



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Tiago Miguel Lopes Ferreira

Modelo de Análise de Custos de Produção numa Empresa de Componentes Eletrónicos para a Indústria Automóvel

Outubro de 2022



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Tiago Miguel Lopes Ferreira

**Modelo de Análise de Custos de Produção
numa Empresa de Componentes Eletrónicos
para a Indústria Automóvel**

Dissertação de Mestrado em Gestão de Projetos de
Engenharia

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Paulo Sérgio Lima Pereira Afonso

Outubro de 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial

CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

O presente projeto de investigação culmina um grande esforço pessoal na realização do mestrado, que só foi possível com o apoio e contributo de diferentes pessoas a quem agradeço.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais e irmão, pelo apoio e incentivo ao longo de todo o mestrado e da realização deste projeto de investigação.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Professor Doutor Paulo Afonso, pela sua partilha de conhecimento, acompanhamento, conselhos e incentivos, fundamentais na realização e enriquecimento deste projeto.

Quero agradecer também à minha equipa de trabalho pelo apoio constante e ideias para a melhoria do trabalho efetuado. Quero também agradecer a todos os elementos da empresa que participaram e apoiaram no desenvolvimento do projeto, o seu apoio e disponibilidade ao longo de todo o projeto foi muito importante para a sua concretização.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer a todos os AMIGOS que estiveram ao meu lado nesta caminhada quando eu mais precisava e não me deixaram desistir. Obrigado pelo apoio, incentivo, disponibilidade, motivação, sugestões, ideias, fundamentais quando a vontade e o cansaço se sobrepunham.

A todos vocês, MUITO OBRIGADO!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Modelo de Análise de Custos de Produção numa Empresa de Componentes Eletrónicos para a Indústria Automóvel

RESUMO

Num mercado global cada vez mais competitivo e dinâmico, as organizações necessitam de obter vantagem competitiva face aos concorrentes. Neste contexto, assegurar a rentabilidade de projetos e da própria organização é um desafio cada vez maior. Desta forma, as atividades de *Controlling* surgem como uma ferramenta importante para garantir o crescimento e sustentabilidade da organização. Aliado ao *Controlling*, a definição de um sistema de custeio que permita conhecer detalhadamente os custos de produção, torna-se um fator preponderante para garantir um processo produtivo competitivo, aliado a uma elevada eficiência operacional com custos de produção reduzidos e otimizados.

O presente projeto de investigação foi realizado na *Bosch Car Multimedia Portugal S.A.*, unidade produtiva da Bosch em Braga. Através da metodologia investigação-ação, foi desenvolvido um modelo de custeio para apurar os custos dos processos produtivos na área da Montagem Final, tendo como base o sistema de custeio *Time-Driven Activity Based Costing*.

O modelo desenvolvido difere do método utilizado pela empresa, nomeadamente pelo uso da capacidade prática para calcular indutores de custo (mais especificamente custos das depreciações dos equipamentos), permite a distinção entre custos específicos de *workstation* e custos da linha de produção, e possibilita a mensuração dos custos relativos às capacidades utilizada e não utilizada dos processos. Como principais resultados do PDC obtido, verifica-se que a maioria dos custos do produto analisado na área de Montagem Final são variáveis, os custos da linha são superiores aos custos específicos das *workstations*, sendo a rubrica Custos com Pessoal a que tem maior proporção no PDC. Relativamente à utilização da capacidade das *workstations*, verifica-se que 65% dos custos representam custos de capacidade utilizada *value added*.

PALAVRAS-CHAVE

Análise Utilização de Capacidade, Controlling, Custos Produção, Sistema de Custeio, TDABC

Production Costs Model in an Electronic Components Company for the Automotive Industry

ABSTRACT

In an increasingly competitive and dynamic global market, organizations need a competitive advantage over competitors. In this context, ensuring the profitability of projects and the organization itself is an ever-increasing challenge. This makes Controlling activities an important tool for the organization's growth and sustainability. In conjunction with Controlling, the definition of a cost-based system that provides detailed knowledge of production costs, becomes a key factor to ensure a competitive production process, combining high operational efficiency with low and optimized production costs.

This research project was carried out at Bosch Car Multimedia Portugal S.A., Bosch plant in Braga. Through the research-action methodology, a cost model was developed to determine the costs of productive processes in the Final Assembly department, based on the Time-Driven Activity Based Costing methodology.

The model developed differs from the method used by the company, namely by the use of practical capacity to calculate cost drivers (more specifically equipment depreciation costs), allows the distinction between specific workstation costs and production line costs, and allows the measurement of costs relative to the used and unused capacities by the processes. The main results of the calculated PDC for the analyzed product shows that most of the costs in the Final Assembly area are variable, the line costs are higher than the specific workstation costs, and the item Personnel Costs has the highest proportion in the PDC. Regarding workstation capacity utilization, 65% of the costs represent value added capacity utilization costs.

KEYWORDS

Capacity Utilization Analysis, Controlling, Costing System, Production Costs, TDABC

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação	4
1.4 Estrutura da dissertação	5
2. Revisão da literatura	7
2.1 Sistemas de custeio.....	7
2.2 Sistemas de custeio tradicionais	11
2.3 Sistemas de custo padrão	12
2.4 Activity Based Costing	14
2.5 Time-Driven Activity Based Costing	16
2.5.1 Capacidade utilizada e não utilizada	19
2.5.2 Vantagens do TDABC	20
2.5.3 Desvantagens do TDABC.....	22
2.6 Controlling	23
2.7 Business Plan.....	26
2.8 Business Intelligence e Business Analytics	28
3. Metodologia de investigação	31
3.1 Metodologia investigação-ação	33
3.2 Etapas da investigação	36
4. Caso de estudo.....	39
4.1 Grupo Bosch no Mundo	39
4.2 Grupo Bosch em Portugal	40
4.3 Grupo Bosch em Braga.....	42

4.4	Controlling (CTG).....	43
4.5	Descrição do processo de custeio	44
5.	Desenvolvimento e aplicação do modelo TDABC.....	50
5.1	Premissas do modelo	51
5.1.1	Custos dos processos	55
5.1.2	Custos da capacidade utilizada e da capacidade não utilizada	63
6.	Discussão dos resultados	68
6.1	Resultados dos custos dos processos.....	68
6.2	Resultados dos custos de capacidade utilizada e capacidade não utilizada	78
6.3	Resultados futuros possíveis.....	82
7.	Conclusões	86
7.1	Principais conclusões	86
7.2	Limitações da investigação.....	88
7.3	Oportunidades de trabalho futuro.....	89
	Referências Bibliográficas.....	91
	Apêndice 1 – Modelo de Custeio desenvolvido em Excel.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Research onion (Saunders, Lewis & Thornhill, 2009).....	32
Figura 2 - Espiral da metodologia investigação-ação (Saunders, Lewis & Thornhill, 2009).....	35
Figura 3 - Áreas de negócio do Grupo Bosch (Fonte: Bosch)	39
Figura 4 - Dados Grupo Bosch a nível mundial (dados 2021) (Fonte: Bosch).....	40
Figura 5 - Dados localizações Bosch em Portugal em 2020 (Fonte: Bosch).....	42
Figura 6 - Portfólio de produtos de BrgP (Fonte:Bosch)	43
Figura 7 - Organograma do departamento de Controlling de BrgP	44
Figura 8 - Relação entre Profit Center, Cost Center, OverHead e Part Number (Fonte: Bosch)	49
Figura 9 - Decomposição do PDC por rubrica de custo	69
Figura 10 - Decomposição da rubrica Custos com Pessoal	69
Figura 11 - Decomposição do PDC por nível do custo e variável/fixo	70
Figura 12 - Distribuição do PDC por workstation e linha	70
Figura 13 - PDC variável e PDC fixo	71
Figura 14 - Decomposição do PDC das workstations	71
Figura 15 - Percentagem de PDC Var e PDC Fix das workstations	72
Figura 16 - Decomposição do PDC da linha de produção	72
Figura 17 - Percentagem de PDC Var e PDC Fix da linha de produção	73
Figura 18 - Decomposição do PDC Var da linha de produção	73
Figura 19 - Decomposição do PDC Fix da linha de produção	74
Figura 20 - Decomposição sintetizada do PDC.....	74
Figura 21 - PDC por workstation.....	75
Figura 22 - PDC por workstation (percentagem)	76
Figura 23 - PDC Var e PDC Fix por workstation	76
Figura 24 - PDC Var e PDC Fix por workstation (percentagem)	77
Figura 25 - PDC Workstation e PDC Linha por workstation	77
Figura 26 - PDC Workstation e PDC Linha por workstation (percentagem)	78
Figura 27 - Custos da capacidade utilizada e não utilizada por workstation.....	78
Figura 28 - Percentagem de capacidade utilizada e não utilizada por workstation	79

Figura 29 - Custos da capacidade utilizada e não utilizada do processo Testing	80
Figura 30 - Custos de capacidade por workstation (percentagem)	82
Figura 31 - Folha Excel do modelo com template para recolha de inputs	97
Figura 32 - Folha Excel do modelo de cálculo com ligações automáticas ao template de input	98
Figura 33 - Folha Excel do modelo de custo com dados reais calculados	99
Figura 34 - Folha Excel com análise dos resultados	100
Figura 35 - Inputs de MFE na folha Excel de cálculo	101
Figura 36 - Inputs de CTG na folha Excel de cálculo.....	102
Figura 37 - Cálculo da capacidade prática na folha Excel de cálculo.....	103
Figura 38 - Cálculo do custo por processo na folha Excel de cálculo	104
Figura 39 - Cálculo dos custos das capacidades utilizadas e não utilizadas na folha Excel de cálculo	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais diferenças entre Business Intelligence e Business Analytics	30
Tabela 2 - Estrutura do PPC (Fonte: Bosch Car Multimedia Portugal)	46
Tabela 3 - Tarifas utilizadas por CTG para cálculo do PPC.....	47
Tabela 4 - Classificação dos recursos do modelo desenvolvido	51
Tabela 5 - Cálculo da capacidade prática no modelo.....	54
Tabela 6 - Inputs reais de MFE e CTG (template).....	55
Tabela 7 - Inputs reais dos tempos e investimentos.....	56
Tabela 8 - Inputs dos tempos de processamento (VT) de cada workstation	57
Tabela 9 - Cálculo dos custos específicos da workstation.....	58
Tabela 10- Decomposição do custo de depreciação em função do tempo	59
Tabela 11- Cálculo dos custos específicos da linha de produção	61
Tabela 12 - Cálculo dos custos variáveis da linha	62
Tabela 13 - Cálculo dos custos fixos da linha	62
Tabela 14 - PDC total por workstation.....	63
Tabela 15 - Inputs para cálculo dos custos de capacidade utilizada e não utilizada	65
Tabela 16 - Custos de capacidade por workstation	81
Tabela 17 - Investimentos por workstation	83
Tabela 18 - PDC total por workstation (simulação)	84
Tabela 19 - Diferenças no PDC por workstation	84

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABC - *Activity-based Costing*

BA - *Business Analytics*

BI - *Business Intelligence*

BI&A - *Business Intelligence and Analytics*

BP - *Business Plan*

BrgP - *Bosch Car Multimedia Braga*

BU - *Business Unit*

CC - *Cost Center*

CT - *Cycle time*

CTG - *Controlling*

EBIT - *Earnings before interests and taxes*

EWAK - Equipamento de produção específico

FA - *Final Assembly*

HC - *Headcount*

MAE - Equipamento de produção genérico

MAT - *Material*

MCT - *Machine Cycle Time*

MFE - *Manufacturing Engineering*

MOH - *Material Overhead Costs*

OH - *Overhead*

PAC - *Plant Administration Costs*

PC - *Profit Center*

PDC - *Production Costs*

PDC Fix - *Production Costs Fix*

PDC Var - *Production Costs Variable*

PN - *Part Number*

PPC - *Planned Product Costs*

TDABC - *Time-Driven Activity Based Costing*

TEB - Tempos máquina

VT - Tempos operador

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo inicial será enquadrado o tema em estudo neste projeto de investigação, bem como a relevância que este assume num contexto empresarial cada vez mais dinâmico. Seguidamente serão apresentados os objetivos desta investigação, será identificado o problema de investigação, a sua motivação, o caso de estudo e o modelo aplicado. Por fim será abordada a metodologia de investigação utilizada e a estrutura da presente dissertação.

1.1 Enquadramento

O objetivo primordial de uma empresa é a obtenção de lucro. Um dos principais fatores para tal acontecer passa pelo controlo dos gastos e custos. O controlo dos custos, vulgarmente denominado como *Controlling* no meio empresarial, destaca-se como um fator fundamental para garantir o crescimento e sustentabilidade da organização. De forma a evitar a tomada de decisões erradas que possam prejudicar o seu negócio, as organizações podem utilizar os sistemas de custeio como uma ferramenta importante no auxílio do controlo de custos.

Num mercado global cada vez mais competitivo e feroz, as organizações necessitam de obter vantagem competitiva face aos concorrentes. Vários fatores podem contribuir para se distinguirem dos concorrentes: inovação tecnológica, qualidade superior, melhor serviço acompanhamento cliente, preços mais baixos (Ben-Arieh & Qian, 2003). De forma a conseguirem oferecer um preço mais baixo, as organizações têm de desenvolver metodologias para produzirem a um custo reduzido. Conhecer detalhadamente os custos de produção é essencial para obterem um processo produtivo competitivo, aliado a uma elevada eficiência operacional com um custo reduzido. Desta forma, estimar os custos de produção de forma precisa tornou-se um objetivo estratégico das organizações (Ben-Arieh & Qian, 2003).

Face às circunstâncias atuais dos mercados, em que existem falhas nas cadeias de abastecimento e as empresas transformadoras não conseguem negociar preços competitivos com os seus fornecedores, estas têm de ter um maior controlo e otimização dos seus custos de produção. Face a esta situação e a um mercado cada vez mais dinâmico, torna-se relevante conhecer detalhadamente os custos, de forma a assegurar a rentabilidade de projetos,

clientes e em última instância da própria empresa, para desse modo ser capaz de negociar condições mais favoráveis, para melhorar os processos produtivos e conseguir manter os recursos (Arbulo-López, Fortuny-Santos, Vintro-Sánchez & Basanez-Llantada, 2013). Com a crescente pressão que as organizações sentem para melhorar a sua produtividade e simultaneamente reduzirem os seus custos de produção, a definição de um sistema de custeio que possibilite estimar os custos de diferentes produtos produzidos tornou-se uma ferramenta estratégica e de elevado valor (Almeida & Cunha, 2017).

Neste contexto de necessidade de estimar corretamente e assertivamente os custos, surge a importância da implementação de um sistema de custeio que reflita de forma precisa a realidade (produtiva) da organização. Um sistema de custeio consiste num conjunto de métodos e técnicas utilizadas por uma organização para determinar corretamente os custos dos objetos de custo (produto, serviço, processo, etc). Existem diferentes sistemas de custeio, e que são comumente mencionados na literatura, sendo os mais referenciados: custeio por absorção, custeio variável, custeio pelos custos padrão e custeio baseado em atividades (Pamplona, 1997). O maior desafio para uma organização consiste na definição e implementação de um tipo de modelo que melhor se adapte às suas necessidades e características, de modo a retirar o máximo proveito e obter resultados precisos e fiáveis.

Numa organização de produção industrial, considerando a perspetiva financeira e de cálculo de custos, existe um problema (ou maior dificuldade) quando é necessário estimar e alocar os custos indiretos (Arbulo-López et al., 2013). Esta dificuldade advém do facto de estes custos serem atribuídos a vários produtos que são diferentes entre si, que possuem diferentes processos produtivos e que consomem recursos em diferentes proporções. Dessa forma, e segundo os mesmos autores, é necessário que a organização possua um sistema de custeio que permita capturar o consumo não homogéneo de recursos, permitindo de uma forma simples a alocação com precisão dos custos aos produtos.

A disponibilidade de informação de qualidade e a capacidade de atualizar essa mesma informação, é um fator importante na criação de um modelo de custeio (Wouters & Stecher, 2017). Estes autores argumentam que, para serem financeiramente rentáveis, o acesso a informação atualizada e de forma rápida é essencial para as organizações gerirem as suas cadeias de valor, eliminar desperdícios de uma forma constante, reduzir custos e melhorar a capacidade utilizada de cada recurso.

A informação decorrente da estimação de custos obtida através da implementação de um sistema de custeio pode ter as seguintes funcionalidades e importância para a organização, nomeadamente, apoiar a tomada de decisão (por exemplo, decisões de *make-or-buy*), analisar cotações de fornecedores, analisar alterações do conceito do produto, estimar custos de desenvolvimento de produtos, definição do planeamento financeiro, controlo dos custos de produção e melhoria da eficiência operacional (Ben-Arieh & Qian, 2003).

1.2 Objetivos

O presente projeto de investigação tem como propósito desenvolver um modelo de custeio baseado na metodologia *Time-Driven Activity Based Costing* (TDABC), para ser implementado no departamento de *Final Assembly* de uma multinacional que opera na indústria automóvel.

Para conseguir alcançar o objetivo do projeto de uma forma mais sustentada, inicialmente foi realizada uma revisão da literatura para melhor compreender a metodologia aplicada. Seguidamente foi efetuado um estudo da informação disponível na organização para a aplicação da metodologia e criação do modelo de custeio, nomeadamente nos departamentos de *Manufacturing Engineering* (MFE) e *Controlling* (CTG3). Após recolha e análise da informação, o modelo de custeio foi desenvolvido e testado, sendo analisado em conjunto com os departamentos referidos. Por último, foram analisados e discutidos os resultados obtidos do modelo desenvolvido.

O principal objetivo desta dissertação passa pelo desenvolvimento, aplicação e validação de um modelo de custeio em Excel que aplica a metodologia TDABC para calcular os custos de produção, numa perspetiva por processos. A validação por parte da área de *Controlling* é fundamental para garantir que todos os custos são estimados de forma correta, e que estão de acordo com as diretrizes (*guidelines*) definidas pelo Grupo Bosch.

Para que o modelo desenvolvido seja eficiente, torna-se necessário que seja efetuado uma decomposição de todos os componentes de custos, sendo possível a análise e visualização dos custos por processo e por estação de trabalho (*workstation*). Além de possibilitar a observação de custos de uma forma mais detalhada, o modelo irá permitir também verificar os custos de capacidade utilizada e capacidade não utilizada de cada *workstation*.

Os resultados decorrentes do modelo serão integrados em ferramentas de visualização de dados já utilizados pela empresa. Desta forma, o acesso a informação detalhada dos custos em tempo real poderá ser importante para permitir a tomada de decisão de uma forma mais célere. Além disso, a informação relativamente aos custos estará disponível e será de acesso mais fácil para diferentes departamentos, tornando mais clara a sua interpretação. Outra vantagem da implementação será a visualização da evolução dos custos ao longo do tempo, permitindo fazer diversas análises e comparações (por exemplo real vs planeado).

A necessidade de conciliar informação e *inputs* entre as áreas de Produção/Engenharia do Processo e *Controlling*, poderá levar a um melhor entendimento e alinhamento de conhecimentos e conceitos na organização, permitindo uma melhor fluidez de informação e interpretação dos custos.

Será estudado o potencial e condições que permitam que o modelo criado possa ser adotado na empresa e por outras fábricas do grupo, incorporando o mesmo nas ferramentas e procedimentos de análise e controlo de custos já utilizadas nestas organizações. Esta será uma atividade de difícil implementação, dado que, e apesar de existirem *guidelines* comuns a todo o grupo, existem algumas diferenças entre as diferentes fábricas. Estas diferenças ocorrem essencialmente ao nível das rúbricas consideradas no cálculo do PDC (*Production Costs*) e PPC (*Planned Product Costs*), bem como no cálculo das tarifas de custo utilizadas.

1.3 Metodologia de investigação

O presente projeto de investigação foi desenvolvido num contexto empresarial, tendo como principal objetivo a criação de um modelo de custeio que permita a obtenção e análise dos custos dos processos produtivos.

A metodologia investigação-ação (*action research*) foi considerada como a mais adequada a este projeto, pois esta metodologia incide sobre a parte prática e sobre a melhoria das ferramentas e estratégias já desenvolvidas pela organização, permitindo aumentar a qualidade dos resultados. Outra característica desta metodologia que se adequa ao presente projeto é a sua natureza cíclica, que varia entre a ação e a reflexão dos resultados obtidos, até ser encontrada uma solução. Este tipo de pesquisa está fortemente associado à ação, onde o investigador está envolvido na questão que é alvo da pesquisa. O carácter participativo dos elementos da organização nos processos de definição, transformação e procura de soluções,

é uma outra característica distintiva desta metodologia. Este projeto registou a participação de elementos de diferentes áreas da empresa (*Controlling, Manufacturing Engineering e Testing*).

Adoptando as quatro fases desta metodologia, inicialmente procurou-se compreender o funcionamento da empresa num contexto geral e posteriormente em específico a área da Montagem Final onde será aplicado o modelo. Na fase seguinte, analisou-se o modelo de custeio utilizado atualmente pela organização, realizando-se posteriormente uma pesquisa para definir um novo modelo que fosse ao encontro dos objetivos apresentados. Numa terceira fase, aplicou-se o modelo de custeio desenvolvido, respeitando as diretrizes da organização e as necessidades das diferentes áreas envolvidas. Numa última fase, foi elaborada uma avaliação e discussão dos resultados obtidos, comparando o modelo e os resultados obtidos com a abordagem usada pela empresa.

A abordagem utilizada no desenvolvimento deste projeto é do tipo indutiva. Este tipo de abordagem caracteriza-se pelo desenvolvimento de uma teoria através da recolha e análise de dados. Esta investigação segue uma abordagem qualitativa, caracterizando-se como uma técnica de recolha de dados ou procedimento de análise de dados, sendo os dados recolhidos não numéricos e sujeitos a subjetividade. Esta investigação seguiu esta abordagem, nomeadamente, ao nível das diversas reuniões realizadas com as diferentes equipas para compreender e analisar os processos subjacentes ao cálculo e análise dos custos de produção.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos.

No primeiro capítulo é apresentado um enquadramento do projeto de investigação, realçando a sua importância, a motivação subjacente, os objetivos que se pretendem atingir e a metodologia de investigação utilizada.

No segundo capítulo é efetuada uma revisão da literatura relativa aos sistemas de custeio existente, existindo maior ênfase aos sistemas *Activity-based Costing* (ABC) e *Time-Driven Activity Based Costing* (TDABC). Será também apresentada uma revisão relativamente aos temas de *Controlling, Business Plan e Business Intelligence*, temas com relação intrínseca ao propósito desta dissertação.

No terceiro capítulo é apresentada e abordada a metodologia de investigação utilizada para a execução desta dissertação.

No quarto capítulo é feito um enquadramento da empresa onde a dissertação foi efetuada. Inicialmente é apresentada uma contextualização da empresa em Portugal e as várias unidades existentes. Numa segunda fase, é apresentada a unidade de produção na qual o projeto foi efetuado. Posteriormente é apresentada uma breve apresentação da organização do departamento de *Controlling*. Por fim, será feita uma descrição do processo de custeio dos produtos utilizado atualmente pela empresa.

No quinto capítulo é apresentado o modelo de custeio criado nesta dissertação. Inicialmente são descritas as premissas definidas na criação do modelo. Seguidamente são apresentados e identificados os dados utilizados no modelo. Por fim, será apresentada a forma como o modelo foi implementado.

No sexto e antepenúltimo capítulo são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos com a implementação do modelo de custeio criado baseado no TDABC.

No último capítulo são descritas as principais conclusões, limitações do estudo efetuado e algumas sugestões para trabalho futuro.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo inicial é apresentada a revisão da literatura efetuada para a realização desta dissertação. O objetivo da mesma passa pelo enquadramento dos sistemas de custeio existentes, bem como algumas noções e conceitos de custos essenciais para a elaboração do modelo de custeio. Os sistemas de custeio analisados com maior ênfase serão o ABC e o TDABC. O TDABC é o sistema de custeio que será a base desta dissertação, modelo esse que deriva das limitações apontadas ao ABC.

Após a abordagem aos sistemas de custeio, é apresentada também uma revisão de conceitos importantes e que estão intrinsecamente relacionados com o modelo de custeio desenvolvido, sendo importantes para a compreensão do mesmo, nomeadamente *Controlling*, *Business Plan* e *Business Intelligence & Analytics*.

Na revisão da literatura, foi objetivo referenciar alguns trabalhos/estudos anteriores que se focassem em situações similares ao trabalho realizado nesta dissertação, de forma a ajudarem a ultrapassar os desafios e problemas encontrados, bem e a compreender os resultados obtidos.

2.1 Sistemas de custeio

Afonso (2002) refere que os sistemas de custeio são sistemas de informação e suporte de tomada de decisão, pois permitem analisar os custos das organizações. Dessa forma, são uma fonte de informação para as necessidades internas das organizações. No mesmo sentido, Heitger, Ogan e Matulich (1992) definem sistema de custeio como um conjunto de métodos que permite medir e fornecer informações sobre os custos. Desta forma, pode-se caracterizar um sistema de custeio como uma combinação de técnicas e métodos que as organizações podem (e devem) utilizar para imputar aos objetos de custo (produtos ou serviços) todos os custos associados à sua produção ou realização. A implementação de um sistema de custeio irá permitir calcular os custos de produção, definir o preço final do produto, compreender a estrutura de custos, verificar quais os processos, atividades e recursos que acrescentam valor, entre outros benefícios para as organizações.

Num sistema de custeio deve ser possível observar um conjunto de proposições fundamentais para analisar e validar a verosimilhança da informação de custos gerada pelo sistema de

custeio. Os pressupostos considerados para a criação do sistema de custeio são fundamentais, pois são a base do sistema. Seguidamente, a classificação e alocação dos custos (nas suas diversas componentes) aos objetos de custo. Por último, e representando a junção das proposições anteriores, encontram-se os mecanismos de apuramento do custo do produto ou serviço, bem como o seu posterior controlo de custos.

Um aspeto importante na criação de um sistema de custeio prende-se com o nível de detalhe de custos que se pretende obter, e qual o grau de decomposição dos mesmos. Em termos de apuramento de custo de produção industrial, um sistema de custeio deverá ser capaz de fornecer informações de custo relativamente a:

- Matéria-prima (custo dos materiais utilizados no produto)
- Mão-de-obra (custo dos recursos diretos)
- Gastos gerais de fabrico (custos indiretos, relacionados com o processo de produção do produto)
- Equipamentos (nos gastos gerais de fabrico podemos destacar o custo da utilização dos recursos produtivos)
- Funções não industriais (custo das áreas não ligadas diretamente à produção, também denominadas funções de suporte, como financeira, recursos humanos, etc).

As rubricas acima mencionadas representando uma visão mais macro do total de custos da produção. Um sistema de custeio eficaz deverá ser capaz de permitir uma análise mais micro e detalhada em cada uma das rubricas, de forma a possibilitar uma análise detalhada de todos os custos associados ao processo produtivo do produto.

A definição e adoção de um sistema de custeio adequado à organização, que possibilite a obtenção de informação de custos precisa e fidedigna, torna-se essencial para assegurar o sucesso da organização. Pamplona (1993) enuncia três razões fundamentais para a implementação de um sistema de custeio:

- Permite a avaliação de inventários, a sua valorização e elaboração de demonstrações financeiras;
- Possibilita um maior controlo operacional, fornecendo informações sobre o consumo dos recursos;

- Permite saber o custo unitário dos produtos, bem como as respectivas margens e rentabilidade.

Ben-Arieh & Qian (2003) classificam os métodos de estimação de custos em: intuitivos, análogo, paramétrico e analítico. O método intuitivo baseia-se na experiência passada do “estimador” do custo, ou seja, quem está a estimar o custo fá-lo com base em situações passadas e na aprendizagem feita. O método análogo permite estimar o custo de um produto tendo como referência o custo conhecido de um produto similar. O método paramétrico estima o custo dos produtos a partir de parâmetros que caracterizam o produto, parâmetros esses que influenciam o comportamento do custo de uma forma conhecida, sendo representados através de simples equações matemáticas. O método analítico, como por exemplo o ABC, permite estimar o custo de um produto através da decomposição do trabalho necessário para a produção do produto em tarefas, operações ou atividades com custo conhecido (ou facilmente calculado).

A importância de um sistema de custeio para as organizações já foi evidenciada nos parágrafos anteriores. No entanto, é necessária a interpretação dos dados de custo gerados pelo sistema de custeio, bem como a compreensão dos custos e da forma como estes são considerados para o cálculo do custo global do produto. Assim, será apresentada uma breve descrição dos vários tipos de custo que podem ser considerados. A classificação dos custos pode ser efetuada com base no agrupamento das suas características. De entre as várias classificações existentes, irão ser abordadas as seguintes, que foram consideradas as mais relevantes para o âmbito deste projeto de investigação.

- **Custos por função**

Os custos por função agrega os custos de acordo com a sua função/finalidade. Assim, e de acordo com a sua função, os custos podem ser classificados como custos: produção, comerciais, administrativos, financeira e de Investigação e Desenvolvimento (I&D), por exemplo.

- **Custos por natureza**

Os custos classificados segundo a sua natureza estão relacionados com custos de matérias-primas, custos com pessoal, fornecimentos e serviços externos, depreciações, impostos e taxas, entre outros. A classificação dos custos por natureza está relacionada com as contas de

custos ou gastos do código de contas do Sistema de Normalização Contabilística (SNC), pertencentes à classe 6- Gastos.

- **Custos diretos e indiretos**

A classificação como custo direto ou indireto está relacionado com a imputação ao objeto de custo. Os custos diretos são aqueles custos que podem ser atribuídos diretamente a um objeto de custo, dado serem custos que foram resultantes diretamente da fabricação de um produto, e que não ocorreriam caso o objeto de custo não existisse. Os custos indiretos são custos que têm influência na produção, mas cuja imputação ao produto não é feita de forma direta, não existindo uma relação de causa-efeito entre o fator de custo e os bens ou serviços produzidos (Ferreira et al., 2014).

- **Custos fixos e variáveis**

Os custos variáveis são diretamente proporcionais ao volume de produção, aumentando quando aumenta o volume de produção e vice-versa. Os custos fixos mantêm-se constantes independentemente do volume de produção. O conjunto dos custos fixos e variáveis a serem imputados a um objeto de custo denomina-se por custo total (Ferreira et al., 2014).

- **Custos do produto e do período**

Em organizações industriais, o custo deve abranger as diferentes etapas que constituem o ciclo de fabrico do produto, desde a aquisição das matérias até à finalização do produto (Caiado, 2011). Segundo Ferreira et al. (2014) o custo que a empresa suporta relativamente aos produtos produzidos, enquanto os mesmos não são vendidos, são apresentados no seu balanço. Após a venda, este mesmo custo de inventários/existências, que até então se encontrava no balanço, passa a pertencer à demonstração de resultados da empresa, como custo industrial dos produtos vendidos. Desta forma, segundo Ferreira et al. (2014), este é o ciclo do custo do produto, que se inicia no momento de elaboração do projeto e termina no momento da venda, transferindo-se desta forma do balanço para a demonstração de resultados no momento da venda. É essencial distinguir os custos do produto aos custos do período, devido a estes pertencerem ou não aos custos a incluir no custo de produção. Ao contrário do custo do produto, Caiado (2011) refere que os custos do período são os suportados no período de produção, não estando desta forma relacionados diretamente ao

custo de produção. Nestes custos são incluídos, normalmente, os custos comerciais, administrativos e financeiros.

2.2 Sistemas de custeio tradicionais

Os sistemas de custeio tradicionais foram desenvolvidos em épocas em que a mão-de-obra era preponderante e determinante na actividade das organizações. Dessa forma, o custo da mão-de-obra direta e o custo dos materiais eram utilizados para calcular o custo dos produtos, acabando por sobrecarregar os custos dos departamentos produtivos e descurando o custo de departamentos de suporte (Afonso, 2002).

Nos sistemas de custeio tradicionais os custos indiretos são imputados diretamente aos produtos, tendo como base os recursos consumidos numa proporção direta do seu volume de produção, como o número de horas de trabalho direto, máquinas ou unidades produzidas (Afonso, 2002). Devido a esta forma de imputação, estes modelos são conhecidos por usarem como base de imputação o volume dos produtos. Alami & ElMaraghy (2020) enaltecem o facto de os sistemas tradicionais serem simples e fáceis de usar, referindo que estes sistemas de custeio utilizam a mão-de-obra direta, os materiais diretos e também custos gerais para determinar o custo dos produtos. Também Ben-Arieh & Qian (2003) defendem este argumento, indicam que a mão-de-obra e os materiais diretos são os únicos custos atribuídos diretamente aos produtos, através dos sistemas de custeio tradicionais.

Alami & ElMaraghy (2020) constataam que os custos indiretos (*overhead costs*) não são devidamente alocados aos produtos. Estes autores identificam como características distintivas dos sistemas de custeio tradicionais o facto de os custos indiretos serem alocados ao custo da mão-de-obra direta. Na mesma linha de pensamento, Ben-Arieh & Qian (2003) referem que a informação do custo dos produtos é distorcida pelos sistemas de custeio tradicionais, devido aos métodos de alocação de custos indiretos (que dependem dos custos diretos, como horas de trabalho). Estes autores referem que os custos indiretos de produção são alocados aos departamentos de produção. Estes custos podem ser associados a uma atividade ou serviço de um departamento, mas nunca diretamente ao produto final. Afonso (2002) refere que os custos indiretos são alocados aos produtos com base em taxas de gastos gerais da empresa ou em várias taxas de gastos gerais de diferentes departamentos.

Com o crescimento dos custos que não estavam ligados diretamente com o volume (como o aumento do suporte das equipas de engenharia nos processos produtivos, tempos de preparação de máquinas mais longos, investimentos em vendas mais dispendiosos) tornaram-se mais evidentes as lacunas destes sistemas. Os montantes dos custos indiretos atingiram valores tão significativos e relevantes que, a sua não imputação aos produtos se estava a revelar um grande erro e difícil de ignorar financeiramente (Afonso, 2002).

As limitações dos sistemas tradicionais são realçadas na literatura. Soufhwee, Mohamad & Abdul Rahman (2019) referem que os sistemas de custeio tradicionais não permitem estimar os custos de uma forma precisa, devido ao facto de existir cada vez mais uma crescente versatilidade de produtos e processos produtivos. Santana & Afonso (2015) referem que os sistemas de custeio tradicionais e a gestão de custos falham em providenciar informação relevante para a tomada de decisão em empresas modernas. Para Kaplan (1990), as principais razões para a obsolescência dos sistemas de custeio tradicionais são: o custo dos produtos não é calculado de forma correta, que poderá levar a decisões erradas; a informação não é obtida em tempo útil para tomada de decisão; a informação gerada não se assume como a mais adequada em termos de controlo e, por último, os sistemas estão orientados para a apresentação de resultados financeiros e não de gestão.

2.3 Sistemas de custo padrão

O surgimento dos sistemas de custos padrão foi impulsionado pela necessidade de as organizações estimarem os seus custos para períodos futuros. O objetivo deste tipo de sistema de custeio é utilizar estimativas com um grau de precisão elevado para cada um dos componentes do custo do produto. O sistema de custos padrão é um sistema de custeio que permite avaliar a eficiência e desempenho do processo produtivo (Jimenez & Afonso, 2020). Esta característica advém da análise dos desvios entre o custo real e o custo padrão (teórico) de cada produto.

Os custos padrão são custos predeterminados, no entanto nem todos os custos predeterminados são custos padrão (Afonso, 2002). Matz, Curry, & Frank (1987) definem custo padrão como o custo planeado de um produto, segundo condições de operação correntes e/ou previstas. Este custo baseia-se nas condições normais ou ideais de eficiência e volume. As condições de normalidade de eficiência são referentes essencialmente aos custos

indiretos. Os custos diretos, como a mão-de-obra e os materiais, são calculados considerando as condições correntes.

Os custos padrão são obtidos com base no histórico de resultados de períodos anteriores e assumem um conjunto de condições que refletem a eficiência normal do processo produtivo (Jimenez & Afonso, 2020; Rao and Bargerstock, 2011). Relativamente ao cálculo dos custos padrão, estes são apurados com base nas condicionantes tecnológicas da produção e no conhecimento dos tempos e métodos, e não baseados no histórico (Afonso, 2002).

Heitger et al. (1992) classificam os custos padrão em três diferentes tipos: ideal (ou teórico), básico (ou normal) e corrente (ou atual). O custo padrão ideal resulta da produção efetuada nas melhores condições possíveis. Este tipo de custo é o mais baixo dos três tipos referidos, mas também é aquele que exige maior esforço para ser alcançado. O custo básico resulta das condições de “normalidade” de produção, referentes a quantidades, preços e grau de utilização. Comparativamente ao custo padrão ideal, este custo é superior, mas geralmente mais aproximado ao custo real do produto. O custo corrente é baseado na produção estimada para o período projetado e atendendo às condições atuais. Este tipo de custo é o que melhor espelha a realidade, sendo por isso o que mais se aproxima dos valores reais. Por outro lado, Matz et al. (1987) classificam os custos padrão em apenas dois tipos: básico e corrente. O custo padrão básico reflete as condições de eficiência produtiva, e por esse motivo também pode ser referido como custo ideal. O custo padrão corrente considera as condições particulares do período em análise, podendo ser diferente do custo padrão básico.

O controlo e a análise dos desvios adquire uma grande relevância na gestão da empresa, uma vez que a correta análise e avaliação dos desvios permite a tomada de medidas corretivas. A análise de desvios pode ser realizada em duas vertentes: quantidades e preço (Jimenez & Afonso, 2020). De acordo com Leone & Leone (2010), os valores obtidos através do custo padrão devem ser comparados com os custos reais, de forma a que os desvios sejam analisados e tidos em consideração na melhoria do desempenho operacional. Em termos de cálculo, o desvio traduz-se da seguinte forma:

$$\text{Desvio total} = \text{Custo real} - \text{Custo padrão}$$

Uma das principais vantagens do sistema de custos padrão é a aquisição de maior conhecimento dos custos de produção e os elementos que o compõem. Matz et al. (1987)

referem que o sistema de custo padrão permitem medir a eficiência de um processo produtivo, reduzir e controlar os custos, simplificar o processo de custeio, avaliar inventários, avaliar o desempenho e definir os preços de venda. Adicionalmente, Afonso (2002) refere que a utilização do sistema de custo padrão possibilita um controlo atempado dos custos.

Metodologicamente, o sistema de custeio padrão pode ser realizado em cinco etapas. Na primeira etapa, os custos padrão dos fatores de produção são definidos, considerando a tecnologia usada, a experiência e histórico. Na segunda fase, os consumos padrão são calculados. Na terceira fase, os níveis de atividade são calculados e, na quarta fase, os custos indiretos da produção são incluídos. Na quinta etapa, as sobrecargas de produtos defeituosos são também considerados. De uma forma sintetizada, primeiramente os custos tecnológicos são calculados, conhecendo o consumo normal de *inputs* (padrões físicos), sendo seguidamente calculados os respetivos custos (custos padrão). O custo padrão de um produto é obtido multiplicando o consumo unitário padrão pelo custo padrão por fator.

2.4 Activity Based Costing

O sistema de custeio *Activity-based Costing* (ABC) foi desenvolvido nos anos 80 por Kaplan e Anderson para colmatar a falha dos sistemas tradicionais em alocar corretamente os custos indiretos aos produtos (*overhead costs*), pois a distribuição destes custos era baseada, regra geral, em medidas de volume que já não representavam corretamente o comportamento dos custos (Alami & ElMaraghy, 2020; Kaplan & Anderson, 2007; Öker & Adıgüzel, 2016). Ben-Arieh & Qian (2003) indicam duas diferenças fundamentais entre ABC e os sistemas tradicionais: os centros de custo (*costs pools*) são definidos como atividades e não como centro de custos produtivos, e por fim, os indutores de custo (*costs drivers*) usados para alocar custos de atividades são estruturalmente diferentes no ABC, comparativamente com os usados pelos sistemas tradicionais.

O método ABC permite a avaliação da decomposição do custo de um produto em tarefas, operações ou atividades (Ben-Arieh & Qian, 2003). Através deste método, os custos são atribuídos às atividades e não diretamente aos produtos, sendo o custo de cada produto determinado pelo consumo das atividades (Ben-Arieh & Qian, 2003; Jurek et al., 2012; Kaplan & Anderson, 2007). Neste sistema de custeio é assumido que recursos são consumidos por atividades, que são necessárias para produzir produtos ou serviços. Numa primeira fase, os

recursos são alocados às atividades, e numa segunda fase as atividades são alocadas aos produtos (Almeida & Cunha, 2017; Adigüzel & Floros, 2020). Desta forma, a ideia básica do ABC assenta em três premissas: os objetos de custo (e.g. produtos) consomem atividades, as atividades consomem recursos, e os recursos custam dinheiro (Almeida & Cunha, 2017; Jurek et al., 2012). Os consumos dos recursos resultam em indutores de custos (*cost drivers*), que são utilizados para associar recursos às atividades e atividades aos objetos de custo (Jurek et al., 2012). Os recursos são associados às atividades através de indutores de recursos (*resources drivers*), enquanto as atividades são indexadas aos objetos de custo através de indutores de atividade (*activity resources*) (Almeida & Cunha, 2017). Estes indutores representam as causas dos consumos, e dessa forma possibilitam uma distribuição precisa dos custos (Jurek et al., 2012). Exemplos de indutores de custo podem ser o número de unidades produzidas, número de horas-homem trabalhadas, número de horas-máquina, número de pedidos processados (Ben-Arieh & Qian, 2003).

Além de colmatar as principais falhas associadas aos sistemas de custeio tradicionais, o ABC apresenta algumas vantagens que realçam o facto de ter sido adoptado por várias organizações.

Jurek et al. (2012) referem que a informação resultante da aplicação do ABC permite às organizações compreenderem os custos do processo produtivo. Dessa forma, as organizações podem analisar as causas desses custos, e usar essa mesma informação para otimizar custos e estimar custos futuros. Ben-Arieh & Qian (2003) enaltecem o facto de este sistema de custeio gerar informação de custos mais precisa e rastreável, devido ao facto de calcular os custos dos produtos via alocação dos custos das atividades. Estes autores referem também que com a aplicação deste sistema, as organizações podem classificar as atividades realizadas como atividades que acrescentam valor (*value-added activities*) ou atividades que não acrescentam valor (*non value-added activities*). Através desta classificação, as organizações poderão otimizar as atividades que acrescentam valor, e por outro lado reduzir ou eliminar as atividades que não geram valor.

Alami & ElMaraghy (2020) mencionam como principal benefício do sistema ABC a alocação do custo unitário de um produto com base na capacidade usada para esse produto. Este benefício advém do facto de inicialmente ser necessário definir as diferentes atividades do processo produtivo, seguidamente calcular o custo de cada atividade, finalizando com a alocação da

atividade ao produto. Os mesmos autores referem que este tipo de sistema é adequado para empresas que produzem um portfólio diversificado de produtos.

Apesar das vantagens e benefícios anteriormente mencionados, o sistema ABC também apresenta algumas lacunas/desvantagens, que são mencionadas na literatura.

Uma das desvantagens apontadas ao sistema ABC é o facto de este sistema poder ser de difícil implementação em contextos reais, levando a estimativas erradas do custo dos produtos (Kaplan & Anderson, 2007). A implementação do ABC é complicada pois exige muito tempo dispendido em questionários para estimar o consumo de tempo de cada atividade, bem como elevados custos relacionados com a atualização da informação do modelo (devido às constantes e normais alterações nos processos produtivos) (Barros & da Costa Ferreira, 2017; Kaplan & Anderson, 2007; Öker & Adıgüzel, 2016; Soufhwee et al. 2019). Além destas desvantagens, ABC tende a não refletir de forma precisa a complexidade das operações diárias (Barros & da Costa Ferreira, 2017) e torna-se demasiado complexo e difícil de usar quando são acrescentadas muitas atividades, tornando a estimativa e processamento da informação muito morosos (Kaplan & Anderson, 2007).

Kaplan & Anderson (2004) identificam outra desvantagem deste sistema. Devido aos elevados custos associados a uma contínua atualização, as organizações acabam por não atualizar a informação decorrente da implementação do ABC, levando a taxas dos indutores de custo das atividades desatualizadas, e por consequência, a uma estimação errónea dos custos dos processos e produtos.

Jalalabadi et al. (2018) descrevem que um dos desafios na aplicação do ABC está relacionado com a correta escolha dos indutores de custo. Estes autores enaltecem a necessidade de escolher e implementar as métricas mais apropriadas, para dessa forma o sistema gerar informação válida e precisa, importante por exemplo para tomar decisões estratégicas ou analisar a viabilidade financeira de um cliente.

2.5 Time-Driven Activity Based Costing

De forma a suprimir as lacunas associadas ao ABC, Kaplan e Anderson desenvolveram o *Time-Driven Activity Based Costing* (TDABC). Kaplan e Anderson (2007) definem TDABC como um modelo que permite às organizações determinarem, de uma forma simples e prática, o custo

e a capacidade de utilização dos seus processos. Segundo estes autores, este modelo possibilita às organizações a obtenção de informação para tomar algumas decisões importantes, como melhoria de processos, racionalizar de produtos, aquisição de novos projetos e sua negociação com os clientes.

O TDABC imputa os custos dos recursos diretamente aos objetos de custo, considerando dois parâmetros que são estimados para os recursos: a taxa do custo de capacidade e o tempo necessário para realizar uma atividade (Barros & da Costa Ferreira, 2017; Kaplan & Anderson, 2007; Öker & Adigüzel, 2016; Soufhwée et al., 2019). A atividade é medida em unidades de tempo (horas, minutos, segundos, etc), e refere-se ao tempo necessário que um processo necessita até ser finalizado.

A taxa do custo de capacidade indica o custo ao longo do tempo, e representa a taxa de custo utilizada para alocar os custos das atividades aos objetos de custo. O numerador calcula o custo incorrido para fornecer a capacidade de recursos, enquanto o denominador corresponde à capacidade prática do recurso (Kaplan & Anderson, 2007).

$$\text{Taxa de custo de capacidade} = \frac{\text{Custo da capacidade fornecida}}{\text{Capacidade prática dos recursos fornecidos}}$$

A taxa do custo de capacidade é obtida através do rácio entre o custo da capacidade fornecida (*cost of capacity supplied*) e a capacidade dos recursos fornecidos (*practical capacity of the resources supplied*). O custo da capacidade fornecida refere-se aos recursos utilizados para o desempenho da atividade. Por outro lado, a capacidade prática dos recursos fornecidos é uma estimativa do tempo disponível para realizar as atividades com os recursos disponíveis num determinado centro de custo (Barros & da Costa Ferreira, 2017). Esta estimativa pode ser obtida através de observação e medição direta, da informação fornecida por trabalhadores e equipas de gestão, da análise dos dados históricos da empresa (Barros & da Costa Ferreira, 2017; Kaplan & Anderson, 2007). Com os dois parâmetros definidos, estes devem ser multiplicados para os custos serem imputados aos objetos de custo (Kaplan & Anderson, 2007).

As equações de tempo resultam da identificação das atividades relativas ao processo que se pretende medir ou analisar em termos de custos. Além da identificação das atividades, é também necessário estimar o tempo consumido pelos objetos de custo em cada uma das

atividades. No modelo TDABC, as atividades têm como indutor de custo o consumo de tempo necessário à atividade (no entanto também poderão ser utilizados outros indutores, e.g, área ocupada, que permitam definir melhor a capacidade dos recursos). As equações de tempo definem o tempo total consumido por cada atividade, consistindo dessa forma num método prático para modelar o tempo para diferentes variantes de atividades de execução (Kaplan e Anderson, 2004, 2007).

Matematicamente, o modelo TDABC pode ser representado da seguinte forma (Brugemann et al., 2005). O custo do evento k da atividade J é dado por:

$$J = t_{j,k} * C_j$$

C_j : custo por unidade de tempo e por unidade de recurso

$t_{j,k}$: tempo consumido pelo evento k na atividade J

Através da utilização de equações de tempo, o tempo consumido pelo evento k na atividade J pode ser expresso em equações de diferentes características, as quais são designadas *time drivers*. A equação geral de tempo que descreve o tempo necessário do evento k da atividade J , com p possibilidades e *time drivers* de X é a seguinte:

$$t_{j,k} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_p X_p$$

$t_{j,k}$: tempo necessário para realizar o evento k da atividade J

β_0 : tempo constante da atividade J , independente das características do evento k

$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_p$: tempo consumido por unidade de tempo do *time driver* 1,2,...,p

$X_1, X_2, \dots, X_p$: *time driver* 1, *time driver* 2,..., *time driver* p

p : número de *time drivers* associados à atividade J

Arbulo-López et al. (2013) indicam que o TDABC é um sistema de apuramento de custos adequado para organizações onde as atividades realizadas dependem (diretamente ou indiretamente) de uma série de parâmetros, e onde existem elevados custos indiretos que não são imediatamente ligados aos objetos de custo (custos indiretos que não são proporcionais aos volumes de produção).

O estudo realizado por Wouters & Stecher (2017) permitiu obter um conhecimento mais

profundo sobre a implementação do TDABC numa empresa da indústria transformadora, caracterizada por um contexto complexo e onde a informação/quantidade de dados é abundante. Segundo estes autores, o processo de implementação do TDABC é um processo de descoberta de dados, nomeadamente pelas seguintes razões: as fontes de dados para custeio são muitas vezes heterogéneas; os dados necessários podem ser gerados por diferentes sistemas de informação e com finalidades diferentes, fazendo com que muitas vezes se encontrem dispersos. Devido a esta dispersão, torna-se necessário identificar os dados disponíveis, analisar de que forma esses dados são criados e gerados e como podem ser utilizados nos sistemas de custeio.

2.5.1 Capacidade utilizada e não utilizada

O uso da capacidade prática (*practical capacity*) permite analisar a diferença entre a oferta (definida pela capacidade prática) e a procura (definida pelo consumo total) dos recursos. Desta forma, é possível avaliar os custos da capacidade não utilizada, e dessa forma tomar medidas para reduzir ou eliminar esses custos (Wouters & Stecher, 2017).

Öker & Adıgüzel (2016) referem que uma das ferramentas mais benéficas do TDABC é o facto de a implementação e aplicação deste modelo permitir efetuar uma análise da capacidade de utilização dos recursos.

Adıgüzel & Floros (2020) realizaram um estudo sobre a capacidade de utilização numa empresa da indústria transformadora de pequena dimensão, através da aplicação do TDABC. Através da aplicação do modelo, as capacidades práticas dos vários recursos como máquinas, equipamentos e trabalhadores, são determinados e comparados com o uso real das capacidades. A redução dos custos requer a máxima utilização da capacidade, sendo por isso a gestão da capacidade e a eliminação de actividades que não acrescentam valor (*non-value-added activities*) os pontos cruciais para uma maior rentabilidade. Os sistemas de custeio tradicionais não são suficientes para realizar análises sobre a capacidade de utilização, dado que os custos indiretos são alocados aos produtos usando como indutor de custo o volume, o que pode levar a interpretações erróneas sobre os custos e lucro dos produtos.

Adıgüzel & Floros (2020) identificam dois principais benefícios na análise da capacidade de utilização através da implementação do TDABC. Primeiro, o TDABC não aloca o custo da capacidade não utilizada aos produtos, fazendo com que os custos dos produtos sejam mais

precisos. Em segundo, as organizações podem melhorar a eficiência operacional reduzindo a capacidade não utilizada ou ociosa (*idle capacity*), através do aumento do volume de produção ou eliminar os recursos ociosos (*idle resources*).

No que concerne aos recursos ociosos, Tse & Gong (2009) destacam igualmente o benefício do TDABC em identificar estes recursos. Nos modelos de custeio tradicionais baseados no volume e ABC, todos os custos indiretos do período são considerados como custos dos produtos. Se forem encontradas diferenças entre os custos indiretos totais e os custos indiretos alocados, estas são consideradas como erros de alocação, sendo ajustadas no final do período. Tse & Gong (2009) referem que com a utilização do modelo TDABC, apenas os custos dos recursos consumidos são considerados como custos dos produtos, fazendo com que os custos dos recursos ociosos sejam considerados custos do período.

2.5.2 Vantagens do TDABC

As vantagens de utilizar o TDABC em detrimento do ABC são referenciadas por alguns autores. Os principais pontos diferenciadores apontados ao TDABC são: fácil de implementar e atualizar, visualização da capacidade utilizada e não utilizada dos recursos, permite estimar custo dos processos.

Através da criação de um modelo de simulação baseado no método TDABC, Soufhwhee et al. (2019) identificaram os seguintes benefícios: maior visibilidade e eficiência do processo e da capacidade utilizada, modelo de baixo custo e de manutenção fácil e rápida.

Num estudo levado a cabo numa empresa de fabricação de peças de plástico para a indústria automóvel, Arbulo-López et al. (2013) modelaram os processos de uma empresa e verificaram que o TDABC permite obter custos precisos de uma forma simples. Estes autores verificaram ainda que o uso deste método permite aferir os custos significativos de alguns processos auxiliares (não identificáveis pelo método ABC), bem como analisar de forma mais precisa e profunda a utilização dos recursos. Estes autores referem que após implementado, o modelo é relativamente simples de manter e as equações de tempo podem ser atualizadas para novos produtos. No estudo realizado por estes autores, os gestores da empresa do estudo foram capazes, através da implementação do TDABC, de verificar os processos onde a empresa estava a gerar lucro ou prejuízo, e a conseguir identificar as razões para tal acontecer.

Jalalabadi et al. (2018) referem que o TDABC, quando aplicado na indústria produtiva, possibilita oportunidades de aumento de lucro, pois permite identificar atividades, processos e clientes não lucrativos. Os mesmos autores evidenciam o facto de o TDABC poder ser usado para identificar ineficiências ao longo do processo produtivo, e dessa forma diminuir o custo de produção por unidade de tempo utilizada.

Öker & Adigüzel (2016), realizaram um caso de estudo numa organização de produção de componentes plásticos para várias indústrias (entre elas a automóvel), onde implementaram o método TDABC. Estes autores identificaram como principais benefícios da implementação do TDABC a facilidade de alterar e atualizar as equações de tempo, a simplicidade relacionada com a alocação dos custos indiretos e o facto de este modelo permitir analisar a capacidade de utilização dos processos da organização.

Reddy, Olivier & Venter (2012) aplicaram o TDABC numa empresa tecnológica na África do Sul, com o objetivo de calcular o custo de implementação e gestão de atividades relacionadas com *Digital Forensic Readiness* (DFR)¹. Os autores verificaram que o modelo TDABC implementado permitia calcular os custos das tarefas e atividades, tornando-se uma valiosa ferramenta para a gestão da organização. Os autores realçam o facto de o seu estudo ser o primeiro a estimar e calcular os custos associados às medidas de DFR, bem como a propor uma ferramenta de gestão de custos para apurar os custos dessas medidas, salientando a importância do TDABC.

Santana & Afonso (2015) analisaram vários estudos efetuados por diversos autores relacionados com a implementação de um modelo TDABC em diferentes indústrias. Estes autores verificaram, através da análise dos artigos selecionados, as principais vantagens teóricas do TDABC enunciadas por Kaplan & Anderson (2004, 2007) em contextos práticos e reais. As principais vantagens encontradas e salientadas são: detalhe do modelo em várias atividades complexas; visão detalhada das operações da organização; método eficaz e preciso para estimar o custo real de atividades; permite obter informação mais precisa sobre custos e rentabilidade de clientes; permite aos decisores da organizações tomarem decisões mais

¹ Digital Forensics Readiness (DFR) pode ser definida como a capacidade de uma organização reagir rapidamente e recolher evidências digitais relacionadas com um incidente de segurança.

fundamentadas, no sentido de desenvolverem estratégias otimizadas para aumentar produtividade e melhorar os processos.

2.5.3 Desvantagens do TDABC

Apesar das vantagens mencionadas, o TDABC também apresenta alguns pontos menos favoráveis, onde se destacam: a dificuldade de implementar na indústria transformadora (comparativamente com a indústria de serviços) e a estimação de todos os parâmetros necessários.

Öker & Adigüzel (2016) e Wouters & Stecher (2017) referem que o TDABC será mais fácil de implementar em organizações de serviços, pois para organizações da indústria transformadora têm de ser criadas duas equações, uma para considerar os tempos de ciclo das máquinas e outra para o tempo consumido pelos operadores. Öker & Adigüzel (2016) concluíram que o TDABC será de mais fácil aplicação em empresas da indústria transformadora, nas quais a capacidade possa ser expressa em medidas de tempo.

Barros & da Costa Ferreira (2017) também referem que o TDABC será mais fácil de aplicar em serviços, e acrescentam outra razão para tal: para processos de produção que funcionem em ciclo contínuo sem influência humana (como por exemplo processos automatizados), é muito difícil estimar e isolar o tempo consumido por cada produto final. Desta forma, e por se tratar de uma situação sensível, pode levar a estimativas de tempo exageradas, fazendo com que a estimação dos custos não seja exata.

Arbulo-López et al. (2013) referem que a implementação do TDABC pode ser complexa, devido à necessidade de análise de processos, definição de grupos de recursos ou atividades, medição dos tempos e definição das equações de tempos. As dificuldades encontradas e mencionadas por estes autores referentes ao processo de implementação estão relacionadas com as necessidades de criação e modelagem do modelo. Relativamente aos processos, a empresa analisada produz diferentes produtos com diferentes processos, fazendo com que os autores tivessem de analisar os processos atuais e definir novos, bem como estudar as causas e os consumos desses processos e atividades pelos produtos produzidos (e não pelo processo produtivo). Além disso, é necessário estimar o tempo consumido pelas atividades e processos, de forma a modelar de forma precisa as equações de tempo, e dessa forma calcular o custo por unidade de tempo o mais preciso possível. Para esta análise, pode ser necessária

a ajuda de pessoal da empresa em análise, que pode não ter a disponibilidade necessária ou vontade de cooperar com os investigadores.

Wouters & Stecher (2017), aquando da realização do seu estudo de caso, identificaram mais uma lacuna do TDABC, o que lhes impossibilitou de replicar totalmente esta metodologia. Estes autores verificaram que o tempo necessário para realizar uma etapa do processo de produção pode ser de difícil estimação, com base num número limitado de características do produto. Estes autores referem que a previsibilidade de tempos assumida pelo TDABC pode ser apresentada como uma limitação desta metodologia. De facto, os tempos (e.g., de ciclo) na produção apresentam variabilidade, muitas vezes significativa, justificando-se modelos estocásticos em detrimento de modelos determinísticos (Afonso et al., 2021).

Ratnatunga, Tse & Balachandran (2012) efetuaram um estudo numa empresa de produção industrial no Sri Lanka, que tinha como principal objetivo comparar os modelos ABC e TDABC. Os autores verificaram que o TDABC apresentava uma complexidade semelhante ao ABC no processo de implementação do modelo, se as condições forem estritamente respeitadas no processo de modelagem do sistema de custeio. Estes autores compararam os resultados de modelos tradicionais, ABC e TDABC na margem bruta da empresa, e verificaram que (tal como esperado), os modelos ABC e TDABC geravam resultados mais precisos. No entanto, o modelo TDABC não apresentava resultados diferentes do ABC, se os padrões dos tempos das atividades fossem utilizados como indutores de custo.

Num estudo efetuado numa empresa de transportes na Tailândia, Somapa, Colls & Dullaert (2012) encontraram as seguintes dificuldades na implementação de um modelo TDABC (estas dificuldades podem ser consideradas como desvantagens deste modelo, pois dificultam o seu processo de implementação): falta de dados quantitativos necessários para a definição das equações de tempo e o custo da capacidade; dificuldade em estimar o tempo de atividades, nomeadamente atividades que não ocorrem de forma contínua. Os autores encontraram ainda como dificuldade a alocação de tempo para serviços consolidados.

2.6 Controlling

O controlo de gestão (também designado como *Controlling*) tem vindo a ganhar uma relevância cada vez maior no seio das organizações. Na literatura existem várias definições e caracterizações sobre a função e o conceito de controlo de gestão.

Merchant & Van der Stede (2017) definem controlo de gestão como a capacidade de influenciar os comportamentos dos colaboradores, de modo que uma estratégia previamente definida seja executada. Os mesmos autores referem que o controlo de gestão é uma função crítica nas organizações, sendo que falhas provenientes nesse mesmo controlo podem levar a diversas consequências para a organização, nomeadamente elevadas perdas financeiras, desprestígio na reputação, e mesmo a falência. Jordan et al. (2021) argumentam que o *Controlling* tem como principais funções, prevenir a ocorrência de situações indesejáveis que possam desviar a empresa dos objetivos e, promover ações que conduzam o mais rapidamente possível a esses mesmos objetivos. Neves (2005) refere que o controlo de gestão é fundamental para a gestão do desempenho, funcionando como um processo motivacional para a tomada de decisões, execução da estratégia e alcance de objetivos. O mesmo autor refere que o controlo de gestão deve proporcionar aos decisores os instrumentos necessários para acompanhar e controlar os resultados operacionais e estratégicos da organização. Dupuy & Roland (1999) definem o controlo de gestão como um conjunto de processos de recolha, tratamento e utilização de informação, que tem como finalidade vigiar e dominar a evolução da organização a todos os níveis. Serra et al. (2010) classificam os sistemas de controlo de gestão como sistemas que permitem estabelecer objetivos, medição dos resultados obtidos e *feedback*. Estes sistemas possibilitam aos decisores (gestores) melhorar o desempenho global da organização.

O *Controlling* tem como função a comparação entre o desempenho previsto pela organização nos seus diversos departamentos (vendas, pagamentos, produção, financeiro, etc) com o desempenho real no período em questão. Desta forma, os objetivos planeados atuam como linha orientadora do *Controlling*, que terá de tomar medidas/ações corretivas caso o desempenho se distancie do planeado. Schäffer & Weber referem que a principal função do *Controlling* é garantir a racionalidade da gestão, tomando ações corretivas quando o desempenho real for errado. Não limitando a sua função somente à verificação do esperado, o *Controlling* é um conjunto de técnicas e metodologias que pretendem assegurar, conjuntamente com o planeamento e a organização, uma adaptação contínua às alterações dos mercados internos e externos da organização.

O processo de *Controlling* fomenta a aprendizagem, dado ser um processo que acompanha a execução (a realidade do período que está a ocorrer e a ser analisado) com o planeado. O

possível surgimento de diferenças entre o planeado e real, irá fomentar o surgimento de novas ideias e soluções, permitindo desse modo a aplicação de medidas preventivas e corretivas em tempo útil (Pinto et al., 2014). Schäffer & Weber defendem que o *Controller* (pessoa que desempenha a função de *Controlling*) deve assumir uma posição crítica e comunicativa, assumindo o papel de *counterpart*, questionando criticamente as ideias de forma a fornecer e fomentar nova informação, de forma a solucionar os problemas.

O *Controller* tem como objetivo ajudar e suportar os decisores (gestores ou responsáveis da organização) na tomada de decisão, de forma a que os objetivos previamente delineados sejam atingidos. Schäffer & Weber defendem que o *Controller* deve garantir que toda a informação disponível é transparente e colocado à disposição dos decisores, de forma a facilitar a tomada das decisões. Para tal, deverá recolher, analisar, processar e comunicar informação relevante e fidedigna, permitindo que os objetivos organizacionais previamente estabelecidos sejam atingidos. Schäffer & Weber referem como principais funções de um *Controller*: informar, planejar, controlar e aconselhar. Dessa forma, os processos associados ao negócio e estratégia da organização são planeados, controlados e analisados, permitindo à organização continuar a ser competitiva no mercado.

O *Controller* assume um papel importante e de relevo na organização, e como tal, este deverá fomentar relações com todas as áreas da cadeia de valor da organização, relacionando-se com os gestores operacionais e facilitando a tomada de decisão dos gestores de topo. Neste sentido, Hilton & Platt (2016) identificam cinco áreas de atuação, onde o *Controller* pode acrescentar valor para a organização. Essas áreas são: gestão estratégica, gestão de desempenho; gestão de riscos; gestão da relação com os clientes e, por fim, gestão de sistemas.

Schäffer & Weber destacam o papel do *Controller* através de três conceitos e da evolução das funções ao longo do tempo: *Reporter*, *Navigator* e *Business Partner*. Como *Reporter*, o papel de *Controller* está associado à responsabilidade pelos dados financeiros para a gestão da organização, fornecendo as informações necessárias em tempo útil, com detalhe e precisão para a tomada de decisão. Como *Navigator*, o *Controller* não só fornece dados e informação, como também os utiliza para efetuar o controlo de gestão. Neste tipo de papel, passa a assumir uma posição mais próximo dos decisores da empresa, passando de um simples fornecedor de dados e informação a um conhecedor mais profundo do negócio da empresa e

da sua gestão. O papel mais evoluído do *Controller* (segundo Schäffer & Weber) é o de *Business Partner*. Neste papel, o *Controller* possui um leque maior de tarefas, agregando as funções mencionadas anteriormente (análise e tratamento das métricas financeiras e proximidade ao negócio/decisores) com uma postura mais proactiva e *service oriented*, participando de uma forma mais ativa e notória na gestão da empresa.

2.7 Business Plan

O acto de planear é essencial para o sucesso de qualquer tarefa. Planear pode ser traduzido em formular metas, objetivos, estabelecer orientações para o futuro de uma organização ou oportunidade de negócio. O planeamento é uma ferramenta de gestão, sendo que a relação entre planeamento e sucesso/insucesso é muito difícil de estabelecer e quantificar. Dessa forma, e procurando colmatar a necessidade de estabelecer uma associação entre planeamento e a gestão das organizações, tem-se assistido à formulação do Plano de Negócio.

O Plano de Negócio - vulgarmente mais conhecido como *Business Plan* (BP) no meio empresarial - é um documento que resulta da metodologia de planeamento da organização, definindo detalhadamente os objetivos da organização e de que forma a organização planeia atingir esses objetivos². McKeever (2011) define um BP como uma declaração escrita que descreve e analisa o negócio da organização, fornecendo projeções detalhadas para o futuro. Segundo o mesmo autor, um BP também abrange os aspetos financeiros da organização, nomeadamente a inicialização ou expansão do negócio. Karlsson & Honig (2009) referem que o BP é uma ferramenta extremamente útil para as organizações, e dessa forma deve ser frequentemente utilizado e atualizado.

Pinson (2008) refere que um BP devidamente elaborado pela organização funcionará como um guia para a obtenção de lucro. Esta autora evidencia como principais benefícios de um BP:

- Guia para o negócio: o BP funciona como um retrato do negócio da organização, e dessa forma possibilita as ferramentas para analisar o negócio e implementar mudanças necessárias para obter um negócio lucrativo. O BP deve estar sempre

² Adaptado de <https://www.investopedia.com/terms/b/business-plan.asp>

atualizado, pois permite analisar informações passadas e presentes da organização, bem como servir para elaborar projeções futuras de negócio;

- Documento para financiamento: o BP é um requerimento na procura de financiamento externo, onde deverá ser detalhado de que forma o investimento recebido irá ser aplicado e ajudará a organização a atingir resultados positivos. Esta informação é crucial para potenciais investidores, que pretendem verificar de que forma os seus recursos serão utilizados pela organização e irão gerar retornos no futuro;
- Operar em mercados internacionais: cada vez mais, as organizações necessitam de expandir o seu negócio para mercados internacionais. A elaboração de um BP permite demonstrar de que forma a organização irá competir e desenvolver o seu negócio num contexto global, fornecendo um modo de avaliar o seu potencial numa economia internacional.

McKeever (2011) identifica cinco principais vantagens da elaboração de um BP, sendo elas:

- Ajuda no financiamento: o autor refere que muitos potenciais investidores exigem um BP escrito antes de investirem na organização. Esta informação é importante para compreender o negócio da organização e de que forma o seu investimento irá potenciar os ganhos, bem como saberem de que forma o seu investimento irá gerar mais-valias;
- Tomada de decisão: a elaboração de um BP permite analisar os fluxos de valor da organização, verificar quais os pontos fortes e quais as fraquezas do negócio, e estimar a probabilidade de sucesso da organização;
- Melhoria do modelo de negócio: a definição de um BP permite estimar qual o impacto de potenciais alterações ao modelo de negócio criado, quer no alcance dos objetivos definidos quer no lucro;
- Melhoria da probabilidade de sucesso: o autor refere que a elaboração de um BP aumenta as probabilidades de sucesso de uma organização, fazendo com que esta consiga sobreviver e prosperar no seu negócio;
- Manter o foco: um BP definido e escrito funciona como uma direção clara para o futuro, fazendo com que as decisões a tomar sejam mais claras e fáceis. Alguns

problemas e oportunidades podem representar uma mudança, sendo que o BP auxilia na tomada da melhor decisão, evitando seguir por caminhos e decisões menos apropriadas.

Pearce (2004), em consonância com as ideias apresentadas pelos autores referenciados anteriormente, indica como principais benefícios da utilização de um BP: essencial para pedidos de financiamento e investimento externo; ajuda na definição de prioridades, direções e foco do negócio; definição e redefinição de decisões estratégicas importantes para a organização.

2.8 Business Intelligence e Business Analytics

Face ao desenvolvimento tecnológico cada vez mais acentuado, as organizações possuem nas suas estruturas sistemas de informação capazes de gerar e agregar uma quantidade enorme de dados. Esses dados podem ser provenientes de diferentes áreas da organização (produção, comercial, financeiro, etc), criando um conjunto de informações relevantes para a tomada de decisão. No entanto, para que essa mesma informação possa ser útil, pertinente, relevante e capaz de suportar na tomada de decisão, os dados necessitam de ser organizados. Dessa forma, a necessidade e interesse das organizações em utilizar ferramentas *Business Intelligence* (BI) tem vindo a aumentar, com o intuito de transformar os dados disponíveis em informação útil para a tomada de decisão (Cody, Kreulen, Krishna, & Spangler, 2002).

Os benefícios associados à utilização de um sistema BI são referidos na literatura. Olszak & Ziembra (2007) referem como principais benefícios associados à utilização de BI: permite às organizações a integração e correlação de informação, que se encontra dispersa por diversos sistemas e locais; possibilidade e capacidade de analisar vários conjuntos de dados; desenvolvimento e elaboração de relatórios (que podem ser financeiros e não financeiros); e efetuar simulações e previsões. Este conjunto de benefícios permite às organizações tomar decisões de uma forma mais célere e fundamentada, conseguindo dessa forma reagir rapidamente a alterações do mercado. Inerente aos benefícios relatados, os sistemas de BI são vistos como uma mais-valia e cada vez mais são adotados pelas organizações, pois permitem aos decisores da organização (gestores ou administradores) melhorar o processo de decisão (Chaudhuri, Dayal & Narasayya, 2011)

O conceito *Business Intelligence e Analytics (BI&A)* tornou-se cada vez mais relevante nas últimas décadas, quer em termos académicos quer empresariais. Esta relevância deve-se essencialmente ao desenvolvimento e aplicação da análise de *big data* (Chen, Chiang & Storey, 2012). O termo *Business Intelligence* (BI) tornou-se popular na década de 1990 essencialmente nos domínios de gestão e IT, enquanto o termo *Business Analytics* (BA) ganhou relevância no final dos anos 2000, sendo introduzida como a componente analítica do BI (Llave, 2017).

O conceito de BI&A pode ser definido como as técnicas, tecnologias, sistemas, práticas, metodologias e aplicações que analisam dados críticos de negócios, de forma a ajudar uma empresa a compreender melhor o seu negócio e o mercado onde opera, e dessa forma ser capaz de tomar decisões de negócios oportunas (Chen et al., 2012, Llave, 2017).

Apesar de muitas vezes serem utilizados em conjunto, existem diferenças conceptuais entre os conceitos BI e BA³, as quais são seguidamente detalhadas.

BI é tradicionalmente definido como o uso de informação para a gestão das operações correntes de uma organização. Desta forma, BI é utilizado para recolha e armazenamento de dados sobre as operações diárias, maximização dos fluxos de trabalho, criação de relatórios informativos, de forma que a organização consiga atingir os objetivos definidos. BI está relacionado com a análise de informação do passado e presente, para impulsionar as necessidades correntes da organização. Um mecanismo de BI proporciona aos decisores da organização uma visão histórica, presente ou preditiva da atividade da organização, que é essencial ao seu processo de tomada de decisão. Por outro lado, BA é geralmente descrito como um método mais baseado na estatística, onde são utilizadas ferramentas quantitativas para elaborar previsões e desenvolver estratégias futuras, para fomentar o desenvolvimento e crescimento da organização. Enquanto BI consegue providenciar informação sobre o estado atual de um cliente (por exemplo), BA irá fornecer informação sobre as necessidades de futuros clientes.

Outro fator distintivo entre BI e BA advém das ferramentas utilizadas. As ferramentas de *software* e outros sistemas utilizados por BI podem incluir folhas de Excel, processamento

³ Fonte: *Harvard Business Analytics Program*

analítico, *software* de relatórios, *software* de monitorização de atividades comerciais e *software* de mineração de dados. Relativamente a BA, destacam-se as ferramentas utilizadas para análise de correlações, análise de regressão, análise fatorial, análise de previsão e análise de texto e imagens.

A Tabela 1 seguinte sintetiza as principais diferenças entre BI e BA⁴:

Tabela 1 - Principais diferenças entre Business Intelligence e Business Analytics

Base de comparação	Business Intelligence	Business Analytics
Definição	Análise de informação histórica e presente para impulsionar as necessidades atuais da organização	Análise de informação para impulsionar as necessidades atuais da organização
Utilização	Gestão das operações correntes de uma organização	Fomentar o desenvolvimento e crescimento da organização
Finalidade	Operações correntes e atuais do negócio	Operações futuras do negócio
Ferramentas	ERPs, SAP Business Objects, PowerBI etc.,	Google docs, MS Visio, MS Office Tools, etc.
Aplicações	Para empresas de grandes dimensões, para gerir operações correntes	Para empresas cujo objetivo é o aumento da produtividade e crescimento
Âmbito	Deriva de <i>Business Analytics</i>	Contém informações para a Gestão

As ferramentas de análise de sistemas BI mais utilizadas pelas organizações são os relatórios e *dashboards*. Os relatórios são das ferramentas mais conhecidas e utilizadas, sendo criados através da coleta de dados de diferentes fontes, apresentando posteriormente os dados de forma bem estruturada, através de tabelas dinâmicas, gráficos, entre outras formas de representação (Janus & Misner, 2011). Por outro lado, os *dashboards* são ferramentas que permitem a agregação de vários dados e indicadores mais importantes e relevantes para a organização num único local de visualização, recorrendo a vários tipos de gráficos, *Key Performance Indicators* - KPI, estatísticas relevantes, etc., permitindo a análise da informação de uma forma fácil, intuitiva e clara (Few, 2006). Dada a sua natureza interativa, os *dashboard* permitem à organização identificar, explorar e comunicar potenciais áreas problemáticas que necessitem de ação corretiva (Yigitbasioglu & Velcu-Laitinen, 2012).

⁴ Adaptado de <https://www.educba.com/business-intelligence-vs-business-analytics>

3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar a estratégia de investigação seguida neste projeto de investigação. Um projeto de investigação científica necessita de um processo metodológico adequado e assente em métodos científicos. Este procedimento é também denominado como metodologia de investigação. A definição da metodologia a seguir é importante, pois define as diretrizes de toda a investigação a realizar, influenciando dessa forma a seleção de métodos e técnicas para alcançar os objetivos previamente definidos. Bogdan & Biklen (2003) referem que a metodologia proporciona o alcance dos propósitos da investigação, pelo que a definição e seleção deva ser feita de forma ponderada, através de uma forte reflexão/estudo do investigador.

A investigação pode ser definida como um método usado para descobrir alguma coisa de forma sistemática, existindo um objetivo bem definido, aumentando assim o conhecimento (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009). O processo de investigação assenta em várias etapas interligadas entre si, seguindo geralmente a seguinte ordem: definição do tema a investigar, revisão da literatura, planeamento da investigação, definição da amostra e posterior recolha e análise de dados e, por fim, a redação (Saunders et al., 2009). A sequência anteriormente mencionada poderá não ser executada de forma linear, dado que em contextos de estudo real, é comum a reformulação de ideias e adoção de novos conceitos face às adversidades encontradas.

Saunders et al. apresentaram em 2007 o *Research Onion* (Figura 1), como uma forma de descrever as questões subjacentes à sua escolha do método ou métodos de recolha de dados. O objetivo deste diagrama é descrever as etapas que um investigador deve passar para desenvolver uma metodologia de investigação eficaz. A análise do diagrama permite a observação de seis camadas distintas. As duas camadas mais exteriores são referentes às filosofias de investigação e as abordagens, as três camadas seguintes são referentes às estratégias, métodos de investigação e horizonte temporal da investigação. A camada mais central representa as técnicas e ferramentas relacionadas com a recolha e análise de dados. Adoptando uma abordagem de seguir o diagrama do exterior para o interior, é possível definir os aspetos da abordagem de investigação a seguir neste projeto.

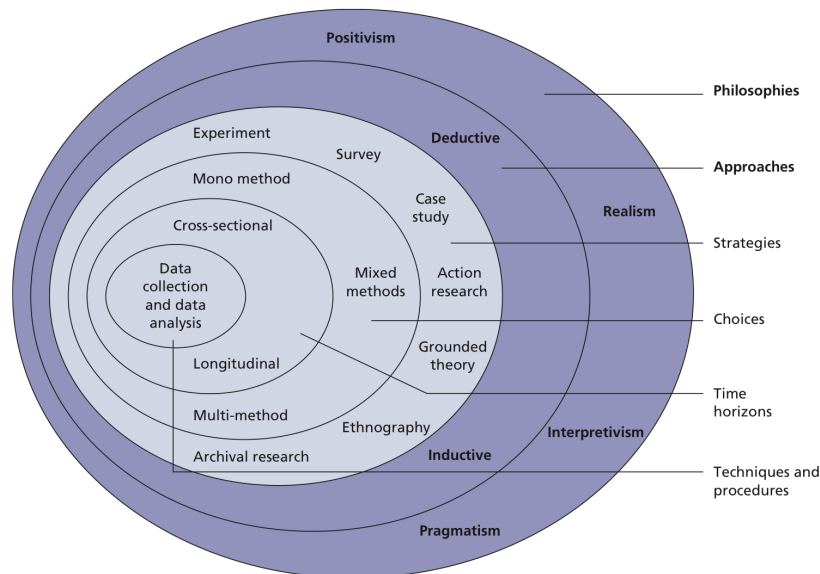


Figura 1- Research onion (Saunders, Lewis & Thornhill, 2009)

A abordagem de pesquisa da investigação é dividida em duas categorias: dedutiva e indutiva. Saunders et al. (2009) definem a abordagem dedutiva como uma abordagem de pesquisa que envolve o teste de uma proposição teórica, através da aplicação de uma estratégia de pesquisa especificamente definida com o intuito de testar essa proposição. Este tipo de abordagem é comumente associada à pesquisa científica, dado que envolve o desenvolvimento de uma teoria que é submetida a um teste rigoroso. A abordagem indutiva de uma investigação caracteriza-se pelo desenvolvimento de uma teoria a partir de dados empíricos previamente recolhidos e analisados (Saunders et al., 2009). Neste tipo de abordagem, a investigação tem um propósito e objetivo bem definidos, mas é iniciada sem uma teoria pré-concebida. A abordagem indutiva é a mais adequada ao processo de investigação que farei, pois os objetivos estão previamente definidos, e após recolher e analisar os dados, será desenvolvida a teoria que permita atingir os objetivos, neste caso, a criação de um modelo de custeio que cumpra as necessidades e requisitos da organização.

A natureza da investigação pode ser classificada em dois métodos: método qualitativo e método quantitativo. O método quantitativo é geralmente usado como sinónimo de qualquer técnica de recolha de dados (como um questionário) ou procedimento de análise de dados (como gráficos ou estatísticas) que usa ou cria dados numéricos ou dados que possam ser quantificados (Saunders et al., 2009). O método quantitativo segue uma abordagem objetiva, sustentado num processo sistemático de recolha de dados quantificáveis (Freixo, 2013). Saunders et al. (2009) definem o método qualitativo como uma técnica de recolha de dados

ou procedimento de análise de dados, sendo os dados recolhidos não numéricos e sujeitos a subjetividade. Creswell & Poth (2018) reforçam que a abordagem qualitativa é focada na reflexão e na interpretação do investigador, e também na experiência dos participantes que intervêm no projeto de investigação. O presente projeto de investigação segue uma abordagem qualitativa. Esta abordagem foi escolhida como a mais indicada, pois foi necessário recorrer à observação e reuniões com equipas de diferentes departamentos para compreender e analisar os processos subjacentes ao cálculo e análise dos custos de produção.

As diversas estratégias de investigação diferenciam-se na forma da recolha e análise de informação. No entanto, todas possuem um objetivo comum: a compreensão de um campo ou atividade, e a necessidade de selecionar os métodos mais apropriados para o estudo em questão. As estratégias podem ser investigadas através da experiência, de pesquisa, estudo de caso, investigação ação, teoria fundamentada e relato histórico (Yin, 1994). Cada uma das diferentes estratégias de investigação possui vantagens e desvantagens, a sua escolha depende do projeto de investigação e dos objetivos do mesmo. A estratégia de investigação escolhida para esta dissertação é a investigação-ação (*action-research*). Tendo o seu foco explícito na ação e no incentivo à mudança nas organizações, caracterizada por uma estreita ligação entre os investigadores e os funcionários das organizações, esta foi considerada a estratégia mais adequada para o desenvolvimento deste projeto de investigação. Adicionalmente, devido ao facto de este projeto ser realizado em contexto empresarial, a componente prática bastante elevada é mais um fator relevante para a escolha desta metodologia.

3.1 Metodologia investigação-ação

O presente projeto de investigação utiliza a metodologia investigação-ação para desenvolver em conjunto com a organização um modelo de custeio baseado no TDABC. Esta estratégia tem o seu foco explícito na ação e no incentivo à mudança nas organizações, caracterizando-se por uma estreita ligação entre os investigadores e as pessoas das organizações (Saunders et al., 2009). Desta forma, o investigador está fortemente envolvido na ação de mudança e na aplicação do conhecimento adquirido. Ao estarem ativamente envolvidas no processo de mudança, as pessoas da organização estão mais predispostas a apoiar o investigador. As pessoas da organização esperam resultados de relevância prática e, dessa forma, têm um

maior incentivo para se envolver, passar tempo com os investigadores, desenvolver novas ideias em conjunto, desafiar as propostas dos investigadores e fornecer *feedback* sobre os resultados (Wouters & Stecher, 2017). Jönsson & Lukka (2007) referem que a investigação-ação cria uma interação excecionalmente profunda entre os investigadores e a organização.

Saunders et al. (2009) invocam três características distintivas da metodologia investigação-ação, que evidenciam as principais vantagens em utilizar este tipo de estratégia de investigação.

A primeira está relacionada e enfatiza o objetivo da investigação: a investigação é centrada na ação e não sobre a ação. Desta forma, a investigação tem o foco na resolução dos problemas da organização, como as implicações que a mudança provoca na organização, juntamente com os elementos da organização que experienciam a mudança. Schein (1999) refere que a investigação-ação pode ter dois focos distintos. O primeiro relaciona-se com o facto de o processo de investigação visar satisfazer as necessidades do investigador, e não da organização. Apesar de estar mais focalizado no investigador, não impede que a organização possa beneficiar das mudanças identificadas no processo de investigação. O segundo foco prende-se com as necessidades da organização e envolve todos os intervenientes no processo de investigação, em vez de ser a organização a procurar resolver as suas necessidades identificadas.

A segunda característica corresponde à relação colaborativa e democrática que é estabelecida entre o investigador e os elementos profissionais das organizações. Neste tipo de estratégia de investigação, o investigador é visto como um elemento da organização onde o processo de mudança irá ser implementado. A investigação-ação faz com que os elementos da organização se sintam como uma parte válida e importante do processo de mudança, fazendo com que o seu comprometimento seja maior, aumentando dessa forma a probabilidade de êxito da investigação e implementação das ações e mudanças. Neste ponto, Schein (1999) realça a importância do envolvimento dos elementos da organização em todo o processo de pesquisa, dado que estes são mais propensos a implementar as mudanças que ajudaram a criar.

A terceira característica evidencia o processo cíclico e iterativo da investigação-ação, que envolve diagnóstico, planeamento, ação e avaliação, tal como se pode verificar na Figura 2 (Saunders et al., 2009).

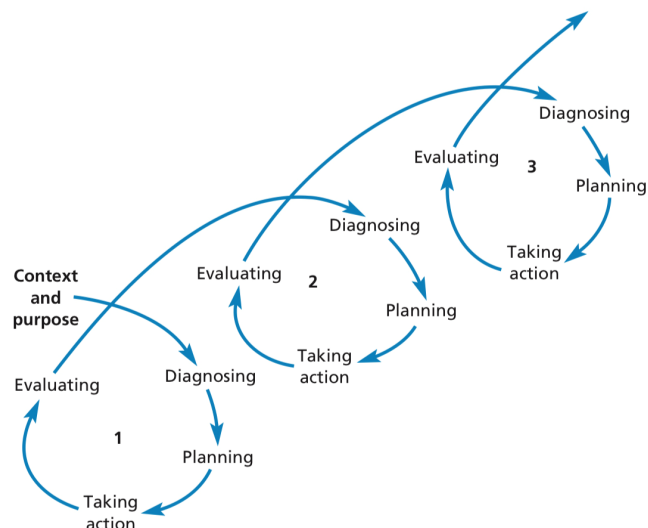


Figura 2 - Espiral da metodologia investigação-ação (Saunders, Lewis & Thornhill, 2009)

A espiral inicia-se com um contexto específico e com um propósito claramente definido (este propósito pode também ser definido como o objetivo da investigação). Nesta fase inicial, é claro para o investigador e para a organização que é necessário encontrar uma solução para o problema identificado. A fase seguinte é o diagnóstico, necessário para a descoberta e análise de dados e informação. O diagnóstico é necessário para permitir a fase seguinte, o planeamento. Nesta fase, é efetuado o planeamento de ações e decisões sobre as ações a serem tomadas. A fase seguinte corresponde à ação, onde as ações previamente planeadas são implementadas. Na última fase, a avaliação, é feita uma validação das ações que foram implementadas. Dada a natureza cíclica, esta descrição poderia corresponder ao ciclo 1, e posteriormente serem efetuados mais ciclos, até a decisão final ser encontrada. Os ciclos subsequentes envolvem diagnósticos adicionais que consideram as avaliações anteriores, levando ao planeamento de mais ações, que serão implementadas e posteriormente avaliadas. Estes ciclos subsequentes permitem que na transição entre cada um deles os métodos de recolha de informação e as interpretações realizadas sejam melhorados.

De uma forma sucinta, os pontos fortes de uma estratégia de investigação-ação são: o foco na mudança, o reconhecimento de que o processo de investigação necessita de diferentes fases (diagnóstico, planeamento, ação e avaliação), e o envolvimento dos elementos da organização durante todo o processo.

As características que podem ser atribuídas à investigação-ação são:

- Participativa, pois existe partilha de ideias e colaboração entre os vários participantes durante os processos de investigação e mudança;
- Prática, dado que não se limita ao campo teórico, procurando a resolução de problemas reais de organizações reais;
- Cíclica, dado que a investigação se desenrola através de um processo cíclico e interativo, que inclui etapas sistemáticas.

3.2 Etapas da investigação

O presente projeto de investigação é realizado num contexto real de uma organização multinacional, e desse modo, a investigação-ação apresenta-se como a metodologia mais adequada para o processo de investigação inerente à resolução do problema proposto. Esta escolha encontra-se enfatizada pelo carácter participativo do investigador, e pela partilha de ideias e soluções entre o investigador e os elementos da organização, que se verificou ao longo da execução deste projeto.

Este projeto de investigação foi elaborado o processo cíclico da metodologia investigação-ação, tal como ilustrado na Figura 2. Dessa forma, foi iniciado o processo de investigação com um contexto e um propósito definido: desenvolver um modelo de custeio baseado na metodologia *Time-Driven Activity Based Costing* (TDABC), para ser implementado no departamento de *Final Assembly*.

Na fase do diagnóstico, correspondente à fase inicial do projeto, foi fundamental analisar e compreender os processos produtivos na área de Montagem Final através do suporte do departamento de *Manufacturing Engineering* (MFE), bem como toda a sistemática e modelo de custeio utilizado pelo departamento de *Controlling* (CTG) para calcular o PPC do produto. O conhecimento e *feedback* recebido das diferentes áreas revelou-se importante para a definição das premissas e pressupostos do modelo de custeio desenvolvido, bem como a informação relevante a constar no *dashboard*. Foi realizado junto do departamento *Manufacturing Engineering* algumas reuniões de forma a ter um conhecimento mais aprofundado sobre os vários processos de produção na área em estudo. Através destas reuniões, foi possível obter dados sobre como considerar a capacidade prática de cada linha, bem como as atividades e os recursos necessários em cada processo. Adicionalmente, também foi possível obter conhecimento sobre os tempos relativos às pessoas e das máquinas

de cada processo, dados fundamentais para a aplicação do TDABC. Nesta fase, foi importante averiguar qual a informação que *Manufacturing Engineering* tem calculada e disponível, de que forma essa mesma informação pode ser transmitida a *Controlling* e usada para estimar o custo dos processos. De igual forma, foi feito uma análise junto do departamento de *Controlling*. Esta interação foi fundamental para verificar de que forma este departamento calcula os custos de produção, e se já é feito um custeio dos custos por processo. A estrutura do *Planned Product Costs* (PPC) foi estudada, bem como as tarifas utilizadas para valorizar os tempos das atividades e recursos utilizados pelos processos produtivos.

A segunda fase, correspondente ao planeamento, foi iniciada com uma pesquisa de referências bibliográficas e estudos previamente efetuados em contextos similares, que de alguma forma replicassem o objetivo desta dissertação. O estudo efetuado foi essencial para ter um conhecimento mais alargado e profundo de diferentes ferramentas disponíveis, e dessa forma perceber e fundamentar qual a mais apropriada. Após essa análise, foi determinado que a metodologia TDABC seria a mais adequada a aplicar neste projeto. Sendo a organização em estudo nesta dissertação uma empresa multinacional, é de salientar que esta já possui processos muito bem definidos e implementados para recolha e análise de diferentes dados, nomeadamente definição dos processos produtivos, tempos de máquinas e operadores em cada estação de trabalho (na área de produção), e também na área do cálculo do custo de cada produto, como por exemplo a definição de tarifas para diferentes rúbricas de custo, definidas no *Business Plan*. Este facto válida também a escolha da metodologia investigação-ação, onde o estudo/desenvolvimento de soluções e melhorias possa ser implementado em sistemas já existentes em organizações.

Após a fase do planeamento estar finalizada, segue-se a fase da ação, onde as ações planeadas são implementadas e acompanhadas. Nesta fase, foi desenvolvido e aplicado o modelo de custeio de acordo com as necessidades, premissas e contexto da organização. Para tal, procedeu-se a uma análise e compreensão dos vários processos produtivos, bem como da forma que esses mesmos processos são valorizados e custeados pela área financeira. Posteriormente, foi efetuada a recolha de dados. Os dados relativos aos tempos das actividades desempenhadas pelos operadores no processo produtivo, bem como os tempos de ciclo e processamento das máquinas foram fornecidos pelo departamento *Manufacturing Engineering*. Os dados relativos ao apuramento dos custos, nomeadamente as tarifas e

rúbricas utilizadas para valorizar as atividades e recursos utilizados na produção, foram fornecidos por *Controlling*. Durante esta fase, foram realizadas reuniões com colaboradores das áreas referidas da empresa, de forma a obter um conhecimento mais aprofundado do funcionamento da empresa. Terminada a recolha dos dados, foi desenvolvido o modelo de custeio em Excel, de forma a possibilitar o custeio das atividades e recursos inerentes ao processo produtivo. O modelo desenvolvido, além do custo de cada processo, permite também inferir o custo da capacidade utilizada e não-utilizada. Num segundo momento, foram definidos os indicadores e a informação a constar no *dashboard* idealizado, de forma a tornar a visualização e interpretação dos custos mais fácil e acessível para diferentes áreas da empresa, para as quais a informação disponibilizada é relevante.

Na última fase, correspondente à avaliação, foi feita a análise e discussão dos resultados obtidos com a aplicação modelo de custeio desenvolvido, baseado na metodologia TDABC. Foi analisada a decomposição dos custos obtidos pela aplicação do modelo, que possibilitou verificar o custo de cada processo, bem como as rúbricas com mais preponderância no custo total do processo produtivo na Montagem Final. De forma a validar a informação obtida, foi feita uma comparação entre os resultados obtidos pelo modelo desenvolvido e pelo método utilizado pela empresa. A informação do modelo desenvolvido possibilita à empresa fazer um estudo prévio sobre o impacto de possíveis alterações no custo do processo produtivo, sem que essas alterações se efetivem na realidade. Possíveis alterações às condições inicialmente consideradas no custo dos processos podem ser estimadas através da utilização do modelo desenvolvido, e dessa forma tomar medidas de investimento/alteração do processo de forma mais fundamentada e consciente do impacto nos custos.

4. CASO DE ESTUDO

No presente capítulo é feito um enquadramento da empresa onde se realiza este projeto de investigação. Primeiramente é apresentada uma contextualização da empresa e das diversas unidades de negócio em Portugal. Seguidamente, é apresentada com maior detalhe a unidade produtiva localizada em Braga, onde se realiza o projeto. Pertencente à unidade produtiva de Braga, é apresentado o departamento de *Controlling* e as principais actividades realizadas por este departamento. Para finalizar, é feita uma breve descrição do processo de custeio da empresa, com especial foco no *Planned Product Costs* (PPC). É apresentada a sua composição, as metodologias utilizadas para alocação dos custos e as rubricas de custos utilizadas pela empresa.

4.1 Grupo Bosch no Mundo

A origem da Bosch remonta a 1886, quando Robert Bosch fundou a "Oficina de precisão mecânica e engenharia elétrica" em Estugarda. Desde o seu nascimento, a empresa registou uma grande expansão, operando atualmente a nível mundial. A força inovadora e o compromisso social destacam-se como princípios chave da empresa desde a sua fundação.

O Grupo Bosch é líder no fornecimento de tecnologia e serviços, reforçados pela mensagem que passa para os seus clientes "Tecnologia para a Vida". As operações do Grupo Bosch dividem-se em quatro áreas de negócio: Soluções de Mobilidade, Tecnologia Industrial, Bens de Consumo e Tecnologia de Energia e Edifícios (Figura 3).

Bosch Group business sectors (divisions)

Mobility Solutions	Industrial Technology	Consumer Goods	Energy and Building Technology
Powertrain Solutions	Drive and Control Technology ²	Power Tools	Building Technologies
Chassis Systems Control		BSH Hausgeräte GmbH	Thermotechnology
Electrical Drives			Bosch Global Service Solutions
Cross-Domain Computing Solutions			
Automotive Electronics			
Automotive Aftermarket			
Automotive Steering			
Connected Mobility Solutions ¹			
Bosch eBike Systems			

Figura 3 - Áreas de negócio do Grupo Bosch (Fonte: Bosch)

A empresa emprega cerca de 402.600 colaboradores em todo o mundo (a 31.12.2021), que contribuíram para gerar uma faturação de 78,7 mil milhões de euros em 2021, gerando um EBIT de 2,8 mil milhões de euros. Estes valores foram alcançados graças a 440 localizações

espalhadas pelo mundo. O carácter de investigação e inovação da empresa destaca-se também pelo investimento de 6,1 mil milhões de euros em Investigação e Desenvolvimento. A Figura 4 sumariza os dados do Grupo Bosch a nível mundial em 2021.

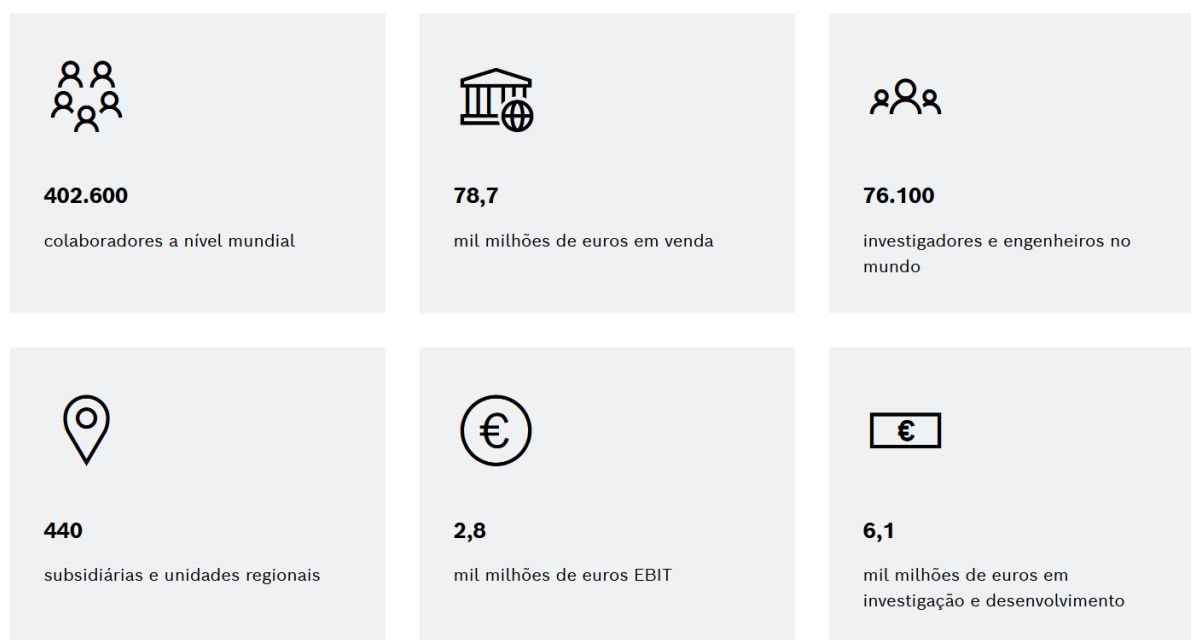


Figura 4 - Dados Grupo Bosch a nível mundial (dados 2021) (Fonte: Bosch)

4.2 Grupo Bosch em Portugal

A Bosch em Portugal conta com 5 diferentes localizações, sendo 3 unidades produtivas e 2 não produtivas. As unidades produtivas localizam-se em Aveiro, Braga e Ovar, pertencendo às divisões de *Thermotecnology*, *Automotive Electronics* e *Security Systems*, respetivamente. Em Lisboa localiza-se uma subsidiária da BSH Eletrodomésticos, bem como a sede da Bosch, com equipas nas áreas de vendas, comercial, marketing e serviços partilhados de Recursos Humanos para toda a Europa. Em 2020, as unidades de Portugal geraram 1,6 mil milhões euros em vendas, sendo que mais de 95% da produção é exportada para diversos países. Além das mais valias económicas geradas para o país, estas unidades empregavam nesse ano 5840 colaboradores, sendo cerca de 800 em unidades de Investigação e Desenvolvimento⁵.

A *Bosch Security Systems, S.A.*, situada na zona industrial de Ovar, foca-se na produção de soluções inovadoras para sistemas de segurança e comunicação, alarmes de incêndios, *displays* eletrónicos e outros produtos para diferentes unidades de negócio no Grupo Bosch.

⁵ Fonte: <https://www.bosch.pt/a-nossa-empresa/bosch-em-portugal/>

Apesar da produção dominar a atividade desta unidade, possui também um departamento focado no desenvolvimento e investigação de soluções inovadoras e diferenciadas. A história da Bosch em Ovar, começou com a aquisição da Divisão de *Security Systems* da Philips em 2002. Esta unidade pertence à divisão de Tecnologia de Edifícios e contribuiu para a realização de mais de 3000 projetos a nível mundial entre 2012 e 2017. Em 2012 foi criada uma área de investigação e desenvolvimento.

A Bosch Termotecnologia, S.A. (localizada em Aveiro) é uma unidade de negócios de água quente residencial do Grupo Bosch, fornecendo soluções de água quente através de esquentadores (elétricos e a gás), caldeiras e bombas de calor. A partir desta unidade, é coordenada a produção de excelência de fábricas da unidade de negócio em diferentes continentes, que abastece diferentes marcas do Grupo Bosch presentes no mercado mundial. O início desta unidade produtiva ocorreu em 1988, com a aquisição da Vulcano Termodomésticos, e atualmente destaca-se como um dos maiores empregadores de Aveiro, contando com cerca de 1300 colaboradores.

A sede da Bosch em Lisboa inicia-se em 1960, com o estabelecimento da sede comercial para o mercado português através da empresa Robert Bosch, Lda.. Atualmente emprega mais de 300 colaboradores, e tem como principais áreas: serviços de vendas, centros de formação, serviços partilhados de RH e serviços centrais. Esta unidade não trata apenas de vendas diretas ao consumidor ou ao fornecedor, destacando-se como competências a formação e assistência técnica das áreas Automóvel, Ferramentas Elétricas, Termotecnologia (sob as marcas Bosch, Junkers, Bosch Industrial e Vulcano) e sistemas de videovigilância. A subsidiária BSH Eletrodomésticos está também localizada em Lisboa, noutra edifício.

A descrição mais detalhada da unidade de Braga será apresentada na secção seguinte.

A Figura 5 sumariza os dados das várias localizações Bosch em Portugal, relativamente ao volume de vendas e número de colaboradores em 2020.

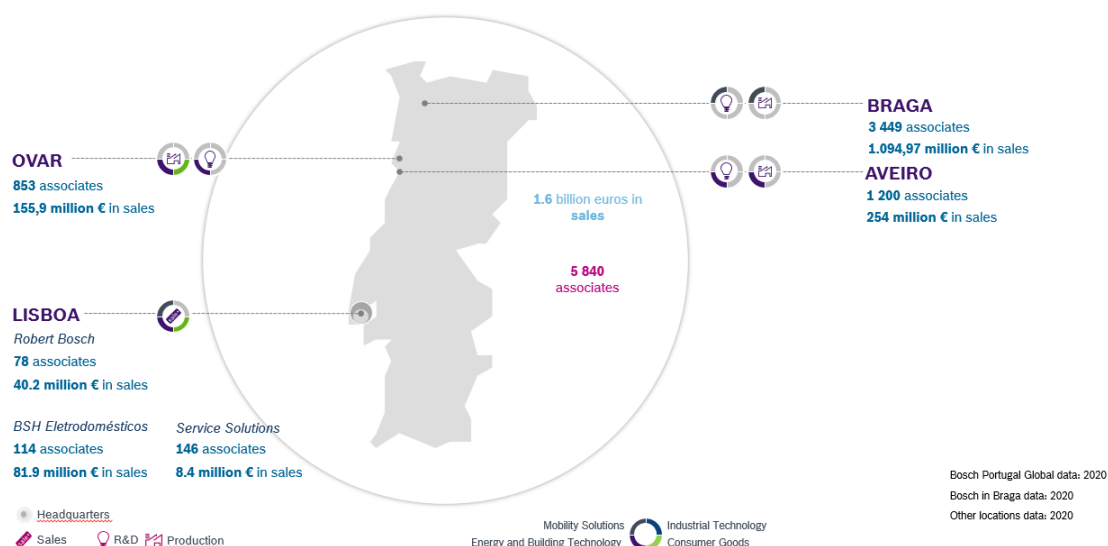


Figura 5 - Dados localizações Bosch em Portugal em 2020 (Fonte: Bosch)

4.3 Grupo Bosch em Braga

A Bosch Car Multimedia Portugal, S.A., localizada em Braga, pertence à Robert Bosch Portugal SGPS, SA e é membro integrante do Grupo Bosch sediado em Estugarda, na Alemanha.

A Bosch em Braga foi fundada em 1990 sob a designação Blaupunkt Auto-Radio Portugal Lda. e produzia autorrádios para a marca Blaupunkt. Em 2009, a divisão Car Multimedia (CM) foi reestruturada e a marca Blaupunkt foi vendida juntamente com o negócio do segmento de pós-venda (*aftermarket*) de rádios. A unidade de Braga viria a tornar-se na Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. Desde essa altura, a unidade passou a dedicar-se ao desenvolvimento e produção de sistemas de *infotainment*, instrumentação e sensores de segurança para a indústria automóvel. Em 2012, fruto da procura por tecnologias cada vez mais avançadas, a Bosch e a Universidade do Minho assinaram uma parceria de inovação única em Portugal.

A unidade de Braga pertence à divisão *Automotive Electronics* desde 2020, sendo a maior localização do Grupo em Portugal, possuindo ainda equipas de outras divisões da área da Mobilidade, como *Cross-Domain Computing Solutions*, *Chassis Systems* e *Automotive Aftermarket*. Atualmente, BrgP produz um portefólio de produtos alargado que inclui sistemas de navegação, sistemas de instrumentação e autorrádios de alto nível para a indústria automóvel, sensores de ângulo de direção para o Sistema ESP, controladores eletrónicos para equipamento de aquecimento, e controlos eletrónicos para eletrodomésticos (Figura 6). O portefólio da Bosch em Braga também oferece serviços de um Centro de Investigação &

Desenvolvimento, um Centro de Competências de engenharia especializada em produção, um Centro de Assistência e Reparação, bem como um Centro de Serviços de IT para a Ibéria.



Figura 6 - Portfólio de produtos de BrgP (Fonte:Bosch)

A empresa exporta quase a totalidade da sua produção, destacando-se como uma das empresas portuguesas que mais exporta no país e uma das maiores empregadoras do país. Em 2020, gerou um volume de vendas de 1,1 mil milhões euros, empregando cerca de 3500 colaboradores.

4.4 Controlling (CTG)

O departamento de *Controlling* (CTG), departamento no qual decorreu o projeto de investigação, é responsável pelo processo de *Controlling* da empresa, pelo plano económico e por processos financeiros e contabilísticos. O departamento é responsável por apoiar a administração e os departamentos operacionais. Uma das principais missões do departamento é garantir o sucesso económico nas operações de negócio, aumentando a fiabilidade das decisões com impacto económico e estratégico.

O departamento de *Controlling* está dividido em 3 diferentes secções - CTG1, CTG2 e CTG3 - como representado na Figura 7:

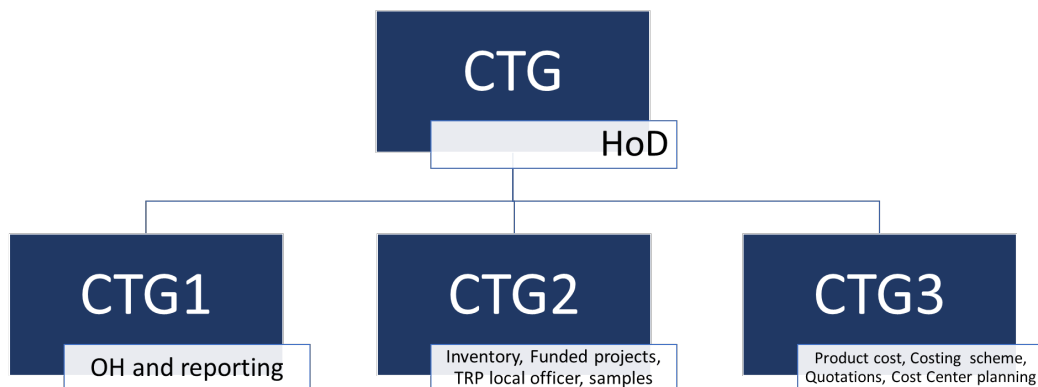


Figura 7 - Organograma do departamento de Controlling de BrgP

CTG1 é responsável por monitorizar e controlar os aspetos económicos importantes da empresa através da análise e avaliação crítica de tópicos operacionais que são relevantes para a situação atual e futura da empresa. Para isso, desenvolve e prepara relatórios para ajudar e tornar célere a tomada de decisões.

CTG2 é responsável pela monitorização e controlo do processo de controlo de inventário, pelo controlo dos projetos de investimentos da empresa (por exemplo, Projetos de Fundos relacionados com as parcerias com universidades), pela gestão e controlo das amostras enviadas para os clientes.

CTG3 participa na planificação e definição de atividades relacionadas com o *Business Plan*, é responsável pelo cálculo do custo dos produtos (PPC) durante fases de aquisição de novos produtos (cotações) e produtos industrializados, pelo planeamento e controlo dos centros de custo da área de Montagem Final, pela mensuração de atividades de redução de custos, avaliação e análise de investimentos, análise de desvios de custos, avaliação e acompanhamento da relação custo-benefício dos produtos (verificação se custos reais estão de acordo com previsões).

4.5 Descrição do processo de custeio

O custo dos produtos é determinado pelo departamento de *Controlling* (CTG) (mais especificamente por CTG3) da unidade da *Bosch Car Multimedia Braga* (BrgP). O departamento de *Controlling* é responsável pela coordenação do *Business Plan* (BP), que inclui o plano de negócios e custos para os anos futuros, e pelo cálculo do *Planned Product Costs* (PPC). O PPC é o planeamento anual do custo dos produtos, e tem como principal objetivo

realizar uma previsão do custo dos produtos para períodos futuros (ano seguinte), bem como agregar todos esses custos por rubricas de modo a identificar quais as rubricas onde existe maior consumo de recursos. As rubricas consideradas no cálculo do PPC são:

Material (MAT)

Nesta rubrica são considerados todos os custos relacionados com a compra de matérias-primas.

MAT Risks

Esta rubrica incorpora os “riscos” do material. Um exemplo são as rejeições de material durante o processo de produção, as substituições de material ou acertos de inventário de matéria-prima. A alocação dos custos é realizada em proporção, com base nos custos de MAT de cada *overhead* (OH). Os OH que contêm mais custos com MAT, também serão aqueles que contêm maiores custos com MAT Risks e vice-versa.

MOH Var

Os *Material Overhead Costs* (MOH) variáveis são os custos que estão relacionados com os fretes de chegada de materiais. A sua alocação de custos é igual à aplicada na rubrica MAT Risks, uma vez que é realizada de acordo com os custos com material (MAT) que cada OH contém.

PDC Var

Os *Production Costs* (PDC) são custos das funções que estão diretamente relacionados com a produção de um produto ou com a montagem de um componente. Nesta rubrica são imputados os custos de produção variáveis que incluem os tempos máquina (TEB) e os tempos operador (VT) multiplicados, respetivamente, pela tarifa Fix e pela tarifa Var.

PDC Risk Var

À semelhança da rubrica MAT Risk, nesta rubrica é atribuída uma percentagem extra ao custo de produção para fazer face a problemas que possam surgir ao longo do processo produtivo. Exemplo são os custos com retrabalho interno, que visam corrigir defeitos ocorridos durante o processo de fabrico, evitando que o produto seja considerado como *scrap*.

PDC Var add

No PDC Var Add são imputados aos produtos custos referentes aos testes de qualidade.

MOH Fix

Relativamente aos *Material Overhead* fixos, esta é uma rubrica onde se imputam uma grande variedade de custos. São, por exemplo, imputados custos relacionados com o processo logístico de receção de materiais, custos relativos ao *procurement*, entre outros.

PDC Fix

Nesta rubrica são imputados os custos de produção fixos, sendo a alocação dos custos efetuada da mesma forma que se realizou na rubrica PDC Var. A única diferença reside na existência de apenas tarifa fixa, e como tal, apenas se consideram os TEB.

PDC Fix add

No PDC Fix add são imputados custos de vários departamentos que intervêm no processo produtivo. Como por exemplo, o departamento de *Manufacturing Engineering*, que é responsável pelo processo de industrialização do produto.

PAC Fix

Os *Plant Administration Costs* (PAC) representam custos indiretos de funções da fábrica que monitorizam e coordenam as atividades da área produtiva (funções de gestão, controlo, finanças e contabilidade), bem como funções administrativas e de serviço, incluindo também os custos relativos a formações dos colaboradores.

A Tabela 2 sumariza a estrutura do PPC anteriormente descrita, onde é possível visualizar as rubricas principais, as sub-rubricas consideradas e o método de alocação desses custos.

Tabela 2 - Estrutura do PPC (Fonte: Bosch Car Multimedia Portugal)

	Rúbrica	Sub-Rúbrica	Método de alocação
1	Material	Custo material	
2	MAT Risks	Rejeições	% MAT
3 = 1 + 2	MAT (with Mat Risks)		
4	MOH Var	Inbound freight Taxas Custos HC logística	% MAT
5	PDC Var	Operadores diretos (VT) Material auxiliar Ferramentas Energia	
6	PDC Risks	Retrabalho	% PDC Var
7	PDC Var Add Ded	Testes de qualidade	% PDC Var
8 = 4 + 5 + 6 + 7	PPC Var		

9	MOH Fix w/o Supplier Tools	Custos fixos armazém Custos HC indireto logística Custos relacionados com ferramentas de fornecedores Pedidos de alterações de Engenharia	% MAT
10	PDC Fix	Custos pessoal Depreciações económicas Espaço (área) Manutenção	
11	PDC Fix add	Custos HC indireto suporte produção Sucata	% PDC Fix
12	PAC Fix	Custos HC indiretos suporte produção (Administração, Recursos Humanos, <i>Controlling</i> , Informática)	% PDC Fix/Var
13 = 9 + 10 + 11 + 12	PPC Fix		
14 = 3 + 8 + 13	PPC		

O PPC inclui o custo das matérias-primas (MAT) e os custos de produção (*Production Costs* - PDC). O PDC é dividido em PDC variável (PDC Var) e PDC Fixo (PDC Fix). Os PDCs são calculados tendo por base os tempos máquina (TEB) e os tempos operador (VT). Os custos de produção são obtidos multiplicando os VT e TEB pelas tarifas. As tarifas são calculadas com base no volume total de VT e TEB considerado no planeamento do BP, sendo calculadas para cada uma das *Business Units* (BU) da empresa. As tarifas calculadas pelo departamento de *Controlling* e que são utilizadas para o cálculo do PPC são as apresentadas na Tabela 3 (os valores apresentados são meramente ilustrativos). As tarifas de natureza fixa são calculadas tendo por base o TEB, enquanto as tarifas variáveis são calculadas tendo por base o VT e também o TEB.

Tabela 3 - Tarifas utilizadas por CTG para cálculo do PPC

	VT	TEB
Pessoal	0,0000	0,0040
Depreciações Económicas	0,0000	0,0172
Área (inclui área de alocação interna)	0,0000	0,0012
Energia	0,0000	0,0000
Alocação Interna	0,0000	0,0011
Outros fixos	0,0000	0,0005
Manutenção	0,0000	0,0070

Tarifa Fix	0,0000	0,0309
Pessoal	0,0039	0,0000
Mat. Aux./Consumo/Embalagem	0,0000	0,0033
Ferramentas	0,0000	0,0003
Energia	0,0000	0,0025
Outros Var	0,0000	0,0000
Tarifa Var	0,0039	0,0061

As tarifas que têm por base o TEB são calculadas para cada uma das BU que BrgP produz. A fórmula geral de cálculo das tarifas é a seguinte:

$$\text{Tarifa TEB} = \frac{\text{Total custos BU}}{\text{Total TEB BU}}$$

O total de custos e o total de TEB considerados no cálculo das tarifas são definidos na elaboração do BP, e não sofrem alterações ao longo do ano civil planeado.

A tarifa variável ‘Pessoal’ é calculada tendo por base o volume VT planeado no BP para o ano.

Para apurar o custo de cada processo, o valor das tarifas é multiplicado pelo VT e TEB consumido por cada produto.

O departamento de *Controlling* utiliza um sistema de custos padrão, nos quais os custos para os anos seguintes são estimados com base nas condições operacionais do ano corrente, do histórico de anos passados, bem como das condições futuras já conhecidas, nomeadamente projetos a serem produzidos e respectivo volume de produção. Este sistema segue uma abordagem *top-down*, onde os recursos são identificados por *Overheads* (OH), *Cost Centers* (CC) e *Profit Centers* (PC), sendo posteriormente alocados aos produtos (PN).

Os PC são unidades organizacionais que subdividem a empresa com base nas necessidades de gestão, com o objetivo de dar suporte às atividades internas de controlo e gestão. Os PC estão associados aos produtos produzidos pela Bosch em Braga, e agrupam os mesmos de acordo com as características de cada produto. Os OH representam um conjunto de materiais que necessitam de ser tratados/manuseados de forma similar, encontrando-se no nível imediatamente abaixo dos PC. Um PC pode ter associado a vários OH, enquanto um OH apenas pode ser associado a um único PC. Os CC estão associados a todas as áreas da empresa que prestam serviços operacionais e que permitem o desenvolvimento dos produtos, tais

como, manutenção dos edifícios, custos associados aos vários departamentos da empresa, custos associados a serviços de apoio ao pessoal, como por exemplo a cantina, entre outros. Os respetivos custos são agrupados pelos vários CC, e posteriormente são imputados aos vários PC. Os PN são as unidades de gestão mais específicas de todos os conceitos apresentados, identificando um e um só produto específico. O PN permite identificar o cliente e a respetiva BU. A Figura 8 sumariza a relação entre os diferentes conceitos explicados anteriores.

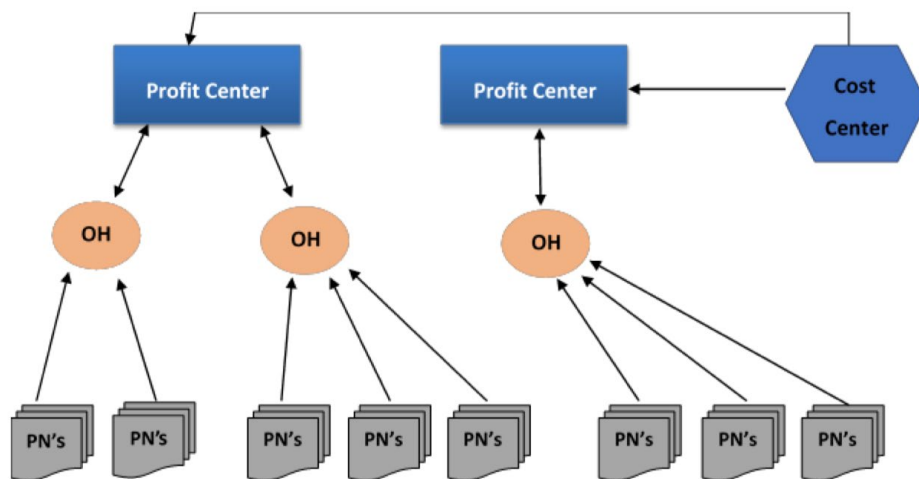


Figura 8 - Relação entre Profit Center, Cost Center, OverHead e Part Number (Fonte: Bosch)

De uma forma sintetizada, é possível compreender a estruturação do sistema de custeio da Bosch. A unidade da Bosch em Braga (BrgP) segue as diretrizes vindas da casa-mãe (Bosch GmbH, na Alemanha) e como tal, qualquer alteração à forma como os custos são estruturados ou imputados, teria de ter a sua aprovação.

5. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO MODELO TDABC

O modelo de custeio TDABC desenvolvido em Excel neste projeto de investigação tem como principal objetivo obter uma decomposição dos custos dos processos de produção, sendo estudado o departamento de produção da Bosch, mais especificamente a área de Montagem Final (*Final Assembly – FA*).

A informação proveniente do *Controlling*, nomeadamente as tarifas utilizadas para valorizar as actividades, são uma fonte importante para o modelo, pois são fundamentais para determinar o custo do produto. Do lado da produção (*inputs* de *Manufacturing Engineering*), os tempos relativos ao VT (horas-operador) e TEB (horas-máquina) são também importantes, pois permitem utilizar a duração de cada atividade. Estas duas fontes de informação são fundamentais para a aplicação do modelo TDABC, pois permitem a aplicação *activity-based*, conceito base do modelo desenvolvido.

A forma de custeio dos processos atualmente utilizada pela empresa tem como principal *output* a distinção entre custos puros de produção variáveis (PDC Var) e fixos (PDC Fix). O modelo desenvolvido apresenta as seguintes vantagens comparativamente com a forma de custeio de processos utilizado pelo departamento de *Controlling* de BrgP:

- permite estimar os custos específicos por estação de trabalho (*workstation*);
- permite a distinção entre custos de *workstation* e custos da linha de produção;
- permite estimar o custo de capacidade utilizada e não utilizada de cada *workstation*;
- decomposição dos custos variáveis e fixos (MAE, EWAK, VT Puro, VT Suporte);
- decomposição dos custos variáveis e fixos em subprocessos, para auxílio de tomada de decisão em processos de *Make-or-Buy*;
- identificação e avaliação de *hidden costs* nas estações de trabalho, derivados por exemplo de manutenção do equipamento, atividades ociosas dos operadores (*walking, handling*, tempos de espera);

Para o desenvolvimento do modelo é importante identificar e compreender detalhadamente os vários processos produtivos existentes e as atividades inerentes, bem como os recursos que suportam as diferentes operações. Desta forma, será possível identificar todos os indutores de custo relevantes, compreendendo a relação entre o consumo de recursos e as atividades realizadas, obtendo assim um custo o mais preciso possível dos objetos de custo

(que poderão ser processos ou mesmo o produto final). A classificação de atividades que acrescentam valor, atividades sem valor acrescentado, capacidade utilizada e não-utilizada, serão também *outputs* importantes do modelo criado.

Possíveis alterações como adição ou remoção de estações de trabalho, redução dos tempos das atividades de operador, alterações dos tempos de ciclo das estações de trabalho, etc., podem ser estimadas através da utilização do modelo desenvolvido, e dessa forma tomar medidas de investimento/alteração do processo de forma mais fundamentada e consciente do impacto nos custos

5.1 Premissas do modelo

Os resultados de um modelo de custeio são fundamentais para a empresa conseguir obter vantagens competitivas. De forma que os resultados reflitam os reais custos de produção, é necessário que a definição do modelo e as premissas utilizadas sejam os mais precisas possíveis.

Os recursos definidos para a construção do modelo foram adaptados das rubricas de custos utilizados pelo *Controlling* para calcular os custos dos produtos. Após a sua definição, os recursos foram classificados como fixos ou variáveis, quanto ao nível de custo (*workstation* ou linha) e indutor de custo (base de imputação dos custos). A Tabela 4 sumariza a classificação dos recursos:

Tabela 4 - Classificação dos recursos do modelo desenvolvido

Recursos	Variável / Fixo	Nível do custo	Indutor de custo
Pessoal direto	Variável	Estação de trabalho	VT puro
		Linha de produção	VT operação
		Linha de produção	VT suporte
Energia	Variável	Linha de produção	TEB
Área	Fixo	Linha de produção	
Depreciação Equipamentos	Fixo	Estação de trabalho	
Outros custos fixos	Fixo	Linha de produção	
Material auxiliar	Variável		
Pessoal indireto	Variável		
Ferramentas	Variável		
Manutenção	Fixo		
Alocação interna	Fixo		

A análise do custo do produto considerando os recursos a eles alocados é interessante, mas menos útil do que uma análise baseada nas atividades que compõem o processo de criação

de valor, conforme proposto no modelo de custeio baseado em atividades (com foco no processo e nas estações de trabalho).

O modelo TDABC prevê a utilização de equações de tempo para estimar os tempos padrão das actividades, para posteriormente determinar o seu custo. No modelo desenvolvido, em detrimento da criação de equações de tempo, são utilizados os tempos reais de processamento das máquinas (*Machine Cycle Time* - MCT). Esta opção seguiu a abordagem utilizada por Wouters & Stecher (2017) no seu estudo, e tem como principais vantagens evidenciadas pelos autores:

- evita a necessidade de constantemente atualizar os dados de tempo de processamento das máquinas;
- a utilização de tempos reais permite uma maior precisão, pois esses tempos já incorporam efeitos de escala e/ou variações de volumes de produção;
- permite a observação ao longo do tempo da evolução dos custos e rendibilidade, sendo possível detetar alterações precocemente;
- permite a rápida visualização de melhorias do processo produtivo, bem como de aumentos de custos.

O modelo desenvolvido apresenta uma abordagem semelhante à adotada por Wouters & Stecher (2017). Desta forma, destacam-se os seguintes pontos:

- uso da capacidade prática para calcular taxas de imputação, nomeadamente para o cálculo do custo do investimento dos equipamentos de cada estação de trabalho;
- registo e cálculo do custo dos tempos não produtivos;
- o custo por unidade de tempo combina o custo por hora de operador (VT) e o custo por hora da máquina (TEB), com base nas relações operacionais entre máquinas e operadores. Este custo representa uma medida de tempo "composta" para o TDABC.

No modelo desenvolvido, os custos são determinados em parte com informações fornecidas pelo *Controlling* (nomeadamente as tarifas utilizadas), mas também através de cálculos diretos (por exemplo, depreciações dos equipamentos). Na determinação dos custos dos processos, os principais indutores de custo (*cost drivers*) considerados são:

- Custo dos equipamentos: dividido em custos de MAE (equipamento genérico) e EWAK (equipamento específico para cada produto);

- Tempo de ciclo (*cycle time* – CT) da máquina. O CT determina o tempo necessário para processar uma peça, e é separado em *Machine Cycle Time* (MCT) que corresponde ao tempo do processo automático, e ao tempo do operador (VT);
- VT puro: corresponde ao tempo útil utilizado pelo operador na produção do produto. É o tempo utilizado pelo operador que acrescenta valor ao produto;
- VT suporte: corresponde ao tempo de suporte do operador. Este tempo corresponde a todas as atividades de suporte não relacionadas diretamente com o processo, nomeadamente gestão da linha, logística da linha e manutenção. Este tempo é partilhado por todas as máquinas da linha, não sendo possível alocar um tempo específico a cada máquina.
- Tempo do ciclo de processo (TEB). Este tempo representa o tempo de ciclo da linha, que engloba todos os processos necessários para a produção do produto.

O TEB planeado por PN é calculado pelo departamento *Manufacturing Engineering* tendo em conta a capacidade prática da linha e as quantidades planeadas para o ano. Este valor reflete o *takt time*, isto é, o tempo de ciclo desejável para a linha. Este tempo poderá ser adaptado de forma a refletir fatores adicionais, tais como eficiência das máquinas de produção, tempos de ciclo de produção e flexibilidade considerada para a linha (a linha pode compreender diferentes níveis de flexibilidade, para fazer face a períodos de maior procura).

A definição da capacidade prática é um dos fundamentos teóricos do TDABC. Kaplan & Anderson (2007) referem que a capacidade prática pode ser assumida como uma percentagem da capacidade teórica, ou por outro lado pode ser calculada analiticamente. Para o modelo criado, a capacidade prática da linha é calculada da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{Capacidade prática [seg]} \\ = & \text{Nr dias trabalho anuais} * \text{Nr turnos} * \text{Minutos disponíveis por turno} * \text{Fator eficiência} \\ & * 60 \end{aligned}$$

A quantidade utilizada representa a previsão de produção para o ano do produto analisado, o TEB representa o tempo de ciclo da linha calculado por *Manufacturing Engineering*. Os minutos disponíveis por turno (410,4 min/*shift*) são calculados pela empresa, e representam o POT (*Planned Operation Time*). Este tempo tem por base o número de turnos por dia e as pausas previstas para os operadores. O fator de eficiência é definido pela empresa em 90%.

Para efeitos de cálculo da capacidade prática, foi decidido manter os valores calculados e utilizados pela empresa.

A Tabela 5 ilustra a parte do modelo desenvolvido onde é calculada a capacidade prática. As células a verde são automaticamente preenchidas com os dados colocados por *Manufacturing Engineering* no *template* criado, a célula a amarelo representa o valor calculado.

Tabela 5 - Cálculo da capacidade prática no modelo

practical capacity	23.269.680	seconds
total quantity	387.450	pieces
TEB	65,80	seconds
days	350	
shifts	3	
minutes/shift	410,4	
efficiency	90%	

A utilização de tempos reais de VT e TEB no modelo permite uma análise de desvios de uma forma mais rápida e simples. A análise dos desvios pode ser efetuada a nível de valor ou de quantidade. Dado que a empresa em estudo utiliza tarifas e custos que são definidos no BP e mantidos inalteráveis ao longo do ano civil seguinte, a análise em termos de valor não será tida em conta na aplicação do modelo desenvolvido. A análise em termos de quantidade pode ser efetuada comparando os custos estimados pelo modelo e os custos padrão estabelecidos na definição do BP. Os custos calculados semanalmente ou em termos cumulativos para um dado período, podem ser comparados com os custos padrão estimados para o BP. Assim, as variações podem ser analisadas de forma a identificar as razões que causam esses desvios, e adotar medidas para mitigar ou eliminar essas variações.

Nas secções seguintes serão apresentados os inputs utilizados na aplicação do modelo desenvolvido, os quais foram recebidos dos departamentos de *Manufacturing Engineering* e *Controlling* através do *template* desenvolvido e que será explicado nas secções seguintes. De referir, que por motivos de confidencialidade da empresa, não será referido o produto ou a linha analisados. Pelos mesmos motivos, as *workstations* serão identificadas por WSxx (e não pela designação utilizada pela empresa). Os dados referentes às tarifas de custo, bem como tempos máquina e tempos operador, apesar de reais, podem não refletir a realidade presente da empresa (alguns dados podem estar desatualizados).

5.1.1 Custos dos processos

Para a recolha e coleta dos dados necessários para a aplicação do modelo, foi criado um *template* em formato Excel. O *template* desenvolvido permite obter de uma forma rápida, simples e completa os dados que servem de *input* para o modelo para a determinação dos custos. O *template*, à semelhança do modelo de custeio, foi desenvolvido tendo em consideração a informação já disponível em cada uma das áreas envolvidas. Este facto é relevante, pois foi tido o cuidado de desenvolver um modelo de custeio funcional e preciso, que não necessite de causar um esforço e volume de trabalho adicional na obtenção de dados.

A Tabela 6 mostra os *inputs* reais fornecidos pelos departamentos *Manufacturing Engineering* e *Controlling* que são utilizados no modelo. Os dados relativos à operação produtiva, encontram-se representados com o fundo laranja (fonte *Manufacturing Engineering*), os dados das tarifas de custo utilizadas no modelo estão representadas no fundo azul (fonte *Controlling*).

Tabela 6 - Inputs reais de MFE e CTG (template)

Final Assembly										
Customer:				Peak Year:	2024	Shifts/Day:	3	MFE input		
Project (DB):				Peak Volume (k pcs):	322.88	Working days/week:	7	CTG input		
Scenario:				Working days/year:	350	Minutes/Shift:	410.4			
Line (DB):				Flexibility (%):	20%	No. of Lines:	1			
PDCL:				Peak volume w/ flex (k pcs):	387.45					
Plant:	BrqP			TEB:	65.80					
				VT Operations (min/100pcs):	292.491					
				VT Support (min/100pcs):	610.044					
				Takt Time [sec]:	66.73	No. of Operators:	3,6			
				Cycle Time [sec]:	60.06					
				Machine Cycle Time [sec]:	57.06					
Tariffs from CTG (€/min/pc)	Labor Tariff	Mat Aux	Tools	Energy	Labor Cost Fix	Amortization	Area	Internal Allocation	Other Fix	Maintenance
	0,003877	0,003303	0,000330	0,002469	0,003954	0,017229	0,001062	0,001161	0,000492	0,007020

Do lado do *Controlling*, os dados necessários prendem-se com as tarifas a utilizar para valorizar e custear o custo dos recursos utilizados. Os dados fornecidos por *Manufacturing Engineering* nesta secção do *template* são importantes para determinar a capacidade prática da linha, onde se destacam os dados relativos ao volume de produção, número de dias trabalhados por ano, número de turnos utilizados pelo projeto/linha, o tempo útil e efetivo por turno e a flexibilidade da linha (exigida pelo cliente). Além destes anos, são também fornecidos o tempo de ciclo (TEB) e os tempos relacionados com os operadores (VT).

A Tabela 7 mostra os campos do *template* onde são introduzidos por *Manufacturing Engineering* os dados relativos aos processos. Nesta parte do *template*, são inseridos todos os processos necessários ao processo produtivo em *Final Assembly* do produto analisado. É feita

uma enumeração dos processos, e são introduzidos dados como número de estações de trabalho necessárias em cada processo, o número de peças processadas, o tempo de processamento (correspondente ao MCT), bem como o número necessário de estações de trabalho em cada processo. Também nestes campos são enunciados os investimentos (MAE e EWAK) necessários para cada processo.

Tabela 7 - Inputs reais dos tempos e investimentos

workstation no.	workstation name	no. of stations	parts per station processed in parallel	sampling rate	planned process time per station [sec]	real no. of stations needed	MAE std/station [k EUR]	total MAE std [k EUR]	EWAK/station [k EUR]	variant no.	total EWAK [k EUR]	Pure VT (s)	VT other (s)	VT Operations (min/100pcs)	VT Support (min/100pcs)
1	WS1	1	1	100%	50.1	1	50.8	50.8	54.1	1.0	54.1	3.9	4.3	16.2	33.9
2	WS2	1	1	100%	51	1	130.2	130.2	14.4	1.0	14.4	11.6	9.1	16.2	33.9
3	WS3	1	1	100%	24	1	10.7	10.7	11.7	1.0	11.7	12.0	5.1	16.2	33.9
4	WS4	1	1	100%	40.4	1	36.6	36.6	11.7	1.0	11.7	13.4	6.1	16.2	33.9
5	WS5	1	1	100%	33	1	57.7	57.7	16.9	1.0	16.9	10.3	7.4	16.2	33.9
6	WS6	1	1	100%	44	1	120.7	120.7	29.5	1.0	29.5	28.3	12.2	16.2	33.9
7	WS7	1	1	100%	28	1	162.6	162.6	8.1	1.0	8.1	3.0	4.6	16.2	33.9
8	WS8	1	1	100%	39	1	61.6	61.6	12.2	1.0	12.2	13.0	7.9	16.2	33.9
9	WS9	1	1	100%	28.8	1	72.6	72.6	6.3	1.0	6.3	1.8	4.5	16.2	33.9
10	WS10	1	1	100%	55	1	109.8	109.8	31.6	1.0	31.6	9.9	10.9	16.2	33.9
13	WS11	1	18	100%	1066	2	68.1	68.1	150.1	1.0	150.1	10.2	4.6	16.2	33.9
14	WS12	2	1	100%	98.8	2	309.2	618.4	67.2	1.0	134.5	1.8	7.1	16.2	33.9
15	WS13	1	1	100%	37.8	1	154.6	154.6	33.8	1.0	33.8	1.8	5.1	16.2	33.9
16	WS14	2	1	100%	72.7	2	81.4	162.8	28.9	1.0	57.9	48.7	15.9	16.2	33.9
17	WS15	1	1	100%	24.7	1	11.2	11.2	18.3	1.0	18.3	18.7	5.7	16.2	33.9
18	WS16	1	1	100%	8.7	1	11.2	11.2	4.2	1.0	4.2	8.7	5.8	16.2	33.9
19	WS17	1	1	100%	27	1	96.5	96.5	9.1	1.0	9.1	2.2	1.8	16.2	33.9
20	WS18	1	1	100%	17	1	20.3	20.3	1.6	1.0	1.6	16.8	5.3	16.2	33.9
												216.1	123.4	292.491	610.044

O valor planeado do VT necessário para a produção de cada PN é estimado e fornecido por *Manufacturing Engineering*. Para o modelo desenvolvido, o total de VT considerado em cada processo é subdividido em:

- VT operador (Puro) (*value added*)
- VT operador *non-value added* (ex. *walking*, *balancing* e *allowance*) [futuramente designado por VT Outro]
- VT Operação (ajuste *top-down* para gerir flutuações de produção, trocas de operadores entre linhas, redução anual de VT, etc.)
- VT Suporte (chefe de linha, reparador, logística interna)

A Tabela 8 mostra o total de VT utilizado em cada processo, tendo em conta a subdivisão anteriormente referida. Os valores relativos ao VT Puro e *Walking* são fornecidos diretamente por *Manufacturing Engineering*, bem como o total do VT operação e VT suporte. O tempo VT relacionado com *Balancing* e *Allowance* são estimados das seguintes formas, seguindo a prática estabelecida pela empresa:

$$Balancing = (VT\ Puro + Walking) * 10\%$$

$$Allowance = (VT\ Puro + Walking + Balancing) * 8\%$$

$$VT\ (pc/s) = (VT\ Puro + Walking + Balancing + Allowance)$$

O VT Puro corresponde ao tempo efetivo de operação utilizado pelo operador em cada *workstation*, *Walking* é referente ao tempo utilizado pelo operador para se deslocar entre postos na produção, *Balancing* representa a diferença entre o operador/operação com mais e menos tempo, e *Allowance* refere-se ao tempo de 'paragem', como ir a casa de banho ou ineficiências do operador.

Relativamente aos valores VT Operação e VT Suporte, sendo tempos do operador relacionados com toda a linha, estes custos são específicos da linha de produção. Desta forma, não é possível estimar os valores específicos destes tempos por processo. Assim, a sua imputação a cada processo é feita de forma equitativa, dividindo o total de cada tipo de VT pelo número de *workstations*:

$$VT \text{ Operação (workstations)} = \frac{VT \text{ Operação total}}{\text{Número de workstations}}$$

$$VT \text{ Suporte (workstations)} = \frac{VT \text{ Suporte total}}{\text{Número de workstations}}$$

Tabela 8 - Inputs dos tempos de processamento (VT) de cada workstation

workstation no.	workstation name	Pure VT (s)	VT other (s)	VT/Pe (s)	VT (min/100pcs)	VT Operations (min/100pcs)	VT Support (min/100p)
1	WS1	3,9	4,3	8,2	13,7	16,2	33,9
2	WS2	11,6	9,1	20,7	34,5	16,2	33,9
3	WS3	12,0	5,1	17,1	28,5	16,2	33,9
4	WS4	13,4	6,1	19,5	32,5	16,2	33,9
5	WS5	10,3	7,4	17,7	29,5	16,2	33,9
6	WS6	28,3	12,2	40,5	67,5	16,2	33,9
7	WS7	3,0	4,6	7,6	12,7	16,2	33,9
8	WS8	13,0	7,9	20,9	34,8	16,2	33,9
9	WS9	1,8	4,5	6,3	10,5	16,2	33,9
10	WS10	9,9	10,9	20,8	34,7	16,2	33,9
13	WS11	10,2	4,6	14,8	24,7	16,2	33,9
14	WS12	1,8	7,1	8,9	14,9	16,2	33,9
15	WS13	1,8	5,1	6,9	11,5	16,2	33,9
16	WS14	48,7	15,9	64,6	107,7	16,2	33,9
17	WS15	18,7	5,7	24,4	40,6	16,2	33,9
18	WS16	8,7	5,8	14,5	24,2	16,2	33,9
19	WS17	2,2	1,8	4,0	6,7	16,2	33,9
20	WS18	16,8	5,3	22,1	36,8	16,2	33,9
		216,1	123,4	339,5	565,8	292,491	610,044

Para a decomposição dos custos calculados pelo modelo desenvolvido, foram considerados os seguintes custos para cada uma das camadas de custo:

- Custos específicos de estação de trabalho (workstation): depreciações, mão-de-obra, energia, área e manutenção podem ser alocados para cada posto de trabalho

específico. No modelo desenvolvido, apenas depreciações e mão-de-obra serão considerados custos específicos da estação de trabalho.

A Tabela 9 mostra os resultados obtidos para o cálculo dos custos específicos das *workstations* (VT Puro, VT Outro e depreciações).

Tabela 9 - Cálculo dos custos específicos da workstation

WS 18		Workstation's specific costs									
bottleneck	59,22										
	Machine cycle time	line balancing	planned idle time	Pure VT	VT (Walk, Ball, Allow)	VT Pure	Workstation VT (other)	Workstation Depreciation	Workstation MCT	Workstation Line Balancing	Workstation Planned idle
WS1	50,10	9,12	6,58	3,9	4,30	0,02 €	0,02 €	0,06 €	0,05 €	0,01 €	0,01 €
WS2	51,00	8,22	6,58	11,6	9,07	0,04 €	0,04 €	0,05 €	0,04 €	0,01 €	0,00 €
WS3	24,00	35,22	6,58	12,0	5,11	0,05 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS4	40,40	18,82	6,58	13,4	6,08	0,05 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS5	33,00	26,22	6,58	10,3	7,40	0,04 €	0,03 €	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €
WS6	44,00	15,22	6,58	28,3	12,21	0,11 €	0,05 €	0,06 €	0,04 €	0,01 €	0,01 €
WS7	28,00	31,22	6,58	3,0	4,60	0,01 €	0,02 €	0,05 €	0,02 €	0,02 €	0,00 €
WS8	39,00	20,22	6,58	13,0	7,91	0,05 €	0,03 €	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €
WS9	28,80	30,42	6,58	1,8	4,50	0,01 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS10	55,00	4,22	6,58	9,9	10,89	0,04 €	0,04 €	0,06 €	0,05 €	0,00 €	0,01 €
WS11	59,22	-	6,58	10,2	4,64	0,04 €	0,02 €	0,16 €	0,14 €	0,00 €	0,02 €
WS12	49,40	9,82	6,58	1,8	7,11	0,01 €	0,03 €	0,14 €	0,11 €	0,02 €	0,01 €
WS13	37,80	21,42	6,58	1,8	5,09	0,01 €	0,02 €	0,07 €	0,04 €	0,02 €	0,01 €
WS14	36,35	22,87	6,58	48,7	15,93	0,19 €	0,06 €	0,05 €	0,03 €	0,02 €	0,00 €
WS15	24,70	34,52	6,58	18,7	5,65	0,07 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS16	8,70	50,52	6,58	8,7	5,79	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €	0,01 €	0,00 €
WS17	27,00	32,22	6,58	2,2	1,84	0,01 €	0,01 €	0,03 €	0,01 €	0,02 €	0,00 €
WS18	17,00	42,22	6,58	16,8	5,30	0,07 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total				216,1	123,4	0,84 €	0,48 €	0,88 €	0,60 €	0,20 €	0,09 €

O custo dos VTs é obtido multiplicando o tempo de cada VT pela tarifa VT. Os custos das depreciações são obtidos aplicando as fórmulas mencionadas de seguida, utilizando como *inputs* os tempos relativos ao MCT, LB e PI, as depreciações anuais de cada *workstation* e a capacidade prática calculada.

As depreciações dos investimentos de equipamentos são efetuadas de acordo com as diretrizes seguidas pela empresa, sendo que equipamentos MAE são depreciados em 11 anos, e EWAK é depreciado em 3 anos.

$$\text{Depreciação MAE} = \frac{\text{Valor aquisição equipamento MAE}}{11 \text{ anos}}$$

$$\text{Depreciação EWAK} = \frac{\text{Valor aquisição equipamento EWAK}}{3 \text{ anos}}$$

Para o apuramento do custo de depreciação de cada *workstation*, além do custo de depreciação dos equipamentos (recursos), são também utilizados o MCT e a capacidade prática. Desta forma, o custo de depreciação de cada *workstation* é determinado da seguinte fórmula:

$$\text{Custo depreciação} = \frac{(\text{Depreciação MAE} + \text{Depreciação EWAK}) * 1000}{\text{Capacidade prática}} * \text{TEB}$$

Dado que para o cálculo dos custos da capacidade utilizada e não utilizada é necessária uma separação entre os diferentes tempos de utilização de cada *workstation* (MCT, *Line Balancing* e *Planned Idle*), é possível determinar os custos de depreciação em função do tempo a considerar. A Tabela 10 demonstra a decomposição do custo da depreciação, em função do tempo considerado.

Tabela 10- Decomposição do custo de depreciação em função do tempo

WS 18		Workstation's specific costs									
bottleneck	Machine cycle time	line balancing	planned idle time	Pure VT	VT (Walk, Ball, Allow)	Workstation VT Pure	Workstation VT (other)	Workstation Depreciation	Workstation MCT	Workstation Line Balancing	Workstation Planned idle
WS1	50,10	9,12	6,58	3,9	4,30	0,02 €	0,02 €	0,06 €	0,05 €	0,01 €	0,01 €
WS2	51,00	8,22	6,58	11,6	9,07	0,04 €	0,04 €	0,05 €	0,04 €	0,01 €	0,00 €
WS3	24,00	35,22	6,58	12,0	5,11	0,05 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS4	40,40	18,82	6,58	13,4	6,08	0,05 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS5	33,00	26,22	6,58	10,3	7,40	0,04 €	0,03 €	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €
WS6	44,00	15,22	6,58	28,3	12,21	0,11 €	0,05 €	0,06 €	0,04 €	0,01 €	0,01 €
WS7	28,00	31,22	6,58	3,0	4,60	0,01 €	0,02 €	0,05 €	0,02 €	0,02 €	0,00 €
WS8	39,00	20,22	6,58	13,0	7,91	0,05 €	0,03 €	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €
WS9	28,80	30,42	6,58	1,8	4,50	0,01 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS10	55,00	4,22	6,58	9,9	10,89	0,04 €	0,04 €	0,06 €	0,05 €	0,00 €	0,01 €
WS11	59,22	-	6,58	10,2	4,64	0,04 €	0,02 €	0,16 €	0,14 €	0,00 €	0,02 €
WS12	49,40	9,82	6,58	1,8	7,11	0,01 €	0,03 €	0,14 €	0,11 €	0,02 €	0,01 €
WS13	37,80	21,42	6,58	1,8	5,09	0,01 €	0,02 €	0,07 €	0,04 €	0,02 €	0,01 €
WS14	36,35	22,87	6,58	48,7	15,93	0,19 €	0,06 €	0,05 €	0,03 €	0,02 €	0,00 €
WS15	24,70	34,52	6,58	18,7	5,65	0,07 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS16	8,70	50,52	6,58	8,7	5,79	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €	0,01 €	0,00 €
WS17	27,00	32,22	6,58	2,2	1,84	0,01 €	0,01 €	0,03 €	0,01 €	0,02 €	0,00 €
WS18	17,00	42,22	6,58	16,8	5,30	0,07 €	0,02 €	0,03 €	0,01 €	0,02 €	0,00 €
Total				216,1	123,4	0,84 €	0,48 €	1	2	3	4

A fórmula de cálculo da coluna 1 foi apresentada anteriormente, representando o total do custo da amortização, tendo por base o tempo de ciclo da linha (TEB).

A coluna 2 representa o custo de depreciação da *workstation* considerando o seu tempo efetivo de processamento (ou seja, o MCT), sendo utilizado para o custo da capacidade utilizada. Assim, o custo da depreciação é calculada da seguinte forma:

$$\text{Custo depreciação}_{MCT} = \frac{(\text{Depreciação MAE} + \text{Depreciação EWAK}) * 1000}{\text{Capacidade prática}} * MCT$$

O balanceamento da linha (*Line Balancing* - LB) é utilizado para o cálculo do custo da capacidade de utilização que não acrescenta valor ao produto (*non-value added*). O cálculo do custo da coluna 3 é dado pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Line Balancing (LB)} = \text{Bottleneck} - MCT$$

$$\text{Custo depreciação}_{LB} = \frac{(\text{Depreciação MAE} + \text{Depreciação EWAK}) * 1000}{\text{Capacidade prática}} * LB$$

A capacidade ociosa planeada (*Planned Idle - PI*) é a base para o cálculo do custo da capacidade não utilizada, e representa a flexibilidade considerada para a linha, necessária para fazer face a aumentos de produção. O valor da flexibilidade é definido para cada projeto. O cálculo do custo da coluna 4 é dado pelas seguintes fórmulas:

$$Planned\ Idle\ (PI) = TEB - Bottleneck$$

$$Custo\ depreciação_{LB} = \frac{(Depreciação\ MAE + Depreciação\ EWAK) * 1000}{Capacidade\ prática} * PI$$

O valor da coluna 1 é igual ao somatório dos valores das colunas 2,3 e 4.

Relativamente aos restantes custos específicos das *workstations* - VT Puro e VT Outro - estes são calculados multiplicando a tarifa de VT Var (custo da mão de obra direta) pelos respetivos tempos de VT.

A tarifa de VT Var é calculada tendo por base os custos totais de VT e o volume de VT estimado na elaboração do BP (o volume VT é obtido multiplicando a quantidade prevista para produção de cada PN pelo respetivo VT).

$$Tarifa\ VT\ Var = \frac{Total\ custos\ Pessoal}{Total\ volume\ VT}$$

O VT puro e VT outro são considerados custos específicos da *workstation*, representando respetivamente custos de valor acrescentado e custos de valor não acrescentado.

$$Custo\ VT\ puro = Tarifa\ VT\ Var * Tempo\ VT\ puro$$

$$Custo\ VT\ outro = Tarifa\ VT\ Var * Tempo\ VT\ outro$$

- Custos da linha de produção: ferramentas, materiais auxiliares, alocação interna, manutenção, custo fixo de mão-de-obra, outros custos, VT Suporte e VT Operações. Estes custos são principalmente custos da linha de produção e podem ser alocados diretamente aos produtos.

A Tabela 11 mostra o cálculo dos custos imputados à linha de produção, tal como explicitado anteriormente na Tabela 4. Os custos foram divididos em variáveis (Var) e fixos (Fix), seguindo a metodologia adotada pela empresa, dado que existem relevância em ter esta divisão para a análise dos custos de produção.

Tabela 11- Cálculo dos custos específicos da linha de produção

	VT Operations (s)	VT Support (s)	Line		Line	
			VT Operations	VT Support	Line Var	Line Fixed
WS1			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS2			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS3			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS4			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS5			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS6			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS7			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS8			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS9			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS10			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS11			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS12			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS13			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS14			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS15			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS16			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS17			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
WS18			0,06 €	0,13 €	0,02 €	0,05 €
Total	292,491	610,044	1,13 €	2,37 €	0,40 €	0,90 €

Os custos calculados para a linha de produção encontram-se nas células com fundo verde na Tabela 11. Primeiramente são calculados os valores totais de cada uma das rubricas de custo, e posteriormente alocados de forma igual por cada uma das *workstations* do processo produtivo (foi esta a base de imputação definida para alocar o custo da linha a cada uma das *workstations*).

Os custos relativos ao VT Operações e VT Suporte são obtidos multiplicando os tempos correspondentes a cada tipo de VT (linha Total - fundo laranja) pela tarifa de VT (*Labor tariff*, na Tabela 6):

$$\text{Custo VT Operação} = \text{Total VT Operação linha} * \text{Tarifa VT Var}$$

$$\text{Custo VT Suporte} = \text{Total VT Suporte linha} * \text{Tarifa VT Var}$$

Os restantes custos relativos à linha - variáveis e fixos - são calculados multiplicando o valor do TEB pelas tarifas Var e Fix da linha. As tarifas Var e Fix da linha são resultado da agregação das várias rubricas de custo variáveis e fixos alocados à linha. As tarifas totais *Line Var* e *Line Fix* encontram-se apresentadas nas Tabela 12 e Tabela 13, respetivamente.

A Tabela 12 mostra as rubricas utilizadas para o cálculo dos custos variáveis da linha de produção.

Tabela 12 - Cálculo dos custos variáveis da linha

Tariffs from CTG (€/min/pc)	Workstation	Line	Line	Line	Line	Workstation	Line	Line	Line	Line
	Var	Var	Var	Var	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix
	Labor Tariff	Mat Aux	Tools	Energy	Labor Cost Fix	Amortization	Area	Internal Allocation	Other Fix	Maintenance
	0,003876833	0,003303	0,00033	0,002469	0,003954	0,017229	0,00106245	0,001161	0,000492	0,00702

Line TEB	Line TEB	Line TEB
Var	Fix	Total
=D40+E40+F40	0,01368945	0,01979145

Para o apuramento dos custos variáveis, são consideradas as rubricas Material Auxiliar, Ferramentas, Energia e Outros Var. O custo é calculado multiplicando as tarifas de cada rubrica pelo TEB da linha. O cálculo é efetuado da mesma forma para cada rubrica, e considerando a rubrica Energia como exemplo, o seu custo é calculado da seguinte forma:

$$\text{Custo Energia} = \text{Tarifa Energia} * \text{TEB}$$

A Tabela 13 é referente às rubricas utilizadas para o cálculo dos custos fixos da linha de produção.

Tabela 13 - Cálculo dos custos fixos da linha

Tariffs from CTG (€/min/pc)	Workstation	Line	Line	Line	Line	Workstation	Line	Line	Line	Line
	Var	Var	Var	Var	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix
	Labor Tariff	Mat Aux	Tools	Energy	Labor Cost Fix	Amortization	Area	Internal Allocation	Other Fix	Maintenance
	0,003876833	0,003303	0,00033	0,002469	0,003954	0,017229	0,00106245	0,001161	0,000492	0,00702

Line TEB	Line TEB	Line TEB
Var	Fix	Total
0,006102	=40+I40+J40+K40+L40	0,01979145

Para o apuramento dos custos fixos, são consideradas as rubricas Custos Pessoal, Área, Alocação Interna, Outros Fixos e Manutenção. Tal como nos custos variáveis, o custo de cada rubrica é calculado multiplicando a tarifa pelo TEB da linha. Considerando a rubrica Manutenção como exemplo, o seu custo é calculado da seguinte forma:

$$\text{Custo Manutenção} = \text{Tarifa Manutenção} * \text{TEB}$$

De referir, que apesar de o *Controlling* utilizar a tarifa Amortização para o apuramento do custo, esta não será utilizada no modelo desenvolvido. Como referido anteriormente, os custos com a depreciação dos equipamentos são considerados como custos específicos da *workstation*. Deste modo, a sua fórmula de cálculo é diferente da utilizada pela empresa, pelo que não será considerado como um custo fixo da linha.

A Tabela 14 mostra o PDC total calculado, e a repartição de cada uma das rubricas de custo pelas *workstations*. Os custos específicos variam de acordo com os dados de cada *workstation*,

enquanto os custos da linha de produção são iguais em todas as *workstations*, devido ao método de repartição definido (os custos da linha são distribuídos por cada uma das *workstations* tendo como base de imputação definida o número de *workstations*, daí o valor ser igual em todas as *workstations*).

Tabela 14 - PDC total por workstation

	Workstation	Line	Line	Line	Line	Line	Line	Workstation	Line	Line	Line	Line	
	Var	Var	Var	Var	Var	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	
	VT	VT Operations	VT Support	Mat Aux EUR	Tools EUR	Energy EUR	Labor Cost Fix EUR	Amortization EUR	Area EUR	Internal Allocation EUR	Other Fix EUR	Maintenance EUR	Total Cost EUR
PCT20 Main PCB	0,032 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,064 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,363 €
WS1 - Plasma Vid	0,089 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,047 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,394 €
WS2 - Adhesive	0,066 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,014 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,347 €
WS3 - Ink Reflect	0,076 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,020 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,363 €
WS4 - Aparaf DP	0,069 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,031 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,366 €
WS5 - Aparaf Ma	0,157 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,059 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,483 €
WS6 - Gap Filler	0,029 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,049 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,346 €
WS7 - Aparafusa	0,081 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,027 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,375 €
WS8 - ADI Foils	0,024 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,025 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,316 €
WS9 - Aparaf Sys	0,081 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,058 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,405 €
RUN50	0,057 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,159 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,483 €
PCT50	0,035 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,143 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,444 €
PCT60	0,027 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,072 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,365 €
SUB50	0,251 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,046 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,565 €
WS11 - Protective	0,094 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,020 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,381 €
LAB50	0,058 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,007 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,330 €
AOI50	0,016 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,033 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,316 €
PAK50	0,086 €	0,063 €	0,131 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,007 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,026 €	0,359 €
Total	1,316 €	1,134 €	2,365 €	0,217 €	0,022 €	0,162 €	0,260 €	0,883 €	0,070 €	0,076 €	0,032 €	0,462 €	7,000 €

- Custos gerais da empresa: alguns custos podem ser considerados custos ao nível da empresa e podem ser alocados diretamente aos produtos se for utilizado um sistema de custo total ou podem impactar globalmente o resultado final não sendo alocado aos produtos. Podem ser considerados como exemplo os custos administrativos da empresa, relacionados com outros departamentos, como Recursos Humanos, Administração, Informática, etc. No modelo desenvolvido, não foi considerada a imputação direta deste tipo de custos aos produtos.

A classificação dos custos ao nível de *workstation* e linha pode ser alterada caso seja possível determinar mais custos específicos das *workstations*, para além da depreciação dos equipamentos nomeadamente, custos de espaço (área), energia, manutenção, ferramentas e alocação interna. Estas rubricas de custos, com a definição de indutores de custo diferentes dos utilizados pela empresa, poderia permitir a imputação destes custos diretamente à estação de trabalho. Esta hierarquia de custos é uma adaptação da hierarquia proposta por Cooper & Kaplan (1991): nível unitário, nível lote, nível produto e nível organização.

5.1.2 Custos da capacidade utilizada e da capacidade não utilizada

Uma das vantagens do TDABC evidenciadas por alguns autores é a possibilidade de estimar os custos da capacidade utilizada e não utilizada de um determinado processo.

A análise por *workstation* e os custos associados à capacidade utilizada e não utilizada é importante para compreender o processo de criação de valor no processo produtivo, bem

como identificar possíveis oportunidades de otimização do processo e redução de desperdício.

Considerando os custos específicos de cada *workstation* (VT, depreciações), bem como os tempos de processamento, é possível determinar:

- Custo da capacidade utilizada por *workstation*
- Custo da capacidade não utilizada por *workstation*

Os custos da capacidade utilizada devem considerar:

- O tempo de processamento de cada *workstation* (MCT)
- O tempo do *bottleneck* (*Line balancing*)

Os custos da capacidade não utilizada devem considerar:

- A não-utilização já planeada (*planned idle*)
- A sub ou sobre utilização

O somatório dos custos de capacidade utilizada e não utilizada será igual aos custos totais específicos das *workstations*.

A sub ou sobre utilização da linha (produzir menos ou mais do que o planeado) é importante dado que os custos por unidade são calculados tendo por base uma quantidade planeada para a produção (as tarifas provenientes do *Controlling* são calculadas tendo por base as quantidades previstas aquando da definição do BP). Deste modo, quantidades reais diferentes das estimadas irão resultar em insuficiente ou excessiva alocação de custos fixos e de custos indiretos. Se não existirem diferenças significativas entre as quantidades planeadas e as quantidades reais produzidas, os custos de capacidade não utilizada serão resultado da diferença entre o tempo de ciclo de cada *workstation* e a capacidade planeada e alocada a cada produto. Considerando o *bottleneck* da linha, é também possível calcular o seu impacto nos custos de capacidade não utilizada das *workstations*.

A Tabela 15 representa os *inputs* necessários e utilizados para o cálculo dos custos da capacidade utilizada e não utilizada por cada *workstation*.

Tabela 15 - Inputs para cálculo dos custos de capacidade utilizada e não utilizada

WS 18						Workstation		Workstation's specific costs			
bottleneck	59,22					Workstation	Workstation	Workstation	Workstation	Workstation	Workstation
	Machine cycle time	line balancing	planned idle time	Pure VT	VT (Walk, Ball, Allow)	VT Pure	VT (other)	Depreciation	MCT	Line Balancing	Planned Idle
WS1	50,10	9,12	6,58	3,9	4,30	0,02 €	0,02 €	0,06 €	0,05 €	0,01 €	0,01 €
WS2	51,00	8,22	6,58	11,6	9,07	0,04 €	0,04 €	0,05 €	0,04 €	0,01 €	0,00 €
WS3	24,00	35,22	6,58	12,0	5,11	0,05 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS4	40,40	18,82	6,58	13,4	6,08	0,05 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS5	33,00	26,22	6,58	10,3	7,40	0,04 €	0,03 €	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €
WS6	44,00	15,22	6,58	28,3	12,21	0,11 €	0,05 €	0,06 €	0,04 €	0,01 €	0,01 €
WS7	28,00	31,22	6,58	3,0	4,60	0,01 €	0,02 €	0,05 €	0,02 €	0,02 €	0,00 €
WS8	39,00	20,22	6,58	13,0	7,91	0,05 €	0,03 €	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €
WS9	28,80	30,42	6,58	1,8	4,50	0,01 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS10	55,00	4,22	6,58	9,9	10,89	0,04 €	0,04 €	0,06 €	0,05 €	0,00 €	0,01 €
WS11	59,22	-	6,58	10,2	4,64	0,04 €	0,02 €	0,16 €	0,14 €	0,00 €	0,02 €
WS12	49,40	9,82	6,58	1,8	7,11	0,01 €	0,03 €	0,14 €	0,11 €	0,02 €	0,01 €
WS13	37,80	21,42	6,58	1,8	5,09	0,01 €	0,02 €	0,07 €	0,04 €	0,02 €	0,01 €
WS14	36,35	22,87	6,58	48,7	15,93	0,19 €	0,06 €	0,05 €	0,03 €	0,02 €	0,00 €
WS15	24,70	34,52	6,58	18,7	5,65	0,07 €	0,02 €	0,02 €	0,01 €	0,01 €	0,00 €
WS16	8,70	50,52	6,58	8,7	5,79	0,03 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €	0,01 €	0,00 €
WS17	27,00	32,22	6,58	2,2	1,84	0,01 €	0,01 €	0,03 €	0,01 €	0,02 €	0,00 €
WS18	17,00	42,22	6,58	16,8	5,30	0,07 €	0,02 €	0,01 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Total				216,1	123,4	0,84 €	0,48 €	0,88 €	0,60 €	0,20 €	0,09 €

Custos da capacidade utilizada

Os custos de capacidade utilizada (CCU) podem ser separados em dois tipos: os que acrescentam valor ao produto (*value added*) e aqueles que não acrescentam valor ao produto (*non value added*).

Os custos de capacidade utilizada *value added* consideram o tempo efetivo de processamento da *workstation* (ou seja, o MCT). A percentagem de utilização pode ser definida como a razão entre o tempo de processamento (MCT) e o tempo de ciclo da linha (TEB), sendo definida pela fórmula:

$$\% \text{ utilização Machine Cycle Time} = \frac{MCT}{TEB}$$

Os custos da capacidade utilizada *value added* são calculados considerando as depreciações (relacionadas com o MCT) e o VT Puro de cada *workstation*. As depreciações e VT Puro representam custos que acrescentam valor ao produto (*value-added costs*).

O custo de capacidade utilizada *value added* (CCU_{MCT}) de cada *workstation* é dado pela fórmula:

$$CCU_{MCT} = \text{Custo depreciação total} * \frac{MCT}{TEB} + (\text{Tarifa VT Var} * \text{Tempo VT puro})$$

De forma mais simplificada, o CCU_{MCT} pode ser calculado como:

$$CCU_{MCT} = \text{Custo depreciação}_{MCT} + \text{Custo VT puro}$$

O custo de balanceamento da linha (*Line Balancing*) representa o custo de capacidade utilizada *non value added* da *workstation*. Este custo é devido ao *bottleneck* da linha, sendo que o balanceamento da linha é dado pela diferença entre o tempo *bottleneck* (*workstation* com maior MCT) e o tempo de processamento de cada *workstation* (MCT).

$$\% \text{ utilização Line Balancing} = \frac{\text{Bottleneck} - \text{MCT}}{\text{TEB}}$$

O *Line Balancing* corresponde ao tempo que uma máquina está à espera devido ao *bottleneck* (a linha está a trabalhar mas a máquina não), derivado do facto de o tempo de ciclo da linha (TEB) ser superior ao tempo de ciclo da máquina (MCT). O custo de capacidade utilizada *non-value added* devido ao *Line Balancing* (CCU_{LB}), é determinado da seguinte forma:

$$CCU_{LB} = \text{Custo depreciação total} * \frac{(\text{Bottleneck} - \text{MCT})}{\text{TEB}}$$

Ou, de forma mais simplificada:

$$CCU_{LB} = \text{Custo depreciação}_{LB}$$

Custos da capacidade não utilizada

A capacidade ociosa planeada (*Planned idle*) representa a flexibilidade considerada para a linha, necessária para fazer face a aumentos de produção. O valor da flexibilidade é definido para cada projeto. Desta forma, *Planned Idle* representa o custo de capacidade não utilizada.

Os custos de capacidade não utilizada (CCNU) são calculados considerando as depreciações (relacionadas com o *Planned Idle*) e o VT Outro de cada *workstation*. O VT Outro (que compreende atividades como *walking*, *allowance* e *balancing*) é considerado um custo que não acrescenta valor (*non value-added costs*).

$$\% \text{ não utilização Planned Idle} = \frac{\text{TEB} - \text{Bottleneck}}{\text{TEB}}$$

O custo de capacidade não utilizada devido ao *Planned Idle* ($CCNU_{PI}$), é determinado da seguinte forma:

$$CCNU_{PI} = \text{Custo depr. total} * \frac{(TEB - Bottleneck)}{TEB} + (\text{Tarifa VT Var} * \text{Tempo VT outro})$$

Ou, de forma mais simplificada:

$$CCNU_{PI} = \text{Custo depreciação}_{PI} + \text{Custo VT outro}$$

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No presente capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos com a aplicação do modelo de custeio desenvolvido. Seguindo a abordagem adotada no capítulo anterior, serão apresentados em duas secções separadas os custos dos processos e os custos da capacidade utilizada e não utilizada.

6.1 Resultados dos custos dos processos

A aplicação do modelo desenvolvido permitiu obter um PDC (*Production Costs*) para o produto analisado de 7€ por unidade produzida (nas análises posteriores, todos os valores de custo apresentados representam o custo unitário de produção). O PDC calculado é apenas referente aos processos produtivos na área da Montagem Final e foi obtido utilizando uma abordagem *top-down* (rúbricas e tarifas) e também uma abordagem *bottom-up* (custo depreciações). O custo de produção calculado representa os custos de transformação da empresa, pois apenas considerado os custos relacionados com a atividade produtiva, não incluindo os custos relacionados com matéria-prima.

O valor obtido difere do valor calculado pelo método da empresa (7,251 €/unidade), utilizando somente as tarifas. Isto significa que existe uma diferença de 0,251 €/unidade de custos que não se encontram alocados. A diferença dos valores é explicada pela diferente metodologia utilizada no cálculo do custo das depreciações dos equipamentos. No modelo desenvolvido, estes custos são calculados tendo por base a capacidade prática, enquanto o método utilizado pela empresa para determinação da tarifa de custo das depreciações engloba os custos totais das depreciações e o TEB total necessário para produzir as quantidades planeadas do produto.

A Figura 9 mostra o valor do PDC decomposto nas diferentes rúbricas utilizadas no apuramento desse custo (mencionados na Tabela 4).

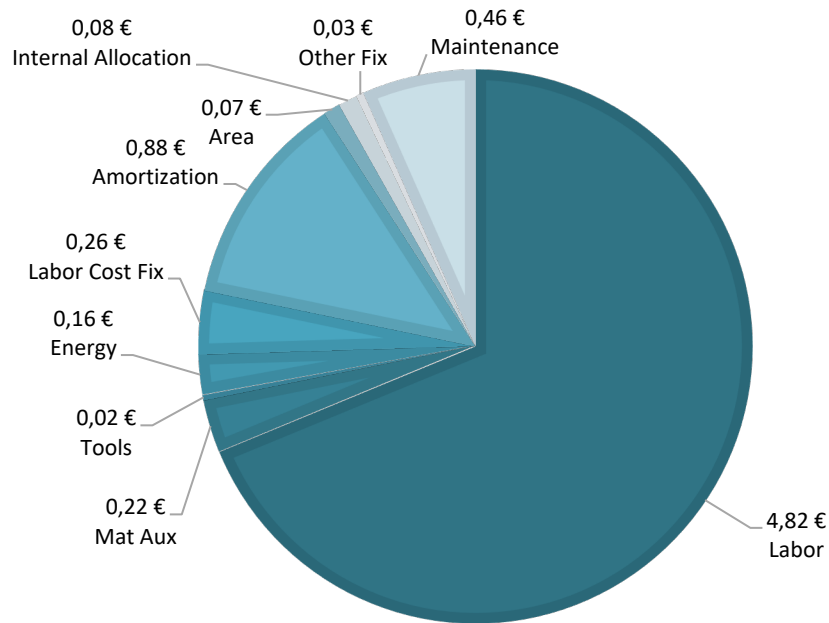


Figura 9 - Decomposição do PDC por rúbrica de custo

A rúbrica de custos com Pessoal (*Labor*) é a que tem maior expressão, representando 69% do custo apurado (4,82€). Dado que é uma rúbrica com um grande peso no total do custo e que se trata de um custo variável, é relevante identificar qual a principal fonte deste custo, se as *workstations* ou a linha. Na Figura 10 é possível verificar que os custos com Pessoal na linha representam 3,50€ (73%) do total do PDC desta rúbrica, enquanto que as *workstations* representam 1,32€ (27%) do custo com pessoal.

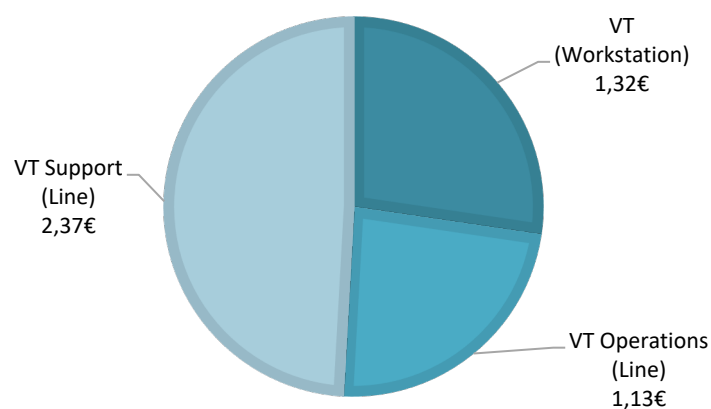


Figura 10 - Decomposição da rúbrica Custos com Pessoal

Os custos foram classificados em variáveis e fixos, específicos de cada *workstation* ou da linha de produção (tal como indicado na Tabela 4). Considerando VT Puro, VT Outro (*walking, balancing and allowance*) e depreciações dos equipamentos como custos específicos das

workstations, e os restantes custos como da linha de produção, o PDC determinado com a aplicação do modelo desenvolvido pode ser visualizado na Figura 11.

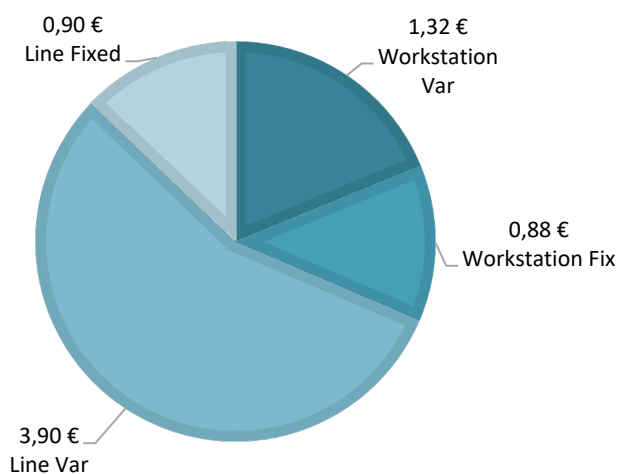


Figura 11 - Decomposição do PDC por nível do custo e variável/fixo

Através da Figura 11 é possível verificar a distribuição do PDC por nível do custo (*workstation* ou linha) e por variável/fixo. Os custos específicos das *workstations* representam 31% do PDC obtido (2,20€), sendo que os custos imputados à linha representam 69% do PDC (4,80€) (Figura 12).

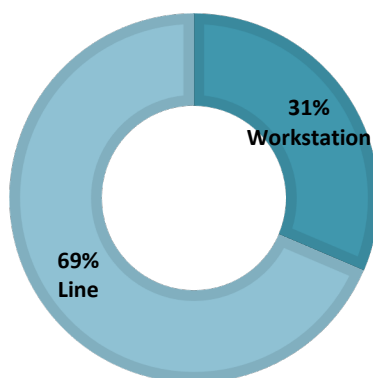


Figura 12 - Distribuição do PDC por workstation e linha

Relativamente à classificação dos custos como variáveis e fixos, a componente variável tem um custo de 5,22€ (75% do custo obtido), enquanto os custos fixos têm um custo de 1,78€ (25% do total do custo) (Figura 13).

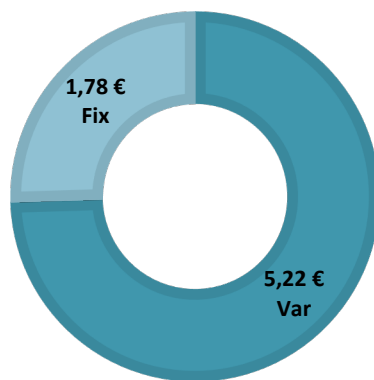


Figura 13 - PDC variável e PDC fixo

Derivado do facto de existirem custos que são especificamente imputáveis às *workstations* e outros à linha de produção, torna-se relevante analisar a composição dos custos de produção específicos das *workstations* e da linha de produção. Esta análise pode ser importante, para por exemplo, tomar decisões de aumentar ou diminuir o número de *workstations*, reajustar o número de operadores na linha.

O PDC das *workstations* do produto analisado é de 2,20€. Analisando os custos específicos (depreciações, VT Puro e VT Outro) verifica-se que as depreciações dos equipamentos representam 0,88€ (40% do custo total), enquanto o custo associado aos operadores representam 1,32€ (60% do custo) (Figura 14). Nas *workstations* deste produto, verifica-se que os custos com operador representam a maior fatia do custo, sendo que 0,84€ são custos que acrescentam valor ao produto (VT puro), enquanto 0,48€ são respeitantes a custos que não acrescentam valor ao produto (VT outro).

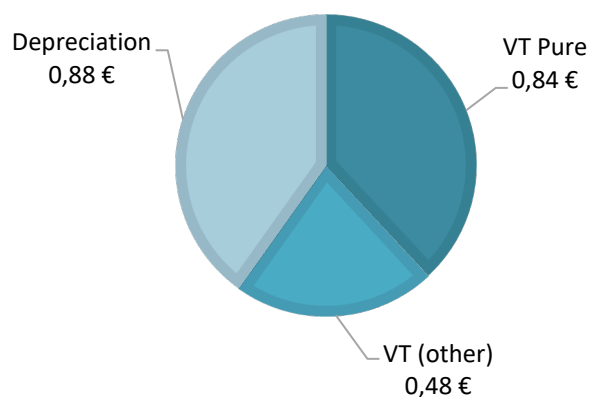


Figura 14 - Decomposição do PDC das workstations

Analisando os custos totais das *workstations* (Figura 15), verifica-se que os custos variáveis representam 60% do PDC total, sendo constituídos pelos tempos do operador (VT Puro e VT outro). Os custos fixos são originados pelas depreciações dos equipamentos, sendo que a sua proporção no PDC total das *workstations* é de 40%.

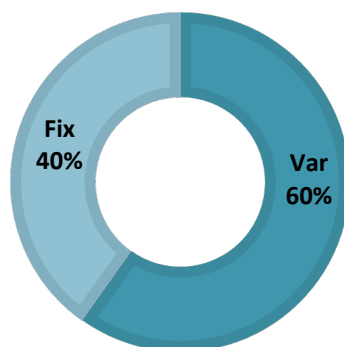


Figura 15 - Percentagem de PDC Var e PDC Fix das workstations

O PDC da linha de produção obtido é de 4,80€. O PDC da linha é constituído por diversas rubricas, que se podem observar na Figura 16. Tal como nas *workstations*, a rubrica relacionada com os custos do operador(es) é a que tem maior peso, representando no PDC da linha um total de 3,50€ (73% do PDC da linha).

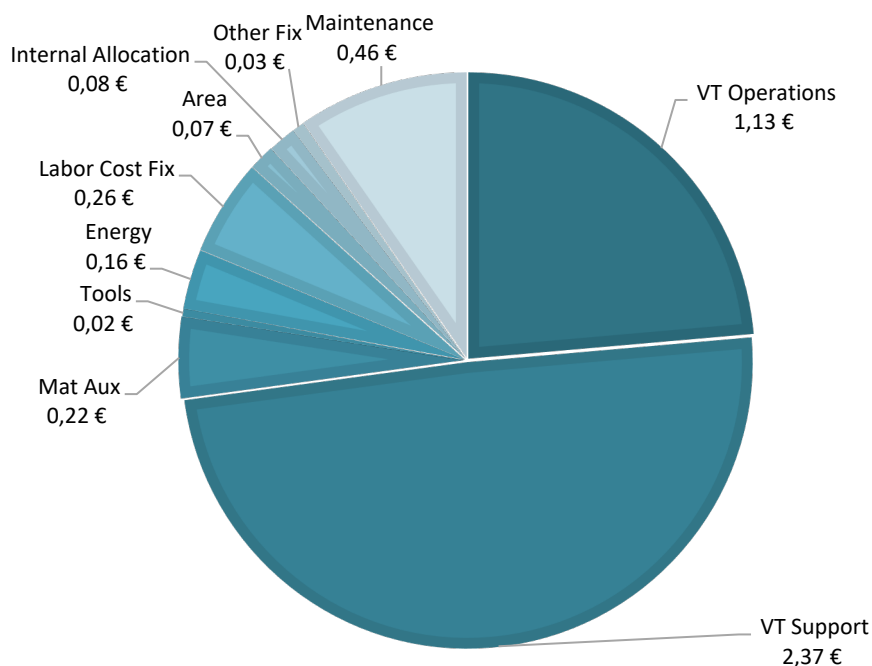


Figura 16 - Decomposição do PDC da linha de produção

A Figura 17 mostra a repartição dos custos variáveis e fixos da linha de produção. Pode-se verificar que o PDC Fix (custos fixos) representa 19% (0,90€). Por outro lado, o PDC Var compreende uma grande proporção do PDC da linha, tendo um valor de 3,90€ (81%).

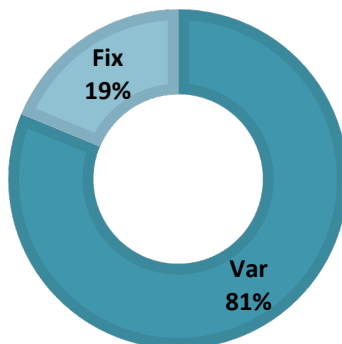


Figura 17 - Percentagem de PDC Var e PDC Fix da linha de produção

Os custos da linha de produção são os que têm maior proporção no PDC calculado (69% do total). Dessa proporção, e tal como referido anteriormente, os custos variáveis representam a grande maioria desses custos. Dessa forma, é importante analisar quais as rubricas que imputam os seus custos às componentes variável e fixa.

A Figura 18 mostra a decomposição do PDC Var da linha de produção. Como já observado anteriormente, a rubrica relacionada com os custos do(s) operador(es) é a que mais contribui para o custo total, representando um total de 3,50€ (75% do PDC total e 90% do PDC Var).

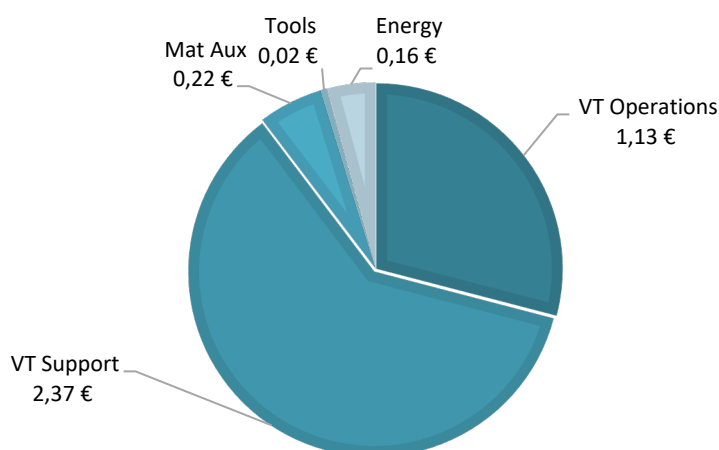


Figura 18 - Decomposição do PDC Var da linha de produção

Analisando o PDC Fix da linha de produção (Figura 19), verifica-se que a rubrica com maior peso no total dos custos fixos está relacionada com a manutenção dos equipamentos, representando 51% dos custos fixos da linha.

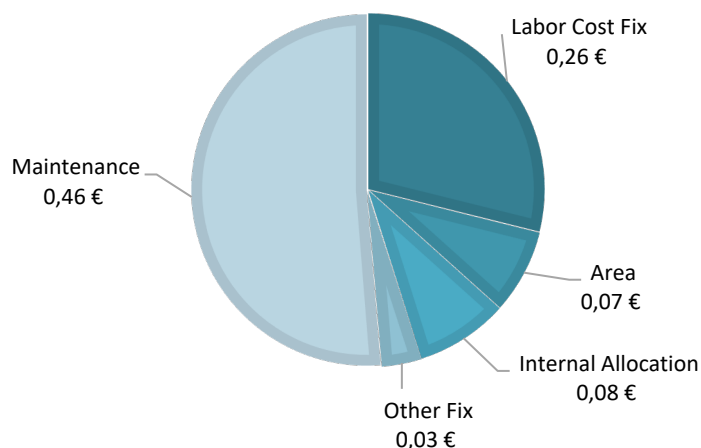


Figura 19 - Decomposição do PDC Fix da linha de produção

A Figura 20 sintetiza o PDC das *workstations* e da linha de produção, sendo possível verificar quais as rubricas com maior peso na constituição do PDC. Como verificado nas análises elaboradas anteriormente de forma mais detalhada, os custos variáveis são os que maior peso têm no PDC do produto analisado. Adicionalmente, é também possível verificar que as rubricas relacionadas com os custos com pessoal (VT Puro, VT outro, VT operações e VT suporte) são as mais preponderantes no custo de produção na área da Montagem Final (FA) para o produto analisado.

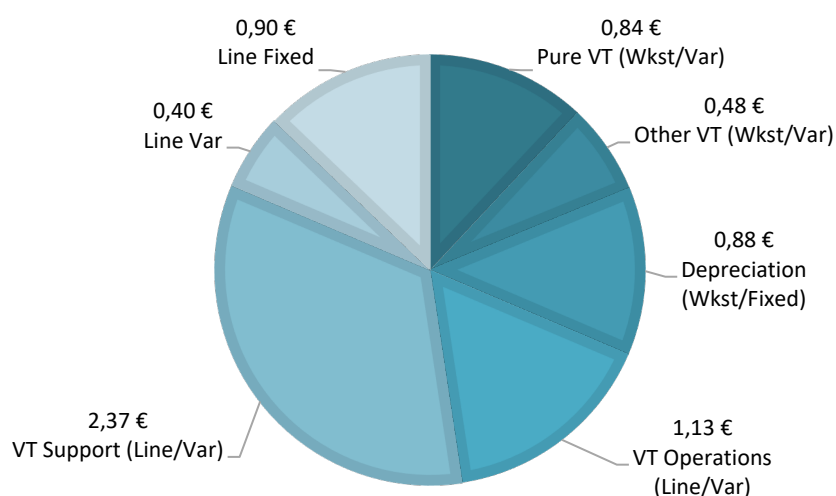


Figura 20 - Decomposição sintetizada do PDC

Além da análise dos valores correspondentes ao PDC Var e PDC Fix, as rubricas que maior peso têm no total do PDC do produto calculado, a distribuição dos custos variáveis e fixos, os custos específicos das *workstations* e da linha de produção, o modelo desenvolvido permite analisar quais os custos de cada processo da área de Montagem Final.

A Figura 21 permite analisar o custo de cada uma das *workstations* utilizadas pelo produto analisado na área de FA. Através da análise do gráfico, é possível verificar quais os custos imputados a cada *workstation* (se o custo é variável ou fixo, se é específico da *workstation* ou da linha de produção). Verificando por exemplo a *workstation* WS1, é possível verificar que esta *workstation* tem um custo de 0,36€, sendo 0,03€ correspondentes a custos variáveis específicos alocados à *workstation*, 0,06€ custos fixos específicos da *workstation*, 0,22€ de custos variáveis da linha de produção e 0,05€ de custos fixos da linha. Esta análise pode ser efetuada para as restantes *workstations*.

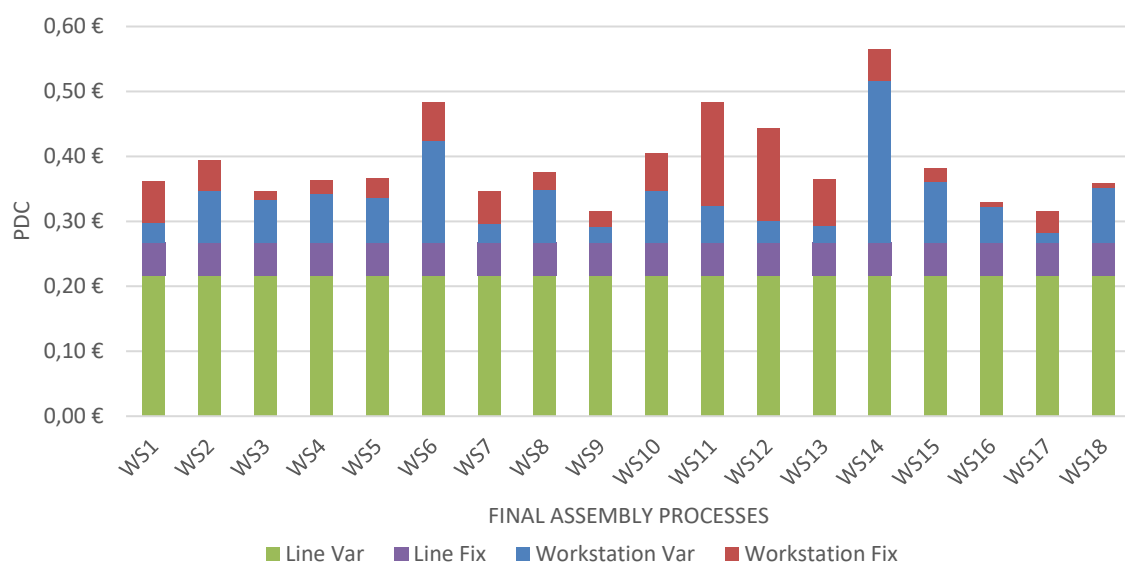


Figura 21 - PDC por workstation

A Figura 22 permite observar a percentagem de cada componente de custo no custo total de cada *workstation*. Mantendo WS1 como exemplo, é possível verificar que 8,76% do custo total desta *workstation* correspondem a custos variáveis específicos da *workstation*, 17,67% são custos fixos específicos, 59,77% são referentes a custos a custos variáveis alocados da linha de produção e 13,80% a custos fixos da linha. A mesma análise pode ser feita para as restantes *workstations* do processo produtivo do produto analisado.

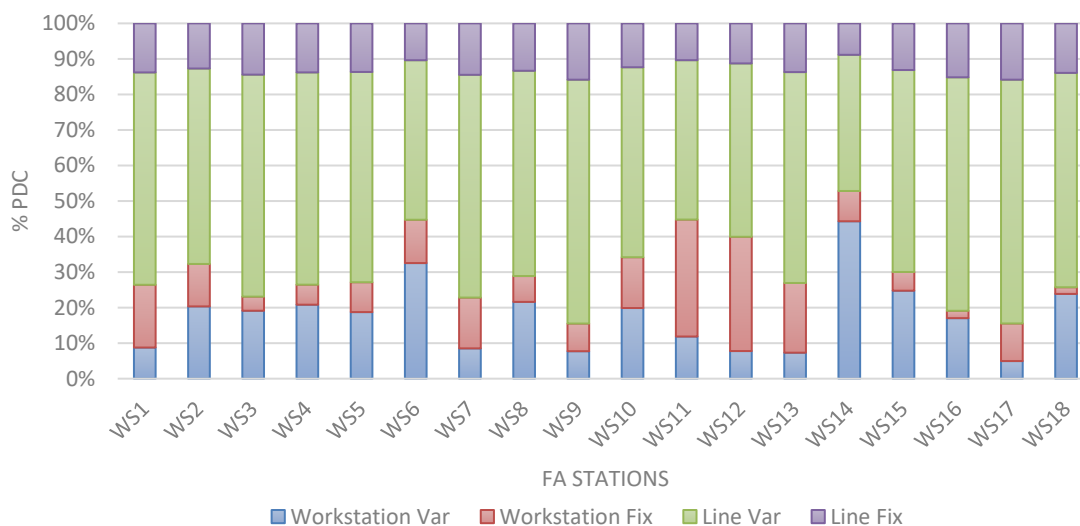


Figura 22 - PDC por workstation (percentagem)

Uma outra análise que pode ser efetuada sobre o custo de cada *workstation* é a divisão entre custos variáveis e custos fixos (Figura 23). Para a *workstation* WS1, os custos fixos correspondem a 0,11€, enquanto os custos variáveis têm o custo de 0,25€. Os custos variáveis são maioritariamente derivados dos custos com Pessoal (como já referido anteriormente), e sendo que o comportamento deste tipo de custos está relacionado com a variação do volume de produção, alterações nas quantidades previstas de produção podem fazer com que a divisão entre custos variáveis e fixos se altere.

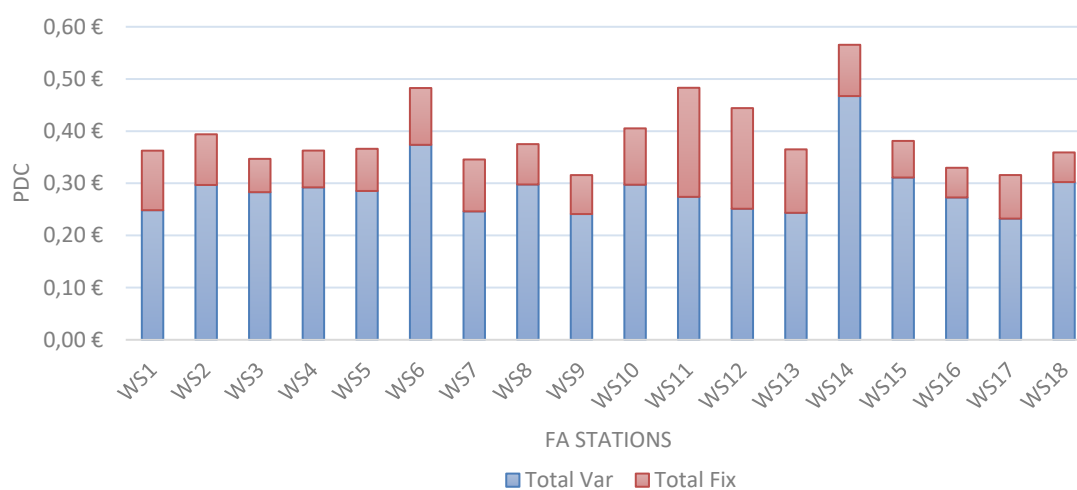


Figura 23 - PDC Var e PDC Fix por workstation

A Figura 24 mostra a percentagem de custos fixos e custos variáveis de cada uma das *workstations*. É possível verificar que em todas as *workstations* os custos variáveis são

superiores aos fixos, sendo que em todas as *workstations* a percentagem de custos variáveis é superior a 50%.

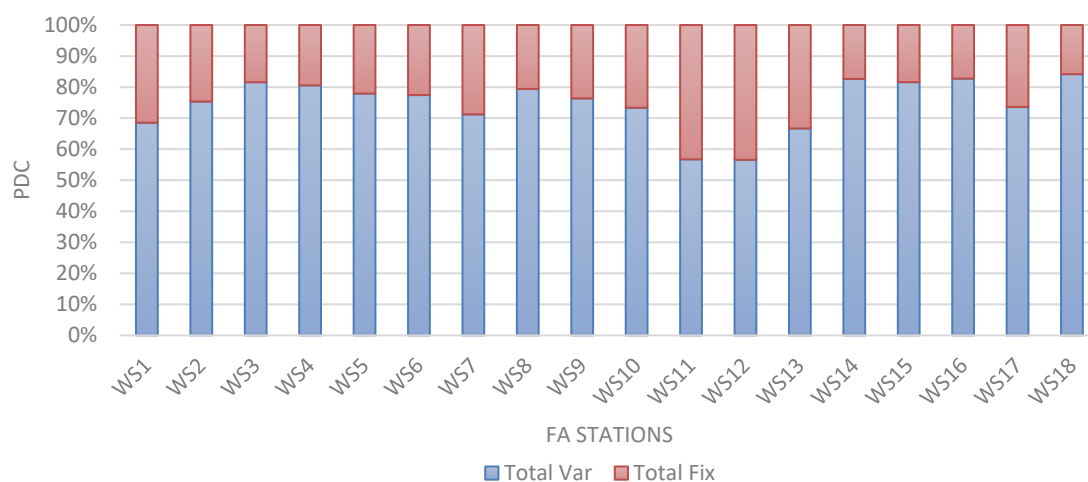


Figura 24 - PDC Var e PDC Fix por workstation (percentagem)

Relativamente ao custo de cada *workstation*, na Figura 25 é possível verificar a composição do custo quanto a custos específicos de *workstation* (depreciações, VT puro e VT outro), e custos alocados à linha de produção. Usando como exemplo a *workstation* WS1, esta tem um custo total de 0,36€, sendo que desse valor 0,09€ correspondem a custos específicos de *workstation*, enquanto 0,27€ são derivados de custos da linha de produção.

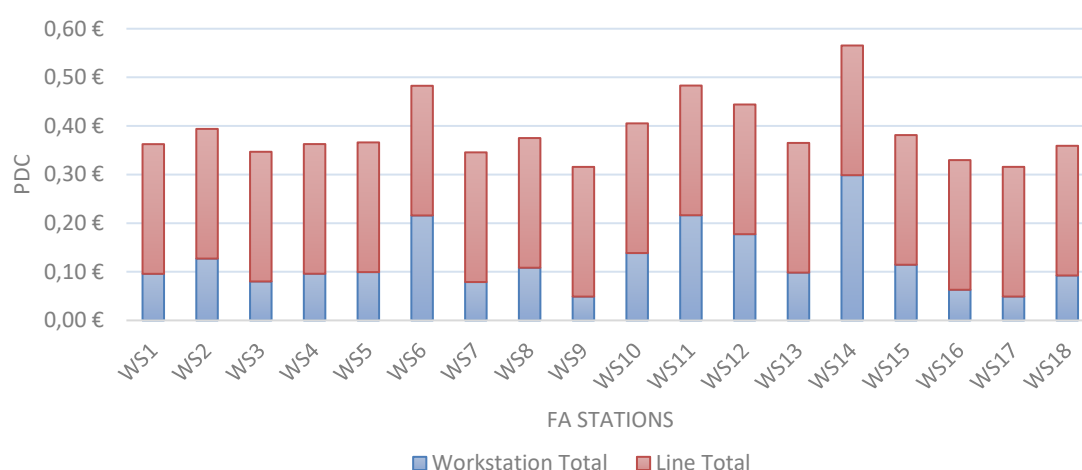


Figura 25 - PDC Workstation e PDC Linha por workstation

A Figura 26 mostra a percentagem de custos específicos e custos da linha no custo total de cada *workstation*. Pode-se verificar que os custos da linha de produção são os que têm maior proporção no custo total de cada *workstation*, verificando-se este facto em todas as *workstations*.

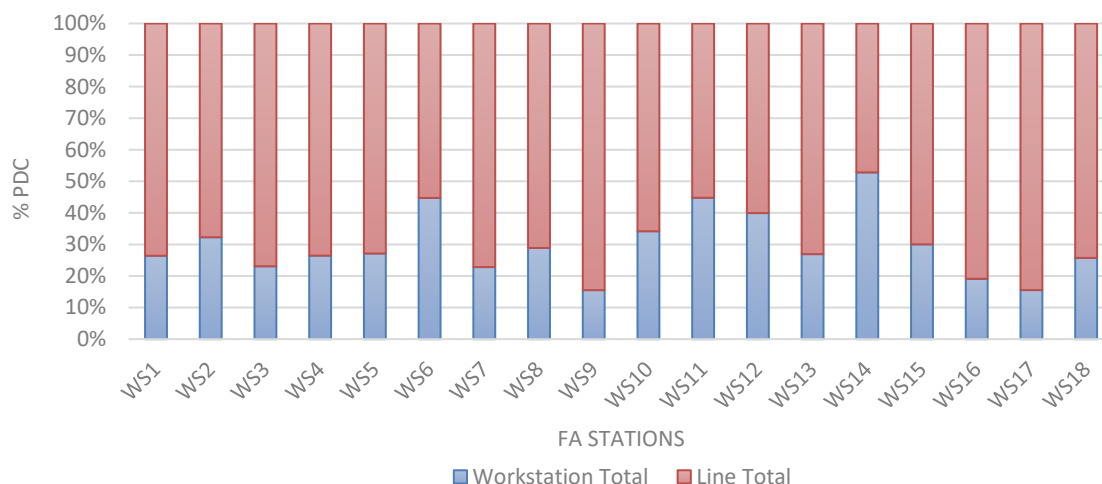


Figura 26 - PDC Workstation e PDC Linha por workstation (percentagem)

6.2 Resultados dos custos de capacidade utilizada e capacidade não utilizada

A criação do modelo baseado no TDABC permite calcular o custo da capacidade utilizada e não utilizada das *workstations*.

O cálculo dos custos de capacidade utilizada e não utilizada foi explicado anteriormente, e tem como base os tempos relativos ao tempo de ciclo da linha (TEB), *Machine Cycle Time* (MCT), *Line Balancing (Bottleneck - MCT)* e *Planned Idle* (TEB - *Bottleneck*). Adicionalmente aos tempos, são utilizadas as depreciações dos equipamentos e o VT Puro e VT outro para a determinação dos custos.

A Figura 27 mostra os custos de capacidade utilizada e não utilizada por *workstation*.

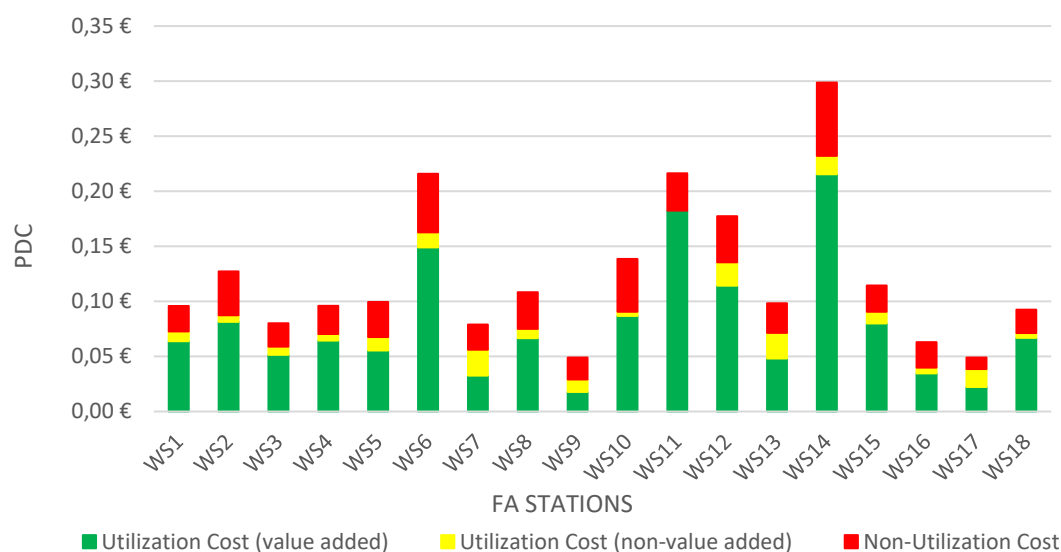


Figura 27 - Custos da capacidade utilizada e não utilizada por workstation

A análise permite verificar que as *workstations* têm custos de capacidade utilizada e não utilizada diferente, devido ao facto de o MCT, *Line Balancing* e *Planned Idle* serem diferentes para cada uma das *workstations*. Analisando a *workstation* WS1 como exemplo, é possível verificar que tem um custo de utilização *value added* de 0,06€ (dado pela percentagem de utilização derivado do MCT e VT Puro), um custo de utilização *non-value added* de 0,01€ (dado pela percentagem de utilização derivado do *Line Balancing*) e um custo de não utilização de 0,02€ (dado pela percentagem de não utilização derivado do *Planned Idle* e pelo VT Outro). De referir que a WS11 não tem custos de capacidade utilizada *non-value added* devido ao facto de ser o *bottleneck* (*workstation* com maior tempo de funcionamento).

A Figura 28 mostra a capacidade utilizada e não utilizada de cada *workstation* em percentagem. Os valores são obtidos relacionando o MCT, *Line Balancing* e *Planned Idle* com o TEB.

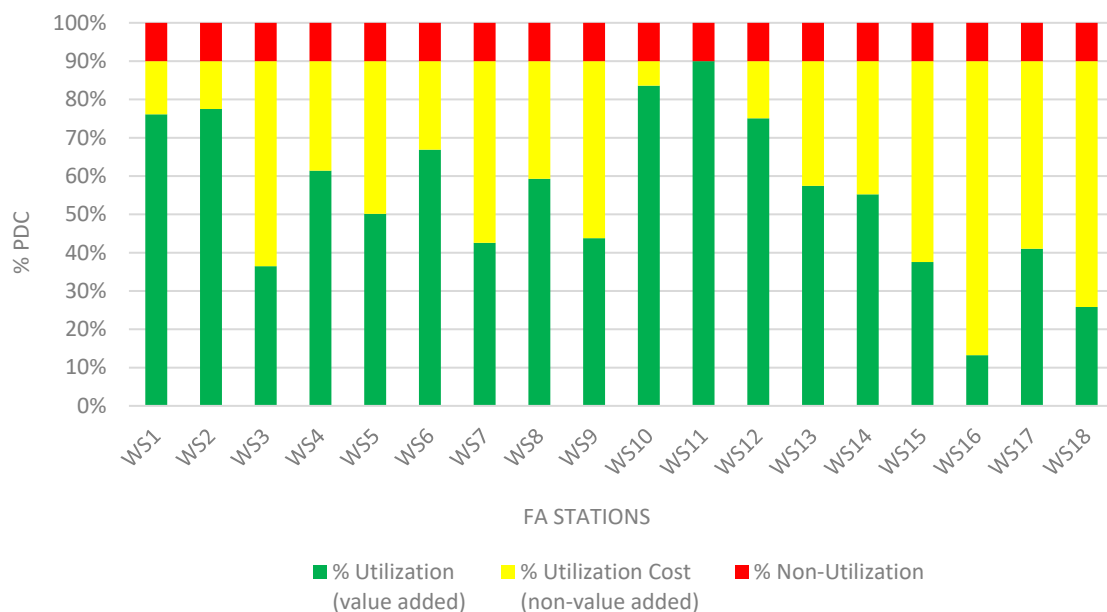


Figura 28 - Percentagem de capacidade utilizada e não utilizada por workstation

A percentagem relativa à capacidade não utilizada é igual para todas as *workstations* (10%), dado que é definida pela diferença entre o tempo de ciclo da linha (TEB) e o *bottleneck*. Verifica-se que a variância ocorre na capacidade utilizada, e se essa utilização de capacidade acrescenta ou não valor ao produto.

A capacidade utilizada *value added* está relacionada com o MCT de cada *workstation*, e dessa forma, quanto mais próximos os valores do MCT forem do TEB da linha, maior será a

percentagem de capacidade utilizada *value added*. Por outro lado, quando menor for o MCT comparativamente com o *bottleneck*, maior será o tempo de *Line Balancing* (*Bottleneck* - MCT) e consequentemente maior a percentagem de utilização de capacidade *non-value added*.

Esta informação torna-se relevante, por exemplo, para o *design* do processo produtivo. Tendo conhecimento do impacto dos tempos do MCT, *Bottleneck* e TEB na percentagem de utilização de capacidade *value added* e *non-value added*, e consequentemente no custo do processo produtivo, as áreas responsáveis pelo *design* da linha poderão ter esta informação disponível, e dessa forma criar um fluxo produtivo que minimize os custos de produção.

Os custos de capacidade utilizada e não utilizada podem ser calculados de forma individualizada para uma *workstation* específica, ou para um determinado processo produtivo. Considerando que as WS11, WS12, WS13 e WS14 são *workstations* referentes ao processo de *Testing*, a análise pode ser efetuada somente para esse conjunto de *workstations*.

A Figura 29 apresenta a análise dos custos de capacidade utilizada e não utilizada para as *workstations* que constituem o processo de *Testing*. É possível verificar que as WS11 e WS14 são as que possuem uma maior percentagem de custo de capacidade utilizada *value added* no total do custo. Através deste dado, pode-se verificar que são as *workstations* do processo analisado que maior valor acrescentam ao produto.

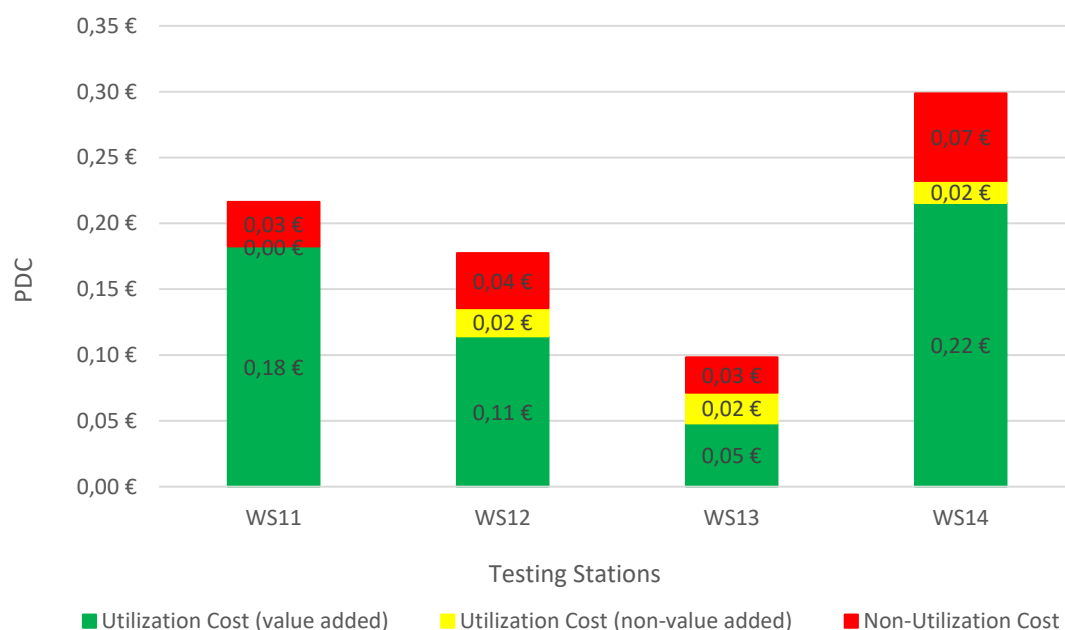


Figura 29 - Custos da capacidade utilizada e não utilizada do processo Testing

A Tabela 16 sumariza os custos totais por *workstation*, fazendo a separação entre os custos da capacidade utilizada e não utilizada. É possível verificar que os custos da capacidade utilizada *non-value added* e os custo de capacidade não utilizada variam entre as *workstations* mas assumem valores idênticos. Por outro lado, nos custos da capacidade utilizada *value added*, verifica-se que a variância dos valores entre as diferentes *workstations* é maior.

Tabela 16 - Custos de capacidade por workstation

Workstation	Utilization Cost (value added)	Utilization Cost (non-value added)	Non-Utilization Cost	Total Workstation
WS1	0,064 €	0,009 €	0,023 €	0,096 €
WS2	0,081 €	0,006 €	0,040 €	0,127 €
WS3	0,052 €	0,007 €	0,021 €	0,080 €
WS4	0,065 €	0,006 €	0,026 €	0,096 €
WS5	0,055 €	0,012 €	0,032 €	0,099 €
WS6	0,149 €	0,014 €	0,053 €	0,216 €
WS7	0,033 €	0,023 €	0,023 €	0,079 €
WS8	0,067 €	0,008 €	0,033 €	0,108 €
WS9	0,018 €	0,011 €	0,020 €	0,049 €
WS10	0,087 €	0,004 €	0,048 €	0,139 €
WS11	0,182 €	0,000 €	0,034 €	0,216 €
WS12	0,114 €	0,021 €	0,042 €	0,177 €
WS13	0,048 €	0,023 €	0,027 €	0,098 €
WS14	0,215 €	0,017 €	0,067 €	0,299 €
WS15	0,080 €	0,011 €	0,024 €	0,115 €
WS16	0,035 €	0,005 €	0,023 €	0,063 €
WS17	0,022 €	0,016 €	0,010 €	0,049 €
WS18	0,067 €	0,004 €	0,021 €	0,092 €
Total	1,434 €	0,199 €	0,567 €	2,199 €

Dos custos de capacidade utilizada das *workstations*, verifica-se 65% dos custos das *workstations* são referentes a custos de capacidade utilizada *value added*, 9% correspondem a custos de utilização *non-value added* e 26% dos custos são relativos a custos de capacidade não utilizada.

A Figura 30 mostra a percentagem dos custos de capacidade utilizada *value added*, capacidade utilizada *non-value added* e capacidade não utilizada no total do custo de cada *workstation*.

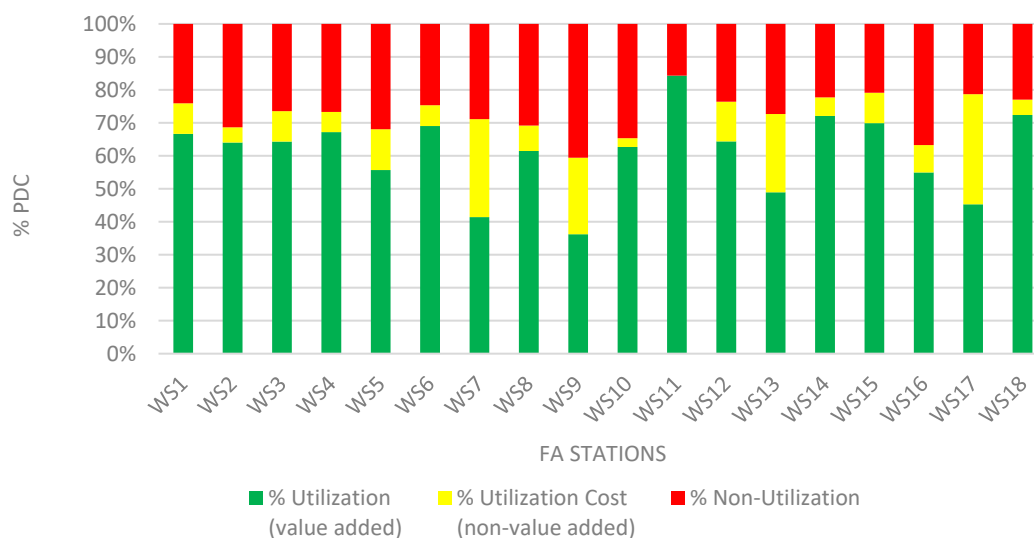


Figura 30 - Custos de capacidade por workstation (percentagem)

6.3 Resultados futuros possíveis

As duas secções anteriores apresentam a análise dos resultados obtidos com o modelo criado, que têm por base as premissas e pressupostos assumidos (e explicados no capítulo 5). Como referenciado anteriormente, o modelo foi criado tendo por base as diretrizes e métodos utilizados por BrgP no cálculo dos produtos, seguindo por isso uma metodologia muito semelhante à utilizada pela empresa. Este facto fica mais vincado através da utilização dos tempos e investimentos fornecidos por *Manufacturing Engineering*, bem como as tarifas de custo calculadas pelo *Controlling*.

No entanto, e derivado à flexibilidade do modelo criado (permite analisar muito rapidamente qualquer alteração nos valores dos *inputs*), será possível adotar uma abordagem mais disruptiva do método utilizado pela empresa no cálculo dos custos de produção.

Uma diferenciação possível de aplicar passa pelo cálculo de novas tarifas de custo e/ou diferentes bases de imputação de custos (e dessa forma não utilizar as tarifas de custo calculadas pelo *Controlling*). Como referido na secção 5.1.1, as rúbricas Energia, Área e Manutenção poderão ser imputados como custos específicos das *workstations*, ao invés de serem considerados custos da linha. Para tal, seria necessário estimar e calcular tarifas de imputação de custos para estas rúbricas. Considerando a rúbrica Energia como exemplo, poderia ser calculada uma tarifa de custo que teria como base de imputação o consumo efetivo de energia de cada *workstation*. Dessa forma, seria criada uma tarifa *proxy* de Energia,

que imputaria diretamente os custos de energia específicos de cada *workstation* baseados no seu consumo real. O mesmo método poderia ser utilizado para a determinação e imputação dos custos de Área e Manutenção às *workstations*. Com a utilização desta metodologia, estes custos seriam imputados às *workstations* (e posteriormente ao produto) com base na efetiva utilização e consumo de cada *workstation*, ao invés de uma imputação baseada na previsão de custos e TEB da BU à qual o produto pertence (como explicado anteriormente, as tarifas de custo calculadas pelo *Controlling* têm por base o total de custos de cada rúbrica e o total de TEB estimado, para cada uma das BUs, aquando da realização do BP).

Uma outra possível alteração no modelo e pressupostos assumidos prende-se com a imputação dos custos da linha aos processos, quando se pretende determinar o custo de cada processo. A Tabela 14 mostra os custos de cada processo com a imputação dos custos da linha (VT Operação, VT Suporte e as restantes rúbricas de custo) de forma equitativa (explicado na página 58), tendo como taxa de imputação o número de *workstations* no processo. No entanto, esta taxa de imputação poderá não ser a mais adequada, dependendo do objetivo com que se necessita de avaliar o custo de cada processo. Uma outra taxa de imputação que se poderá usar é a percentagem do investimento necessário para cada *workstation* no total de investimentos da linha.

A Tabela 17 mostra o investimento realizado em cada *workstation*, e a percentagem do investimento de cada *workstation* no total do investimento realizado na linha em análise.

Tabela 17 - Investimentos por workstation

Workstation	MAE [k EUR]	EWAK [k EUR]	Total [k EUR]	Percentagem
WS1	50,81 €	54,10 €	104,91 €	5%
WS2	130,18 €	14,43 €	144,61 €	7%
WS3	10,71 €	11,72 €	22,43 €	1%
WS4	36,58 €	11,72 €	48,31 €	2%
WS5	57,68 €	16,91 €	74,59 €	4%
WS6	120,71 €	29,51 €	150,22 €	7%
WS7	162,60 €	8,12 €	170,71 €	8%
WS8	61,58 €	12,17 €	73,76 €	4%
WS9	72,56 €	6,31 €	78,87 €	4%
WS10	109,75 €	31,56 €	141,31 €	7%
WS11	68,09 €	150,13 €	218,22 €	11%
WS12	309,18 €	67,24 €	376,42 €	18%
WS13	154,59 €	33,81 €	188,40 €	9%
WS14	81,38 €	28,94 €	110,33 €	5%
WS15	11,18 €	18,26 €	29,44 €	1%
WS16	11,18 €	4,19 €	15,37 €	1%
WS17	96,54 €	9,13 €	105,67 €	5%
WS18	20,32 €	1,62 €	21,95 €	1%
Total	1.565,64 €	509,89 €	2.075,53 €	100%

Utilizando a percentagem de investimento de cada *workstation* como taxa de imputação dos custos da linha aos processos, são obtidos os seguintes custos para cada processo, demonstrados na Tabela 18.

Tabela 18 - PDC total por workstation (simulação)

	Workstation	Line	Line	Line	Line	Line	Line	Workstation	Line	Line	Line	Line	
	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Var	Fix	Fix	Fix	Fix	Fix	
	VT	VT Operations	VT Support	Mat Aux EUR	Tools EUR	Energy EUR	Labor Cost Fix EUR	Amortization EUR	Area EUR	Internal Allocation EUR	Other Fix EUR	Maintenance EUR	Total Cost EUR
WS1	0,032 €	0,057 €	0,120 €	0,011 €	0,001 €	0,008 €	0,013 €	0,054 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,023 €	0,339 €
WS2	0,080 €	0,079 €	0,185 €	0,015 €	0,002 €	0,011 €	0,018 €	0,047 €	0,005 €	0,005 €	0,002 €	0,032 €	0,462 €
WS3	0,066 €	0,012 €	0,028 €	0,002 €	0,000 €	0,002 €	0,003 €	0,014 €	0,001 €	0,001 €	0,000 €	0,005 €	0,132 €
WS4	0,076 €	0,026 €	0,055 €	0,005 €	0,001 €	0,004 €	0,006 €	0,020 €	0,002 €	0,002 €	0,001 €	0,011 €	0,208 €
WS5	0,069 €	0,041 €	0,085 €	0,008 €	0,001 €	0,006 €	0,009 €	0,031 €	0,003 €	0,003 €	0,001 €	0,017 €	0,272 €
WS6	0,157 €	0,082 €	0,171 €	0,016 €	0,002 €	0,012 €	0,019 €	0,059 €	0,005 €	0,005 €	0,002 €	0,033 €	0,563 €
WS7	0,029 €	0,093 €	0,195 €	0,018 €	0,002 €	0,013 €	0,021 €	0,049 €	0,006 €	0,006 €	0,003 €	0,038 €	0,474 €
WS8	0,081 €	0,040 €	0,084 €	0,008 €	0,001 €	0,006 €	0,009 €	0,027 €	0,002 €	0,003 €	0,001 €	0,016 €	0,279 €
WS9	0,024 €	0,043 €	0,090 €	0,008 €	0,001 €	0,006 €	0,010 €	0,025 €	0,003 €	0,003 €	0,001 €	0,018 €	0,231 €
WS10	0,081 €	0,077 €	0,161 €	0,015 €	0,001 €	0,011 €	0,018 €	0,058 €	0,005 €	0,005 €	0,002 €	0,031 €	0,465 €
WS11	0,057 €	0,119 €	0,249 €	0,023 €	0,002 €	0,017 €	0,027 €	0,199 €	0,007 €	0,006 €	0,003 €	0,049 €	0,721 €
WS12	0,035 €	0,205 €	0,429 €	0,039 €	0,004 €	0,029 €	0,047 €	0,143 €	0,013 €	0,014 €	0,006 €	0,084 €	1,048 €
WS13	0,027 €	0,103 €	0,215 €	0,020 €	0,002 €	0,015 €	0,024 €	0,072 €	0,006 €	0,007 €	0,003 €	0,042 €	0,534 €
WS14	0,251 €	0,080 €	0,128 €	0,012 €	0,001 €	0,009 €	0,014 €	0,046 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,025 €	0,554 €
WS15	0,094 €	0,016 €	0,034 €	0,003 €	0,000 €	0,002 €	0,004 €	0,020 €	0,001 €	0,001 €	0,000 €	0,007 €	0,183 €
WS16	0,056 €	0,008 €	0,018 €	0,002 €	0,000 €	0,001 €	0,002 €	0,007 €	0,001 €	0,001 €	0,000 €	0,003 €	0,099 €
WS17	0,016 €	0,058 €	0,120 €	0,011 €	0,001 €	0,008 €	0,013 €	0,033 €	0,004 €	0,004 €	0,002 €	0,024 €	0,294 €
WS18	0,088 €	0,012 €	0,025 €	0,002 €	0,000 €	0,002 €	0,003 €	0,007 €	0,001 €	0,001 €	0,000 €	0,005 €	0,143 €
Total	1,316 €	1,134 €	2,385 €	0,217 €	0,022 €	0,162 €	0,260 €	0,883 €	0,070 €	0,076 €	0,032 €	0,462 €	7,000 €

A Tabela 19 mostra as diferenças nos custos por processo, quando utilizadas as duas diferentes taxas de imputação (número de *workstations* e investimento) dos custos da linha às *workstations* (comparação entre os valores das Tabela 14 e Tabela 18). Como seria de esperar, o PDC total não sofre alterações no valor. As variações ocorrem ao nível do custo de cada *workstation*, dado que com a utilização do investimento como taxa de imputação, os custos da linha são distribuídos de forma diferente por cada *workstation*.

Tabela 19 - Diferenças no PDC por workstation

Workstation	Taxa de imputação		Diferença
	Nr workstations	Investimento	
WS1	0,36 €	0,34 €	0,02 €
WS2	0,39 €	0,46 €	-0,07 €
WS3	0,35 €	0,13 €	0,21 €
WS4	0,36 €	0,21 €	0,15 €
WS5	0,37 €	0,27 €	0,09 €
WS6	0,48 €	0,56 €	-0,08 €
WS7	0,35 €	0,47 €	-0,13 €
WS8	0,38 €	0,28 €	0,10 €
WS9	0,32 €	0,23 €	0,08 €
WS10	0,41 €	0,47 €	-0,06 €
WS11	0,48 €	0,72 €	-0,24 €
WS12	0,44 €	1,05 €	-0,60 €
WS13	0,37 €	0,53 €	-0,17 €
WS14	0,57 €	0,55 €	0,01 €
WS15	0,38 €	0,18 €	0,20 €
WS16	0,33 €	0,10 €	0,23 €
WS17	0,32 €	0,29 €	0,02 €
WS18	0,36 €	0,14 €	0,22 €
Total	7,00 €	7,00 €	0,00 €

Os resultados obtidos na simulação anterior vêm evidenciar dois aspetos importantes do modelo criado. Primeiramente, e tal como em qualquer modelo de custeio, os valores obtidos dependem dos pressupostos e premissas assumidas e utilizadas. Como foi possível verificar,

com a alteração da taxa de imputação dos custos da linha aos processos, o custo por processo é diferente, sem que no entanto o valor final global tenha sofrido alteração. Por outro lado, reforça a flexibilidade do modelo, a qual permite que de uma forma rápida e sem grande esforço adicional seja possível verificar e comparar os resultados obtidos quando existirem alterações nos pressupostos, premissas e dados inicialmente usados. Este facto, faz com que o modelo utilizado também seja útil para simular diferentes cenários, em que podem variar fatores como número de *workstations*, investimentos necessários, tempos de ciclo e de processamento de cada *workstation*, etc.

7. CONCLUSÕES

No presente capítulo são apresentadas as principais conclusões obtidas com a aplicação do modelo desenvolvido no âmbito deste projeto de investigação. São também descritas algumas limitações e dificuldades encontradas ao longo da realização da investigação, sendo também identificadas algumas recomendações que podem ser aplicadas em futuros trabalhos ou no desenvolvimento do modelo.

7.1 Principais conclusões

O presente projeto de investigação visou a definição e implementação de um modelo de custeio baseado na metodologia *Time-Driven Activity Based Costing*. O projeto tinha como objetivo implementar um modelo de custeio em que fosse possível calcular o custo dos processos/*workstations*. O projeto de investigação foi aplicado na área de Montagem Final da empresa analisada, contando com o apoio de diferentes áreas da empresa. O projeto de investigação foi efetuado numa empresa do sector industrial, destacando-se dessa forma para a criação de conhecimento nesta área.

O modelo foi desenvolvido tendo em consideração as diretrizes utilizadas pela empresa, nomeadamente ao nível do cálculo dos custos do produto e processos. O modelo foi pensado e desenvolvido com o objetivo de ser uma mais-valia para a empresa, podendo ser mais uma ferramenta de apoio rápido e fácil à tomada de decisão. Dessa forma, foi pensado de forma a utilizar informação que já possa estar disponível nos diferentes departamentos envolvidos, evitando dessa forma um esforço extra para coletar e disponibilizar informação necessária. No mesmo sentido, a informação necessária para o cálculo e a forma de cálculo implementada no modelo desenvolvido é similar ao já utilizado pela empresa.

Num ambiente macroeconómico cada vez mais instável, em que as condições estão em constante mudança, aliada a uma crescente e feroz competição entre empresas, a possibilidade de rapidamente avaliar e mensurar os efeitos de potenciais alterações no processo produtivo, facilitando a tomada de decisão rápida e informada, torna-se cada vez mais importante. Dessa forma, o modelo foi criado para facilmente e rapidamente avaliar alterações no cálculo inicial. Possíveis alterações como adição ou remoção de uma *workstation*, melhoria do tempo de ciclo da linha, aumento/redução dos tempos do operador,

etc, são facilmente incorporados no modelo, permitindo mensurar esses efeitos nos custos de produção. Este facto vai ao encontro a uma das principais vantagens referidas na literatura sobre o TDABC, que referem que um modelo criado baseado nesta metodologia é de fácil manutenção e adaptável.

O modelo desenvolvido difere do utilizado pela empresa, nomeadamente pelo uso da capacidade prática para calcular taxas de imputação (mais especificamente custos das depreciações dos equipamentos), e pelo cálculo dos custos de capacidade utilizada e não utilizada das *workstations*. Destacam-se como principais fatores na abordagem de criação do modelo desenvolvido: o custo por unidade de tempo das depreciações foi calculado baseado na capacidade prática (tempo que efetivamente disponível para trabalho), o custo por unidade de tempo resulta da combinação dos custos por hora do operador e da máquina (representa um custo por tempo "composto" pelas duas variáveis), e o facto de considerar os diversos tempos associados a cada *workstation* (MCT, *Line Balancing* e *Planned Idle*).

Comparando os resultados obtidos entre o modelo desenvolvido e o modelo utilizado pela empresa, a diferença no custo total de produção (PDC) na área de Montagem Final, a diferença foi de 3%. O modelo desenvolvido permitiu calcular um PDC de 7€/unidade, enquanto o método utilizado pela empresa calcula o PDC em 7,251€/unidade. Esta diferença advém da forma de cálculo de custo das depreciações dos equipamentos. No modelo desenvolvido, estes custos são calculados tendo por base a capacidade prática, enquanto o método utilizado pela empresa utiliza a tarifa de custo das depreciações considerando o TEB necessário para as quantidades planeadas.

O *output* do modelo desenvolvido (PDC calculado) permite diferentes análises sobre os principais indutores de custo, quais as rubricas que maior peso têm no custo de produção, qual a origem dos custos, etc., permitindo à empresa adotar possíveis medidas de melhoria para reduzir esses custos. Como principais conclusões acerca do PDC obtido, pode-se verificar que 25% dos custos do produto analisado na área de Montagem Final são fixos, enquanto 75% corresponde a custos variáveis. Por outro lado, os custos específicos das *workstations* representam 31% do PDC calculado, sendo que 69% são derivados dos custos da linha de produção. Relativamente às rubricas de custo, verifica-se que a rubrica Custos com Pessoal (custos com operadores) é a que assume a maior proporção dos custos, representando 69% do PDC. Deste valor, 27% corresponde ao tempo operador nas *workstations*, e 73%

corresponde ao tempo utilizado pelos operadores na linha. Nos custos específicos das *workstations*, 60% dos custos são variáveis e provêm do VT (tempo operador) e 40% são fixos e derivados das depreciações dos equipamentos. Nos custos da linha, 81% dos custos são variáveis e 90% desses custos variáveis são derivados da rubrica Custos com Pessoal, sendo que 19% dos custos são fixos (na totalidade dos custos fixos, 51% são derivados da rubrica Manutenção).

O cálculo do custo da capacidade utilizada e não utilizada destaca-se como um fator importante e distintivo do modelo desenvolvido. O cálculo destes custos tem em consideração os tempos da operação produtiva, nomeadamente tempo de ciclo da linha (TEB), *Machine Cycle Time* (MCT), *Line Balancing* (LB) e *Planned Idle* (PI). O cálculo destes custos permite analisar qual a percentagem de utilização da capacidade que acrescenta valor ao produto (capacidade utilizada *value added*), a capacidade utilizada que não acrescenta valor ao produto (*non-value added*) e a capacidade não utilizada. Esta informação pode ser importante para, por exemplo, (re)desenhar o fluxo produtivo, eliminar desperdícios, diminuir os custos de produção, etc. Analisando os resultados obtidos, verifica-se que a percentagem de capacidade não utilizada é igual em todas as *workstations*. A variância ocorre na capacidade utilizada *value added* e *non-value added*.

O desenvolvimento deste projeto de investigação permitiu observar um ponto destacado por Wouters & Stecher (2007) no seu estudo: a disponibilidade de informação tem uma grande importância na definição de um modelo de custeio, no sentido em que a informação disponível pode ser determinante na forma como o modelo é pensado e desenvolvido. Este ponto foi de facto importante no modelo criado, pois como já referido, este foi criado de forma a tirar o máximo proveito de informação que já se encontrava disponível na empresa.

7.2 Limitações da investigação

O projeto de investigação foi elaborado com o apoio de colaboradores de diferentes áreas da empresa, no entanto foram encontradas algumas limitações e dificuldades.

Uma das limitações e dificuldades encontradas prende-se com a obtenção da informação e *inputs* necessários para a aplicação do modelo. Neste ponto, foi verificado que muita da informação pretendida encontra-se dispersa por diferentes sistemas/bases de dados de diferentes secções, dificultando a identificação dos responsáveis por cada informação, e a

respetiva coleta dos dados. Esta foi uma limitação também encontrada por Wouters & Stecher (2007) no seu estudo. Além disso, nem sempre foi fácil encontrar disponibilidade de todos os intervenientes para obter os *inputs* necessários e em tempo válido.

Outro aspeto que limitou a definição e criação do modelo de custeio foi o facto de a unidade produtiva onde foi feito o projeto de investigação (*Bosch Car Multimedia Braga*) ter de seguir as diretrizes da casa-mãe da Alemanha (*Bosch GmbH*). Qualquer alteração ao sistema de custeio do produto, requer um pedido que necessita de ser avaliado, o que pode demorar muito tempo. De forma a contornar esta limitação, o modelo foi criado tendo em consideração as diretrizes seguidas pela empresa.

Um último tópico que limitou o projeto prende-se com o *software* utilizado para a visualização dos dados gerados pelo modelo desenvolvido. Como um dos objetivos passava pela integração da visualização dos dados em ferramentas já utilizadas pela empresa, foi pensado como solução o *Tableau*. No entanto, este *software* requer uma licença de utilização e edição, a qual tem elevados custos, sendo que apenas um grupo restrito de colaboradores tem acesso de leitura e edição neste programa. Assim, não foi possível explorar o programa, encontrando potenciais novas formas de apresentar e analisar os dados gerados pelo modelo.

7.3 Oportunidades de trabalho futuro

O desenvolvimento do modelo foi limitado ao *timeline* da elaboração do projeto de investigação e à disponibilidade de tempo pessoal e profissional. Existem alguns pontos que podem ser explorados numa investigação futura, de forma a reforçar a robustez do modelo desenvolvido e dotá-lo de novas funcionalidades.

O modelo desenvolvido permite o cálculo do custo de um produto para um determinado ano. De forma a corresponder à complexidade da realidade produtiva da empresa, o modelo poderá ser expandido para versões capazes de calcular o custo de um produto em vários anos, calcular simultaneamente vários produtos produzidos na mesma linha, quer para um ou vários anos. Desta forma, será uma ferramenta de suporte útil e importante para produtos em produção em série, e também para processos de cotação de novos produtos.

Uma outra sugestão para desenvolvimento futuro prende-se com a utilização de diferentes indutores de custos específicos das estações de trabalho. Custos como manutenção, energia,

e área poderão ser alocados diretamente às estações de trabalho. Através da definição de indutores de custo, a alocação destes custos poderia ser feita de forma dinâmica, ao invés de utilizar as tarifas (estáticas) definidas pela empresa no BP.

Com o desenvolvimento de sistemas de informação e Indústria 4.0, um possível *upgrade* ao trabalho realizado poderá passar pela integração do modelo em ferramentas informáticas que possuam dados sempre atualizados, e dessa forma analisar os custos de forma constante e com *real-time data*, permitindo uma tomada de decisão ainda mais rápida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adıgüzel, H., & Floros, M. (2020). Capacity utilization analysis through time-driven ABC in a small-sized manufacturing company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(1), 192–216. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2018-0397>
- Afonso, P. (2002). *Sistemas de custeio no âmbito da contabilidade de custos: o custeio baseado nas actividades, um modelo e uma metodologia de implementação*. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/43>
- Afonso, P., Vyas, V., Antunes, A., Silva, S., & Bret, B. P. (2021). A Stochastic Approach for Product Costing in Manufacturing Processes. *Mathematics*, 9(18), 2238.
- Almeida, A., & Cunha, J. (2017). The implementation of an Activity-Based Costing (ABC) system in a manufacturing company. *Procedia Manufacturing*, 13, 932–939. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.162>
- Arbulo-López, P. R., Fortuny-Santos, J., Vintró-Sánchez, C., & Basanez-Llantada, A. (2013). Application of time-driven activity-based costing in the production of automobile components | Aplicación de time-driven activity-based costing en la producción de componentes de automóvil. *Dyna (Spain)*, 88(2), 234–240. <https://doi.org/10.6036/5105>
- Barros, R. S., & da Costa Ferreira, A. M. D. S. (2017). Time-driven activity-based costing : Designing a model in a Portuguese production environment. *Qualitative Research in Accounting and Management*, 14(1), 2–20. <https://doi.org/10.1108/QRAM-10-2015-0095>
- Ben-Arieh, D., & Qian, L. (2003). Activity-based cost management for design and development stage. *International Journal of Production Economics*, 83(2), 169–183. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00323-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00323-7)
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (2003). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon.
- Brugemann, W., Everaert, P., Steven, S.R., Levant, Y. (2005). *Modeling Logistic Costs using TDABC: A Case in a Distribution Company*. University Ghent, Faculty of Economics and Business Administration.

- Caiado, A. C. P. (2015). *Contabilidade Analítica e de Gestão (8 a edição)*. Áreas Editora.
- Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. (2011). *An overview of business intelligence technology*. *Communications of the ACM*, 54(8), 88–98.
- Chen, H., Chiang, R.H. and Storey, V.C. (2012) Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36, 1165-1188.
- Cody, W. F., Kreulen, J. I., Krishna, V., & Spangler, W. S. (2002). The integration of business intelligence and knowledge management. *IBM Systems Journal*, 41(4).
- Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1991). Profit Priorities from Activity-Based Costing. *Harvard Business Review*, 69 (3). 130–135
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry & research design: choosing among five approaches (Fourth edi)*. SAGE.
- Dupuix, Y. & Roland G. (1999). *Controlo de gestão um manual multidisciplinar que envolve todas as áreas de gestão. (Ana Rabaça, trad.)*. Mem Martins: Edições Cetop.
- Ferreira, D., Carlos Caldeira, João A., João V., & Célia Valente. (2014). *Contabilidade de Gestão*. Rei los Livros.
- Few, S. (2006). *Information dashboard design: the effective visual communication of data* (1st edi). O'Reilly.
- Freixo, M. J. V. (2013). *Metodologia Científica - Fundamentos, métodos e técnicas (4 a edição)*. Instituto Piaget.
- Harvard Business Analytics Program*, disponível em <https://analytics.hbs.edu/blog/business-intelligence-vs-business-analytics/>
- Heitger, L., Matulich, S., & Ogan, P. (1992). *Cost Accounting (Second Edi)*. South-Western.
- Hilton, R., & Platt, D. (2016). *Managerial Accounting: Creating Value in a Dynamic Business Environment (11 edition)*. McGraw Hill Education.
- Jalalabadi, F., Milewicz, A. L., Shah, S. R., Hollier, L. H., & Reece, E. M. (2018). Activity-Based Costing. *Seminars in Plastic Surgery*, 32(4), 182–186. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1672208>
- Janus, P., & Misner, S. (2011). *Building Integrated Business Intelligence Solutions with SQL Server 2008 R2 & Office 2010*. McGraw-Hill Education.

- Jimenez, V., Afonso, P. (2020). A Model for Cost Deviation Analysis and Prescriptive Analytics. In: Anisic, Z., Lalic, B., Gracanin, D. (eds) *Proceedings on 25th International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management – IJCIEOM. IJCIEOM 2019. Lecture Notes on Multidisciplinary Industrial Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43616-2_18
- Jönsson, S. & Lukka, K. (2006). *There and Back Again: Doing Interventionist Research in Management Accounting*.
- Jordan, H., Rodrigues, J. A., & Neves, J. C. das. (2021). *O Controlo de Gestão ao serviço da estratégia e dos gestores (11 a edição)*. Editora Áreas.
- Jurek, P., Bras, B., Guldborg, T., D'Arcy, J., Oh, S.-C., & Biller, S. (2012). Activity-Based Costing applied to automotive manufacturing. *IEEE Power and Energy Society General Meeting*. <https://doi.org/10.1109/PESGM.2012.6345348>
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2004). Time-driven activity-based costing. *Harvard Business Review*, 82(11).
- Kaplan, R. S., and S. R. Anderson. 2007. *Time-driven Activity-based Costing: A Simpler and More Powerful Path to Higher Profits*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Kaplan, R.S. (1990). The Four Stage Model of Cost Systems Design, *Management Accounting*, 71(8). 22-26
- Karlsson, T., & Honig, B. (2009). Judging a business by its cover: An institutional perspective on new ventures and the business plan. *Journal of Business Venturing*, 24(1), 27–45. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2007.10.003>
- Leone, G. S. G., & Leone, R. J. G. (2010). *Curso de contabilidade de custos*. (4 a edição). Atlas.
- Llave, M. R. (2017). Business Intelligence and Analytics in Small and Medium-sized Enterprises: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 121, 194–205. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.027>
- Matz, A., Curry, O., & Frank, G. (1987). *Contabilidade de custos Volume 2*. São Paulo: Atlas
- McKeever, M. (2011). *How to write a Business Plan (10th edition)*. Delta Printing Solutions, INC.

Merchant, K. A., & Van der Stede, W. A. (2017). *Management control systems: performance measurement, evaluation and incentives (4th edition)*. Pearson.

Neves, J. C. das (2005). *Avaliação e Gestão da Performance Estratégica da Empresa. (1ª ed.)*. Lisboa: Texto editores.

Öker, F., & Adigüzel, H. (2016). Time-Driven Activity-Based Costing: An Implementation in a Manufacturing Company. *Journal of Corporate Accounting and Finance*, 27(3), 39–56. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22144>

Olszak, C. M., & Ziemba, E. (2007). *Approach to Building and Implementing Business Intelligence Systems*. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management*, 2, 135-148. <http://dx.doi.org/10.28945/105>

Pamplona, E. (1997). *Contribuição para a análise crítica do sistema de custos ABC através da avaliação de direcionadores de custos*. Fundação Getúlio Vargas.

Pearce, L. (2004). *Business Plans Handbook. A compilation of actual business plans developed by businesses throughout North America (10th volume)*. Thomson Gale. ISBN 0-7876-6485-5

Pinson, L. (2008). *Anatomy of a Business Plan: A Step-by-step Guide to Building the Business and Securing Your Company's Future*. 7th edition. OM..IM. ISBN: 0-944205-35-6

Pinto, C., Rodrigues, J., Santos, A., Rodrigues, R., Moreira, M., Melo, L. (2014). *Fundamentos de gestão. (5ª ed.)*. Lisboa: Editorial Presença. ISBN: 978-972-23-3654-3

Rao, M., Bargerstock, A. (2011). *Exploring the Role of Standard Costing in Lean Manufacturing Enterprises: A Structuration Theory Approach*. *Management Accounting Quarterly*, 13(1), p.48. <https://www.imanet.org/-/media/002311a905634b6a9840236afbb60428.ashx>

Ratnatunga, J., Tse, M. S. C., & Balachandran, K. R. (2012). *Cost Management in Sri Lanka: A Case Study on Volume, Activity and Time as Cost Drivers*. *The International Journal of Accounting*, 47(3), 281–301.

Reddy, K., Venter, H. S., & Olivier, M. S. (2012). *Using time-driven activity-based costing to manage digital forensic readiness in large organizations*. *Information Systems Frontiers*, 14, 1061–1077.

Santana, A., Afonso, P. (2015). Analysis of studies on Time-Driven Activity Based Costing (TDABC), *The International Journal of Management Science and Information Technology*

(IJMSIT), ISSN 1923-0273, NAISIT Publishers, Toronto, Iss. 15, pp. 133-157.
<http://hdl.handle.net/10419/178794>

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students (fifth edition)*. Pearson Education.

Schäffer, U., Weber, J. *Our perspective on controlling (Ten short videos)*. Institute of Management Accounting and Control (IMC). WHU - Otto Beisheim School of Management.
<https://www.whu.edu/en/faculty/management-group/institute-of-management-accounting-and-control/videos-on-controlling/>

Schein, E. (1999). *Process Consultation Revisited: Building the Helping Relationship*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Serra, F., Ferreira, M., Torres, M. & Torres, A. (2010). *Gestão Estratégica: conceitos e prática*. Lisboa: Lidel.

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

Soufhwae, A. R., Mohamad, E., & Abdul Rahman, A. A. (2019). Enhancement of Time-Driven Activity-Based Costing (TDABC) by using Simulation in Manufacturing Process towards Industry 4.0. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 1895–1900. <https://doi.org/10.35940/ijitee.J9243.0881019>

Tse, M., & Gong, M. (2009). *Recognition of idle resources in time-driven activity-based costing and resource consumption accounting models*. Journal of Applied Management Accounting Research, Vol. 7 No. 2, pp. 41-54.

Wouters, M., & Stecher, J. (2017). Development of real-time product cost measurement: A case study in a medium-sized manufacturing company. *International Journal of Production Economics*, 183, 235–244. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2016.10.018>

Yigitbasioglu, O. M., & Velcu-Laitinen, O. (2012). *The Use of Dashboards in Performance Management: Evidence from Sales Managers*. The International Journal of Digital Accounting Research , 12, 3658. https://doi.org/10.4192/1577-8517-v12_2

Yin, R. K. (1994). Case Study Research: Design And Methods, Applied Social Research Methods Series, Vol. 5, Sage Publications

APÊNDICE 1 – MODELO DE CUSTEIO DESENVOLVIDO EM EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
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																									
37																									
38																									
39																									
40																									
41																									
42																									
43																									
44																									
45																									
46																									
47																									
48																									
49																									
50																									
51																									
52																									
53																									
54																									
55																									
56																									
57																									
58																									
59																									
60																									
61																									
62																									
63																									
64																									
65																									

Figura 31 - Folha Excel do modelo com template para recolha de inputs

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Figura 32 - Folha Excel do modelo de cálculo com ligações automáticas ao template de input

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GP	GQ	GR	GS	GT	GU	GV	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HM	HN	HO	HP	HQ	HR	HS	HT	HU	HV	HW	HX	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IF	IG	IH	II	IJ	IK	IL	IM	IN	IO	IP	IQ	IR	IS	IT	IU	IV	IW	IX	IY	IZ	JA	JB	JC	JD	JE	JF	JG	JH	JI	JJ	JK	JL	JM	JN	JO	JP	JQ	JR	JS	JT	JU	JV	JW	JX	JY	JZ	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG	KH	KI	KJ	KK	KL	KM	KN	KO	KP	KQ	KR	KS	KT	KU	KV	KW	KX	KY	KZ	LA	LB	LC	LD	LE	LF	LG	LH	LI	LJ	LK	LM	LN	LO	LP	LQ	LR	LS	LT	LU	LV	LW	LX	LY	LZ	MA	MB	MC	MD	ME	MF	MG	MH	MI	MJ	MK	ML	MM	MN	MO	MP	MQ	MR	MS	MT	MU	MV	MW	MX	MY	MZ	NA	NB	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NI	NJ	NK	NL	NM	NN	NO	NP	NQ	NR	NS	NT	NU	NV	NW	NX	NY	NZ	OA	OB	OC	OD	OE	OF	OG	OH	OI	OJ	OK	OL	OM	ON	OO	OP	OQ	OR	OS	OT	OU	OV	OW	OX	OY	OZ	PA	PB	PC	PD	PE	PF	PG	PH	PI	PJ	PK	PL	PM	PN	PO	PP	PQ	PR	PS	PT	PU	PV	PW	PX	PY	PZ	QA	QB	QC	QD	QE	QF	QG	QH	QI	QJ	QK	QL	QM	QN	QO	QP	QQ	QR	QS	QT	QU	QV	QW	QX	QY	QZ	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RK	RL	RM	RN	RO	RP	RQ	RR	RS	RT	RU	RV	RW	RX	RY	RZ	SA	SB	SC	SD	SE	SF	SG	SH	SI	SJ	SK	SL	SM	SN	SO	SP	SQ	SR	SS	ST	SU	SV	SW	SX	SY	SZ	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	TH	TI	TJ	TK	TL	TM	TN	TO	TP	TQ	TR	TS	TT	TU	TV	TW	TX	TY	TZ	UA	UB	UC	UD	UE	UF	UG	UH	UI	UJ	UK	UL	UM	UN	UO	UP	UQ	UR	US	UT	UU	UV	UW	UX	UY	UZ	VA	VB	VC	VD	VE	VF	VG	VH	VI	VJ	VK	VL	VM	VN	VO	VP	VQ	VR	VS	VT	VU	VV	VW	VX	VY	VZ	WA	WB	WC	WD	WE	WF	WG	WH	WI	WJ	WK	WL	WM	WN	WO	WP	WQ	WR	WS	WT	WU	WV	WW	WX	WY	WZ	XA	XB	XC	XD	XE	XF	YG	YH	YI	YJ	YK	YL	YM	YN	YO	YP	YQ	YR	YS	YT	YU	YV	YW	YX	YY	YZ	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE	ZF	ZG	ZH	ZI	ZJ	ZK	ZL	ZM	ZN	ZO	ZP	ZQ	ZR	ZS	ZT	ZU	ZV	ZW	ZX	ZY	ZZ	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL	EM	EN	EO	EP	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FM	FN	FO	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	FT	FU	FV	FW	FX	FY	FZ	GA	GB	GC	GD	GE	GF	GG	GH	GI	GJ	GK	GL	GM	GN	GO	GO	GP	GQ	GR	GR	GS	GT	GT	GU	GV	GW	GW	GX	GY	GZ	HA	HB	HC	HD	HE	HF	HF	HG	HH	HI	HJ	HK	HL	HL	HM	HN	HO	HO	HP	HP	HQ	HR	HR	HS	HT	HT	HU	HV	HW	HW	HX	HY	HY	HZ	IA	IB	IC	ID	IE	IE	IF	IF	IG	IG	IH	IH	II	II	IJ	IJ	IK	IK	IL	IL	IM	IM	IN	IN	IO	IO	IP	IP	IQ	IQ	IR	IR	IS	IS	IT	IT	IU	IU	IV	IV	IW	IW	IX	IX	IY	IY	IZ	IZ	JA	JB	JB	JC	JC	JD	JD	JE	JE	JF	JF	JG	JG	JH	JH	JI	JI	JJ	JJ	JK	JK	JK	KL	KL	LM	LM	LN	LN	LO	LO	LP	LP	LQ	LQ	LR	LR	LS	LS	LT	LT	LU	LU	LV	LV	LW	LW	LX	LX	LY	LY	LZ	LZ	MA	MA	MB	MB	MC	MC	MD	MD	ME	ME	MF	MF	MG	MG	MH	MH	MI	MI	MJ	MJ	MK	MK	ML	ML	MM	MM	MN	MN	MO	MO	MP	MP	MP	MQ	MQ	MR	MR	MS	MS	MT	MT	MU	MU	MV	MV	MW	MW	MX	MX	MY	MY	MZ	MZ	NA	NA	NB	NB	NC	NC	ND	ND	NE	NE	NF	NF	NG	NG	NH	NH	NI	NI	NJ	NJ	NK	NK	NL	NL	NM	NM	NN	NN	NO	NO	NP	NP	NP	NQ	NQ	NR	NR	NS	NS	NT	NT	NU	NU	NV	NV	NW	NW	NX	NX	NY	NY	NZ	NZ	OA	OA	OB	OB	OC	OC	OD	OD	OE	OE	OF	OF	OG	OG	OH	OH	OI	OI	OJ	OJ	OK	OK	OL	OL	OM	OM	ON	ON	OO	OO	OP	OP	OP	OQ	OQ	OR	OR	OS	OS	OT	OT	OU	OU	OV	OV	OW	OW	OX	OX	OY	OY	OZ	OZ	PA	PA	PB	PB	PC	PC	PD	PD	PE	PE	PF	PF	PG	PG	PH	PH	PI	PI	PJ	PJ	PK	PK	PL	PL	PM	PM	PN	PN	PO	PO	PP	PP	PQ	PQ	PR	PR	PS	PS	PT	PT	PU	PU	PV	PV	PW	PW	PX	PX	PY	PY	PZ	PZ	QA	QA	QB	QB	QC	QC	QD	QD	QE	QE	QF	QF	QG	QG	QH	QH	QI	QI	QJ	QJ	QK	QK	QL	QL	QM	QM	QN	QN	QO	QO	QP	QP	QP	QQ	QQ	QR	QR	QS	QS	QT	QT	QU	QU	QV	QV	QW	QW	QX	QX	QY	QY	QZ	QZ	RA	RA	RB	RB	RC	RC	RD	RD	RE	RE	RF	RF	RG	RG	RH	RH	RI	RI	RJ	RJ	RK	RK	RL	RL	RM	RM	RN	RN	RO	RO	RP	RP	RQ	RQ	RR	RR	RS	RS	RT	RT	RU	RU	RV	RV	RW	RW	RX	RX	RY	RY	RZ	RZ	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SP	SQ	SQ	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SU	SU	SV	SV	SW	SW	SX	SX	SY	SY	SZ	SZ	TA	TA	TB	TB	TC	TC	TD	TD	TE	TE	TF	TF	TG	TG	TH	TH	TI	TI	TJ	TJ	TK	TK	TL	TL	TM	TM	TN	TN	TO	TO	TP	TP	TP	TQ	TQ	TR	TR	TS	TS	TT	TT	TU	TU	TV	TV	TW	TW	TX	TX	TY	TY	TZ	TZ	UA	UA	UB	UB	UC	UC	UD	UD	UE	UE	UF	UF	UG	UG	UH	UH	UI	UI	UJ	UJ	UK	UK	UL	UL	UM	UM	UN	UN	UO	UO	UP	UP	UP	UQ	UQ	UR	UR	US	US	UT	UT	UU	UU	UV	UV	UW	UW	UX	UX	UY	UY	UZ	UZ	VA	VA	VB	VB	VC	VC	VD	VD	VE	VE	VF	VF	VG	VG	VH	VH	VI	VI	VJ	VJ	VK	VK	VL	VL	VM	VM	VN	VN	VO	VO	VP	VP	VP	VQ	VQ	VR	VR	VS	VS	VT	VT	VU	VU	VV	VV	VW	VW	VX	VX	VY	VY	VZ	VZ	WA	WA	WB	WB	WC	WC	WD	WD	WE	WE	WF	WF	WG	WG	WH	WH	WI	WI	WJ	WJ	WK	WK	WL	WL	WM	WM	WN	WN	WO	WO	WP	WP	WP	WQ	WQ	WR	WR	WS	WS	WT	WT	WU	WU	WV	WV	WW	WW	WX	WX	WY	WY	WZ	WZ	XA	XA	XB	XB	XC	XC	XD	XD	XE	XE	XF	XF	YG	YG	YH	YH	YI	YI	YJ	YJ	YK	YK	YL	YL	YM	YM	YN	YN	YO	YO	YP	YP	YP	YQ	YQ	YR	YR	YS	YS	YT	YT	YU	YU	YV	YV	YW	YW	YX	YX	YY	YY	YZ	YZ	ZA	ZA	ZB	ZB	ZC	ZC	ZD	ZD	ZE	ZE	ZF	ZF	ZG	ZG	ZH	ZH	ZI	ZI	ZJ	ZJ	ZK	ZK	ZL	ZL	ZM	ZM	ZN	ZN	ZO	ZO	ZP	ZP	ZP	ZQ	ZQ	ZR	ZR	ZS	ZS	ZT	ZT	ZU	ZU	ZV	ZV	ZW	ZW	ZX	ZX	ZY	ZY	ZZ	ZZ	AA	AA	AB	AB	AC	AC	AD	AD	AE	AE	AF	AF	AG	AG	AH	AH	AI	AI	AJ	AJ	AK	AK	AL	AL	AM	AM	AN	AN	AO	AO	AP	AP	AP	AQ	AQ	AR	AR	AS	AS	AT	AT	AT	AU	AU	AV	AV	AV	AW	AW	AX	AX	AX	AY	AY	AY	AZ	AZ	BA	BA	BB	BB	BC	BC	BD	BD	BE	BE	BF	BF	BG	BG	BH	BH	BI	BI	BJ	BJ	BK	BK	BL	BL	BL	BM	BM	BN	BN	BN	BO	BO	BO	BP	BP	BP	BQ	BQ	BR	BR	BR	BS	BS	BS	BT	BT	BT	BU	BU	BU	BV	BV	BV	BW	BW	BW	BX	BX	BX	BY	BY	BY	BZ	BZ	CA	CA	CB	CB	CC	CC	CD	CD	CE	CE	CE	CF	CF	CF	CG	CG	CG	CH	CH	CH	CI	CI	CI	CJ	CJ	CJ	CK	CK	CK	CL	CL	CL	CM	CM	CM	CN	CN	CN	CO	CO	CO	CP	CP	CP	CQ	CQ	CQ	CR	CR	CR	CS	CS	CS	CT	CT	CT	CU	CU	CU	CV	CV	CV	CW	CW	CW	CX	CX	CX	CY	CY	CY	CZ	CZ	CZ	DA	DA	DB	DB	DC	DC	DD	DD	DE	DE	DE	DF	DF	DF	DG	DG	DG	DH	DH	DH	DI	DI	DI	DJ	DJ	DJ	DK	DK	DK	DL	DL	DL	DM	DM	DM	DN	DN	DN	DO	DO	DO	DP	DP	DP	DP	DP	DP	DQ	DQ	DQ	DR	DR	DR	DS	DS	DS	DT	DT	DT	DU	DU	DU	DV	DV	DV	DW	DW	DW	DX	DX	DX	DY	DY	DY	DZ	DZ	DZ	EA	EA	EA	EB	EB	EB	EC	EC	EC	ED	ED	ED	EE	EE	EE	EF	EF	EF	EG	EG	EG	EH	EH	EH	EI	EI	EI	EJ	EJ	EJ	EK	EK	EK	EL	EL	EL	EM	EM	EM	EN	EN	EN	EO	EO	EO	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EQ	EQ	EQ	ER	ER	ER	ES	ES	ES	ET	ET	ET	EU	EU	EU	EV	EV	EV	EW	EW	EW	EX	EX	EX	EY	EY	EY	EZ	EZ	EZ	FA	FA	FA	FB	FB	FB	FC	FC	FC	FD
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

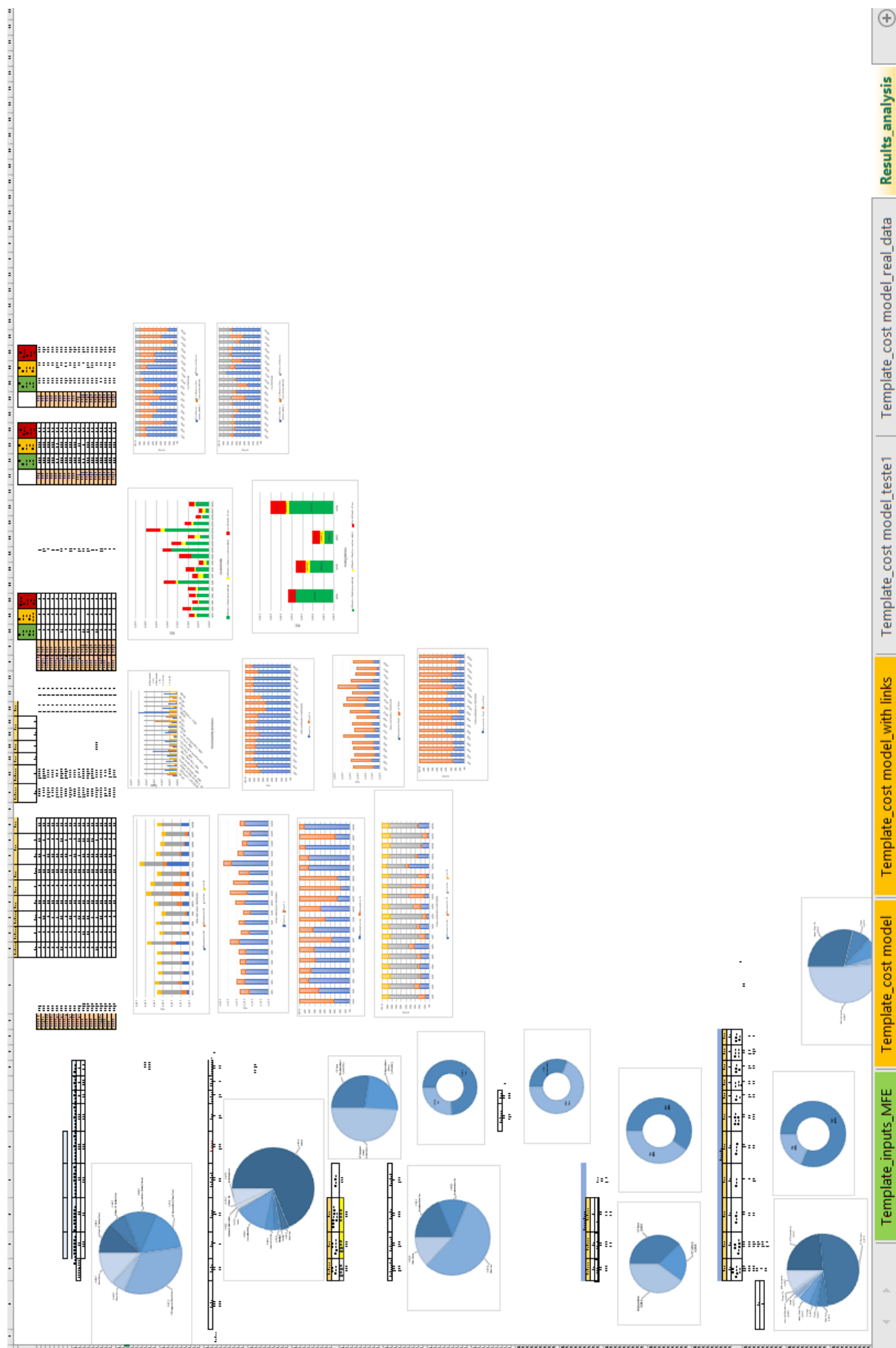


Figura 34 - Folha Excel com análise dos resultados



102

