu identificar as atividades que influenciam o custo de cada produto através da construção da matriz APD. De salientar, que o desenvolvimento da matriz EAD, que consistiu em relacionar as categorias de custos com as atividades, permitiu a identificação das atividades mais dispendiosas para a empresa, do qual se destacou a comercial, que representa 22% dos custos totais da empresa.

Verificou-se, na sequência do desenvolvimento dos modelos de otimização, com base na informação do TDABC, que o lucro da empresa é sempre maior quando comparado com os *outputs* obtidos nos modelos que utilizam o ABC. Estes resultados são influenciados pelo facto do custo unitário, calculado pelo TDABC, ser inferior ao custo do ABC. De salientar que o TDABC exclui a produção do produto 2, ou na obrigação da produção de todos os produtos indica a quantidade mínima. Conclui-se assim que o produto 2 é prejudicial à empresa, uma vez, que quando apresentada a obrigação de produção, o lucro diminui.

Os modelos de otimização permitiram concluir, nomeadamente, que a produção do produto 3 revela-se vantajosa, uma vez que a quantidade atribuída para o *product mix* é sempre a máxima. Deste modo, a empresa deverá adotar medidas estratégicas para aumentar a procura do produto em análise e, conseqüentemente, aumentar a respetiva produção.

A nível académico, a presente dissertação introduz um elemento inovador, ao relacionar duas temáticas pouco estudadas na literatura. Acrescenta-se ainda o facto, de a aplicação desta temática, no setor do calçado, ser um fator diferenciador. Em termos de contribuições para a empresa em estudo, o modelo apresenta-se relevante, na medida que indica os produtos que contribuem para um maior lucro e os produtos prejudiciais para a mesma. De referir, que os modelos poderão ser facilmente replicados para um maior número de produtos, pelo que este poderá ser vantajoso na tomada de decisão da empresa.

A principal limitação do modelo reside no facto de se ter analisado apenas três produtos, o que não permite a generalização dos resultados à restante produção, uma vez, que é considerado um número restrito de tarefas.

A construção da base de dados apresentou como principal obstáculo a ausência da informação relativa ao tempo necessário para as operações máquina, como por exemplo, o tempo necessário para a programação da máquina de injeção. Consequentemente, o custo não foi contabilizado na função de custos da empresa.

Na indisponibilidade da cronometração, dos tempos das tarefas de injeção do produto 2 e 3, recorreu-se aos tempos registados pela própria máquina, o que não permitiu obter os tempos de *setup time*.

Por fim, estudos futuros poderiam focar-se na rentabilidade das diferentes tarefas da empresa, em vez de se abordar apenas a rentabilidade dos produtos. Sugere-se deste modo, o desenvolvimento do modelo, em função da capacidade que a empresa dispõe para cada subactividade de forma a otimizar o tempo das mesmas.

## Referências Bibliográficas

- Abdel-kader, M., & Luther, R. (2006). IFAC 's Conception of the Evolution of Management Accounting, *15*, 1–16.
- Abdul Majid, J., & Sulaiman, M. (2008). Implementation of activity based costing in Malaysia. *Asian Review of Accounting*, *16*(1), 39–55.  
<https://doi.org/10.1108/13217340810872463>
- Adioti, A. A., & Valverde, R. (2013). Time-Driven Activity Based Costing for the Improvement of IT Service Operations. *International Journal of Business and Management*, *9*(1), 109–128. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v9n1p109>
- AICEP. (2012). Síntese Setorial De Mercado. *Portugal Global*, 1–11.
- Al-Omiri, M., & Drury, C. (2007). A survey of factors influencing the choice of product costing systems in UK organizations. *Management Accounting Research*, *18*(4), 399–424. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2007.02.002>
- Association, A. A. (1972). Report of the Committee on Courses in Managerial Accounting, *47*(May), 1–13.
- Ayvaz, E., & Pehlivanli, D. (2011). The Use of Time Driven Activity Based Costing and Analytic Hierarchy Process Method in the Balanced Scorecard Implementation, *6*(3), 146–158. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v6n3p146>
- Balakrishnan, R., Labro, E., & Sivaramakrishnan, K. (2012). Product Costs as Decision Aids: An Analysis of Alternative Approaches (Part 1). *Accounting Horizons*, *26*(1), 1–20. <https://doi.org/10.2308/acch-50086>
- Banco de Portugal. (2018). Análise setorial da indústria do calçado 2012-2016. *Eurosistema*, 1–6.
- Baykasoğlu, A., & Kaplanoğlu, V. (2008). Application of activity-based costing to a land transportation company: A case study. *International Journal of Production Economics*, *116*(2), 308–324. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.08.049>
- Caiado, A. C. P. (2011). *Contabilidade analítica e de gestão*. (Áreas, Ed.) (6ª Edição).
- Cao, Q., Wei, Z. B., & Gong, W. M. (2009). An optimized algorithm for task

- scheduling based on activity based costing in cloud computing. *3rd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, ICBBE 2009*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/ICBBE.2009.5162336>
- Chan, Y.-C. L. (1993). Improving Hospital Cost Accounting With Activity Based Costing. *Health Care Management Review*, 71–77.
- Chea, A. (2011). Activity-Based Costing System in the Service Sector: A Strategic Approach for Enhancing Managerial Decision Making and Competitiveness. *International Journal of Business and Management*, 6(11), 3–10. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v6n11p3>
- Chenhall, R. H., & Moers, F. (2015). The role of innovation in the evolution of management accounting and its integration into management control. *Accounting, Organizations and Society*, 47, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.002>
- Cokins, G. (1999). Learning to love ABC. *Journal of Accountancy*, 188(2), 37,38.
- Cooper, R. (1987). The two-stage procedure in cost accounting-part one. *Journal of Cost Management*, 1(2), 43–51.
- Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1988). Measure Costs Right: Make The Right Decision. *The CPA Journal*, 60(2), 38. <https://doi.org/10.1016/j.npep.2013.05.005>
- Drury, C. (2013). *Costing: an introduction*. Springer.
- Drury, C. M. (2004). *Management and cost accounting*. Cengage Learning EMEA.
- Dunk, A. S. (2004). Product life cycle cost analysis : the impact of customer profiling , competitive advantage , and quality of IS information, 15, 401–414. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2004.04.001>
- Everaert, P., & Bruggeman, W. (2008). Cost modeling in logistics using time-driven ABC - Experiences from a wholesaler. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(3), 172–191.
- Gass, S. I. (2006). Linear programming. *Encyclopedia Of Statistical Sciences*.
- Gong, Z., & Hu, S. (2008). An economic evaluation model of product mix flexibility. *Omega*. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.04.008>
- Gríful-Miquela, C. (2001). Activity-based costing methodology for third-party logistics

- companies. *International Advances in Economic Research*, 7(1), 133–146.  
<https://doi.org/10.1007/BF02296598>
- Grondskis, G., & Sapkauskiene, A. (2011). Cost accounting information use for product mix design. *Ekonomika Ir Vadyba*, (16), 48–53.
- Haiza Muhammad Zawawi, N., & Hoque, Z. (2010). Research in management accounting innovations. *Qualitative Research in Accounting & Management*, 7(4), 505–568. <https://doi.org/10.1108/11766091011094554>
- Hicks, D. T. (1992). *Activity-based costing for small and mid-sized businesses: an implementation guide*. Wiley New York.
- Hillier, F. s., & Lieberman, G. J. (2010). *Introduction to Operations Research*. (The McGraw-Hill Companies Inc., Ed.).
- Horngren, C., Foster, G., & Datar, S. (2000). *Cost Accounting - A managerial Emphasis*. New Jersey, Prentice Hall.
- Innes, J., Mitchell, F., & Sinclair, D. (2000). Activity-based costing in the U.K.'s largest companies: a comparison of 1994 and 1999 survey results. *Management Accounting Research*, 11(3), 349–362. <https://doi.org/10.1006/mare.2000.0135>
- Jafarnejad, A. (2016). A Mathematical Programming Model of Activity-Based Costing in order to Improve Profitability and optimal production Orders, 11(6), 4100–4108.
- Johnson, H. T., & Kaplan, R. S. (1987). The Rise and Fall of Management Accounting. *IEEE Engineering Management Review*, 15(3), 36–44.  
<https://doi.org/10.1109/EMR.1987.4306297>
- Jones, T. C., & Dugdale, D. (2002). *The ABC bandwagon and the juggernaut of modernity* (Vol. 27).
- Jurek, P., Bras, B., Guldborg, T., D'Arcy, J., Seog-Chan Oh, & Biller, S. (2012). Activity-Based Costing applied to automotive manufacturing. In *2012 IEEE Power and Energy Society General Meeting* (pp. 1–7). IEEE.  
<https://doi.org/10.1109/PESGM.2012.6345348>
- Kaplan, R. S. (1990). The four-stage model of cost systems design. *Strategic Finance*, 71(8), 22.

- Kaplan, R. S. (1998). *Cost & effect: using integrated cost systems to drive profitability and performance*. Harvard Business Press.
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2007). *Time-driven activity-based costing: a simpler and more powerful path to higher profits*. Harvard business press.
- Lea, B., & Fredendall, L. D. (2002). The impact of management accounting , product structure , product mix algorithm , and planning horizon on manufacturing performance, *79*, 279–299.
- Lukka, K., & Granlund, M. (1996). Cost accounting in Finland: current practice and trends of development. *European Accounting Review*, *5*(1), 1–28.  
<https://doi.org/10.1080/09638189600000001>
- Malik, S. A., & Sullivan, W. G. (1995). Impact of ABC Information on Product Mix and Costing Decisions, *42*(2), 7–12.
- Marginson, D., & Ogden, S. (2005). Managers , budgets and organisational change : unbundling some of the paradoxes.
- Moisello, A. M. (2012). ABC: Evolution, Problems of Implementation and Organizational Variables. *American Journal of Industrial and Business Management*, *02*(02), 55–63. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2012.22008>
- Mortaji, S. T. H., Bagherpour, M., & Mazdeh, M. M. (2013a). Fuzzy time-driven activity-based costing. *EMJ - Engineering Management Journal*.  
<https://doi.org/10.1080/10429247.2013.11431983>
- Mortaji, S. T. H., Bagherpour, M., & Mazdeh, M. M. (2013b). Fuzzy Time-Driven Activity-Based Costing. *Engineering Management Journal*, *25*(3), 63–73.  
<https://doi.org/10.1080/10429247.2013.11431983>
- NAA. (1981). Definition of Management Accounting. *Statement of Management Accounting N° 1 A, National Association Accountants*, *8*(1), 32–33.  
<https://doi.org/10.1038/nbt0792-752>
- Namazi, M. (2009). Performance Focused ABC: A Third Generation of Activity Based Costing System. *Cost Management*, (March).
- Öker, F., & Adıgüzel, H. (2016). Time-Driven Activity-Based Costing: An

- Implementation in a Manufacturing Company. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 27(3), 39–56. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22144>
- Pinedo, M. L. (2008). *Scheduling*. New York, NY: Springer New York.  
<https://doi.org/10.1007/978-0-387-78935-4>
- Ray, S. (2012). Relevance and Applicability of Activity Based Costing : An Appraisal. *Journal of Expert Systems (JES)*, 1(3), 71–78.
- Raz, T., & Elnathan, D. (1999). Activity based costing for projects. *International Journal of Project Management*, 17(1), 61–67. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(97\)00073-2](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(97)00073-2)
- Roztock, N., Porter, J. D., Thomas, R. M., & Needy, K. L. S. (2004). A procedure for smooth implementation of activity-based costing in small companies. *EMJ - Engineering Management Journal*, 16(4), 19–27.  
<https://doi.org/10.1080/10429247.2004.11415262>
- Saaty, T. L. (1982). Decision Making for Leaders. *Biophysics*, 9(1), 291.
- Sabi. (2019). Relatório padrão: I.S.I. – INDÚSTRIA DE SOLAS INJECTADAS, LDA. Retrieved November 28, 2019, from [https://sabi.bvdinfo.com/version-20191128/Search.QuickSearch.serv?\\_CID=1&context=21V1A24S41N464P](https://sabi.bvdinfo.com/version-20191128/Search.QuickSearch.serv?_CID=1&context=21V1A24S41N464P)
- Sarker, R. A., & Newton, C. S. (2007). *Optimization Modelling - A Practical Approach*. (CRC Press, Ed.).
- Shields, M. (1995). An empirical analysis of firms' implementation experiences with activity-based costing. *Journal of Management Accounting Research*, 7(July), 148.
- Somapa, S., Cools, M., & Dullaert, W. (2012). Unlocking the potential of time-driven activity-based costing for small logistics companies. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 15(5), 303–322.  
<https://doi.org/10.1080/13675567.2012.742043>
- Talbi, E.-G. (2009). *Metaheuristics - From design to implementation*. (John Wiley & Sons Inc, Ed.).
- Turney, P. B. B. (1996). Cost, Technology; Chartered Institute of Management, Accountants-Activity based costing: the performance breakthrough. Kogan Page.

- Walther, L. M., & Skousen, C. J. (2009). *Managerial and Cost Accounting\_extrememly impoertant to follow. The Accounting Cycle*. <https://doi.org/10.2307/2552910>
- Wanderley, C., & Cullen, J. (2013). MANAGEMENT ACCOUNTING CHANGE :, *10*(4), 294–307. <https://doi.org/10.4013/base.2013.104.01>
- Wnuk-pel, T. (2010). Changes In Company ' s Management Accounting Systems : Case Study on Activity- Based Costing Implementation and Operation in Medium-Sized Production Company. *Eurasian Journal of Business and Economics*, *3*(6), 85–111.
- Zhuang, Z.-Y., & Chang, S.-C. (2017). Deciding product mix based on time-driven activity-based costing by mixed integer programming. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 959–974. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-1032-2>

## Anexo I – Tempos registados nas 30 observações de cada tarefa do produto 1

Atividade	Subactividade	Tempos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Pré-fabricado</b>	Perfilar	9,68	11,76	9,92	9,43	9,49	9,17	9,17	9,35	9,02	9,67
	Cola	18,52	21,64	21,34	17,78	19,30	21,50	18,84	19,50	18,18	19,24
<b>Injeção</b>	Injeção	188,53	183,65	186,73	183,47	185,07	186,16	184,68	191,13	184,49	182,91
<b>Acabamento</b>	Rebarbar	28,78	24,96	22,23	48,43	20,35	29,54	21,71	25,51	18,15	18,57
	Aplicar Diluente	14,12	18,00	16,55	26,38	13,70	15,52	17,01	17,22	20,97	18,67
	Pintar o Friso	18,38	19,88	15,78	19,32	16,92	17,20	16,68	16,10	16,30	14,72
	Lixar o Couro	30,58	27,00	32,74	28,42	31,60	38,80	33,72	31,18	27,00	31,02
	Rebarbar à escova	29,52	36,62	43,18	36,02	31,22	54,94	38,40	30,98	28,68	25,76
	Pintar o Couro	21,03	22,72	23,48	24,88	19,95	22,80	26,56	23,21	24,73	20,94
	Escovar	18,40	11,06	11,38	12,68	8,96	9,04	13,74	10,42	8,08	9,42
	Limpar	16,69	18,31	11,15	34,09	21,61	24,77	19,79	20,56	15,52	16,69
	Embalar	9,97	9,97	9,97	9,97	15,19	10,34	10,34	6,87	6,87	6,87

Atividade	Subactividade	Tempos									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Pré-fabricado</b>	Perfilar	9,14	9,28	9,11	9,54	9,09	9,12	9,10	9,08	9,27	8,99
	Cola	20,04	18,88	19,30	23,12	21,76	18,72	19,64	17,38	15,86	15,12
<b>Injeção</b>	Injeção	201,79	193,09	190,57	190,09	181,59	182,98	186,23	186,88	179,52	181,94
<b>Acabamento</b>	Rebarbar	22,04	19,61	18,55	23,79	19,38	19,91	20,67	22,98	19,59	21,77
	Aplicar Diluente	18,28	12,97	18,26	16,56	16,85	21,48	17,76	18,21	17,76	22,94
	Pintar o Friso	14,08	32,70	16,60	16,44	15,52	18,14	14,90	15,28	14,92	14,76
	Lixar o Couro	62,82	37,42	31,00	33,78	27,38	36,24	27,04	35,68	28,84	34,12
	Rebarbar à escova	39,70	29,84	29,30	29,16	38,04	28,98	30,76	27,58	38,78	32,16
	Pintar o Couro	21,39	17,22	18,88	23,38	21,35	21,35	19,56	23,37	21,03	22,72
	Escovar	7,96	12,24	10,62	9,86	10,34	9,06	13,84	12,06	11,04	12,56
	Limpar	18,31	11,15	34,09	21,61	24,77	19,79	20,56	15,52	16,69	18,31
	Embalar	6,87	14,52	8,56	8,56	11,03	11,03	11,03	11,03	6,87	11,06

Atividade	Subactividade	Tempos									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>Pré-fabricado</b>	Perfilar	9,29	9,05	9,05	9,25	9,36	9,21	9,71	9,01	9,16	8,77
	Cola	18,20	14,48	18,82	17,58	17,74	16,42	16,20	17,32	16,72	17,18
<b>Injeção</b>	Injeção	186,97	188,21	182,48	184,88	183,17	184,66	181,78	182,96	182,49	183,61
<b>Acabamento</b>	Rebarbar	20,57	23,29	22,10	22,49	17,45	19,95	37,84	19,08	24,07	28,78
	Aplicar Diluente	15,13	7,99	10,64	9,98	9,38	12,06	11,17	12,83	17,61	26,80
	Pintar o Friso	15,38	15,28	15,26	17,90	18,18	15,86	16,24	17,64	16,52	14,88
	Lixar o Couro	30,14	27,00	30,12	39,20	31,92	27,82	57,54	31,22	36,62	33,06
	Rebarbar à escova	28,84	33,10	28,38	34,82	49,58	28,52	28,84	30,28	43,14	27,30
	Pintar o Couro	23,48	24,88	22,80	26,56	23,21	20,94	21,39	17,22	18,88	23,38
	Escovar	12,30	14,38	10,12	10,24	10,20	11,06	12,84	11,86	18,72	9,86
	Limpar	11,15	34,09	21,61	24,77	19,79	20,56	15,52	16,69	18,31	11,15
	Embalar	11,06	11,06	11,06	10,54	10,54	10,54	10,54	7,37	7,37	7,37

## Anexo II – Tempos registados nas 30 observações de cada tarefa do produto

2

Atividade	Subactividade	Tempos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Injeção</b>	Injeção capa	50,00									
	Injeção	235,00									
<b>Pré-Fabricado</b>	Fresar	24,28	19,76	22,38	18,98	17,28	21,26	20,14	35,06	17,60	16,08
	Lavagem	13,82	13,80	13,26	22,70	11,90	12,56	12,42	27,64	13,58	12,10
	Aplicar Cola	11,16	12,08	11,52	11,68	12,20	11,32	12,94	13,18	11,40	12,06
	Colocar a Vira	17,26	12,34	15,20	18,06	15,86	16,02	17,94	17,24	14,56	12,74
	Prensar a sola	16,34									
	Fazer o Pião	10,52	8,72	8,86	18,58	9,80	9,02	10,18	8,48	9,60	8,76
	Lixar	12,60	12,22	11,50	12,20	12,92	13,14	12,66	15,36	9,82	52,02
	Limpar c/ Escova	21,86	17,88	18,54	16,58	36,96	13,24	10,50	10,78	14,54	10,90
	Dar Fumo	14,58	34,46	15,08	15,10	33,90	13,78	13,84	14,64	32,24	13,50
	Escovar	14,86	14,56	15,04	15,66	17,42	15,80	19,36	13,08	14,58	42,66
<b>Acabamento</b>	Pintar a Forra	13,42	16,44	18,44	30,20	23,08	18,08	16,38	20,18	31,60	21,48
	Embalamento	5,98									
Atividade	Subactividade	Tempos									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Injeção</b>	Injeção capa	50,00									
	Injeção	235,00									
<b>Pré-Fabricado</b>	Fresar	14,34	13,54	21,06	14,94	15,40	19,10	14,32	14,84	15,80	32,14
	Lavagem	13,76	13,44	31,84	12,14	11,76	14,40	13,40	12,44	15,36	11,40
	Aplicar Cola	12,56	13,70	12,24	11,68	34,02	11,42	16,42	6,14	10,98	14,06
	Colocar a Vira	16,04	18,38	60,68	70,56	20,38	13,24	15,82	15,16	15,30	16,04
	Prensar a sola	16,34									
	Fazer o Pião	9,72	8,42	9,32	10,42	26,48	9,82	9,66	12,84	9,58	10,06
	Lixar	12,40	11,94	13,02	13,02	13,24	13,24	13,92	11,46	13,10	12,66
	Limpar c/ Escova	10,44	12,72	11,30	11,12	11,12	29,18	13,58	8,94	10,14	11,40
	Dar Fumo	13,66	41,44	33,60	22,56	12,22	16,18	13,42	12,36	13,14	12,96
	Escovar	15,56	14,32	14,14	15,02	21,26	12,66	12,88	15,62	15,44	48,26
<b>Acabamento</b>	Pintar a Forra	17,66	19,10	21,24	18,56	18,20	20,52	16,94	24,12	17,34	21,82
	Embalamento	5,98									
Atividade	Subactividade	Tempos									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>Injeção</b>	Injeção capa	50,00									
	Injeção	235,00									
<b>Pré-Fabricado</b>	Fresar	16,98	13,90	15,22	15,64	16,42	24,06	14,78	14,44	15,08	14,34
	Lavagem	12,16	12,78	11,06	16,70	15,50	11,78	11,46	11,48	29,24	13,90
	Aplicar Cola	19,04	11,62	12,06	11,64	10,92	13,50	15,14	10,92	11,78	10,78
	Colocar a Vira	12,82	19,04	17,38	15,50	12,48	13,70	21,66	20,52	13,76	18,98
	Prensar a sola	16,34									
	Fazer o Pião	8,20	7,84	9,70	8,08	8,76	10,00	8,66	10,02	8,98	32,16
	Lixar	68,94	15,98	12,24	11,04	11,42	12,04	12,64	11,76	14,96	10,78

	Limpar c/ Escova	11,26	10,60	9,92	10,24	11,22	11,62	11,68	10,66	11,10	39,20
	Dar Fumo	52,08	16,60	14,04	10,30	14,50	13,10	13,20	14,12	18,86	10,48
	Escovar	11,90	18,90	12,34	28,98	14,16	14,04	13,78	15,48	14,98	15,20
<b>Acabamento</b>	Pintar a Forra	17,98	108,44	22,36	15,06	19,70	20,42	19,16	17,14	17,78	17,34
	Embalamento	5,98									

### Anexo III – Tempos registados nas 30 observações de cada tarefas do produto 3

Atividade	Subactividade	Tempos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Injeção</b>	Injeção	106,00									
<b>Acabamento</b>	Rebarbar	28,78	24,96	22,23	48,43	20,35	29,54	21,71	25,51	18,15	18,57
	Embalamento	5,98									
Atividade	Subactividade	Tempos									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Injeção</b>	Injeção	106,00									
<b>Acabamento</b>	Rebarbar	28,78	24,96	22,23	48,43	20,35	29,54	21,71	25,51	18,15	18,57
	Embalamento	5,98									
Atividade	Subactividade	Tempos									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>Injeção</b>	Injeção	106,00									
<b>Acabamento</b>	Rebarbar	28,78	24,96	22,23	48,43	20,35	29,54	21,71	25,51	18,15	18,57
	Embalamento	5,98									

### Anexo IV – Parâmetros gerais do modelo

Parâmetros gerais do modelo		
4,64 €	Cp_i	custo por hora dos trabalhadores injeção;
5,01 €	Cp_f	custo por hora dos trabalhadores pré-fabricado;
3,84 €	Cp_a	custo por hora dos trabalhadores acabamento;
6,17 €	C_a	Custo por hora dos trabalhadores armazém;
9,65 €	C_d	custo por hora dos trabalhadores amostra + <i>design</i> ;
8,77 €	C_p	custo por hora dos trabalhadores planeamento;
11,19 €	C_f	custo por hora dos trabalhadores financeiro;
17,46 €	C_c	custo por hora dos trabalhadores comercial;
51,81 €	Cmp_i	Custo por hora das operações de máquina na injeção;
23,94 €	Cmp_f	Custo por hora das operações de máquina no pré-fabricado;
72,91 €	Cmp_a	Custo por hora das operações de máquina no acabamento;
13 180,99 €	Custos Fixos	
0,00230	h_a	tempo, em horas, necessário para armazenagem por par;
0,00288	h_d	tempo, em horas, necessário para desenvolvimento amostra ou desenho;
0,00230	h_p	tempo, em horas, necessário para planeamento;

<b>0,00058</b>	h_f	tempo, em horas, necessário para financeiro;
<b>0,00230</b>	h_c	tempo, em horas, necessário para Comercial;
<b>1116</b>	Up_i	capacidade de mão de obra do departamento de injeção em horas;
<b>446</b>	Up_f	capacidade de mão de obra do departamento de pré-fabricado em horas;
<b>1042</b>	Up_a	capacidade de mão de obra do departamento de acabamento em horas;
<b>149</b>	U_a	capacidade de mão de obra do departamento de armazém em horas;
<b>186</b>	U_d	capacidade de mão de obra do departamento de amostra + <i>design</i> em horas;
<b>149</b>	U_p	capacidade de mão de obra do departamento de planeamento em horas;
<b>37</b>	U_f	capacidade de mão de obra do departamento de financeiro em horas;
<b>149</b>	U_c	capacidade de mão de obra do departamento de comercial em horas;

## Anexo V – Parâmetros do modelo por tipo de produto (TDABC)

Parâmetros do modelo por tipo de produto				
Produto	1	2	3	
<b>P_i</b>	<b>3,59 €</b>	<b>3,80 €</b>	<b>2,50 €</b>	preço de venda unitário por produto i;
<b>D_i</b>	<b>29000</b>	<b>24000</b>	<b>11701</b>	procura do produto i;
<b>Cr_i</b>	<b>2,20 €</b>	<b>2,97 €</b>	<b>1,37 €</b>	custo da matéria-prima do produto i;
<b>hp_ic</b>	0,000	0,014	0,000	tempo de injeção necessário para produzir um par de "capas", em horas do produto i;
<b>hp_is</b>	0,052	0,065	0,029	tempo de injeção necessário para produzir um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fp</b>	0,003	0,000	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para perfilar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fc</b>	0,005	0,004	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para aplicar cola num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_ff</b>	0,000	0,005	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para fresar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_flv</b>	0,000	0,004	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para lavar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fv</b>	0,000	0,006	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para colocar a vira num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fpr</b>	0,000	0,005	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para prensa um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fpi</b>	0,000	0,003	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para fazer o pião num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_flx</b>	0,000	0,004	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para lixar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fle</b>	0,000	0,004	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para limpar à escova um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fdf</b>	0,000	0,005	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para dar fumo num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fe</b>	0,000	0,005	0,000	tempo de pré-fabricado necessário para escovar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_ar</b>	0,007	0,000	0,007	tempo de acabamento necessário para rebarbar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_aa</b>	0,005	0,000	0,000	tempo de acabamento necessário para aplicar diluente num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_apf</b>	0,005	0,000	0,000	tempo de acabamento necessário para pintar o friso num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_alx</b>	0,009	0,000	0,000	tempo de acabamento necessário para lixar o couro num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_are</b>	0,009	0,000	0,000	tempo de acabamento necessário para rebarbar à escova um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_apc</b>	0,006	0,000	0,000	tempo de acabamento necessário para pintar o couro de um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_ae</b>	0,003	0,000	0,000	tempo de acabamento necessário para escovar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_al</b>	0,005	0,000	0,000	tempo de acabamento necessário para limpar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_apf</b>	0,000	0,006	0,000	tempo de acabamento necessário para pintar a forra de um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_aem</b>	0,003	0,002	0,002	tempo de acabamento necessário para embalar um par de solas, em horas do produto i;

## Anexo VI – Parâmetros do modelo por tipo de produto (ABC)

Parâmetros do modelo por tipo de produto							
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
<b>hp_ic</b>	0,00	0%	0,01	9%	0,00	0%	tempo de injeção necessário para produzir um par de "capas", em horas do produto i;
<b>hp_is</b>	0,05	32%	0,07	41%	0,03	18%	tempo de injeção necessário para produzir um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fp</b>	0,00	5%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para perfilar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fc</b>	0,01	10%	0,00	7%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para aplicar cola num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_ff</b>	0,00	0%	0,01	10%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para fresar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_flv</b>	0,00	0%	0,00	8%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para lavar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fv</b>	0,00	0%	0,01	11%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para colocar a vira num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fpr</b>	0,00	0%	0,00	9%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para prensa um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fpi</b>	0,00	0%	0,00	6%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para fazer o pão num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_flx</b>	0,00	0%	0,00	8%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para lixar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fle</b>	0,00	0%	0,00	8%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para limpar à escova um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fdf</b>	0,00	0%	0,01	10%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para dar fumo num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_fe</b>	0,00	0%	0,01	10%	0,00	0%	tempo de pré-fabricado necessário para escovar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_ar</b>	0,01	10%	0,00	0%	0,01	10%	tempo de acabamento necessário para rebarbar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_aa</b>	0,00	7%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para aplicar diluente num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_apf</b>	0,00	7%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para pintar o friso num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_alx</b>	0,01	14%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para lixar o couro num par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_are</b>	0,01	14%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para rebarbar à escova um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_apc</b>	0,01	9%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para pintar o couro de um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_ae</b>	0,00	5%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para escovar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_al</b>	0,01	8%	0,00	0%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para limpar um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_apf</b>	0,00	0%	0,01	9%	0,00	0%	tempo de acabamento necessário para pintar a forra de um par de solas, em horas do produto i;
<b>hp_aem</b>	0,00	4%	0,00	2%	0,00	2%	tempo de acabamento necessário para embalar um par de solas, em horas do produto i;