



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Alexandra Benevides Ramalho

**DIGITALIZAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS NUMA
EMPRESA DO SETOR DA MOBILIDADE ELÉTRICA**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pela Professora Doutora Vanessa Sofia Melo Magalhães e apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Julho de 2022



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA
DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Digitalização de Processos Industriais numa Empresa do Setor da Mobilidade Elétrica

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

Industrial Processes Digitalization in a Company in the Electric Mobility Sector

Autora

Alexandra Benevides Ramalho

Orientadores

Professora Doutora Vanessa Sofia Melo Magalhães

Engenheiro Simão Marques

Júri

Presidente Professora Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes
Professora Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientadora Professora Doutora Vanessa Sofia Melo Magalhães
Professora Auxiliar Convidada da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor Telmo Miguel Pires Pinto
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra



Efacec

Coimbra, julho, 2022

“Conformar-se é submeter-se e vencer é conformar-se, ser vencido. Por isso toda a vitória é uma grosseria.”
Fernando Pessoa

Aos meus

Agradecimentos

O presente projeto representa não só o fecho de um desafiante ciclo de estudos, mas também o início de uma nova etapa quer a nível pessoal quer profissional. Deste modo, a conclusão desta dissertação não seria possível sem o apoio incondicional de todos aqueles que me rodeiam, a nível pessoal, profissional e académico.

Aos meus pais, que possibilitaram a realização de todo o percurso académico e por todo o apoio, quer nos momentos de vitória quer de derrota, mostrando o quão belo e desafiante é sair da nossa zona de conforto – a minha casa, a minha ilha. Este trabalho também é deles.

À minha família, por todo o apoio incondicional em todas as etapas do meu percurso, mesmo estando a uma grande distância. Em especial à minha avó que me acompanha diariamente de um plano diferente.

Aos meus verdadeiros amigos, que me acompanham na vida a cada passo dado – à Raquel, à Maria João, à Tatiana e ao João.

À Efacec, pela oportunidade dada para o desenvolvimento deste projeto e por todo o conhecimento transmitido. Ao Engenheiro Simão Marques pelo apoio, motivação e fácil integração na organização, à Joana, Susana, Ivone, José Martins, Jorge e Bruno pelo companheirismo e apoio constante.

À Professora Doutora Vanessa Sofia Melo Magalhães, por todo o conhecimento transmitido, pelo apoio incondicional, confiança e motivação.

Agradeço também a Coimbra e aos amigos que me ajudaram a fazer este percurso, ao Júlio, à Ana e à Nicole. Todavia, há outra cidade que não posso deixar de agradecer – ao Porto – por ser a minha casa longe de casa.

Resumo

O tratamento e gestão eficiente da informação, é nos dias de hoje, uma preocupação das organizações tendo em conta a quantidade de informação existente no seu meio envolvente.

Assim, as organizações necessitam de se tornar mais competitivas por meio da melhoria dos seus processos, que por sua vez impulsionará de forma positiva a performance da empresa. Deste modo, a digitalização de processos industriais apresenta-se como uma solução para impulsionar a posição das organizações no mercado em que se inserem.

A *Efacec Power Solutions* apresenta-se como uma empresa tecnológica e, por esta mesma razão, tem grande potencial para maturar digitalmente. A digitalização dentro da organização encontra-se num avançado estado de implementação em alguns departamentos da unidade industrial, o que não é o caso do departamento de produção de carregadores para veículos elétricos, onde o projeto desta tese foi desenvolvido. Portanto, o presente projeto surgiu com o intuito de estudar e efetuar a implementação da digitalização nos processos do departamento da produção de carregadores de veículos elétricos, com recurso ao *Microsoft Excel* e ao *Microsoft Power BI*.

Inicialmente foi necessário estudar os processos produtivos e os métodos de trabalho da unidade industrial, procurando efetuar um levantamento de todas as causas que levaram a que houvesse falta de fiabilidade na informação transmitida no departamento e das capacidades da organização para evoluir digitalmente. Posto isto, surgiu a necessidade de se criar um documento *Excel standard* para homogeneizar e tornar fiável a informação que circulava dentro da produção. O primeiro passo passou pela recolha e análise da informação necessária, de seguida a construção do referido documento e, por fim, transpor a informação para uma base de dados para uma melhor análise visual.

Prontamente, averiguou-se a necessidade de apresentar a informação recolhida de forma fácil e intuitiva. Para tal, recorreu-se ao *Microsoft Power BI* para a apresentar e possibilitar a construção de indicadores de performance, para com base nestes se identificar os problemas existentes e procurar resolvê-los.

O projeto permitiu comprovar a necessidade e benefícios da implementação da digitalização nos processos industriais da unidade fabril, dado que foi possível verificar a evolução da apresentação da informação e dos respetivos indicadores e, para além disso, permitiu identificar problemas com recurso à visualização de dados, que não tinham sido previamente identificados.

Palavras-chave: Digitalização, Visualização de dados, Gestão de Informação.

Abstract

The efficient treatment and management of information, is nowadays, a concern of organizations considering the amount of information in their surroundings.

Thus, organizations need to become more competitive through the improvement of their processes, which in turn will positively boost the performance of the company. Thus, the digitalization of industrial processes presents itself as a solution to boost the position of organizations in the market in which they operate.

Efacec Power Solutions presents itself as a technological company and, for this same reason, has great potential to mature digitally. The digitalization within the organization is in an advanced state of implementation in some departments of the industrial unit, which is not the case in the production department of chargers for electric vehicles, where the project of this thesis was developed. Therefore, this project came up with the intention of studying and implementing the digitalization in the processes of the production department of electric vehicle chargers, using Microsoft Excel and Microsoft Power BI.

Initially, it was necessary to study the productive processes and working methods of the seeking to make a survey of all the causes that led to a lack of reliability in the information transmitted in the department and the capabilities of the organization to evolve digitally. That said, the need arose to create a standard Excel document to homogenize and make reliable the information circulating within the production. The first step was to collect and analyze the necessary information, then build the document and finally transpose the information to a database for better visual analysis.

Promptly, it was verified the need to present the collected information in an easy and intuitive way. To this end, Microsoft Power BI was used to present and enable the construction of performance indicators, to, based on these, identify the existing problems and seek to solve them.

The project proved the need and benefits of implementing digitalization in the industrial processes of the plant, since it was possible to verify the evolution of the presentation of information and its indicators and, in addition, it allowed to identify problems using data visualization, which had not been previously identified.

Keywords: Digitalization, Data Visualization, Information Management.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
<i>Abstract</i>	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Índice de Gráficos	xv
Siglas.....	xvii
1 Introdução.....	1
2 Revisão da Literatura	3
2.1 Digitalização Industrial.....	3
2.1.1 <i>Digitalization, Digitization e Digital Transformation</i>	3
2.1.2 Indústria 4.0.....	4
2.1.3 Etapas da Maturidade Digital.....	5
2.1.4 Transformação e Tratamento da Informação	7
2.1.5 <i>Key Performance Indicators (KPIs)</i>	8
2.1.6 <i>Digitalization e E-mobility</i>	9
2.2 Visualização e Análise de Dados	10
2.2.1 Ferramentas de visualização de dados	13
2.2.2 <i>Microsoft Power BI</i>	15
2.3 Ferramentas e Técnicas de Gestão da Qualidade.....	20
3 Caso de Estudo	23
3.1 A Empresa	23
3.1.1 Políticas da Empresa.....	24
3.1.2 Setores de Negócio.....	24
3.1.3 Efacec – <i>Electric Mobility</i>	25
3.2 Catálogo de Produtos	26
3.2.1 Processo Produtivo.....	28
3.3 Descrição do Problema.....	36
3.4 Metodologia e Descrição do estado atual.....	37
4 Digitalização dos Processos Industriais.....	41
4.1 Construção do <i>Excel Standard</i> da Produção	41
4.1.1 Construção do <i>Excel</i> de preenchimento de dados – <i>Excel B</i>	41
4.1.2 Construção do <i>Excel</i> Base de dados – <i>Excel C</i>	47

4.2	Visualização de dados em <i>Microsoft Power BI</i>	48
4.3	Formação dos colaboradores.....	64
4.4	Discussão	65
4.4.1	Comparação com o estado atual	66
4.4.2	Perspetivas Futuras.....	69
5	Conclusão	71
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	ANEXO A – Etapas do processo produtivo nas linhas de montagem.....	77
	ANEXO B – Folha “Dados” do <i>Excel</i> de preenchimento de dados (<i>Excel B</i>)	79
	ANEXO C – Folha “Registo de Entradas” do <i>Excel</i> de preenchimento de dados (<i>Excel B</i>)	83
	ANEXO D – Folha “Absentismo” do <i>Excel</i> de preenchimento de dados (<i>Excel B</i>).....	89
	ANEXO E – Folha “Planeamento” do <i>Excel</i> de preenchimento de dados (<i>Excel B</i>).....	91
	ANEXO F – <i>Excel</i> base de dados (<i>Excel C</i>)	93

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Etapas do desenvolvimento da maturidade digital de uma organização (Fonte: Johansson et al., 2020).....	6
Figura 2.2 – Curva de aprendizagem dos colaboradores com diferentes formatos de dados Fonte: (Letmathe & Röbler, 2022a)	11
Figura 2.3 – Representação dos componentes <i>Power BI Desktop, Power View e Power Pivot</i>	16
Figura 2.4 – Representação do componente <i>Power Query</i>	18
Figura 2.5 – Representação do componente <i>Power BI Web</i>	19
Figura 3.1 – <i>Layout</i> da unidade industrial.....	28
Figura 3.2 – Linhas de produção da unidade industrial	28
Figura 3.3 – Etapas do processo produtivo de carregadores elétricos na unidade industrial.....	29
Figura 3.4 – Cabo finalizado na secção Corte	30
Figura 3.5 – Equipamento <i>Komax</i> (primeira imagem) e cabo com marcação (segunda imagem) ...	31
Figura 3.6 – Mangueira (Tipo CHAdemo)	31
Figura 3.7 – <i>Stack</i> (controlador de potência)	32
Figura 3.8 – Zona da serralharia	32
Figura 3.9 – Cabos finalizados na secção cravação	33
Figura 3.10 – Diagrama dos processos do processo produtivo.....	35
Figura 3.11 – Sala <i>obeya</i> em <i>gemba</i>	36
Figura 3.12 – Registo dos indicadores de produção no estado atual	37
Figura 3.13 – Metodologia de abordagem ao problema	38
Figura 3.14 – Diagrama de Ishikawa	39
Figura 3.15 – Análise SWOT da organização.....	40
Figura 4.1 – <i>Userform</i> alocado ao botão “Inserir OF”	44
Figura 4.2 – Caixas de texto de ações para verificação da existência de uma OF.....	44
Figura 4.3 – <i>Userform</i> alocado ao botão “Eliminar OF”	46
Figura 4.4 – Caixas de texto de ações para eliminar OF.....	46
Figura 4.5 – Contagens de equipamentos da folha “Registo de Entradas”	46
Figura 4.6 – Arquitetura de ligação dos documentos <i>Excel B e C</i>	48
Figura 4.7 – Folha “Relatório Diário de Absentismo” (<i>Power BI</i>).....	51
Figura 4.8 – Folha “Produção Geral” (<i>Power BI</i>).....	52
Figura 4.9 – Folha “Relatório Diário de Produção” (<i>Power BI</i>).....	54
Figura 4.10 – Detalhe de equipamentos interrompidos	55
Figura 4.11 – Folha “Detalhe Produção” (<i>Power BI</i>).....	56
Figura 4.12 – Comparação entre OFs planeadas e produzidas mensalmente	57
Figura 4.13 – Folha “Relatório Mensal de Produção” (<i>Power BI</i>)	61
Figura 4.14 – Folha “Resíduos Cobre” (<i>Power BI</i>)	62
Figura 4.15 – Folha “Tempo de Atravessamento” (<i>Power BI</i>).....	63
Figura 4.16 – Etapas do envolvimento dos colaboradores no projeto	64
Figura 4.17 – Análise do tempo de atravessamento teórico e prático nas linhas de produção	68

Figura B.0.1 – <i>ListBox</i> do tipo de falta dos colaboradores	80
Figura B.0.2 – <i>ListBox</i> dos tipos de estado de OF	80
Figura B.0.3 – <i>Script</i> em VBA do botão “OK” do <i>userform</i> do botão “Inserir”	81
Figura B.0.4 – Tabela auxiliar representada na folha “Dados” do Excel B.....	81
Figura B.0.5 – <i>Script</i> em VBA alocado ao botão “Eliminar OF”	82
Figura B.0.6 – Tabela auxiliar representada na folha “Dados” no Excel B.....	82
Figura C.0.1 – <i>Script</i> em VBA para inicialização do botão “Inserir OF”	84
Figura C.0.2 – <i>Script</i> em VBA para conversão de letras minúsculas em maiúsculas	84
Figura C.0.3 – <i>Script</i> em VBA do botão “Voltar”	84
Figura C.0.4 – <i>Script</i> em VBA do botão “Apagar”	85
Figura C.0.5 – <i>Script</i> em VBA do botão “Gravar”	85
Figura C.0.6 – Contagens totais de equipamentos na folha “Registo de Entradas”	85
Figura C.0.7 – <i>Script</i> em VBA para gravar a informação	88
Figura F.0.1 – Ligação entre Excel B e C através de uma Power Query.....	95

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Dimensões de KPIs por dois autores distintos	9
Tabela 2.2 – Vantagens e desvantagens de várias ferramentas de visualização	14
Tabela 2.3 – Exemplos de ferramentas e técnicas de gestão da qualidade	21
Tabela 3.1 – Catálogo de produtos de carregadores para veículos elétricos.....	27
Tabela 3.2 – Número de colaboradores por secção.....	29
Tabela 3.3 – Caracterização das linhas de produção para 100% da capacidade produtiva.....	34
Tabela 4.1 – Descrição da informação para o <i>Excel Standard</i>	42
Tabela 4.2 – Tempos teóricos de produção de cada tipo de equipamento (em dias).....	60
Tabela A.0.1 – Procedimento em cada linha de montagem	77

Índice de Gráficos

Gráfico 4.1 – <i>Work in Progress</i> nas linhas de produção <i>Versus</i> Centros de Início	66
Gráfico 4.2 – Produção direta <i>Versus</i> Produção não direta	67
Gráfico 4.3 – Comparação entre o número de OFs planeadas e produzidas	68
Gráfico 4.4 – Análise dos valores de aproveitamento de resíduos de cobre	69

Siglas

AI – Artificial Intelligence

AMFE – Análise Modal de Falhas e Efeitos

API – Application Programming Interface

BDA – Big Data Analysis

BI – Business Intelligence

CL – Carga Lenta

CM – Cloud Manufacturing

CPS – Cyber Physical Systems

CR – Carga Rápida

EEM – Efacec Electric Mobility

EPS – Efacec Power Solutions

GEE – Gases com Efeito de Estufa

HV – High Voltage

IoT – Internet Of Things

KPI – Key Performance Indicators

OF – Ordem de Fabrico

OS – Ordem de Serviço

PDCA – Plan, Do, Check, Act

PDPC – Process Decision Program Chart

PI – Performance Indicators

PME – Pequena e Média Empresa

PP – Public Chargers

QC – Quick Charging Station

QFD – Quality Function Deployment

QMT – Quality Management Tools

SI – Sistemas de Informação

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

VBA – Visual Basic for Applications

VQ – Verificação da Qualidade

WIP – Work in Progress

VQ – Verificação da Qualidade

1 Introdução

As organizações procuram frequentemente otimizar os seus processos e manterem-se competitivas nos mercados em que se inserem. Desta forma, uma recolha exaustiva dos dados que dispõem e a sua posterior análise, feita de forma eficaz, permite uma melhor e mais interativa visualização destes. Assim, torna-se possível que as organizações tenham uma visão macro dos seus processos e tomem decisões com uma base justificada.

Por conseguinte, a digitalização dos processos industriais é tida em conta como uma solução para auxiliar na organização dos dados que as empresas dispõem. A digitalização é entendida como a melhoria dos processos industriais, através não só da transformação dos dados para formato digital, mas também da introdução de tecnologias digitais que por sua vez possibilitam toda uma mudança de paradigma a nível organizacional. Portanto, o objetivo da presente tese passa pelo estudo da implementação da digitalização nos processos industriais numa organização.

A *Efacec Power Solution* (EPS) é um conjunto de empresas portuguesas que dispõe de um conjunto de técnicas e competências para o desenvolvimento de produtos e fornecimento de serviços maioritariamente em três setores: energia, mobilidade, e ambiente e indústria. A Efacec é uma empresa com cariz futurista e inovador, procurando sempre acompanhar o mercado envolvente.

Atualmente, a Efacec conta com três polos industriais localizados na Arroteia, Maia e Oeiras, sendo que o presente projeto foi desenvolvido no Pólo da Maia (Porto), responsável pela produção de carregadores para veículos elétricos. O projeto surgiu da necessidade da organização em acompanhar as mudanças do meio, através de um melhor tratamento de dados do departamento de produção, por meio da digitalização dos processos industriais. Posteriormente, tal possibilitará uma maior e melhor visualização dos dados para uma visão macro dos processos, melhorando o processo de tomada de decisão.

O fluxo de informação intra e inter organizacional é cada vez maior e desta forma um dos desafios que as organizações enfrentam consiste na gestão e disponibilização da informação para que os processos sejam cada vez mais eficientes. Portanto, tornou-se recorrente a utilização de *social collaboration tools* para fomentar a comunicação e colaboração entre os colaboradores, com a partilha de informação e conhecimento (Meske et al., 2017). Segundo Letmathe & Röbler (2022a), a informação em formato digital, representada gráfica e interactivamente leva a uma aprendizagem e perceção mais rápida dos

dados e tarefas, e, em comparação com a informação em formato em papel, reduz o número de erros na produção.

O projeto apresenta uma ordem cronológica de acontecimentos que vai ao encontro do objetivo principal a ser cumprido no âmbito da tese. Em primeiro lugar, realizou-se a definição do estado atual do sistema e caracterização da sua maturidade digital. Numa segunda fase, procedeu-se à construção de uma ferramenta *standard* para o preenchimento de dados, em formato digital, das secções da unidade fabril (*digitization*). Logo após, promoveu-se a homogeneidade dos dados e a sua conexão com os processos, com a introdução de tecnologias digitais (*digitalization*). Seguidamente tornou-se necessário transpor os dados de uma forma clara e visual que permitisse uma visão macro e interativa dos dados recolhidos. Por último, foi realizada a formação e treino aos colaboradores sobre os novos métodos de trabalho e respetivas ferramentas a utilizar.

Para a concretização deste projeto, é necessária a colaboração constante dos colaboradores envolvidos no processo. Ao longo do desenvolvimento do projeto foram obtidas sugestões por parte dos colaboradores sobre a informação a incorporar nos documentos a ser realizados. Para além disso, o método de trabalho foi adaptado às suas necessidades e facilidades através da opinião destes. Realça-se que aquando da chegada à empresa, não havia nada construído e, portanto, foi construído tudo de raiz.

A dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos. No presente capítulo, é feita uma introdução ao tema em estudo e ao caso de estudo a ser analisado. No capítulo 2, é realizada a revisão da literatura, onde são apresentados os conceitos teóricos que servirão de suporte para a componente prática do projeto. Começa-se por explorar o conceito chave do projeto – digitalização de processos industriais – seguindo-se o tema da visualização de dados, com foco na ferramenta utilizada – *Microsoft Power BI*. Por último, viu-se a necessidade de explorar as ferramentas e técnicas de gestão de qualidade, visto que estas foram utilizadas com frequência ao longo do projeto, e por forma a justificar todas as decisões tomadas ao longo do processo. No terceiro capítulo, primeiramente é apresentada a empresa Efacec onde o projeto foi desenvolvido ao longo dos cinco meses, com ênfase no setor em estudo (*E-mobility*). Seguiu-se a apresentação do catálogo de produtos e do seu processo produtivo na unidade industrial e, por fim, a apresentação do problema a ser analisado neste projeto e a descrição do estado inicial em que a unidade fabril se encontrava face à maturidade digital dos seus processos. No capítulo quatro são apresentados os processos de construção dos documentos realizados, bem como o processo de formação aos colaboradores e por fim, uma discussão dos resultados obtidos. Primeiramente, é apresentado o processo de construção do documento *standard* em *Excel* e do documento

base de dados que recebe a informação vinda deste, seguindo-se o processo de construção da visualização destes dados em *Microsoft Power BI*. Segue-se uma análise pormenorizada e discussão dos resultados, de modo a identificar problemas existentes nos processos industriais. Para finalizar, o quinto capítulo é constituído pela conclusão onde é feita uma reflexão sobre o trabalho feito, referindo também considerações futuras do mesmo.

2 Revisão da Literatura

2.1 Digitalização Industrial

Atualmente, as organizações encontram-se inseridas num ambiente VUCA (do inglês *Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity*) devido à exigência dos requisitos por parte dos clientes, da mudança rápida e constante das metodologias e tecnologias a usar (Millar et al., 2018).

Para além disso, encontram-se inseridas na Era da inovação digital e a indústria caminha a largos passos para a quarta revolução industrial – Indústria 4.0. Esta é conhecida pelo uso de tecnologias de ponta como *cloud manufacturing* (CM), *Internet Of Things* (IoT), *cyber-physical systems* (CPS) e análise de *Big Data* (BDA) (Allen et al., 2021). Desta forma, existe uma grande pressão para as organizações adotarem estas tecnologias de forma a manterem-se competitivas e a impulsionar as suas fábricas a *Smart Factories*. Entenda-se por *Smart Factories*, fábricas que têm a capacidade de tomar decisões inteligentes e controlar os seus processos de fabrico, através de *softwares* para tratamento de dados e técnicas de visualização de dados (Allen et al., 2021). Portanto, pequenas e médias empresas (PME's) carecem de uma tecnologia de informação e comunicação (TIC) (em inglês, *information and communications technology* – ICT) eficaz, bem como de deter conhecimento e competências na área da inovação digital (Bley & Leyh, 2016).

Diante do exposto, as indústrias utilizam uma abordagem integrada de digitalização para o uso independente da localização da informação, interligado com a automação visual e física dos seus processos (Schumacher & Sihn, 2020). Desta forma, com um maior controlo sobre os processos, a digitalização fomenta o aumento da eficiência destes e propicia uma elevada transparência de dados ao longo da cadeia de valor (Jason Bloomberg, 2018).

2.1.1 Digitalization, Digitization e Digital Transformation

Quando se fala de digitalização industrial é fulcral definir e diferenciar os conceitos que se associam a este. Ao falar de **Digitalization**, inevitavelmente fala-se de **Digitization** e **Digital Transformation**, dado que todos estes fazem parte do mesmo processo.

Digitization consiste na conversão de dados em formato analógico, manuscritos, registos de voz, temperaturas etc., em dados de formato digital para que os computadores/dispositivos móveis consigam processar esta informação (Jason Bloomberg, 2018; Krol et al., 2020). Infelizmente, nos dias de hoje, muitas organizações ainda lidam com processos e

dados em formato de papel, o que é contraproducente com os avanços tecnológicos verificados nas mesmas, visto que este conceito fomenta a automatização de fluxos de trabalho, reduz custos de transação e aumenta a flexibilidade em lidar com cliente (Bley & Leyh, 2016).

Por sua vez, *digitalization* é um conceito mais complexo e refere-se não só à transformação dos dados, mas também à introdução de novas tecnologias digitais no contexto organizacional para que os seus modelos de negócio e o trabalho dos colaboradores seja alterado. Para além disto, providencia uma interconexão entre organizações e pessoas para que os seus processos evoluam cada vez mais (Anthony Jnr et al., 2021). Estas alterações necessitam de modificações a nível estratégico e promovem o surgimento de novas oportunidades o que providencia a criação de valor para a organização (Jason Bloomberg, 2018; Krol et al., 2020). Importa referir que **digitization** foca-se na informação e **digitalization** vai mais além, tendo como alvo os processos organizacionais (Jason Bloomberg, 2018).

Por outro lado, o conceito *digital transformation* contempla vários projetos de *digitalization*. Assim, refere-se ao negócio estratégico direcionado para o cliente que requer uma mudança transversal na organização, pressupondo que a organização consiga lidar bem com a mudança e que faça desta uma competência chave. Ainda referir que inclui a introdução de novas tecnologias digitais em concordância com todo o restante processo (Jason Bloomberg, 2018).

Em resumo, as organizações realizam *digitization* sobre a informação que dispõem, **digitalization** sobre os processos organizacionais e desta forma direcionam o seu negócio e estratégia para uma *digital transformation*, direcionada para o cliente. Assim, os custos das organizações são reduzidos, aumentando a eficiência diária destas (Bley & Leyh, 2016; Jason Bloomberg, 2018).

2.1.2 Indústria 4.0

Atualmente, faz-se referência com frequência ao conceito de Indústria 4.0 (I4.0), mas poucos sabem verdadeiramente em que consiste esta inovação disruptiva e como pode ser aplicável nas organizações.

Ao longo da História, foram várias as revoluções industriais que se sucederam, sendo a mais recente e atual baseada na rápida e eficiente transmissão de dados e informação ao longo da cadeia de valor com elevados níveis de eficiência operacional, produtividade e automação (Beier et al., 2020).

Esta inovação disruptiva é composta por uma estrutura integrada, a diferentes níveis, entre a *digitalization* e a automação – implementação de tecnologias que visam o auxílio das tarefas desempenhadas pelo Humano (Schumacher & Sihm, 2020). Isto só é possível através de uma interconexão de tecnologias em processos através de *Cyber Physical Systems* (CPS) – máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção – com a capacidade de autonomamente trocar um conjunto de dados e informações para que seja possível controlar de forma independente o funcionamento de cada sistema (Branca et al., 2020).

A implementação de ferramentas de I4.0 é bastante complexa e levanta diversos desafios às organizações. Estes prendem-se com a capacidade em tempo real do sistema, a integração quer vertical quer horizontal dos sistemas de produção, comunicação transparente entre sistemas, integração de novas tecnologias e processos com alguns colaboradores (principalmente os mais antigos na organização) e consequentemente a falta de investimento em formação dos colaboradores (Branca et al., 2020).

A Indústria 4.0 e a digitalização de processos industriais encontram-se interligados, visto que o impulsionamento e a aceleração da digitalização são da responsabilidade da Indústria 4.0 (Beier et al., 2020b; Branca et al., 2020). Para além disso, referir ainda que contribuem para a eliminação de tarefas físicas, repetitivas e incómodas para o colaborador, aumentando a procura por mão-de-obra altamente qualificada (Branca et al., 2020).

Em resumo, a digitalização dos processos industriais é um passo no caminho da Indústria 4.0, contudo as organizações necessitam de avaliar a sua maturidade para integrar esta tecnologia, bem como identificar os requisitos e competências da força de trabalho necessários para tal (Allen et al., 2021).

2.1.3 Etapas da Maturidade Digital

Com o meio envolvente cada vez mais competitivo, as organizações necessitam de tornar os seus processos mais ágeis, flexíveis e modernos e construir uma estratégia de negócio digital, onde as TIC são ajustadas, de modo a atingir a maturidade digital necessária (Bley & Leyh, 2016; Krol et al., 2020).

Todavia, importa referir que este processo não é tão fácil como pode ser percecionado e que cada organização necessita de realizar uma avaliação interna das suas competências e capacidades para percorrer as etapas do processo. Este processo é descrito por Johansson et al. (2020) e pode ser observado na figura 2.1

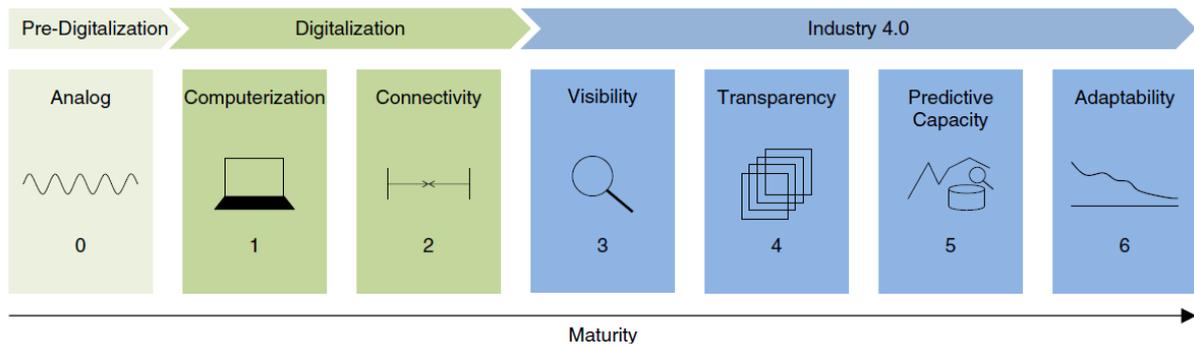


Figura 2.1 – Etapas do desenvolvimento da maturidade digital de uma organização (Fonte: Johansson et al., 2020)

O processo para atingir uma determinada maturidade digital inclui 3 dimensões (*Pre-Digitalization*, *Digitalization* e *Industry 4.0*), num total de 7 estágios (*Analog*, *Computerization*, *Connectivity*, *Visibility*, *Transparency*, *Predictive Capacity* e *Adaptability*) e tem em atenção alguns aspetos:

- Abrange o ciclo de vida do produto;
- Abstração dos níveis hierárquicos do produto;
- Decomposição das propriedades de um equipamento em camadas.

Inicia-se com o Estágio 0 entendido como *digitization*, referido na Figura 2.1 como *Pre-Digitalization*. Muitas empresas têm grande parte dos seus registos e instruções de trabalho em formato de papel, o que é contraproducente com a intenção de progredir a nível digital. Segundo Johansson et al. (2020) e Letmathe & Röbller (2022), o uso de instruções em formato de papel e/ou combinação com o formato digital torna o processo menos eficiente e limita a resposta da empresa face às necessidades individuais dos colaboradores. É evidente a necessidade de transformação da informação numa só forma, e, portanto, a primeira fase deste processo é de extrema importância e constitui uma base sólida para o restante processo; é também demorada visto que envolve os colaboradores e o treino destes. Nesta fase, a informação deve ser toda transformada em formato digital para que, com base na *Theory of Multimedia Learning* e *Dual Coding Theory*, a aprendizagem dos colaboradores seja facilitada devido à representação verbal e visual da informação (Letmathe & Röbller, 2022a).

De seguida, inicia-se a fase da *digitalization*, onde para além da informação ter sido convertida em formato digital, todos os processos também o são.

Por fim, inicia-se a fase de maturação do conceito de Indústria 4.0 na organização, onde são exigidos novos padrões de trabalho, utilizando estruturas organizacionais mais distribuídas (Johansson et al., 2020).

O facto de a organização atingir uma determinada maturidade digital, permite uma priorização estratégica dos próximos passos e dos respetivos investimentos, tudo isto com a ajuda de uma forte e sólida estrutura de indicadores-chave de desempenho – *Key Performance Indicators* (KPIs) (Krol et al., 2020).

2.1.4 Transformação e Tratamento da Informação

Através da literatura foi possível comprovar os benefícios da representação visual da informação para uma rápida aprendizagem dos colaboradores e uma tomada de decisões mais sólida por parte das chefias. Contudo, de nada serve um *dashboard* bem-apresentado se a informação nele contida estiver errada ou confusa, condicionando todas as decisões que dele dependem.

A recolha e tratamento da informação prévia representa a base de todo o processo e evita que as organizações tomem decisões assente em informação que não está integrada, processada e analisada corretamente (Johansson et al., 2020).

A informação num sistema de informação (SI) (em inglês, *Information System* – IS) pode estar não estruturada, semi-estruturada ou completamente estruturada, em função dos diferentes níveis de semântica das propriedades da informação. Desta forma, um dos grandes desafios prende-se com a integração destes vários níveis de informação de forma completa, parcial ou marginal (Johansson et al., 2020). Assim, foram identificados dez problemas frequentes aquando da organização de um sistema de informação (Johansson et al., 2020):

- Diversas fontes de informação;
- Erros de produção de informação e produção subjetiva;
- Informação em demasia;
- Requisitos de análise de informação avançados;
- Requisitos de segurança e privacidade;
- Falta de competências computacionais;
- Sistemas distribuídos;
- Necessidade de mudança de tarefas a realizar;
- Informação não numérica, logo apresenta a necessidade de ser trabalhada e convertida;

Apesar da enorme quantidade de informação gerada diariamente, a qualidade desta deve ser uma das maiores preocupações das organizações. À luz do modelo de SI desenvolvido por DeLone e McLean (2003), é possível afirmar que a qualidade da

informação representa uma variável dependente num sistema de performance. Entenda-se por qualidade da informação a precisão, relevância, integridade e consistência desta face ao problema em estudo (Johansson et al., 2020).

Segundo Johansson et al. (2020), é possível enumerar alguns problemas relacionados com a questão da qualidade da informação disponibilizada:

- **Problemas intrínsecos:** dizem respeito à relação entre o que o que é necessário e o que realmente é fornecido;
- **Problemas de representação:** dizem respeito à consistência da informação e à sua facilidade de entendimento;
- **Unmatched de informação:** nestes casos a informação apresenta demasiada complexidade ou uma grande quantidade desta, impossibilitando a combinação;
- **Informação questionável:** informação que não é confiável e, portanto, leva a problemas de confiança e reputação para os demais;
- **Informação inacessível:** certo tipo de informação pode ser de difícil acesso devido a barreiras de segurança.

Em suma, o tratamento de informação constitui um marco crucial no processo e antecede qualquer apresentação e visualização dessa mesma informação. Caso a confiança de qualquer colaborador na informação seja baixa afetará a sua motivação e consequentemente a qualidade da produção.

2.1.5 Key Performance Indicators (KPIs)

Em qualquer sistema, para medir a performance de forma correta para posterior tomada de decisões é necessário definir indicadores de performance – *Performance Indicators* (PIs). É crucial entender o que diferencia os PIs e os KPIs. Os PIs são indicadores medidos numa base menos frequente (mensal, quadrimestral, bianual) e não são cruciais para o negócio, contudo complementam os KPIs (Krol et al., 2020). Contrariamente, os KPIs podem ser definidos como indicadores que têm foco em aspetos possíveis de medir a performance organizacional ou de cada departamento ou área, permitindo quantificar a eficiência e eficácia das ações. Estes são cruciais para o negócio e devem ser comunicados interna ou externamente e possibilita não só medir a performance, mas também identificar diferenças entre o estado atual e o estado futuro (Krol et al., 2020).

A literatura apresenta diferentes abordagens para categorizar os KPIs. Na tabela 2.1, verificam-se duas abordagens, ambas com nove dimensões e com alguns pontos em comum.

Tabela 2.1 – Dimensões de KPIs por dois autores distintos

	<i>Schumacher & Sih</i>	<i>Krol et al</i>
<i>Dimension 1</i>	Strategy and Leadership	Strategy and Organization Leadership
<i>Dimension 2</i>	Product and Customer Contact	Governance and Transformation Management
<i>Dimension 3</i>	Employees Value Creation Processes	Digital Skills/ Human Capital
<i>Dimension 4</i>	Employees Administrational Processes	Smart Product
<i>Dimension 5</i>	Production and Planning Control	Customer Focus
<i>Dimension 6</i>	Production Processes Shop Floor	Smart Processes/Operations
<i>Dimension 7</i>	Logistic Processes Shop Floor	Digital Technology
<i>Dimension 8</i>	Procurement and Supplier Contact	Financial Focus
<i>Dimension 9</i>	Cyber Security	Network and Security

A escolha dos KPIs para determinado negócio, deve ser realizada em detrimento do tamanho da organização, da área em estudo, do envolvimento dos colaboradores e dos objetivos futuros da organização. Estes devem ser acompanhados diariamente e ajustados ao longo do tempo seguindo uma metodologia de ciclo PDCA (do inglês: *Plan, Do, Check, Act*) (Schumacher & Sih, 2020).

2.1.6 Digitalization e E-mobility

A digitalização aprovisiona inúmeros benefícios para as indústrias transformadoras, como já referido anteriormente (Johansson et al., 2020). Desta forma é um tema que carece de atenção pelas organizações dos diversos setores e o setor da mobilidade elétrica não é exceção.

E-mobility não é um conceito recente, mas é um conceito em voga atualmente. Como descrito em Anthony Jnr et al. (2021), não só diz respeito à utilização de um veículo que exclui o uso de combustíveis fósseis, mas também à informação disponibilizada por este, bem como a todas as tecnologias e infraestruturas necessárias para o seu bom funcionamento.

A venda de carros elétricos tem vindo a aumentar nos últimos anos, como evidencia um estudo realizado na Noruega que concluiu que, em 2018, cerca de 9% dos carros citadinos eram elétricos (Anthony Jnr et al., 2021a). Para além disso, a mobilidade está fortemente relacionada com a consciencialização ambiental, já que tem o intuito de reduzir as emissões de gases de efeito de estufa (GEE) e do ruído nas cidades, e ainda de aumentar

a eficiência energética (Anthony Jnr et al., 2021b; Bünger & Michalski, 2018). Desta forma, a contínua digitalização desempenha um papel crucial no setor da mobilidade, levando a benefícios quer na ótica organizacional quer na ótica do utilizador. Assim, promove o surgimento de inovações disruptivas (veículos autónomos), modelos de negócio inovadores (serviços de pagamento em função do uso e mobilidade como serviço num veículo) e serviços digitais para o utilizador (manutenção preventiva e recomendações) (Anthony Jnr et al., 2021b). Na ótica do utilizador, tudo isto promove um serviço de fácil utilização e com inúmeras comodidades. Na ótica organizacional fomenta a alteração dos modelos de negócios impulsionando a geração de valor, receitas e novas oportunidades para a organização, promovendo a sua progressão no mercado em que se insere.

2.2 Visualização e Análise de Dados

As organizações estão envoltas num ambiente bastante competitivo, caracterizado pela exponencial quantidade de informação/dados gerado, marcado pela sua diversidade. Segundo Ali et al. (2016), *Big Data* diferencia-se da tradicional *data* por 5V's, nomeadamente: elevado volume, elevada velocidade, elevada variiedade, baixa veracidade e elevado valor.

A elevada quantidade de informação deve-se à *Internet Of Things (IoTs)*, entendida como a conexão entre objetos físicos através de sensores, *softwares* e outras tecnologias, e também devido à digitalização de todos os registos em modo *offline* (Ali et al., 2016). Deste modo, as organizações enfrentam desafios diariamente, relacionados com a gestão e apresentação, em tempo real, do alto volume de dados gerado. Importa fazê-lo de forma visual, apelativa, interativa, correta, objetiva e com menor latência para com o utilizador. Por isso, é incentivado às organizações a otimização das suas unidades industriais, possibilitando o aumento da sua eficiência através do controlo de variáveis da produção (Ali et al., 2016; Sousa et al., 2021). Posto isto, os conceitos de Inteligência Artificial (em inglês: *Artificial Intelligence – AI*) e Inteligência Empresarial (em inglês: *Business Intelligence – BI*) foram ganhando importância na indústria nos últimos anos. Entenda-se por Inteligência Artificial a ciência capaz de dotar as máquinas da execução autónoma de tarefas que são características do Humano, sem esquecer que Inteligência Empresarial corresponde ao processo de aprendizagem que possibilita a análise intuitiva de informação e posteriormente de performance da organização de modo a direcioná-la em função da sua estratégia. É através destes que as organizações conseguem analisar elevadas quantidades de dados que levarão

ao ganho de vantagem competitiva na respetiva indústria, proporcionando assim um melhor e eficiente serviço ao cliente (Sousa et al., 2021).

A visualização de dados consiste na comunicação de informações e representação de conceitos complexos através de ferramentas visuais como gráficos de diferentes tipos, cronogramas, indicadores, entre outras, permitindo uma visão macro do processo em representação de uma ínfima parte do processo de digitalização (Allen et al., 2021). Cientificamente descrito, o cérebro Humano, quando confrontado com uma enorme quantidade de informação, tende a dispersar facilmente. Tendo por base isto, a apresentação dos dados de forma visual, gráfica e apelativa, transmite a ideia de uma quantidade menor de dados e, desta forma evita a perda de foco do utilizador, possibilitando ainda que este seja capaz de encontrar rapidamente um padrão (Ali et al., 2016). Para além disso, foi descrito por Letmathe & Rößler (2022) uma curva de aprendizagem dos colaboradores numa unidade industrial em detrimento do modo como a informação lhes é apresentada: formato em papel, digital e ambos (figura 2.2). Na figura, verifica-se que o tratamento dos dados em papel é propício a gerar mais defeitos ao longo da curva de aprendizagem dos colaboradores, contrariamente ao tratamento digital, que apresenta um menor número de defeitos, comprovando os benefícios da apresentação da informação em formato digital.

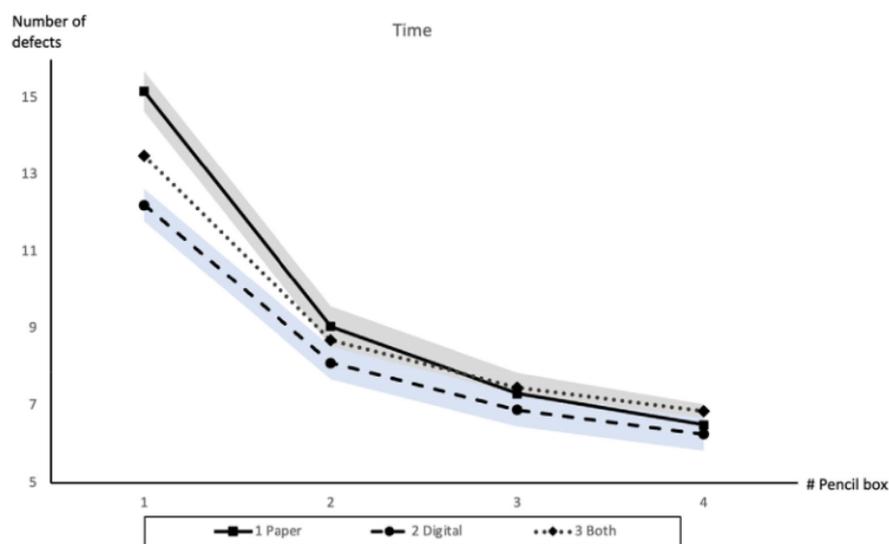


Figura 2.2 – Curva de aprendizagem dos colaboradores com diferentes formatos de dados Fonte: (Letmathe & Rößler, 2022a)

A visualização de dados vista como ferramenta guia para a Indústria 4.0, e a sua correta análise, têm um papel crucial nas organizações de diferentes setores, pois possibilitam a

redução do risco a que estão expostas (Allen et al., 2021; Sousa et al., 2021). Para além disso, a correta visualização de dados promove essencialmente a tomada de decisão firme e robusta; possibilita uma melhor análise de dados em rede viabilizando uma melhor colaboração e transmissão de informação; garante um fornecimento de informações de fácil perceção para utilizadores de diferentes níveis organizacionais; facilita o aumento do Retorno sobre o Investimento (ROI) e permite a redução do tempo despendido posteriormente na organização e limpeza da informação (Ali et al., 2016).

Apesar dos benefícios enumerados, algumas indústrias transformadoras têm tido um envolvimento lento e demorado nas ferramentas de visualização, possivelmente por falta de meios e conhecimento, podendo diminuir a sua vantagem competitiva face às restantes indústrias já envolvidas no processo (Allen et al., 2021). Assim, são verificados alguns desafios na construção da melhor visualização de dados de *Big Data*, referindo-se em particular (Ali et al., 2016):

- **Visual Noise:** dificuldade em separar os objetos de estudo por serem bastante relacionáveis entre si.
- **Perda de informação:** a dimensão da informação em estudo deve ser escolhida de forma objetiva, com o cuidado de não ser demasiado pequena. Embora este procedimento leve ao aumento do tempo de resposta, pode verificar-se perda de informação e assim comprometendo a fiabilidade dos dados apresentados.
- **Elevada perceção visual:** entender a limitação visual humana.
- **Elevada taxa de alteração visual:** se a frequência com que uma imagem altera ao longo do tempo, torna-se difícil a reação imediata a determinado número representado.
- **Elevados requisitos de performance:** a visualização estática exige menor requisitos de desempenho em comparação com a visualização dinâmica.

Importa realçar a importância da promoção da integração cultural destas tecnologias na força de trabalho existente na organização, através de uma resposta ágil e colaborativa destas e desta forma aumentando o seu valor comercial (Allen et al., 2021).

Finalizando, evidencia-se, primeiramente, a importância do tratamento correto da informação de forma a extrair o melhor desta. Por fim, constata-se a importância da representação visual, apelativa e interativa da informação para uma melhor compreensão desta, levando a uma tomada de decisão mais consciente e assertiva e direcionando as empresas para uma transformação digital.

2.2.1 Ferramentas de visualização de dados

A visualização de dados só é possível com recurso a ferramentas de visualização que requerem algumas especificações para o seu funcionamento em pleno. Todavia, é crucial entender que a visualização não é aplicável a todos os tipos de organizações, sendo importante a análise prévia das melhores técnicas e ferramentas a utilizar (Ali et al., 2016). Estas ferramentas necessitam de ser de simples aprendizagem, interativas para com o utilizador, conseguir apresentar a informação relevante e ser possível filtrar a informação segundo determinados critérios e em função da data de calendário (Ali et al., 2016).

Segundo Ali et al. (2016), para efetuar a comparação entre as funcionalidades das ferramentas de visualização, consideram-se os seguintes parâmetros:

- *Open Source*;
- Integração com outras fontes de dados;
- Interatividade de visualização;
- Tipo de cliente: *Desktop*, online ou *Mobile App*;
- *Massive Open Online Courses* (MOOCs): a disponibilidade dos tutoriais disponíveis online;
- *Application Programming Interface* (API).

Assim, na tabela 2.2, encontram-se representadas as ferramentas de visualização mais utilizadas, com a descrição das suas vantagens e desvantagens para o utilizador (Ali et al., 2016; Sousa et al., 2021).

As ferramentas de visualização mais citadas na literatura são *Tableau* e *Microsoft Power BI*. De forma sucinta, *Tableau* é um *software* que apresenta alguns custos elevados para as organizações e é de compreensão e manuseamento mais complexo, sendo o *Microsoft Power BI* um *software* com custos relativamente baixos, mais customizado e fácil de entender e consultar por pessoas externas (Ali et al., 2016).

O primeiro passo neste processo da visualização de dados consiste no tratamento e limpeza da informação disponibilizada, para depois prosseguir com a sua representação visual com os indicadores mais importantes para determinada organização/setor. Desta forma deve-se compreender o nível de visualização exigido em determinada indústria e a escolha adequada e assertiva da ferramenta que melhor se adequa. Na tabela 2.2, são apresentadas várias ferramentas de visualização de dados e os seus pontos fortes e fracos.

Tabela 2.2 – Vantagens e desvantagens de várias ferramentas de visualização

<i>Ferramenta de visualização</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<i>Tableau</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Foco em <i>Business Intelligence</i>; - Rápida e flexível; - Interface interativa com elevada variedade de gráficos; - Conexão com diversas <i>data sources</i>; - Sem grandes exigências de conhecimentos de programação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer a compra de <i>desktop license</i>, onde não está incluída a licença <i>Server</i>; - Elevado custo; - É necessária elevada formação para o seu manuseamento; - Análise mais detalhada requer conhecimentos em <i>R Software</i>.
<i>Microsoft Power BI</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cloud-based business analytics service</i>; - Boa acessibilidade; - Interface interativa com bastante diversidade de gráficos; - Integração com diversas <i>data sources</i>; - Combinação das ferramentas da <i>Microsoft</i>, <i>Sharepoint</i> e <i>SQL Server</i>; - Não são necessários elevados conhecimentos de programação; - <i>Data Analysis Expressions (DAX)</i> apresenta uma grande variedade de fórmulas e expressões; - Extração e transformação de dados de forma inteligente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mais lento em comparação com <i>Tableau</i>; - Limitação de uma capacidade de 250 MB; - A versão <i>Desktop</i> é gratuita, mas é necessária uma conta organizacional para aceder aos serviços na <i>cloud</i>; - Restrições nas relações entre tabelas; - Poucas configurações nas ferramentas visuais; - Não é uma linguagem de programação flexível.
<i>Plotly</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Versão gratuita; - Capacidade de extração diretamente da informação uma imagem estática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Versão gratuita com limitações de serviços e capacidade de armazenamento; - Versão <i>pro</i> com limitações de armazenamento; - Elevado conhecimento de programação exigido.
<i>Gephi</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizada para a gestão de elevada e complexa quantidade de informação; - Destaca-se pela qualidade dos gráficos disponibilizados; - Sem elevados conhecimentos de programação exigidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apenas especializa-se na visualização de gráficos, não conseguindo ter capacidade de construir outros tipos de visualização.
<i>Excel 2016</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pode ser utilizado não só para a análise de <i>Big Data</i>, mas também como uma poderosa ferramenta de visualização de dados; - Utilização do <i>Power Query Excel</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Subscrição do <i>Office 365</i>.

2.2.2 Microsoft Power BI

Em 2003, a *Microsoft* criou a ferramenta *Power BI (Business Intelligence)* com o intuito de completar os suplementos do *Microsoft Excel*. Assim, *Microsoft Power BI* é uma ferramenta *cloud-based* conhecida por um serviço de *Business Analytics*, com uma combinação de serviços que têm o intuito de transformar a informação de forma a torná-la visual e interativa para o utilizador (Ali et al., 2016; Becker & Gould, 2019; Sousa et al., 2021).

Tendo por base os trabalhos de Becker & Gould (2019) e Sousa et al. (2021), o *Power BI* é composto principalmente por oito componentes que podem ser utilizados de forma combinada ou individualmente. Estes são:

- **Power BI Desktop:** App disponibilizada gratuitamente pela *Microsoft* que corresponde a um espaço para analisar os dados da melhor forma possível com o intuito de criar relatórios. Este espaço inclui *Power Pivot/Data View*, *Power View / Reports View*, *Relationships View* e *Power Query* (Figura 2.3).
- **Power Pivot:** Permite a modelagem de dados na memória, sem alterar os valores apresentados visualmente, de modo a efetuar uma agregação rápida e um cálculo e armazenamento eficiente de dados (Figura 2.3).
- **Power View:** É o componente de visualização da ferramenta em estudo, fornecendo aos utilizadores uma interface bastante visual e interativa, comparativamente ao *Excel 2016*. É possível criar várias páginas onde os dados são disponibilizados e agrupados em detrimento de determinado assunto (Figura 2.3).

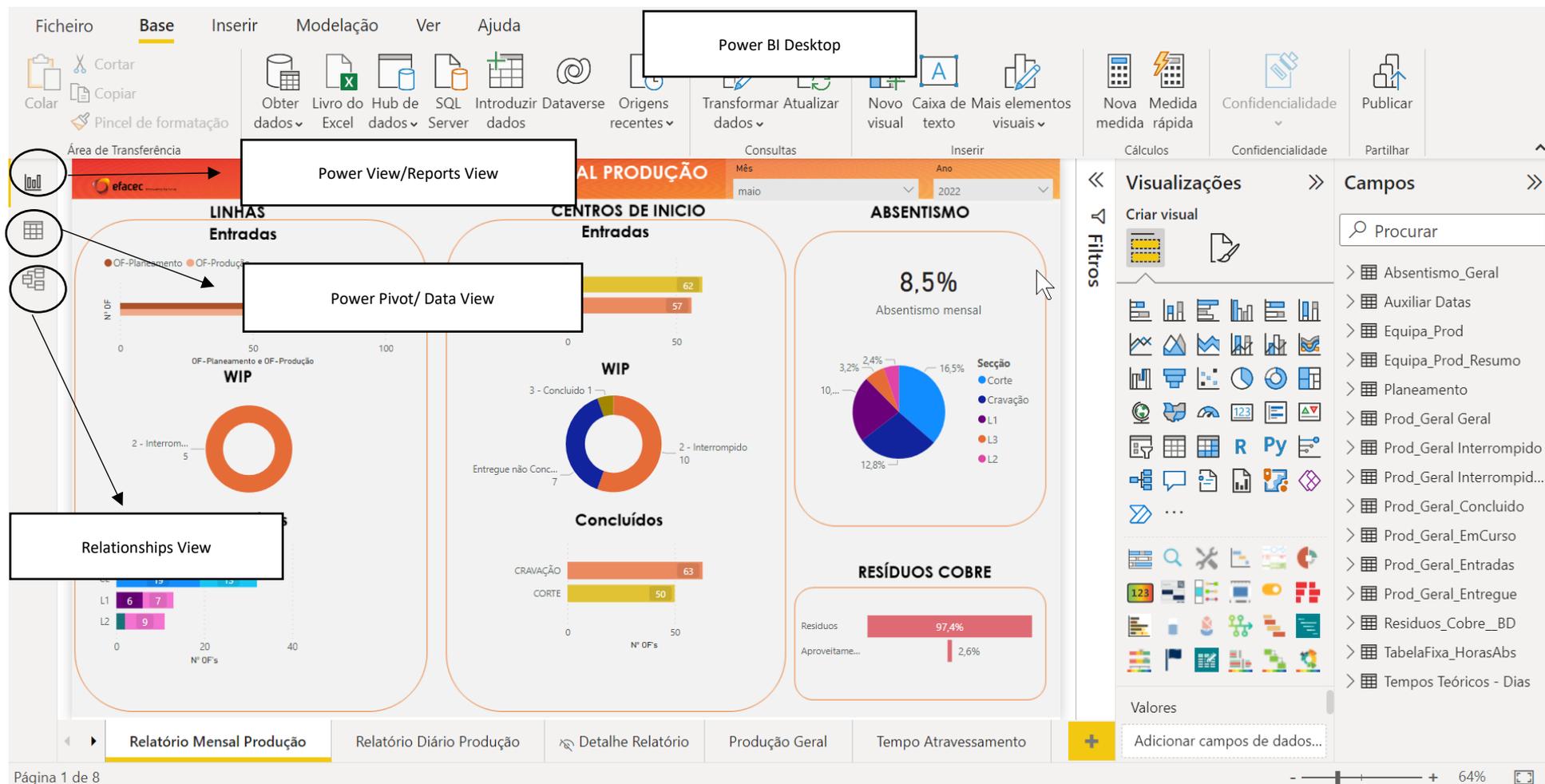


Figura 2.3 – Representação dos componentes *Power BI Desktop*, *Power View* e *Power Pivot*

- **Power Query:** Entende-se por *query* um conjunto de passos que são interpretados numa determinada tabela de dados que são disponibilizados no *Excel* ou no *Power BI view*. É um componente fundamental, responsável pela extração de informação provenientes de diferentes formatos e tratamento desta. São criadas várias tabelas que podem ser analisadas individualmente ou combinadas entre si com um maior controlo sobre estas (Figura 2.4).
- **Power Map:** É uma ferramenta tridimensional (3D) que apresentam os dados de uma forma diferente.
- **Power Q&A:** Este componente tem como objetivo identificar as palavras-chave de modo a ser possível a pesquisa no relatório de onde se encontra a resposta.
- **Power BI Website:** Possibilita a publicação dos relatórios provenientes do *Power BI Desktop* no *Power BI Website* (Figura 2.5).
- **Power BI Mobile Apps:** Solução móvel disponível para *Android* e *iOS*, onde é possível os utilizadores terem acesso aos relatórios.

Digitalização de Processos Industriais numa Empresa do Setor da Mobilidade Elétrica

The screenshot displays the Microsoft Power Query Editor interface. The main window shows a data table with the following columns: Centro, Inicio, OF, Nº Serie, and Projecto. The data consists of 21 rows of production records. The formula bar at the top indicates the query is defined as `= Table.SelectRows("#Colunas com Nome Mudado7", each true)`. The right-hand pane, titled 'Definições da Consulta', shows the 'PROPRIEDADES' section with the name 'Prod_Geral Geral' and the 'PASSOS APLICADOS' section listing various data transformation steps.

	Centro	Inicio	OF	Nº Serie	Projecto
1	CORTE	2022/04/19	R44001424	01.029-01699	E44002143
2	CORTE	2022/04/19	R44001423	01.029-01698	E44002143
3	CORTE	2022/04/19	R44001422	01.029-01695	E44002143
4	CORTE	2022/04/19	R44001420	01.071-00241	E44001770
5	CORTE	2022/04/19	R44001419	01.071-00240	E44001770
6	CORTE	2022/04/19	R44001418	01.071-00239	E44001770
7	CORTE	2022/04/19	R44001417	01.071-00238	E44001770
8	CORTE	2022/04/19	R44001416	01.071-00237	E44001770
9	CORTE	2022/04/19	R44001415	01.071-00236	E44001770
10	CORTE	2022/04/19	R44001414	01.071-00235	E44001770
11	CORTE	2022/03/10	R44001386	01.073-00164	E44001806
12	CORTE	2022/03/10	R44001380	01.074-00423	E44002111
13	CORTE	2022/03/10	R44001379	01.073-00154	E44002111
14	CORTE	2022/03/10	R44001378	01.073-00153	E44002111
15	CORTE	2022/04/19	R44001375	02.595-04669	E44002281
16	CORTE	2022/04/19	R44001374	01.029-00412	E44002281
17	CORTE	2022/03/21	M44010269	01.019-01935	E44002297
18	CORTE	2022/03/21	M44010268	01.019-01934	E44002297
19	CORTE	2022/03/21	M44010267	01.019-01933	E44002297
20	CORTE	2022/03/21	M44010266	01.019-01932	E44002297
21	CORTE	2022/03/21	M44010265	01.019-01931	E44002297

Figura 2.4 – Representação do componente *Power Query*

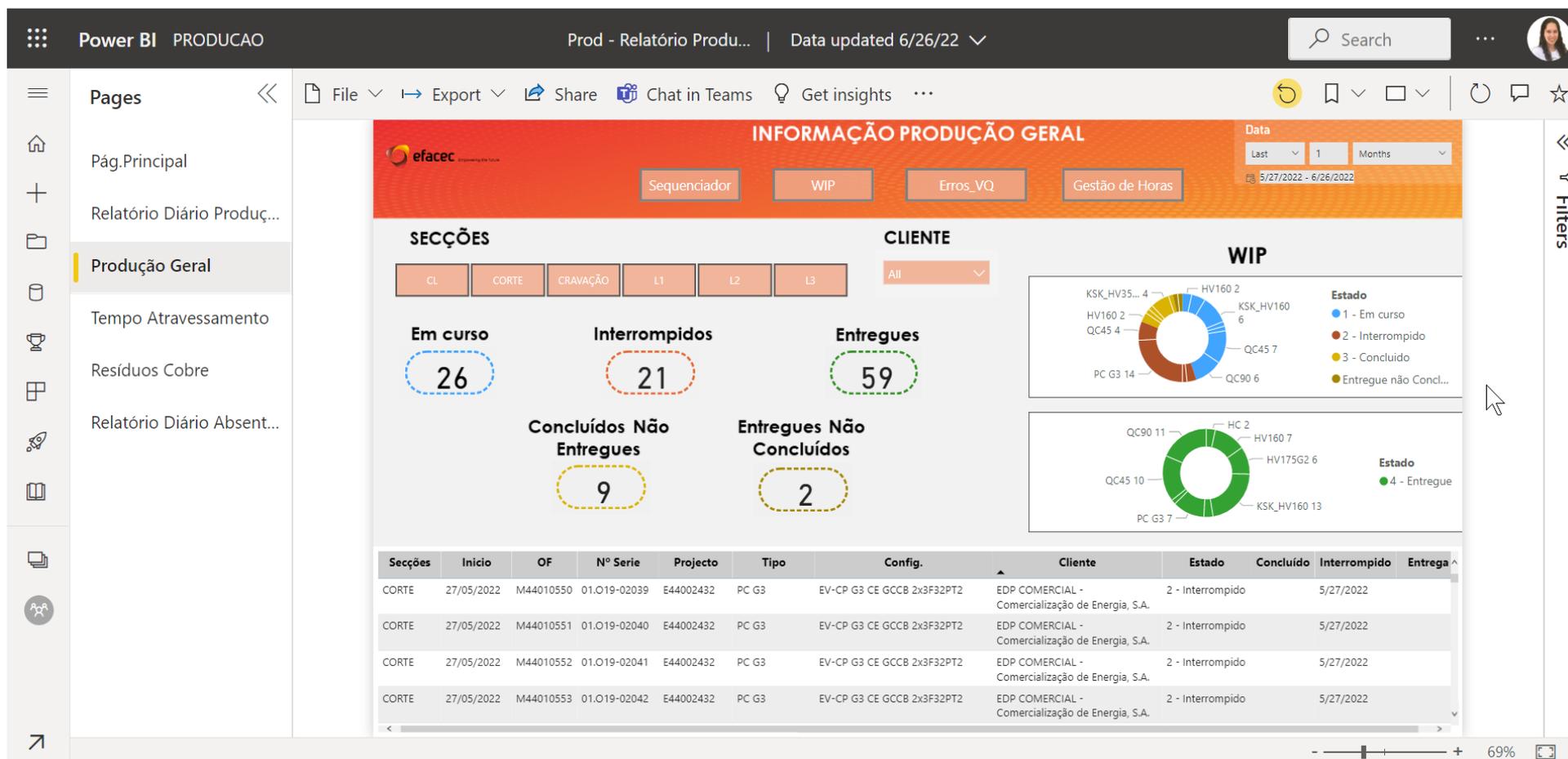


Figura 2.5 – Representação do componente Power BI Web

2.3 Ferramentas e Técnicas de Gestão da Qualidade

Atualmente, com o crescimento do mercado, as organizações precisam de prestar especial atenção à qualidade dos seus serviços e/ou produtos para ir ao encontro aos requisitos dos clientes. Não só fomentar a qualidade destes, mas também realizar a sua gestão e controlo ao longo do tempo (Ondra et al., 2018).

Desta forma, um conjunto de ferramentas e técnicas de gestão da qualidade (em inglês: *Quality Management Tools – QMT*) podem ser implementadas numa organização. As QMT definem-se como um conjunto de ferramentas capazes de compilar a informação e conectar com a qualidade e deste modo possibilitar o controlo e melhoramento dos processos. Estas ferramentas são simples, eficazes e fáceis de aprender e podem ser utilizadas individualmente ou em combinação com outras (Popek & Popek, 2019).

Primeiramente, importa diferenciar ferramentas de técnicas. As ferramentas são instrumentos simples com um propósito bem definido e com foco em soluções de problemas da qualidade específicos, contudo, as técnicas têm uma aplicabilidade mais ampla e incluem algumas das ferramentas da qualidade, pelo que segundo os autores, técnicas são entendidas como um conjunto de ferramentas (Ondra et al., 2018). Assim, foram definidas, por Ishikawa (1985), sete ferramentas base da qualidade e mais tarde, em 1998, Dale e McQuater definiram as ferramentas mais utilizadas intituladas “As novas sete QMT” e também as técnicas da qualidade. Estas podem ser observadas na tabela 2.3, apesar de existirem inúmeras outras ferramentas a utilizar.

Um sistema de gestão da qualidade não diz apenas respeito às não conformidades dos produtos fabricados, mas também à capacidade das organizações de encontrarem não conformidades nos seus processos. Através deste sistema implementado, é possível planear e definir ações preventivas e corretivas para ir ao cerne da questão destas não conformidades (Wolniak, 2019).

Finalizando, cada organização deve escolher as ferramentas que melhor se adequam à sua especialização industrial, à sua dimensão, objetivos futuros e problemas (Ondra et al., 2018). Através das QMT, as organizações têm a possibilidade de analisar os seus problemas e encontrar as melhores soluções, e, portanto, impulsionar a qualidade dos seus serviços e manterem-se competitivas no mercado envolvente (Popek & Popek, 2019; Wolniak, 2019).

Tabela 2.3 – Exemplos de ferramentas e técnicas de gestão da qualidade

	<i>Ishikawa (1985)</i>	<i>Dale e McQuarter (1998)</i>
<i>Sete ferramentas da Qualidade</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Diagramas Causa-Efeito; - Cartas de Controlo; - Histogramas; - Diagramas de Pareto; - Folhas de Verificação; - Diagramas de <i>Scatter</i> e Estratificação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagramas de Afinidade; - Diagramas de Relações; - Diagramas em rede; - <i>Matrix data analysis</i>; - <i>Matrix Diagram</i>; - Processos de Decisão (PDPC - <i>Process decision program chart</i>); - Diagramas em Árvore.
<i>Técnicas de Qualidade</i>	-	<ul style="list-style-type: none"> - Desenhos de experiências; - Análise Modal de Falhas e Efeitos (AMFE); - Árvore de Análise de Falhas (FTA); - Resolução de Problemas (<i>Problem Solving</i>); - Custos da qualidade; - <i>Quality Function Deployment</i> (QFD); - Processo de Controlo Estatístico; - Equipas de Melhoria da Qualidade.

3 Caso de Estudo

3.1 A Empresa

A Efacec é uma empresa portuguesa criada em 1948 com mais de 70 anos de história. Apresenta uma forte estrutura e está presente em mais de 65 países, adquirindo também um perfil essencialmente exportador, visto que exporta mais de metade da sua produção. A sua criação remonta ao ano de 1905 com a criação de “A Moderna” Sociedade de Serração Mecânica. Dezasseis anos depois, “A Moderna” deu origem à Eletro-Moderna, Lda onde advêm os conhecimentos atualmente usados relativamente à criação de motores, geradores, transformadores e acessórios elétricos.

Em 1948, mudou de nome para EFME – Empresa Fabril de Máquinas Elétricas, SARL, marcando o início da marca e projeto Efacec. O nome apenas foi adquirido em 1962, dando início a um período de notável crescimento industrial e adquirindo o título de uma das primeiras empresas portuguesas cotadas na Bolsa de Valores de Lisboa.

Com o passar dos anos, a empresa começou a explorar os mercados internacionais e a apostar no desenvolvimento e consolidação de conceitos tecnológicos nos mais diversos domínios.

Em 2014, adotou a designação de *Efacec Power Solutions* (EPS) que constitui um conjunto de empresas que dispõem de todos os meios de produção, tecnologias e competências técnicas e/ou humanas necessárias para o desenvolvimento notável nos setores de Energia, Engenharia, Ambiente, Transporte e Mobilidade Elétrica, (Efacec Capital, SGPS, S.A, 2019), contando com mais de 4.000 colaboradores.

O ano de 2020 foi um marco de mudança para a empresa que passou por um processo de reestruturação devido à decisão de carácter provisória do Conselho de Ministros de Portugal de nacionalizar 71,7% do capital social da organização. No início de 2022, um grupo empresarial da região norte adquiriu parte do capital social da empresa, levando à sua reprivatização.

A Efacec é considerada uma das maiores empresas industriais de Portugal, caracterizada pela sua resiliência, adaptabilidade ao meio envolvente, a paixão dos seus colaboradores e, essencialmente nos dias de hoje, reconhecida pela sua capacidade de inovação constante.

3.1.1 Políticas da Empresa

A empresa apresenta uma visão direcionada para o futuro e para os desafios que dele advém e assim procura “Antecipar soluções para um mundo sustentável na nova Era energética”.

Promove diariamente a criação de valor através de soluções de energia, ambiente e transportes que melhoram o dia a dia de todos, através da integração de diferentes competências e tecnologias inovadoras. Para além disso, visa o desenvolvimento e aprendizagem constante de pessoas numa organização.

A organização rege-se pelos seguintes valores:

- **Fiabilidade:** Rigor em todas as etapas do ciclo de produção (inovação, criação, desenvolvimento e entrega), de maneira que os seus clientes e utilizadores confiem em cada solução apresentada.
- **Sustentabilidade:** Orientação para soluções integradas e eficientes, com um impacto significativo na economia, sociedade e ambiente.
- **Competência:** Através da inovação, experiência e *know-how*, possibilita o estudo de cada projeto de forma detalhada, oferecendo soluções integradas.
- **Audácia:** Características como a avidez e a procura incessante por novos desafios, permite a superação das conquistas passadas e a antecipação de soluções.
- **Humanismo:** A empresa apresenta como um dos principais pilares as pessoas de que dela fazem parte, desde os fornecedores, clientes e utilizadores. Acreditam no investimento da sua aprendizagem e melhoria contínua, para a construção do futuro que a organização idealiza.

3.1.2 Setores de Negócio

A *Efacec Power Solutions* tem presença ativa em várias unidades de negócio inseridas em três setores:

- **Energia:** Transformadores, Automação, Aparelhagem, Sistemas, *Service*.
- **Mobilidade:** Mobilidade elétrica e Transportes.
- **Ambiente & Indústria.**

As unidades de negócio referidas encontram-se distribuídas essencialmente por três polos industriais localizados na Arroiteia, Maia e Oeiras.

O presente projeto foi desenvolvido no setor da mobilidade elétrica localizado no Polo da Maia na cidade do Porto

3.1.3 Efacec – *Eletric Mobility*

Efacec *Eletric Mobility* é uma das empresas mais recentes do grupo, inaugurada em 2014, sendo responsável pela produção de carregadores para veículos elétricos, com uma gama completa e diversificada quer de carregadores quer de *softwares* disponibilizados. A empresa tem como principal foco a inovação e elevada performance, sendo considerada uma das empresas líderes no mercado mundial de carregamento rápido de veículos (*Position Papers #24 A Mobilidade Elétrica*, 2021).

Na Europa, o setor dos transportes é um dos principais emissores de GEE, devido ao elevado nível de serviço de transporte e uso de combustíveis fósseis. Regista-se cerca de 23% das emissões de dióxido de carbono derivadas da combustão de combustível fóssil, cerca de um quarto do total de emissões, sendo um dos principais responsáveis pela poluição do ar nas cidades (Bubeck et al., 2016). O segmento europeu de veículos de passageiros constitui 12% das emissões totais verificadas pelo setor de transportes. A mobilidade elétrica veio revolucionar os veículos alimentados a combustíveis fósseis, focando-se na redução das emissões de GEE entre 80% a 95% até 2050, na diminuição do ruído nas cidades, e no aumento da eficiência energética e do uso de energias renováveis, contribuindo de forma positiva para a sustentabilidade do Planeta (Anthony Jnr et al., 2021b; Bünger & Michalski, 2018).

O início da mobilidade elétrica remonta ao século XVIII com a montagem do primeiro veículo elétrico, com células não recarregáveis em substituição das de base de combustíveis fósseis, pelo Professor *Sibrandus Stratingh* (Arfeen et al., 2020; Cartenì et al., 2020). Este conceito foi evoluindo e, tomando como referência o artigo publicado pela *Electric Vehicle Outlook 2020 da BloombergNEF*, perspetiva-se, para o ano de 2030, um total de 25.000.000 veículos elétricos de passageiros, 2.200.000 de autocarros e 1.800.000 para frotas de entrega rápida (*Position Papers #24 A Mobilidade Elétrica*, 2021).

Tendo por base o conceito de sustentabilidade referido por Cartenì et al. (2020) – “Sustentabilidade é definida como a capacidade de satisfazer as necessidades da geração atual sem comprometer as das gerações futuras” – a mobilidade elétrica visa a combinação dos objetivos de sustentabilidade com as necessidades de mobilidade. *E-mobility* não só é utilizada em transportes individuais, mas também em diversas áreas como a logística de

operações, transportes públicos, bicicletas, entre outras (Bünger & Michalski, 2018). Assim, *E-mobility* não se limita apenas ao veículo. Na verdade, engloba todo um sistema interligado que permite o seu bom funcionamento e o fornecimento de atividades de suporte ao mesmo. Como tal, é necessário desenvolver a bateria adequada ao veículo, bem como dispor de uma infraestrutura de carregamento, um conjunto de *softwares* adequado e ainda uma interface intuitiva para o cliente (Ziegler & Abdelkafi, 2022).

A infraestrutura, responsável pelo carregamento do veículo, deve estar em locais geograficamente estratégicos e de fácil acesso para os utilizadores, e deve possuir ainda diferentes tipologias de baterias e potências do carregador e deter um serviço rápido, interativo e eficiente (Arfeen et al., 2020).

As baterias destes veículos sofrem uma degradação ao longo do tempo devido à sua frequência de uso. De maneira a colmatar isto, as baterias de íons de lítio deverão ser utilizadas à temperatura ambiente e deve ser empregue um controlador inteligente para permitir o carregamento do veículo no respetivo tempo permitido (Arfeen et al., 2020). Um dos obstáculos da indústria de carros elétricos prende-se com o elevado investimento inicial dos veículos para o consumidor, mas este pode ser reduzido caso as organizações diminuam o custo das baterias dos veículos (Arfeen et al., 2020; Bünger & Michalski, 2018).

Por último, deve ser mantida a *cybersecurity* e a transparência em todo o processo por forma a transmitir segurança e confiança ao utilizador e evitar ataques informáticos ao sistema que condicionam o quotidiano do utilizador (Arfeen et al., 2020).

Assim, as dificuldades encontradas na literatura vêm comprovar a necessidade de melhorar de forma contínua os processos produtivos e, conseqüentemente, o fluxo de informação, de forma a permitir uma maior transparência ao longo da cadeia que fomente decisões organizacionais mais sólidas que irão refletir na satisfação do cliente (Weigel & Fishedick, 2019). Posto isto, verifica-se a necessidade da implementação e desenvolvimento do processo de digitalização no setor em estudo.

3.2 Catálogo de Produtos

Em primeiro lugar, torna-se necessário analisar o catálogo de produtos – carregadores para veículos elétricos - para uma melhor compreensão de todo o projeto. Assim, podemos dividir os produtos em duas categorias, de acordo com a velocidade de carregamento que promovem ao veículo:

- **Carga Lenta (CL):** são carregadores direcionados para um consumo particular e, tal como o nome indica, possuem um carregamento num espaço de tempo mais longo. Geralmente são aqueles que o utilizador possui em casa para o carregamento noturno do veículo ou no parque de estacionamento de uma empresa.

- **Carga Rápida (CR):** incluem os carregadores rápidos e ultrarrápidos que são responsáveis pelo carregamento elétrico num curto espaço de tempo, sendo de 15 minutos para os carregadores ultrarrápidos e de 30 minutos para os rápidos.

O catálogo de produtos é constituído essencialmente por três tipos, como indicado na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Catálogo de produtos de carregadores para veículos elétricos

Nome	Modelo	Categoria	Imagem
<i>Quick Chargers</i>	QC20, QC45, QC60, QC90, QC120	Carga Rápida	
<i>KIOSK+ High Voltage 160/HV175</i>	HV160/HV175	Carga Ultra Rápida	
<i>Public Chargers</i>	PP	Carga Lenta	

Note-se que os *Kiosk* são vendidos em conjunto com os *High Voltage* (HV) – HV160 ou HV175 (dois no caso dos *Kiosk's* 360). Assim, o *Kiosk* funciona como o terminal de carregamento, enquanto a energia é gerada nos HV. Atualmente, os produtos mais vendidos são os *Quick Charging Station*, nomeadamente os QC45, QC90 e QC120.

3.2.1 Processo Produtivo

De forma a analisar com detalhe os diferentes fluxos que compõem uma unidade industrial torna-se crucial conhecer o processo produtivo dos seus produtos.

No diagrama representativo do *layout* fabril da unidade de produção (figura 3.1) observa-se que as linhas de produção estão localizadas no centro da fábrica, à exceção da linha de carga lenta, que se encontra nas laterais da mesma (figura 3.2).

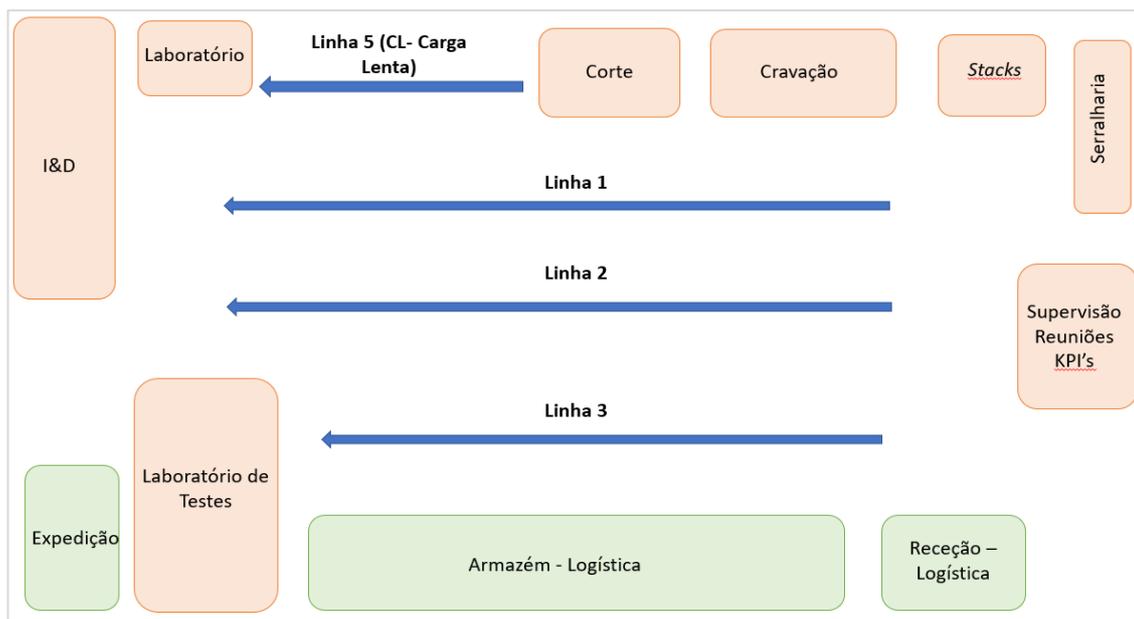


Figura 3.1 – *Layout* da unidade industrial

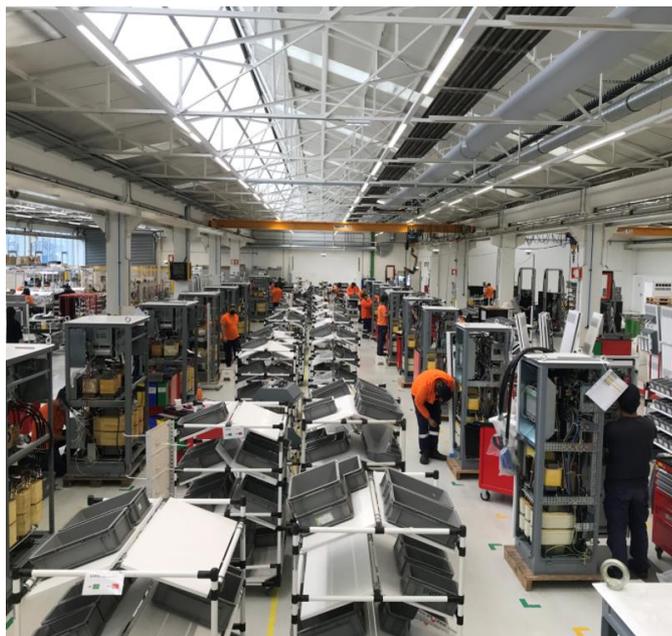


Figura 3.2 – Linhas de produção da unidade industrial

De seguida, encontra-se esquematizado o processo produtivo dos carregadores elétricos na unidade industrial em estudo (figura 3.3). No presente projeto, os dados a serem analisados apenas serão considerados até à saída do equipamento da linha de produção e entrada do equipamento no laboratório de testes. Deste marco em diante, os dados são da responsabilidade do departamento da qualidade.

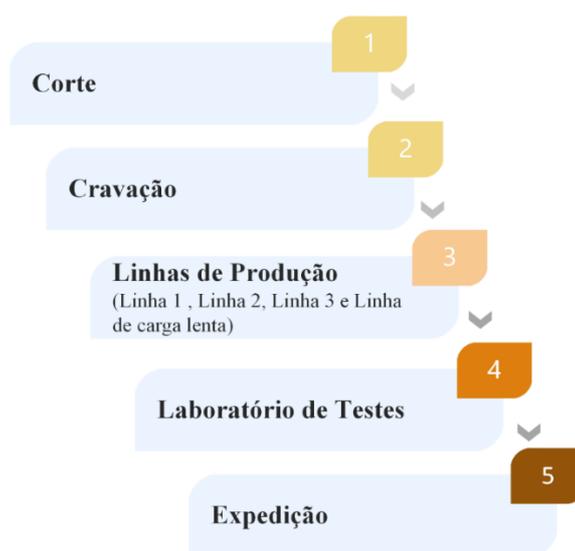


Figura 3.3 – Etapas do processo produtivo de carregadores elétricos na unidade industrial

Na tabela 3.2, é possível analisar o número de colaboradores alocados a cada secção da fábrica em estudo. Note-se que os colaboradores da linha 2 deslocam-se em bloco para a linha carga lenta (CL) quando necessário, pelo que as duas linhas apresentam os mesmos colaboradores.

Tabela 3.2 – Número de colaboradores por secção

Secção	Nº Colaboradores
Corte	6
Cravação	9
L1	14
L2	8
L3	12
CL	8

Qualquer processo produtivo necessita de ser planeado e ajustado às capacidades da unidade de produção. Assim, quando um equipamento é planeado adquire uma numeração referente a uma Ordem de Fabrico (OF) ou a um Retrabalho. Uma OF é denominada por

M44 com mais 6 dígitos, e um Retrabalho por R44 (produção para cliente) ou R44A (produzido para armazém segundo uma configuração *standard*) mais 6 dígitos.

Todos os produtos seguem o mesmo processo produtivo, sendo na entrada das linhas que ocorre diferenciação consoante o tipo de equipamento e a disponibilidade de capacidade. Desta forma, o processo tem início nas secções Corte e Cravação – Centros de início – que funcionam em paralelo com as linhas de produção. Através de uma listagem com as ligações necessárias por tipo de equipamento/projeto têm a responsabilidade de garantir a cablagem e *stacks* para toda a fábrica. Entenda-se por cablagem o conjunto de fios condutores responsáveis por toda a eletrificação do equipamento e por *stack* um controlador de potência que controla a quantidade de energia aplicada neste.

O processo inicia-se no corte constituído por seis zonas – equipamento *Komax*, alta tensão, etiquetas, realização de mangueiras, serralharia e *stacks* – dado que as quatro primeiras zonas se encontram agrupadas na secção “Corte” e as restantes são consideradas uma subsecção da mesma. A responsabilidade desta secção corresponde ao corte do cabo com o tamanho requerido, seguindo-se o seu desnude e colocação dos terminais e manga em cada extremidade, e, por fim, a marcação das referências e a colocação da etiqueta com a correta designação (figura 3.4).



Figura 3.4 – Cabo finalizado na secção Corte

Importa referir que a marcação das referências é realizada através do equipamento *Komax* em *batches* de 8 cabos, de forma a reduzir o desperdício, que inevitavelmente continua a existir. Este processo corresponde à marcação com tinta branca/preta das referências no cabo (figura 3.5), que irão servir de guia para o trabalho das secções seguintes – cravação e linhas – nas diversas ligações eletrónicas.



Figura 3.5 – Equipamento *Komax* (primeira imagem) e cabo com marcação (segunda imagem)

Entende-se por mangueiras o cabo que permite a ligação entre o posto de carregamento e o respetivo veículo, de forma a realizar o carregamento do mesmo (figura 3.6). Assim, a zona de mangueiras diz respeito a um trabalho exclusivamente manual e personalizado de acordo com a encomenda do produto.



Figura 3.6 – Mangueira (Tipo CHAdeMO)

A zona de *stacks* é responsável pela montagem das ligações, componentes eletrónicos, ventilação e condutas numa *stack* que constitui um conjunto com a função de controlar a potência (figura 3.7).

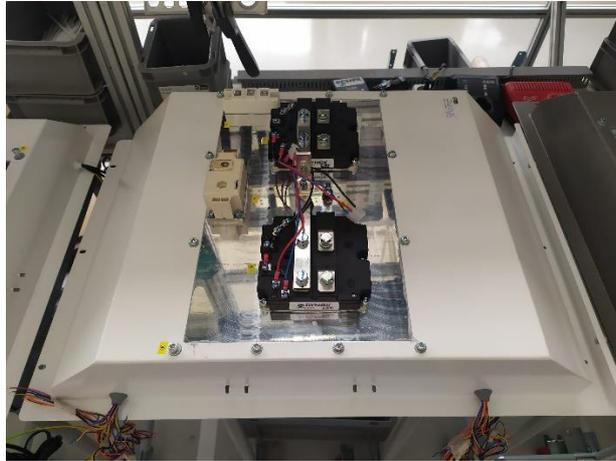


Figura 3.7 – *Stack* (controlador de potência)

Por fim, a zona da serralharia é responsável pelo corte de chapas/quinas de plástico para fornecimento às linhas (figura 3.8).



Figura 3.8 – Zona da serralharia

Após a conclusão do processo no corte, os cabos passam para a secção seguinte – a cravação. É constituída pela zona de baixa tensão e alta tensão e é responsável pela cravação de ponteiros e terminais nos cabos, de acordo com a marcação efetuada em cada um destes (figura 3.9).



Figura 3.9 – Cabos finalizados na secção cravação

Após este processo estar concluído, a cablagem é colocada num carrinho que contém todas as ligações necessárias para determinada OF ou retrabalho. O carrinho com toda a cablagem e *stacks* segue para dar entrada nas linhas 1, 2, 3 ou CL – Carga Lenta – consoante o respetivo produto a fabricar e a alocação realizada pela chefia de produção.

A linha 1 e 2, responsáveis pelo fabrico de equipamentos de carga rápida, são idênticas e fabricam os mesmos produtos – *Quick Chargers Station* (QC20, QC45, QC Bus) e HV160, HV175 e *Kiosk* – sendo da responsabilidade da chefia da produção a alocação dos produtos às respetivas linhas com base no planeamento e capacidade produtiva. A linha 3 é responsável essencialmente pelo fabrico dos *Quick Charging* Modulares (QC20, QC90, QC120). Por fim, a linha de carga lenta é responsável pelo fabrico de produtos de carga lenta nomeadamente Postos Públicos Monofásicos, Trifásicos e *Socket/Plug*.

Na tabela 3.3, é possível analisar os dados referentes ao número de postos, tempo de ciclo e *output* de cada linha de produção. Note-se que todos estes dados que se seguem, referentes à caracterização das linhas, dizem respeito ao dimensionamento da capacidade produtiva para 100%.

Tabela 3.3 – Caracterização das linhas de produção para 100% da capacidade produtiva

Linha	Postos de Trabalho	Tempo de ciclo (horas/posto)	Output (unidades de produto)
Linha 1	13 PT sequenciais	2	4
Linha 2	13 PT sequenciais	2	4
Linha 3	7 PT paralelos e 4 PT sequenciais	2	4
Linha Carga Lenta	4 PT sequenciais	1,5	5

As diferentes etapas do processo produtivo, em cada uma das linhas de produção, podem ser consultadas no Anexo A.

Depois de os equipamentos serem finalizados nas linhas, são enviados para o laboratório de testes, onde são feitos todos os testes de modo a comprovar a fiabilidade do equipamento para expedição. São realizados dois tipos de teste, nomeadamente:

- **Pré-teste:** realização da inspeção visual do equipamento, verificação de ligações elétricas, de apertos dinamométricos, de ventilação e de sinalização e são ainda feitos ensaios de isolamento elétrico.
- **Teste:** processo onde é aplicada carga ao equipamento, para que se averigue se o desempenho e rendimento deste se encontram dentro dos parâmetros pré-estabelecidos.

Caso o equipamento apresente falhas, dependendo da sua natureza, estas podem ser resolvidas no local, ou então o responsável da linha onde o equipamento foi produzido é chamado para resolver o problema. Por fim, quando o equipamento é validado no laboratório de testes, adquire uma etiqueta verde e é colocado na zona para preparação para expedição, onde é embalado e montada uma estrutura de madeira para garantir a segurança do equipamento durante o transporte.

O diagrama de processos do processo produtivo descrito, pode ser consultado na figura 3.10.

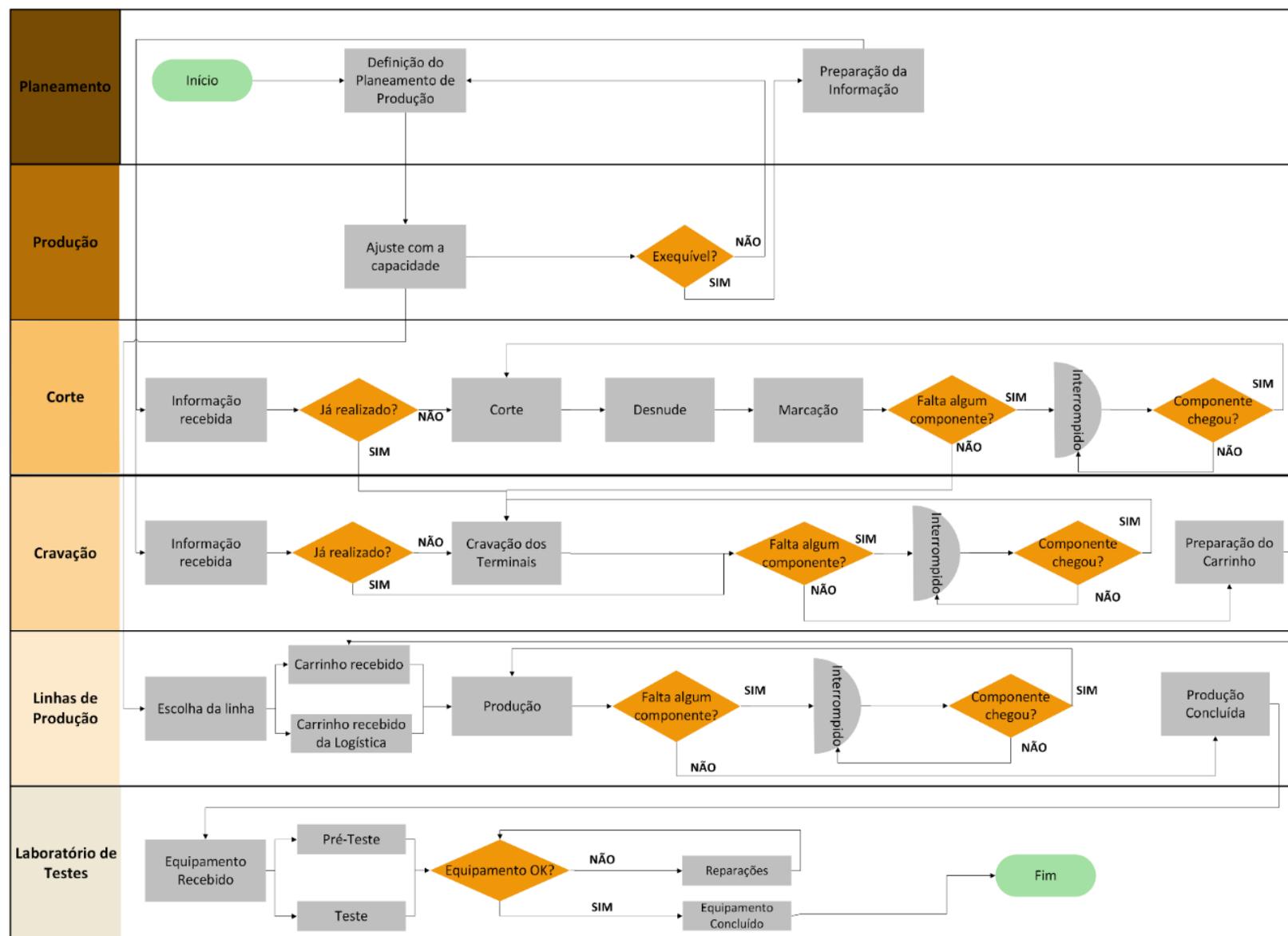


Figura 3.10 – Diagrama dos processos do processo produtivo

3.3 Descrição do Problema

Este estágio foi desenvolvido com o objetivo de fomentar e analisar a digitalização da informação na unidade fabril de carregadores de veículos elétricos na *Efacec Electric Mobility*, no setor das operações. Desta forma promove-se uma maior fluidez de informação e uma análise correta e detalhada da mesma para garantir um maior suporte às decisões organizacionais.

O estágio foi realizado no polo mais recente da organização – Polo da Maia – que está bastante vocacionado para a tecnologia. Assim sendo, esta unidade tem procurado simplificar os processos nos diferentes níveis organizacionais recorrendo à digitalização. Apesar de alguns níveis organizacionais e departamentos já apresentarem um elevado nível de digitalização, o departamento da produção possui, ainda, uma lacuna neste aspeto.

Este setor com o avanço tecnológico e aumento da procura dos produtos, enfrenta problemas relacionados com a fluidez sequencial e correta da informação, visto que esta se encontra espalhada por localizações distintas e muitas em formato em papel e poucas em formato digital. A unidade industrial apresenta uma sala *obeya* em *gemba* (figura 3.11), onde todas as manhãs os responsáveis pela produção e planeamento reúnem-se para analisar os indicadores da unidade industrial.



Figura 3.11 – Sala *obeya* em *gemba*

Todavia, o registo é realizado em formato em papel com as informações bastante dispersas, levando à perda de atenção pelos elementos presentes na reunião. Para além disso, o registo é realizado individualmente por tópico e note-se a falta de definição das métricas a analisar (figura 3.12). Desta forma, impossibilita uma visão macro da situação da unidade

industrial, com a inexistência de indicadores semanais/mensais, condicionando assim todas as decisões que deles advêm.

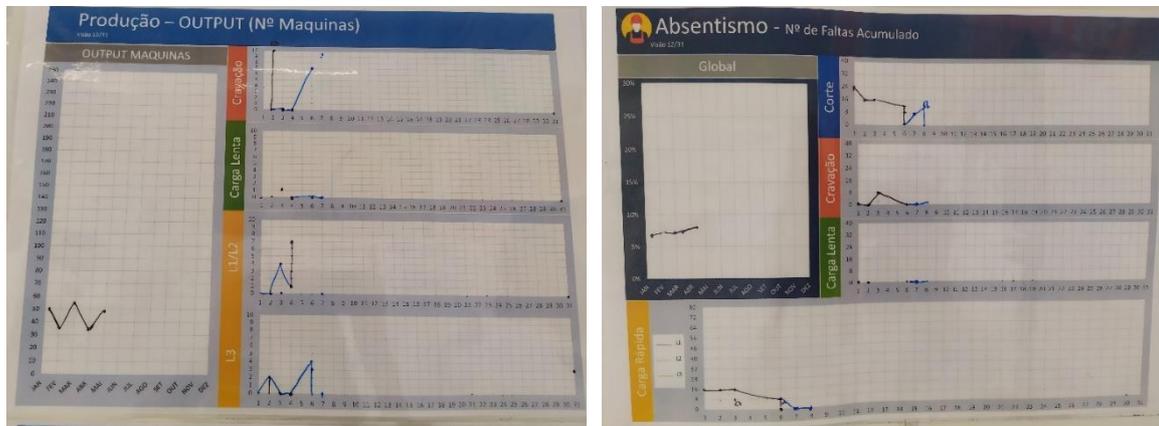


Figura 3.12 – Registo dos indicadores de produção no estado atual

Como descrito por Letmathe & Rößler (2022), o tratamento de dados em formato de papel proporciona um número elevado de erros e incongruências, e, conseqüentemente, elevados tempos de processamento. Assim, sentiu-se a necessidade de fomentar a mudança de paradigma, promovendo, primeiramente, uma standardização de documentos para registo de informação e garantir uma fluidez de informação ao longo dos níveis organizacionais. Por último, promover uma visualização de dados disponível para consulta e fomentar decisões mais sólidas, rápidas e intuitivas.

3.4 Metodologia e Descrição do estado atual

Nesta secção, será apresentada a metodologia utilizada para abordar o problema em estudo, seguirá na figura 3.13.

O processo inicia-se com uma análise do estado atual do sistema, definindo também a maturidade digital do mesmo. Em paralelo, devem ser recolhidos dados para melhor compreensão do sistema em estudo. Segue-se a fase da digitalização, que engloba a construção de um documento *standard* utilizando o *Microsoft Excel*, seguindo-se a construção da visualização de dados através do *Microsoft Power BI* e ,por fim a realização de uma formação para auxiliar os trabalhadores com estas tecnologias digitais e promover um método de trabalho adequado.

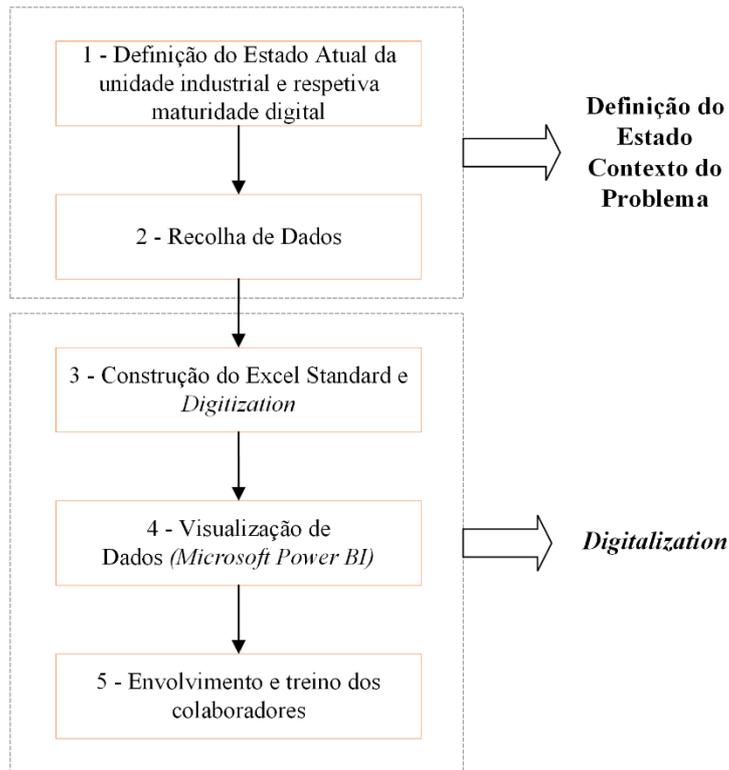


Figura 3.13 – Metodologia de abordagem ao problema

Como referido anteriormente, a unidade industrial lida com problemas relacionados com a digitalização dos processos e com a falta de fiabilidade da informação, e, consequentemente, com o défice de transmissão correta da informação entre departamentos para uma tomada de decisão eficaz. Para além disso, há défice de uma visualização de dados clara para todos os intervenientes no processo.

O departamento da produção recebe informações vindas do planeamento que por sua vez organiza e interliga com a informação transmitida pela direção. Assim, a nível organizacional, a informação deve fluir de forma eficiente e entre todos os níveis organizacionais para que o trabalho seja realizado de forma correta.

A informação em *gamba* era maioritariamente escrita em papel por cada chefe de secção e não do total conhecimento dos responsáveis de produção e planeamento, pois a informação chegava-lhes de diversas fontes e incompleta. Para além disso, existe uma grande quantidade de documentos gerados com a informação repetida e dispersa levando a que exista a uma comunicação ineficiente. Tendo isto em conta, não há visualização sobre a informação, dificultando a perceção da mesma por parte de diferentes níveis organizacionais. Na figura 3.14, é apresentado um Diagrama de *Ishikawa* onde são descritas as causas identificadas do problema em análise.

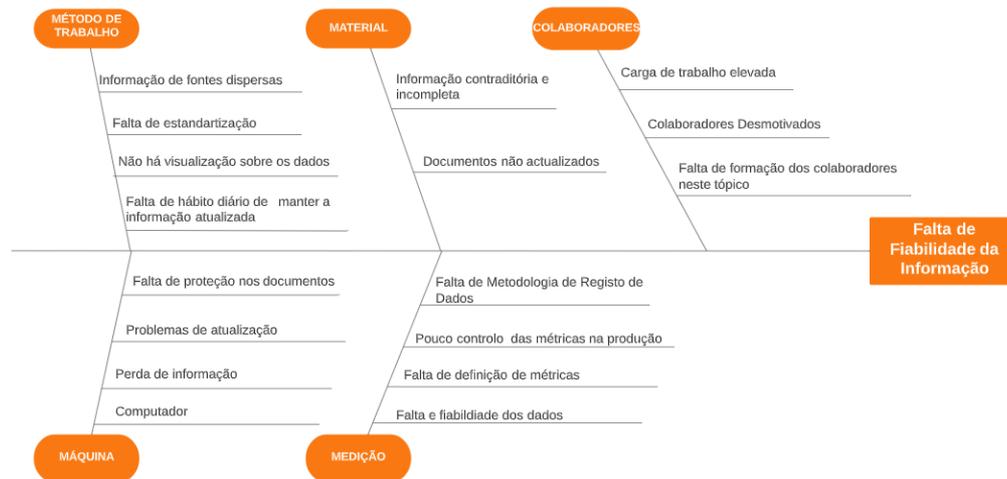


Figura 3.14 – Diagrama de Ishikawa

Previamente, a ligação entre o planeamento e o chão-de-fábrica era realizada pelo chefe responsável da produção e através de sucessivos e-mails e informações em formato papel. De seguida, foi criado um primeiro *Excel* – **Excel A** – constituído por três folhas – Produção, Absentismo e Segurança – para auxílio nesta tarefa e levando a um aumento de autonomia para os chefes de secção. Contudo, não era preenchido diariamente e, portanto, alguns dados de *Inputs/Outputs* nas linhas de produção continuavam a ser dados por e-mail para com o departamento de produção. Assim, este *Excel* apresentava ser uma ferramenta obsoleta, levando à não uniformização do processo de transmissão de dados, à geração de dados ineficientes e perdas de informações que mais tarde condicionariam todas as decisões organizacionais que deles dependem.

Para além deste *Excel*, existe um outro ficheiro oriundo do planeamento – Planeamento 2022 – em que os chefes de secção preenchem com o estado relativamente a determinada OF. Entende-se que como a atualização do estado neste documento não é individualizado por secção, não permite à organização uma visão detalhada do progresso da OF ao longo do processo produtivo. Por exemplo, caso uma OF tiver associado o estado “Interrompido”, não permite fornecer a localização exata da OF em chão-de-fábrica, apenas se sabe que o seu processo está interrompido.

Assim, note-se a falta de interligação e comunicação entre departamentos. Desta forma, tornou-se necessário criar um novo *Excel* com informação mais pertinente e útil para todos os intervenientes no processo, visto que o **Excel A** não era usado.

Ainda que tal não se aplique à organização como um todo, a verdade é que esta unidade industrial e, em específico, o departamento de produção, se encontra numa fase de maturidade digital bastante baixa. Portanto segundo Johansson et al. (2020a) da figura 2.1

da secção 2.1.3, afirma-se que, no estado atual, o departamento encontra-se no estágio 0 (*Analog*) da dimensão *Pre-digitalization*.

Por último, foi realizada uma análise SWOT, de modo a comprovar a capacidade da organização para a evolução a nível digital, bem como os aspetos que esta necessita de trabalhar no futuro próximo. Realçam-se como pontos fortes o elevado conhecimento da organização face às tecnologias digitais e a motivação dos seus colaboradores em explorar este tópico. Todavia, note-se a falta de formação dos colaboradores sobre como trabalharem com as tecnologias digitais e a necessidade de aquisição de novas tecnologias, por parte da organização. Relativamente às ameaças verificadas, constata-se a competitividade entre organizações face à maturidade digital dos seus processos. Os restantes aspetos da análise SWOT podem ser consultados com detalhe na figura 3.15.

Fatores Internos	Pontos fortes <ul style="list-style-type: none">• Boa reputação da marca;• Elevados conhecimentos na área tecnológica;• Empresa direccionada para o digital;• Colaboradores dispostos a evoluir profissionalmente;	Pontos Fracos <ul style="list-style-type: none">• Necessária mais formação aos colaboradores;• Falta de comunicação;• Falta de hábito diário para tecnologias digitais;• Necessário adquirir novas tecnologias para finalizar a implementação de tecnologias digitais;
	Fatores Externos	Oportunidades <ul style="list-style-type: none">• Maior tecnologia disponível;• Mercado atual direccionado para a digitalização e tecnologias digitais;• Mercado de veículos elétricos com tendência crescente;

Figura 3.15 – Análise SWOT da organização

4 Digitalização dos Processos Industriais

4.1 Construção do *Excel Standard* da Produção

Como descrito anteriormente, o departamento de produção foi identificado no estágio 0 (*Analog*), portanto o primeiro passo a concluir consiste na passagem da informação do formato analógico para o digital. Para este efeito é necessária a construção de um documento *standard* para o preenchimento dos dados por todas as secções do processo produtivo, para que estes sejam o mais fiáveis possível e para que ocorra a centralização da informação. Assim, foi escolhida a ferramenta *Microsoft Excel* para desenvolver este documento *standard*, por ser uma ferramenta intuitiva e com a qual os colaboradores estão familiarizados.

Foi construído um *Excel B* que é responsável pelo preenchimento de dados de cada secção, e um *Excel C* que funciona como uma base de dados que recebe os dados preenchidos no *Excel B*. Inicialmente, o *Excel C* tinha localização numa pasta pessoal do chefe de produção no *OneDrive*, com os respetivos direitos cedidos aos utilizadores. Com o desenvolvimento e uniformização do projeto viu-se a necessidade de ponderar a forma de armazenamento de ficheiros usada até então, de modo a ser compatível com os objetivos futuros do projeto. Assim, optou-se pela utilização do *Microsoft SharePoint* (denominada por “Produção EEM”) para localização do ficheiro, dado que o *OneDrive* bloquearia o acesso de outros colaboradores, na ausência do chefe de produção (por exemplo, motivo de saída da organização ou férias).

4.1.1 Construção do *Excel* de preenchimento de dados – *Excel B*

O *Excel B* é um documento *standard*, preenchido por cada chefe das seis secções em chão-de-fábrica - corte, cravação, linha 1, linha 2, linha 3 e linha CL (carga lenta) - sendo que a linha 2 e CL têm o mesmo chefe de secção. Neste documento são inseridas ordens de fabrico e retrabalhos; porém as ordens de serviço (OS) não são registadas por não se encontrarem no documento do planeamento que fornece as informações a este *Excel*. Este documento tem localização na pasta “MO_LO_FA” com origem no *OneDrive*.

Em qualquer sistema de informação, o processo inicia-se com a reunião e tratamento da informação para posterior análise e apresentação desta de forma credível. Portanto, segue-se a fase de identificação da informação necessária e de que forma irá ser recolhida no sistema em estudo – unidade fabril de carregadores elétricos. A nível do departamento de

produção verificou-se a necessidade de obtenção de informações de dois grupos: *inputs/outputs* dos equipamentos em cada secção e absentismo dos colaboradores. Na tabela 4.1 encontra-se descrita a informação pertinente para cada um destes grupos.

Tabela 4.1 – Descrição da informação para o *Excel Standard*

INPUTS/OUTPUTS	ABSENTISMO
<p>INFORMAÇÕES DO EQUIPAMENTO (PLANEAMENTO):</p> <ul style="list-style-type: none"> • OF; • Número de Série; • Projeto; • Tipo e Configuração do equipamento; • Cliente. <p>ESTADO DO EQUIPAMENTO EM FÁBRICA</p> <p>DATAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Data de Início; • Data de Concluído; • Data de Interrompido; • Data de Entrega. <p>TEMPO DE INTERROMPIDO EM FÁBRICA</p>	<p>Dados do Colaborador:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nome do colaborador; • Número Mecanográfico; <p>Data da falta;</p> <p>Falta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de Falta; • Número de horas em falta.

De seguida, para uma melhor clareza da informação, é necessário organizar toda a informação e agrupá-la da melhor forma, neste caso, por diferentes folhas no documento. Este é constituído por 4 folhas – Registo de Entrada (*Inputs/Outputs*), Absentismo, Planeamento e Dados – sendo que esta última é oculta para os chefes de secção e apenas é visível para as chefias do departamento de produção. Esta funciona como uma folha de rascunho para que seja possível a organização da programação do documento.

O processo de construção do **Excel B** seguiu o método PDCA (do *inglês Plan, Do, Check, Act*), visto que apresentou ser um processo demorado e em constante melhoria dada a colaboração crucial dos colaboradores. Assim:

- Na fase *Plan*, foi definida a informação a utilização, bem como a forma de a apresentar;
- Na fase *Do*, o que foi planeado no ponto anterior foi replicado a nível prático através da apresentação das folhas em *Excel* e da programação em *Visual Basic* (VBA);
- Na fase *Check*, o envolvimento dos colaboradores (chefes de secção) foi promovido através da experimentação do realizado na fase anterior, de maneira a identificar oportunidades de melhoria;

- Na fase *Act*, foram postas em prática as oportunidades de melhoria sugeridas pelos colaboradores. Todo o ciclo foi repetido até à robustez requerida no documento.

A secção da cravação foi utilizada como “documento piloto” até à sua conclusão definitiva, de seguida o processo foi replicado para cada secção em análise.

Folha “Dados”

Como descrito anteriormente, esta folha está oculta para os utilizadores deste documento e funciona como uma folha auxiliar na programação em VBA das restantes folhas. Toda a informação com detalhe relativamente à presente folha pode ser consultada no Anexo B.

Assim, contem informação sobre:

- Os colaboradores de cada secção, interligado com o documento “Equipa_Prod” através de uma *PowerQuery*;
- Os tipos de justificação de falta que um colaborador pode dar, permitindo realizar uma *ListBox* na folha *excel* “absentismo”;
- Os estados que uma OF pode adquirir ao longo do processo produtivo, permitindo realizar uma *ListBox* na folha *excel* principal de registo;
- Mecanismo para identificação de uma OF no planeamento e em caso afirmativo preencher as respetivas informações da folha do planeamento para o *userform* iniciado no botão “Inserir OF”;
- Mecanismo para identificar uma OF na folha *excel* “Registo de Entradas” e em caso afirmativo proceder à sua eliminação.

Folha “Registo de Entradas”

É a folha principal do documento em análise, visto que é nesta que são inseridas as OFs e os retrabalhos realizados em cada secção. Com o auxílio das datas inseridas (data de início, data de concluído, data de interrompido e data de entrega) é possível ter uma perceção dos *Inputs/outputs* individualizado de secção. Toda a informação com detalhe pode ser consultada no Anexo C.

Existem alguns mecanismos de interação com o utilizador, para que o entendimento e manuseio do documento seja facilitado e intuitivo. Estes são realizados com recurso não só a fórmulas do *Excel*, mas também a *userforms* e VBA. Foram então criados dois botões (um

botão de inserir e um botão de eliminar) e ainda mecanismos para evitar erros, nomeadamente OFs repetidas ou letras maiúsculas aquando da inserção de dados.

O botão “Inserir OF” direciona o utilizador para um *userform*, representado na figura 4.1, onde é inserida a OF no respetivo campo e as restantes informações (número de série, tipo e configuração do equipamento e o cliente associado), que advêm do documento do planeamento.

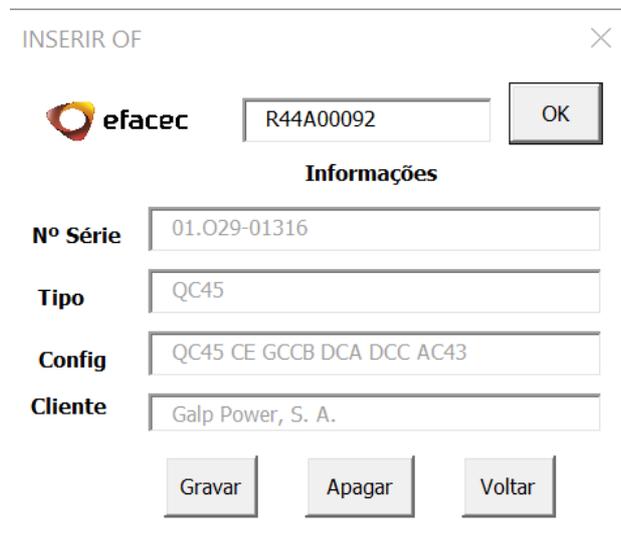


Figura 4.1 – *Userform* alocado ao botão “Inserir OF”

Realça-se que ao inserir a OF no *userform* mencionado, ao clicar “OK”, caso a OF não se encontre no planeamento é apresentada uma mensagem “Esta referência não está no planeamento”; por outro lado, caso esta já se encontre no *Excel* é apresentada uma mensagem “Número de Referência já inserido” (figura 4.2). Esta ação previne erros de duplicação de OFs, como estava a acontecer previamente ao preenchimento deste documento.

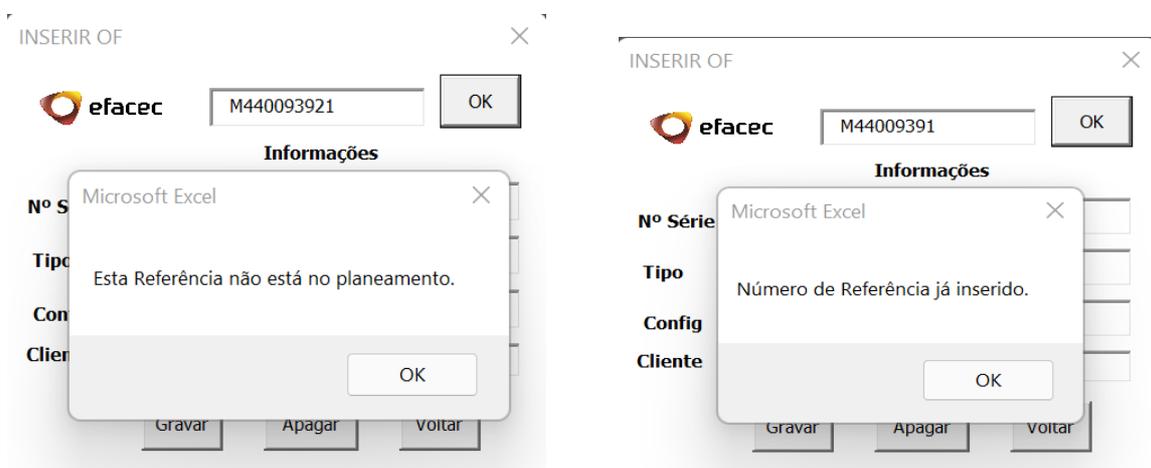


Figura 4.2 – Caixas de texto de ações para verificação da existência de uma OF

Como é passível observar na figura 4.1, no *userform* existem três botões à disposição do utilizador:

- **Botão Apagar:** caso necessite de apagar a OF do campo de inserção;
- **Botão Voltar:** caso pretenda sair do *userform*, é direcionado para a folha principal do *Excel* – Registo de Entradas;
- **Botão Gravar:** caso deseje continuar com a inserção de dados, ao clicar neste botão é adicionada uma nova linha com estas informações e o campo “Estado” é preenchido automaticamente com “1 - Em curso” e a “Data de Início” é preenchida com a data do próprio dia. Os campos “Projeto”, “Nº série”, “Cliente”, “Tipo” e “Configuração” possuem fórmulas que interligam com a informação da folha *excel* “Planeamento”.

Após a inserção da nova linha com a respetiva OF, o utilizador tem a possibilidade de alterar a data de início e o estado da OF, sendo este último com recurso a uma *listbox* da informação de estado, presente na folha *excel* “Dados”. Tendo em conta a progressão em chão-de-fábrica, foram definidos quatro estados:

- **Em curso:** o trabalho foi iniciado na secção e está a decorrer, tendo apenas uma data de início;
- **Interrompido:** falta de matéria-prima para concluir determinada operação para prosseguir o processo e, portanto, o equipamento encontra-se impossibilitado de prosseguir. Neste caso, o colaborador necessitará de preencher coluna da data de interrompido e a coluna “Tempo”, que corresponde ao tempo necessário, por pessoa, para terminar um equipamento aquando da chegada do material em falta;
- **Concluído:** o trabalho da respetiva secção na OF está concluído sem nenhuma falta de material. Note-se que o equipamento pode estar concluído e não ser entregue no mesmo momento à secção seguinte, pelo que apenas a data de concluído é preenchida;
- **Entregue:** a OF prossegue para o posto seguinte, sendo que no caso do corte é entregue à cravação, por sua vez entrega às linhas e, por fim, as linhas entregam ao laboratório de testes. É de realçar que nas linhas 1, 2, 3 e CL, quando uma OF é concluída é automaticamente entregue ao laboratório de testes, pelo que é inserido o estado “Entregue” e com data de concluído igual à data de entrega.

Foi ainda criado um **botão “Eliminar OF”**, onde o utilizador deve inserir qual a OF/retrabalho que deseja eliminar da folha de registos. Ao clicar neste botão, o utilizador é direcionado para o *userform* presente na figura 4.3. A programação relativa a este mecanismo pode ser consultada com detalhe no Anexo B.

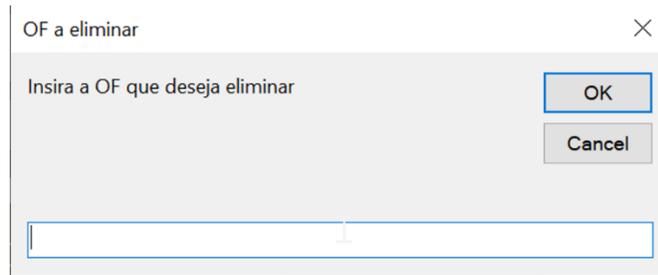


Figura 4.3 – Userform alocado ao botão “Eliminar OF”

Caso a OF não seja encontrada na folha de registo, é apresentada a seguinte mensagem “OF não encontrada. Não foi eliminada nenhuma linha”. Por outro lado, caso esta seja encontrada é apresentada a mensagem” Linha eliminada” e é consequentemente eliminada a linha correspondente (figura 4.4). Note-se que o campo de inserção de OF tem a funcionalidade de converter letras minúsculas inseridas em maiúsculas, de maneira a evitar erros.

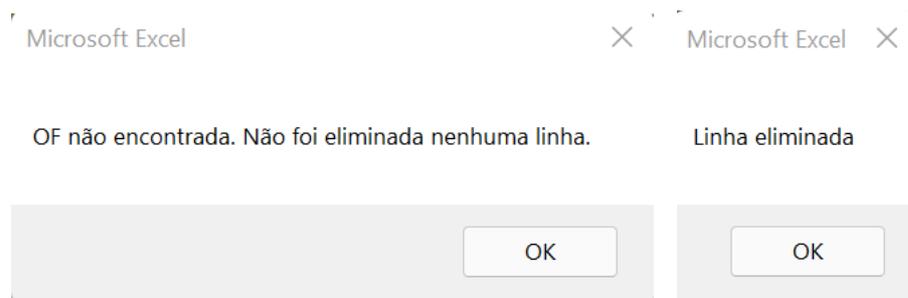


Figura 4.4 – Caixas de texto de ações para eliminar OF

De maneira a compreender a informação apresentada no documento, no canto superior direito da respetiva folha são apresentados os totais relativamente ao número total de equipamentos de determinada secção, equipamentos entregues, equipamentos em WIP e tempo total necessário para concluir as tarefas pendentes (figura 4.5). Entenda-se por *Work in Progress* todos os equipamentos que têm estado “Em curso”, “Interrompido” “Concluído” sem data de entrega e “Entregue” sem data de concluído.

Total Máquinas	Máquinas Entregues	WIP	Horas
91	86	5	0,00

Figura 4.5 – Contagens de equipamentos da folha “Registo de Entradas”

As fórmulas associadas a cada uns dos campos descritos na figura anterior podem ser consultadas no Anexo C.

Folha “Absentismo”

Nesta folha, passível de consulta no Anexo D, os chefes de secção preenchem as horas em falta de cada colaborador da sua equipa em determinada data, com o tipo de falta dada e a duração em horas desta.

Refere-se ainda que o documento com as horas previstas e as horas efetuadas por cada posto, bem como da atualização do nome e alocação dos colaboradores, está a ser realizado por outro colaborador, e é interligado com cada *Excel* a ser desenvolvido através de uma *Power query*.

Como descrito anteriormente, os colaboradores foram envolvidos ao longo do processo e as suas necessidades e sugestões foram tidas em conta. Assim, foi possível definir os tipos de falta: baixa, outros assuntos, assuntos pessoais, exames/consulta, covid, atraso, licença, férias, comissão de trabalhadores e delegado sindical.

Comparativamente ao processo de informação anteriormente realizado em chão-de-fábrica, percebeu-se a importância de identificar as horas em falta em cada secção ao invés das horas trabalhadas. Assim, note-se a alteração e facilidade do registo efetuado, visto que o registo das faltas era anteriormente realizado num documento *Excel* à parte do documento da produção.

Folha “Planeamento”

Esta folha está interligada através de uma *Power Query* com o ficheiro do departamento do planeamento – Planeamento CL&CR. Funciona como uma folha auxiliar e de pesquisa, permitindo a pesquisa de determinada OF para uma melhor gestão do trabalho por cada chefe de secção.

Ao inserir a OF na folha “Registo de Entradas”, com recurso à programação realizada em VBA, a informação é obtida através desta folha e é então copiada para a folha de registo inicial. Para mais detalhes consultar Anexo E.

4.1.2 Construção do *Excel* Base de dados – *Excel C*

O *Excel C*, denominado por “Base de Dados”, é responsável pelo armazenamento de toda a informação registada no *Excel B*, inicialmente com origem no *OneDrive* e posteriormente no *SharePoint* Produção EEM (localização final do documento). A ligação

entre os dois ficheiros é realizada através de uma *Power query*. Informação pormenorizada passível de consulta no Anexo F.

Na figura 4.6, observa-se a arquitetura de ligação entre os documentos descritos, onde se contabilizam seis ficheiros *Excel B* que transpõem a informação para o respetivo ficheiro *Excel C*. Na próxima etapa, construção do documento de visualização de dados em *Microsoft Power BI*, todas as bases de dados são interligadas dando origem a uma nova tabela em *Power BI* – Produção Geral.

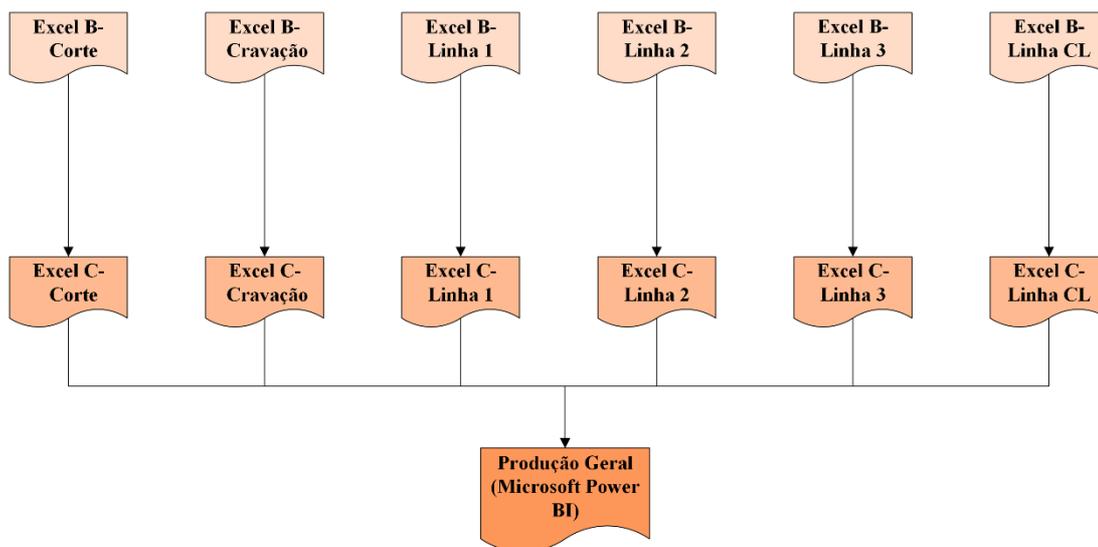


Figura 4.6 – Arquitetura de ligação dos documentos *Excel B* e *C*

4.2 Visualização de dados em *Microsoft Power BI*

Considerou-se a necessidade de trabalhar os dados preenchidos pelos chefes de secção em chão-de-fábrica, e recebidos no *Excel C*, para colmatar a lacuna verificada inicialmente de falta de visualização de dados e falta de métricas relacionadas com estes.

Para tal, foi escolhida a ferramenta *Microsoft Power BI* onde foi criada uma conexão em tempo real com a informação presente no *Excel C*. Desta forma, torna-se possível não só a apresentação gráfica dos dados recolhidos, como também a definição de indicadores de performance da unidade fabril em estudo.

Foram criadas seis páginas em *Power BI* com mais duas auxiliares (ocultas dos utilizadores), como será apresentado e descrito de seguida. Todas as seis folhas, à exceção do “Relatório Mensal de Produção”, apresentam no cabeçalho ligações a outros quatro *Power BI*: Sequenciador, *WIP*, Erros do laboratório de testes (Erros VQ) e Gestão de Horas.

Referir ainda que todos os ficheiros permitem filtrar os dados, entre outras coisas, pela data que apenas contabiliza dias úteis e foram trabalhadas à parte num ficheiro *Excel* auxiliar.

Folha “Relatório Diário Absentismo”

Esta folha visa representar os resultados do absentismo nas secções em estudo, note-se que absentismo são todas as ausências não planeadas. De tal forma que, na folha em análise, representada na figura 4.7, é apresentado o absentismo em cada secção por dia e numa visão mensal, e segue-se a representação gráfica das horas em falta por colaborador e a percentagem de absentismo por secção. Note-se que o tipo de falta “férias” não entra na contabilização percentual deste indicador por representar uma ausência planeada, porém é importante na análise global.

Esta componente tem por base um ficheiro *Excel* com localização no *Sharepoint*, onde consta a listagem dos colaboradores e a sua alocação às respetivas secções, o seu número mecanográfico e respetiva chefia, a sua data de início e fim, o seu estado atual na unidade.

O cálculo do absentismo diário foi realizado tendo por base algumas considerações:

- Considerar apenas os colaboradores com estado “Ativo” na organização;
- Realizar a soma das horas em falta em cada secção através dos dados preenchidos no *Excel B* e recebidos no *Excel C*;
- Realizar a soma das horas necessárias de trabalho por secção através da fórmula que se segue e considerando 7,5 horas de trabalho por dia/colaborador:

$$\text{Horas disponibilizadas por secção} = N^{\circ} \text{ de Trabalhadores} * 7,5 \text{ horas} \quad (1)$$

Tendo por base o descrito e através da fórmula (2), foi possível calcular o absentismo diário.

$$\begin{aligned} \text{Absentismo Diário} &= \frac{\sum \text{Horas de Absentismo}}{\text{Capacidade Total por secção}} \\ &= \frac{\sum \text{Horas de Absentismo}}{\sum \text{Dias útil} * \sum \text{horas capacidade}} \end{aligned} \quad (2)$$

Tomando como referência que os dias úteis são identificados com o algoritmo um:

$$\sum \text{Dias útil} = \text{If}(\text{Dia útil} = 1, \text{if data} \leq \text{Today}, 1, 0), 0) = \sum 1 \quad (3)$$

Folha “Produção Geral”

A folha “Produção Geral” (figura 4.8) apresenta-se como uma visão macro do *Excel* **B**, onde são apresentadas as contagens dos equipamentos em curso, interrompidos, concluídos, concluídos não entregues (sem data de entrega) e entregues não concluídos (sem data de concluído). Estas contagens podem ainda ser observadas graficamente. Além do mais, é apresentada uma tabela com todas as características de uma OF na unidade industrial.



Figura 4.7 – Folha “Relatório Diário de Absentismo” (Power BI)



Figura 4.8 – Folha “Produção Geral” (Power BI)

Folha “Relatório Diário de Produção”

O relatório diário da produção é responsável por apresentar os *inputs* e *outputs* da produção, bem como o WIP, equipamentos que se encontram com o estado “Interrompidos” e o absentismo diário total da unidade fabril (figura 4.9).

Inputs são todos os equipamentos que deram entrada numa das secções da unidade fabril, e *outputs* são todos os equipamentos que têm estado “Concluído” com respetiva data de conclusão. Note-se que se optou por definir *outputs* como equipamentos concluídos e não como equipamentos entregues, dado que um equipamento pode ser entregue à secção seguinte sem o mesmo estar concluído e, portanto, apresentar faltas. Além disso, WIP foi definido como todos os equipamentos que apresentam o estado “Em curso”, “Interrompido”, “Concluído” sem data de entrega e “Entregue” sem data de concluído.

Diariamente, este relatório é atualizado automaticamente e é enviado pelas 18:30 horas dos dias de trabalho úteis, em formato imagem e com ligação ao respetivo *Power BI*, através do e-mail organizacional para os chefes de secção, chefe de produção e departamento do planeamento. Assim, o planeamento analisa este relatório de maneira a complementar os estados das respetivas OFs nos seus próprios ficheiros. Em conjunto com este departamento, foi decidido apresentar a descrição da OF, da respetiva secção, tipo de equipamento, cliente e a contagem do número de OFs por secção. De tal forma que a primeira tabela, quer nas entradas quer nos concluídos, diz respeito aos centros de início e a tabela que se segue às linhas de produção. Ainda, ao clicar no gráfico “Interrompidos”, observa-se a descrição da OF, tipo de equipamento e o respetivo cliente (figura 4.10). Esta ligação é realizada com recurso à folha auxiliar “Interrompidos”.

Para além disso, foi ainda realizado uma página de detalhe denominado por “Detalhe Relatório” representada na figura 4.11, onde o utilizador ao clicar no botão, representado por um sinal de informação, é direcionado para esta folha, onde é apresentada a informação detalhada por OF.

Em ambas as folhas descritas, verifica-se o filtro por data onde apenas são contabilizados os dias úteis de trabalho e ambas as folhas apresentam este filtro sincronizado.



Figura 4.9 – Folha “Relatório Diário de Produção” (Power BI)

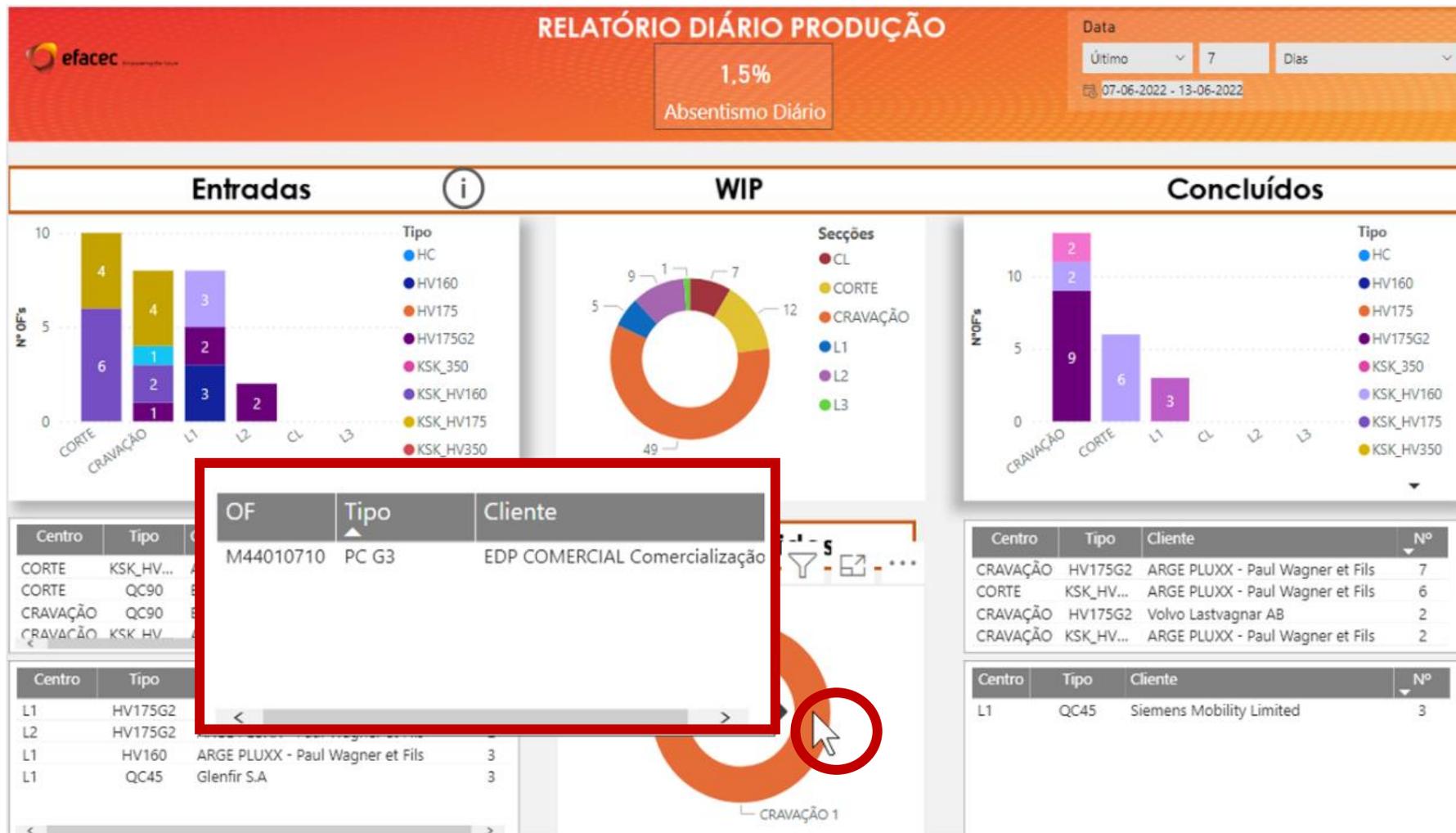


Figura 4.10 – Detalhe de equipamentos interrompidos

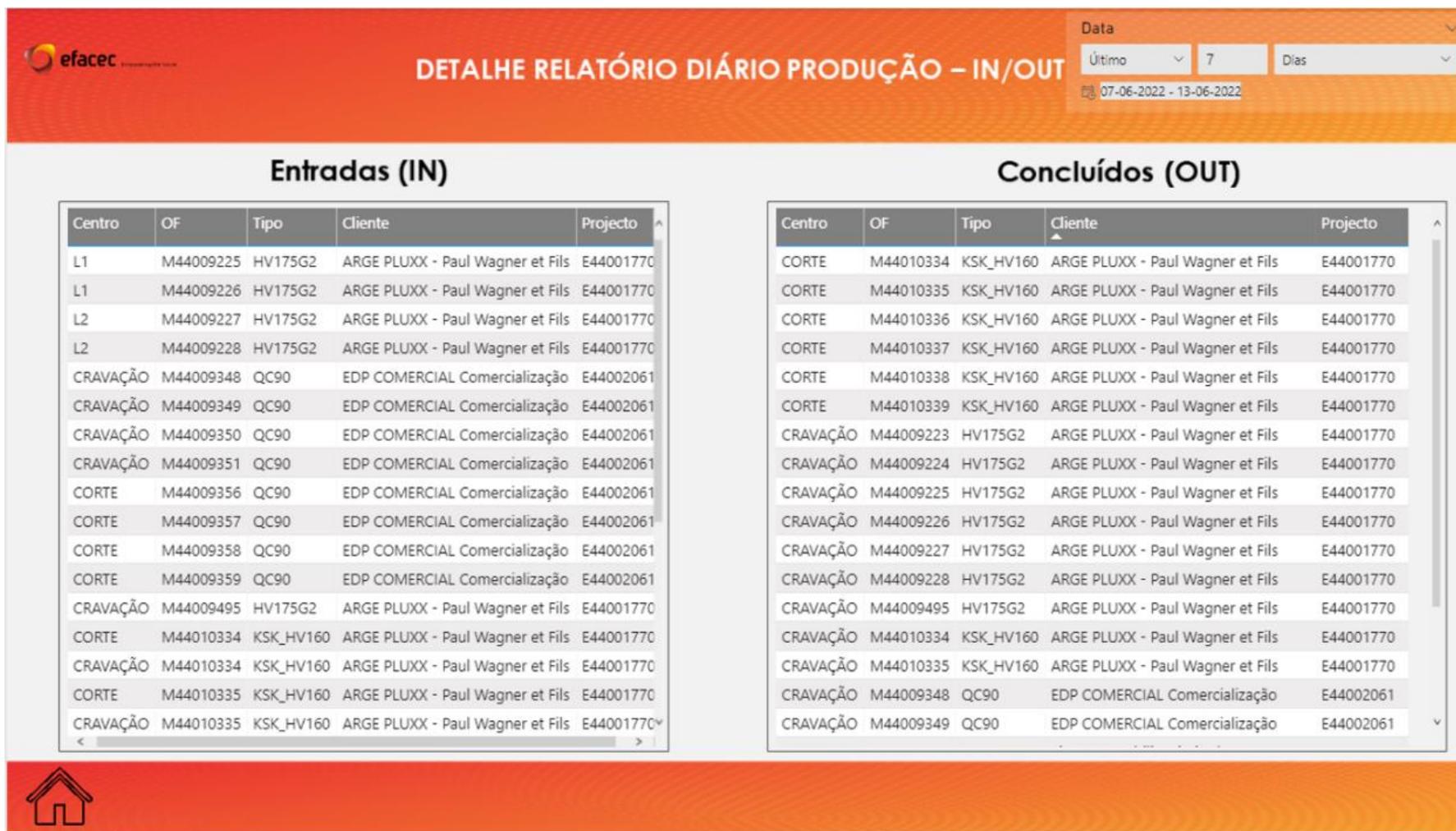


Figura 4.11 – Folha “Detalhe Produção” (Power BI).

Folha “Relatório Mensal de Produção”

É crucial ver diariamente os dados da produção de modo a promover uma estratégia a nível operacional. Contudo, é também importante analisar a médio/longo prazo e deste modo promover uma estratégia a nível tático, e assim surge a necessidade de uma visão mensal macro da produção.

A folha do “Relatório Mensal de Produção” encontra-se dividida em quatro secções (figura 4.13):

- *Inputs/Outputs* das linhas de produção;
- *Inputs/Outputs* dos centros de início;
- Absentismo das secções todas;
- Resíduos de cobre oriundos da secção corte.

Importa realçar que se verificou a necessidade de observar, nos *inputs* das linhas de produção, a sua relação com o planeado para o respetivo mês pelo departamento do planeamento (figura 4.12).

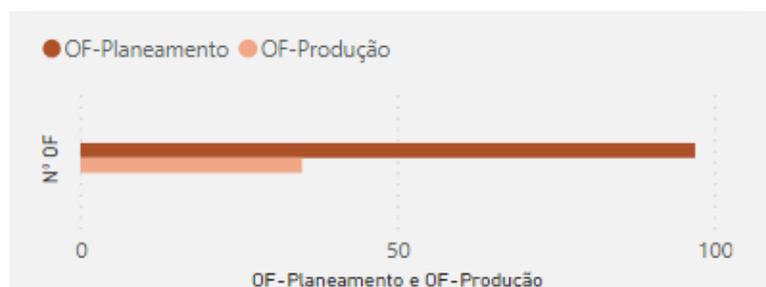


Figura 4.12 – Comparação entre OFs planeadas e produzidas mensalmente

Folha “Resíduos Cobre”

A secção corte é a que apresenta um maior registo de desperdício, em concreto no que toca a cabos inutilizáveis. Este desperdício verifica-se essencialmente de duas formas:

- Dos cabos marcados através do equipamento *Komax*, que apesar de serem realizados em conjuntos de 8 cabos há sempre registo de desperdício;
- Quando existem alterações no planeamento e algum conjunto de cabos já havia sido cortado e não existe a possibilidade de reaproveitamento para outro equipamento com a mesma configuração.

Portanto foi decidido a realização de uma folha em *Power BI* onde seja apresentada somente a análise dos resíduos dos cabos de cobre para que estes sejam diminuídos ao longo

do tempo (figura 4.14). O chefe de secção preenche um ficheiro *Excel*, à parte dos referenciados anteriormente, onde especifica o total pesado de resíduos (em quilogramas), o aproveitamento (em quilogramas), a quantidade efetiva de desperdício (em quilograma), a origem e o motivo dos resíduos.

A presente folha apresenta todos os dados referenciados em formato visual, porém foram introduzidos alguns indicadores para uma melhor análise dos dados (5) e (6) com base nos dados em quilogramas preenchidos pela colaboradora. O total de resíduos foi descrito por (4), a percentagem de aproveitamento de resíduos por (5) e, por fim, a percentagem do desperdício de resíduos de cobre por (6). Note-se que a soma do algarismo zero no final de cada equação, é um mecanismo utilizado em *PowerBI* para que em caso de inexistência de dados, apareça o valor zero visualmente.

$$Total\ de\ resíduos\ (kg) = \sum Resíduos\ (kg) + 0 \quad (4)$$

$$\begin{aligned} &Aproveitamento\ de\ resíduos\ (\%) \\ &= \left[\left(\frac{\sum Aproveitamento\ de\ Resíduos\ (kg)}{Total\ de\ Resíduos\ (kg)} \right) * 100 \right] + 0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$Desperdício\ de\ resíduos\ (\%) = \left[\left(\frac{\sum Resíduos\ (kg)}{Total\ de\ Resíduos\ (kg)} \right) * 100 \right] + 0 \quad (6)$$

Folha “Tempo de Atravessamento”

Como descrito inicialmente, a inserção das datas – início, interrompido, concluído, entregue – permite obter uma visão do progresso de determinada OF ao longo do processo produtivo. Desta forma, foi construída a folha de “Tempo de Atravessamento” (figura 4.15), onde estão representados os progressos das OF representativas de equipamentos concluídos. Esta folha apresenta, no canto superior esquerdo, a contagem de equipamentos concluídos, especificando por tipo de equipamento e pela secção a que está alocado e, no canto inferior esquerdo, a representação gráfica desta informação. Ainda na lateral esquerda, é apresentado um campo de pesquisa de OF e permite ainda ao utilizador a filtragem dos dados por produção direta. Foi definido internamente que o termo **Produção Direta** diz respeito a todos os equipamentos que não têm data de interrompido e, portanto, não têm paragens ao

longo do processo de fabrico. Por fim, é apresentado o tempo de atravessamento por secção e esta representação cronologicamente.

O tempo de atravessamento foi calculado através da fórmula (7), onde foi realizada a subtração entre duas unidades de tempo: tempo de conclusão e tempo de interrompido. O tempo de conclusão diz respeito à subtração entre a data de conclusão e a data de início, com a adição de uma unidade para que o dia de início seja contabilizado na sua totalidade. O tempo de interrompido diz respeito à subtração entre a data de concluído e a data de interrompido.

Tempo de Atravessamento (dias)

$$\begin{aligned}
 &= \textit{Tempo de Conclusão} - \textit{Tempo de Interrompido} \\
 &= [(Data de Concluído - Data de Início) + 1] \\
 &\quad - [Data de Concluído - Data de Interrompido]
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

De maneira a ser possível analisar os dados de forma correta e com uma base sólida, foram inseridos os tempos teóricos registados em sistema e com o auxílio dos colaboradores. Para que haja concordância dos dados, os tempos teóricos estavam registados em horas e foram convertidos em dias, tomando como referência que um dia corresponde a 7,5 horas de trabalho. Na tabela 4.2, encontra-se representada a duração da tarefa por tipologia de equipamento em cada secção. Como descrito anteriormente, a secção corte é composta por várias tarefas, sendo que apenas será analisada a duração que diz respeito à tarefa realizada na *Komax*. Para mais, apenas existem valores nas linhas de produção responsáveis pela produção da respetiva tipologia de equipamento. Importa referir que os tempos teóricos dependem de vários fatores, nomeadamente o número de colaboradores, o seu nível de formação e se são verificadas faltas de material. De tal forma que possibilita ao utilizador a perceção do desfasamento do tempo real realizado com o tempo teórico determinado sem interferências.

Tabela 4.2 – Tempos teóricos de produção de cada tipo de equipamento (em dias)

Tipo de Equipamento	Corte	Cravação	L1	L2	L3	CL
QC90	0,50	1,87			2,93	
QC45	0,53	1,60	3,47	3,47		
QC150B	0,44	1,60	3,47	3,47		
QC120	0,5	1,87			2,93	
PC G3	0,16	0,67				0,80
PC	0,16	0,67				0,80
KSK_HV350G2	0,19	0,67	3,47	3,47		
KSK_HV350	0,19	0,67	3,47	3,47		
HV175G2	0,42	1,60	3,47	3,47		
HV160	0,42	1,87	3,47	3,47		
HV175	0,42	1,60	3,47	3,47		
KSK_350	0,19	0,67	3,47	3,47		
KSK_HV175	0,19	0,67	3,47	3,47		
PM	0,06	0,20				0,80
QC24	0,19	1,07				0,80
HC	0,08	0,13				0,53
KSK_HV160	0,19	0,67	3,47	3,47		

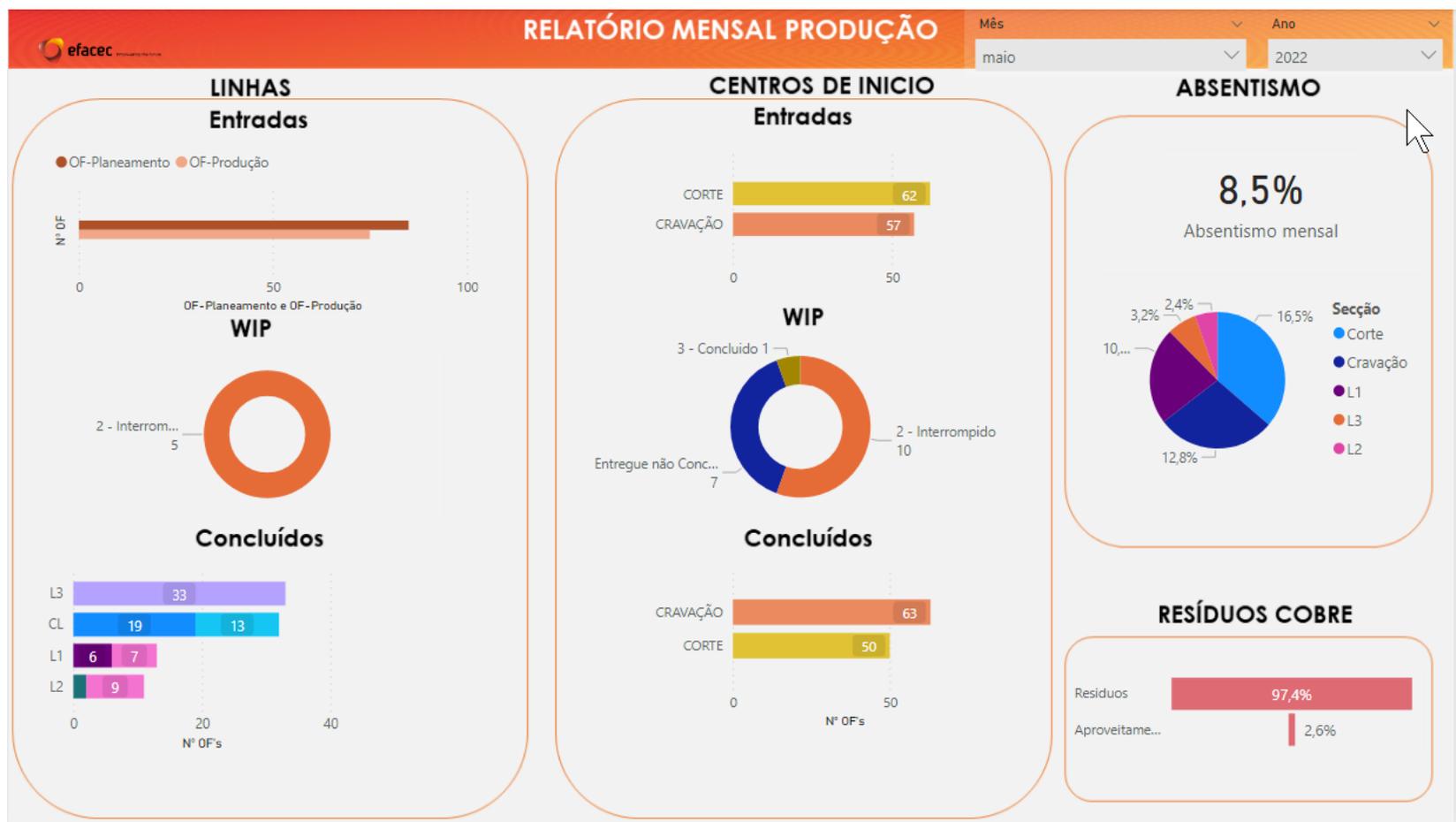


Figura 4.13 – Folha “Relatório Mensal de Produção” (Power BI)

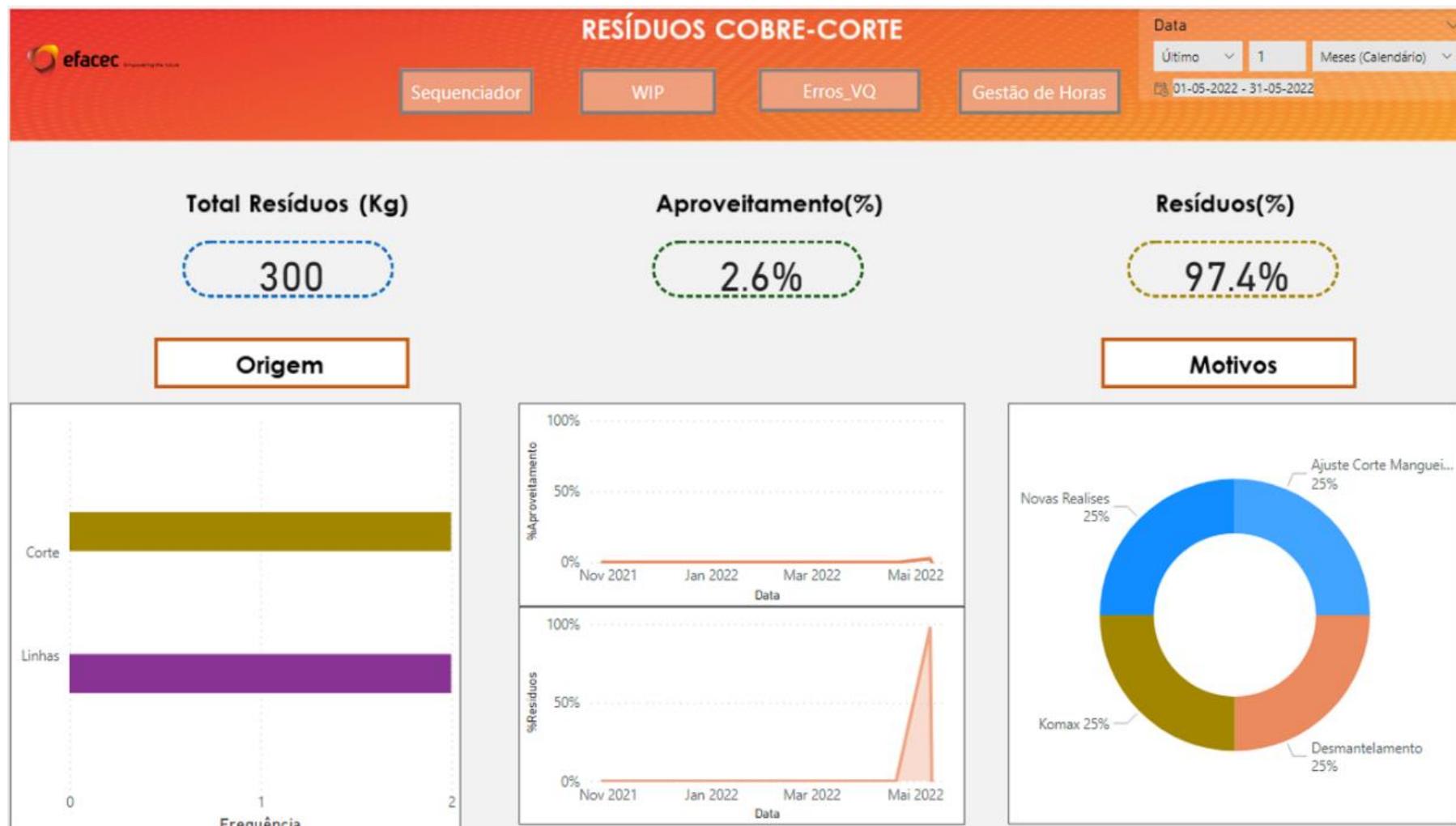


Figura 4.14 – Folha “Resíduos Cobre” (Power BI)



Figura 4.15 – Folha “Tempo de Atravessamento” (Power BI)

4.3 Formação dos colaboradores

Em todo o processo do projeto, o envolvimento dos colaboradores de chão-de-fábrica foi crucial, contudo, demonstrou ser também um desafio devido às questões de natureza de cultura organizacional. Segundo Moon et al. (2012), a cultura organizacional é referida como um dos indicadores mais difíceis de competir entre organizações e apesar das suas diversas definições é definida consensualmente como um sistema partilhado de valores e normas que servem de guia para as atitudes e comportamento das pessoas que constituem uma empresa. À vista disso, foi percebido que a cultura de uma organização, quando entendida de forma correta, relaciona-se de forma direta com a sua performance e de forma indireta por meio do comprometimento dos seus colaboradores (Com & Nikpour, 2017)

O projeto envolveu não só a introdução de novas tecnologias digitais, como também a mudança do método de trabalho dos colaboradores e, portanto, foi necessária adotar uma metodologia para lidar o melhor possível com o processo de aprendizagem. Assim, optou-se por seguir o método PDCA (do inglês *Plan, Do, Check, Act*), com um acompanhamento diário com todos os chefes de secção, visto que apresentou ser um processo demorado e em constante melhoria a cada etapa. Este método já foi descrito anteriormente na secção 4.1.1. Portanto, o projeto contou com marcos cronológicos de apresentação dos documentos criados e formação quanto ao novo método de trabalho dos colaboradores, passível de ser observado na figura 4.16.

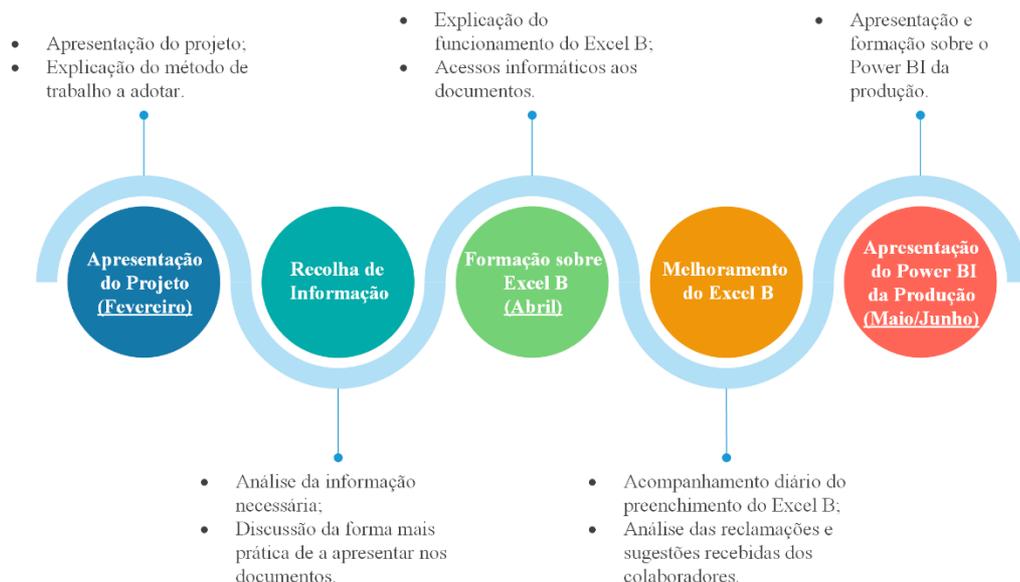


Figura 4.16 – Etapas do envolvimento dos colaboradores no projeto

4.4 Discussão

Numa fase final do projeto, e após a apresentação de todos os resultados, é crucial realizar uma análise face ao estado anterior da unidade industrial e, de seguida, numa perspetiva futura.

No estado atual da unidade industrial foram identificadas algumas necessidades referentes à gestão e apresentação da informação no departamento de produção, de maneira a promover não só uma visão macro da informação, mas também uma tomada de decisão mais consciente. Posto isto, verificou-se a inexistência de um documento *standard* para preenchimento de dados por todas as secções em estudo e, desta forma, impossibilitando a centralização e uniformização da informação; não promovendo o hábito diário dos colaboradores fornecerem dados à respetiva chefia e suprimindo a visualização apelativa e intuitiva dos dados. Para resolver o problema, foi desenvolvido um documento *standard* – **Excel B** – para toda a unidade fabril, possibilitando a aglomeração e uniformização de toda a informação. Esta informação foi analisada e escolhida com rigor e de acordo com as necessidades do departamento. Por fim, prosseguiu-se com passagem da informação recolhida para um formato visual mais apelativo e interativo; realça-se que tal não existia para esta informação.

Comparativamente ao estado atual, verifica-se:

- Evolução do preenchimento da informação que outrora era em formato papel e agora é em formato digital;
- Evolução e melhoria na apresentação dos indicadores da unidade, passando de um indicador representado na figura 3.12 (secção 3.3) para o representado nas figuras 4.7, 4.8, 4.9, 4.13 e 4.14 (secção 4.2);
- Introdução de uma nova análise – tempo de atravessamento (figura 4.15 na secção 4.2). Anteriormente, esta informação não era escrita e deste modo não era percecionada, isto permite à unidade a identificação de problemas relacionados com o tempo de produção do equipamento e melhorar os seus níveis de produtividade.
- O envolvimento dos colaboradores em todo o processo, que ao verem o seu trabalho representado visualmente ficam motivados para uma melhoria contínua e diária;
- O envolvimento e entreajuda dos departamentos na troca de informação, respetivamente o departamento de produção e planeamento.

Não obstante, ao longo do projeto foram surgindo algumas dificuldades. Refere-se a resistência dos colaboradores, numa fase inicial, à mudança do método de trabalho e à

introdução de novas tecnologias, por ser diferente do que os colaboradores realizaram por tanto tempo. Para além disso, expõe-se a dificuldade sentida na fase de realização da arquitetura da ligação da informação.

Todavia, apesar das melhorias verificadas face ao estado descrito, a melhor gestão e apresentação da informação possibilitou a identificação de ineficiências que a organização terá que estudar em maior detalhe para as melhorar e/ou resolver.

4.4.1 Comparação com o estado atual

Evolução do WIP

Em qualquer organização de carácter industrial, é crucial controlar os valores de WIP de maneira a evitar a perda de foco nos processos e o decréscimo da produtividade em equipa. Valores elevados de WIP leva a que o número de equipamentos realmente concluídos e entregues ao cliente decresça e consequentemente, estes apresentem um maior tempo de atravessamento.

Recorreu-se às folhas realizadas em *Power BI* – “Produção Geral”, “Relatório Diário de Produção” e “Relatório Mensal de Produção” – para análise deste tópico. Desta forma, foi identificada uma tendência crescente de valores de WIP (gráfico 4.1). O maior valor é alocado às linhas de produção no mês de junho de 2022.

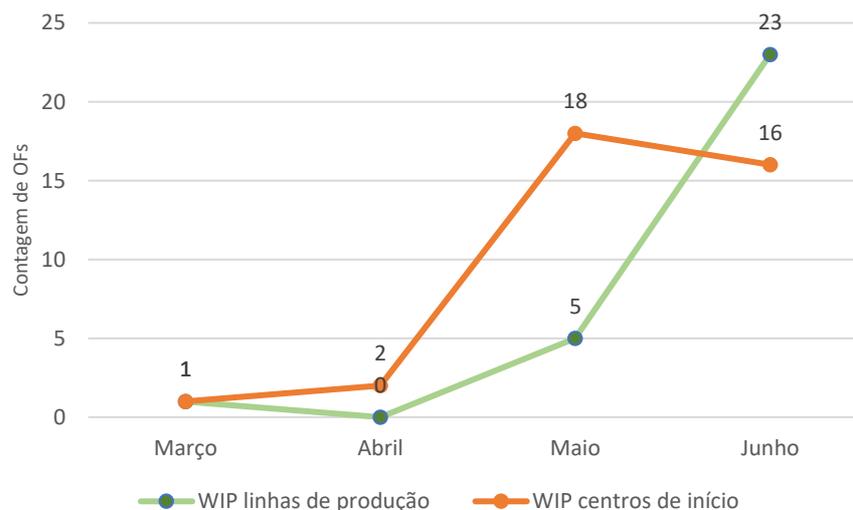


Gráfico 4.1 – *Work in Progress* nas linhas de produção *Versus* Centros de Início

Análise da Produção direta

Como descrito anteriormente, a produção direta diz respeito a todos os equipamentos que seguiram o processo produtivo sem adquirir o estado “interrompido”. Portanto, tendo em conta que no início do projeto o número de equipamentos com estado interrompido era elevado, torna-se crucial efetuar uma análise destes.

Desta maneira, através da folha de *Power BI* “Tempo de atravessamento” e de uma amostra de 668 equipamentos, averiguou-se que 62% dos equipamentos analisados entre março e junho seguiram uma produção sem interrupções e 38% detiveram o estado interrompido em algum momento (gráfico 4.2). Apesar disto, a organização deve analisar os equipamentos com produção não direta e solucionar os problemas relacionados com a falta de matéria-prima, pois encontram-se diretamente relacionados.

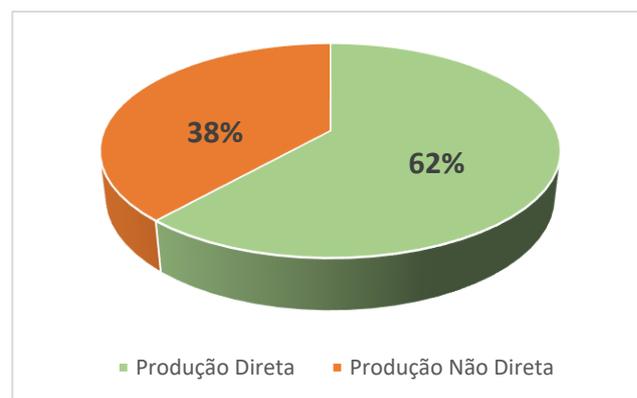


Gráfico 4.2 – Produção direta Versus Produção não direta

Planeamento Versus Produção

Para uma boa prática de gestão, em qualquer organização é primordial efetuar uma análise da capacidade produtiva desta. Para tal, deve-se analisar e comparar o número de unidades perspetivadas no planeamento e o número de unidades que realmente são produzidas.

Através da folha de *Power BI* “Relatório Mensal da Produção” foi possível retirar informação sobre o número de OFs planeadas *versus* o número de OFs que deram entrada nas linhas de produção. Como é possível apurar através do gráfico 4.3, em todos os meses em estudo, o número de OFs planeadas é sempre superior ao número de OFs produzidas, porém sem uma diferença muito significativa. O departamento do planeamento e o da

produção devem trabalhar conjuntamente de modo a ajustar a sua produção à capacidade real, tendo por base as dificuldades sentidas.

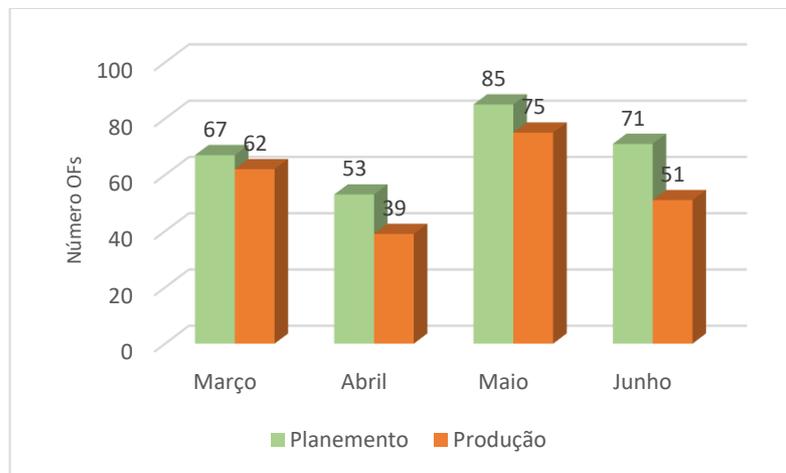


Gráfico 4.3 – Comparação entre o número de OFs planeadas e produzidas

Análise do tempo de atravessamento

O dimensionamento da produção passa também pela análise dos tempos de atravessamento dos equipamentos ao longo do processo produtivo. Assim, permite identificar ineficiências para posteriormente reduzir o tempo de atravessamento e consequentemente aumentar a produtividade da unidade fabril.

Através da folha *Power BI* “Tempo de atravessamento”, foi identificado que frequentemente o tempo verificado em cada secção está além do tempo teórico base, como demonstrado na figura 4.17. De momento, isto deve-se às complicações com a existência de material em fábrica e à adição constante de novos elementos sem formação às equipas das secções e, portanto, é despendido mais tempo no seu auxílio, porém requer atenção por parte do departamento de modo a melhorar a sua performance.

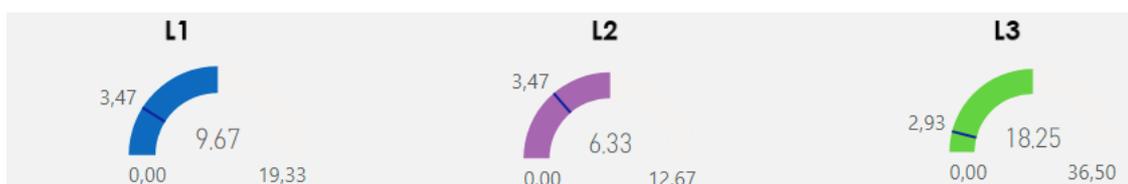


Figura 4.17 – Análise do tempo de atravessamento teórico e prático nas linhas de produção

Análise do aproveitamento de resíduos de cobre

Na secção corte são produzidos elevados volumes de cobre que, por razão de mudança de planeamento ou engano manual da tarefa, são postos de lado e muitas vezes não conseguem ser aproveitados para outras OFs. Como resultado são gerados elevados volumes de desperdício de cobre que necessitam de ser analisados, de forma a reduzi-los.

Através da folha *Power BI* “Resíduos de Cobre” foi possível aferir que o departamento detém de uma preocupação ambiental e, portanto, com uma tendência constante nos valores percentuais de aproveitamento de resíduos de cobre (gráfico 4.4). Ainda assim, esta tópicos requer especial atenção por parte do departamento e com a implementação de futuras medidas para impulsionar os valores de aproveitamento.

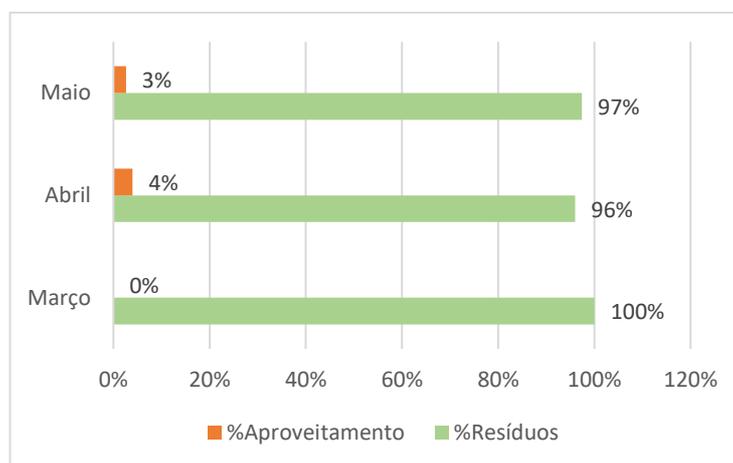


Gráfico 4.4 – Análise dos valores de aproveitamento de resíduos de cobre

4.4.2 Perspetivas Futuras

Mudando o foco para uma visão futurista, o trabalho desenvolvido representa um passo no percurso da digitalização de processos. O próximo passo passaria pela utilização do *Power Apps*, semelhante a uma plataforma de dados, que consiste num conjunto de aplicações, serviços e conectores que permite criar soluções intuitivas para as empresas. Desta forma, foi pensada a criação de um menu de entrada onde o chefe de secção seleccionaria a respetiva secção e realizaria a inserção da OF. Os campos de preenchimento seriam semelhantes aos usados no *Excel B*, contudo as datas (início, interrompido, conclusão e entregue) não seriam inseridas manualmente pelo colaborador, mas sim através de botões na *app*, que indicariam a respetiva data ao serem acionados. Este passo permitiria largar a utilização do *Excel B* e levaria à redução das bases de dados, visto que em vez de seis bases

de dados (seis *Excel C*) iria existir apenas uma em *Power Apps* que seria agrupada por seções, tornando a gestão da informação mais facilitada.

Em síntese, a implementação da digitalização é relevante para impulsionar as organizações no meio em que estão inseridas. Através da digitalização, e da visualização de dados com recurso ao *Microsoft Power BI*, foi possível não só ter uma visão macro da situação da unidade fabril, como também identificar problemas que não eram percecionados anteriormente. A digitalização de processos industriais revela-se assim crucial para uma tomada de decisões mais eficiente e consciente e possibilita as organizações competirem num mundo onde a quantidade de informação é cada vez maior e é necessário geri-la da melhor forma.

5 Conclusão

A *Efacec Power Solutions* identifica-se como uma empresa tecnológica e tem procurado evoluir digitalmente, de modo a acompanhar as evoluções do mercado e mantendo-se na vanguarda da tecnologia de informação. O presente projeto foi desenvolvido na unidade fabril de produção de carregadores para veículos elétricos, mais concretamente no departamento de produção, onde, contrariamente a outros departamentos da empresa, existia uma elevada ineficiência na gestão de informação e posterior digitalização de processos.

Primeiramente, tornou-se necessário compreender o processo produtivo dos produtos em estudo e, deste modo, realizar um levantamento das causas da falta de fiabilidade da informação em circulação, para assim definir o estado atual e a maturidade digital da unidade. Seguidamente, identificou-se que o departamento se encontrava no estágio 0 (*Analog*) do desenvolvimento da maturidade digital de uma organização, segundo a figura 2.1 da secção 2.1.3, e assim, prosseguiu-se com a recolha de dados pertinentes para posterior transformação destes para formato digital.

Seguidamente, foi construído um documento *standard (Excel B)*, em *Microsoft Excel*, para preenchimento da informação sobre dois grupos de cada uma das secções: *inputs/outputs* da produção e absentismo da mesma. Esta inovação possibilitou melhorar a fiabilidade da informação recolhida e a centralização da mesma, evitando a existência de fontes de dados distintas e consequentemente informação controversa.

A digitalização não só diz respeito à conversão da informação de formato analógico para digital, mas também à melhoria dos processos através da mudança de paradigma, introdução de tecnologias digitais e conexão destas. Posto isto, foi criado um *Excel* de base de dados (*Excel C*) para cada seção, que transpõe a informação preenchida no *Excel B* e permite uma melhor análise da informação. Todo o processo realizado até então diz respeito à etapa *Pre-Digitalization* e *Digitalization*, segundo o diagrama da evolução da maturidade digital referido acima. Consequentemente, sentiu-se a necessidade de apresentar desta informação de forma macro e de uma forma apelativa e intuitiva para o utilizador. Para isso, foi utilizado o *Microsoft Power BI*. Foram construídas seis páginas de consulta e duas de informação auxiliar, com ligação a outros quatro *Power BIs* realizados na unidade. Isto possibilitou não só a visualização dos dados recolhidos, como também a definição de indicadores de performance que permitissem auxiliar a unidade a compreender os seus processos e, desta forma, a tomar decisões mais consolidadas em relação aos mesmos.

Através deste projeto, para além dos benefícios já referidos da fiabilidade e centralização da informação digital, foi possível também introduzir uma nova análise sobre o tempo de atravessamento dos equipamentos na unidade fabril. Esta permitiu uma visão macro do processo produtivo e a identificação de ineficiências e *bottlenecks* no processo produtivo. Para além do referido, foi ainda possível promover o envolvimento de outros departamentos no projeto e o dos colaboradores, não só de chefias como também dos de chão-de-fábrica.

A visualização de dados possibilitou a recolha de dados e a retirada de conclusões em relação aos processos em estudo e, portanto, foi possível identificar alguns problemas para resolução futura. Identificou-se a existência de elevados valores de equipamentos em WIP (38%) aliado ao elevado valor de equipamentos que seguem uma produção sem interrupções no processo produtivo. Além disso, verificaram-se valores de OFs planeadas superiores aos valores de OFs realmente produzidas, o que levanta questões no que diz respeito à capacidade produtiva e do ajuste da mesma. Por fim, através da visualização de dados referentes aos resíduos de cobre, foi possível de identificação um esforço e uma melhoria no que diz respeito à percentagem de aproveitamento destes na secção corte.

Todavia, algumas limitações e dificuldades foram sentidas durante o desenvolvimento do projeto. As maiores dificuldades prenderam-se com: a resistência dos colaboradores à adoção de novos métodos de trabalho, e a conexão e ligação dos documentos de modo a promover transparência aos processos. Ademais, o desconhecimento do programa *Microsoft Power BI*, a falta de formação inicial e o espaço temporal disponível para a realização do projeto foram identificados como limitações ao projeto.

Em suma, a implementação da digitalização em processos industriais demonstrou ser benéfico para as organizações no sentido em que permite uma melhor gestão da informação para posterior visualização desta e assim possibilitar não só uma tomada de decisão consciente, como também a identificação de problemas que estão a prejudicar a performance da unidade. Para além disso, provou ser benéfico na promoção da conexão quer de processos quer de pessoas e departamentos, levando a uma melhor harmonia organizacional e desta forma uma melhor performance da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, S. M., Gupta, N., Nayak, G. K., & Lenka, R. K. (2016). Big data visualization: Tools and challenges. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2016*, 656–660. <https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7918044>
- Allen, L., Atkinson, J., Jayasundara, D., Cordiner, J., & Moghadam, P. Z. (2021). Data visualization for Industry 4.0: A stepping-stone toward a digital future, bridging the gap between academia and industry. *Patterns*, 2(5). <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100266>
- Anthony Jnr, B., Abbas Petersen, S., Helfert, M., & Guo, H. (2021b). Digital transformation with enterprise architecture for smarter cities: a qualitative research approach. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 23(4), 355–376. <https://doi.org/10.1108/DPRG-04-2020-0044>
- Arfeen, Z. A., Khairuddin, A. B., Munir, A., Azam, M. K., Faisal, M., & Arif, M. S. bin. (2020). En route of electric vehicles with the vehicle to grid technique in distribution networks: Status and technological review. *Energy Storage*, 2(2). <https://doi.org/10.1002/est2.115>
- Becker, L. T., & Gould, E. M. (2019). Microsoft Power BI: Extending Excel to Manipulate, Analyze, and Visualize Diverse Data. *Serials Review*, 45(3), 184–188. <https://doi.org/10.1080/00987913.2019.1644891>
- Beier, G., Ullrich, A., Niehoff, S., Reißig, M., & Habich, M. (2020a). Industry 4.0: How it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes – A literature review. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 259). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120856>
- Bley, K., & Leyh, C. (2016). Digitization of German Enterprises in the Production Sector-Do they know how " digitized " they are? Product Costing in Early Product Lifecycle Stages View project Inter-organizational Master Data Quality View project. <https://www.researchgate.net/publication/305661673>
- Branca, T. A., Fornai, B., Colla, V., Murri, M. M., Streppa, E., & Schröder, A. J. (2020). The challenge of digitalization in the steel sector. In *Metals* (Vol. 10, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/met10020288>

- Bubeck, S., Tomaschek, J., & Fahl, U. (2016). Perspectives of electric mobility: Total cost of ownership of electric vehicles in Germany. *Transport Policy*, 50, 63–77. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.05.012>
- Bünger, U., & Michalski, J. (2018). The Impact of E-Mobility in a Future Energy System Dominated by Renewable Electricity. In *Chemie-Ingenieur-Technik* (Vol. 90, Issue 1, pp. 113–126). Wiley-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/cite.201700084>
- Carteni, A., Henke, I., Moliterno, C., & di Francesco, L. (2020). Strong sustainability in public transport policies: An e-mobility bus fleet application in sorrento peninsula (Italy). *Sustainability (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/su12177033>
- Com, W. A., & Nikpour, A. (2017). INTERNATIONAL JOURNAL OF ORGANIZATIONAL LEADERSHIP The impact of organizational culture on organizational performance: The mediating role of employee's organizational commitment. In *International Journal of Organizational Leadership* (Vol. 6).
- Jason Bloomberg. (2018). Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril I write and consult on digital transformation in the enterprise. <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/#78e677fd2f2c>
- Johansson, P. E. C., Malmsköld, L., Fast-Berglund, Å., & Moestam, L. (2020b). Challenges of handling assembly information in global manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(5), 955–976. <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2018-0137>
- Krol, F. ;, Saeed, M., Amad, ;, & Kersten, W. (2020). A Service of zbw Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft Leibniz Information Centre for Economics Standard-Nutzungsbedingungen. 29, 797–847. <https://doi.org/10.15480/882.3109>
- Letmathe, P., & Rößler, M. (2022b). Should firms use digital work instructions?—Individual learning in an agile manufacturing setting. *Journal of Operations Management*, 68(1), 94–109. <https://doi.org/10.1002/joom.1159>
- Millar, C. C. J. M., Groth, O., & Mahon, J. F. (2018). Management innovation in a VUCA world: Challenges and recommendations. *California Management Review*, 61(1), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125618805111>
- Moon, H., Quigley, N. R., & Marr, J. C. (2012). How interpersonal motives explain the influence of organizational culture on organizational productivity, creativity, and adaptation: The ambidextrous interpersonal motives (aim) model of organizational culture.

- Organizational Psychology Review, 2(2), 109–128.
<https://doi.org/10.1177/2041386611433085>
- Ondra, P., Tuček, D., & Rajnoha, R. (2018). The empirical quality management practices study of industrial companies in the Czech Republic. *Polish Journal of Management Studies*, 17(2), 180–196. <https://doi.org/10.17512/pjms.2018.17.2.16>
- Popek, S., & Popek, A. (2019). Applying Selected Quality Management Tools to Creation the Ecological Quality of Manufacturing Processes and Products. *MATEC Web of Conferences*, 297, 07001. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201929707001>
- Position Papers #24 A Mobilidade Elétrica. (2021).
- Reitze, A., Jürgensmeyer, N., Lier, S., Kohnke, M., Riese, J., & Grünewald, M. (2018). Auf dem Weg zur Smart Factory: modulare, intelligente Konzepte für die Produktion von Spezialchemikalien der Zukunft. *Angewandte Chemie*, 130(16), 4318–4324. <https://doi.org/10.1002/ange.201711571>
- Schumacher, A., & Sihm, W. (2020). Development of a monitoring system for implementation of industrial digitalization and automation using 143 key performance indicators. *Procedia CIRP*, 93, 1310–1315. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.012>
- Sousa, R., Miranda, R., Moreira, A., Alves, C., Lori, N., & Machado, J. (2021). Software tools for conducting real-time information processing and visualization in industry: An up-to-date review. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app11114800>
- Weigel, P., & Fishedick, M. (2019). Review and categorization of digital applications in the energy sector. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 24). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/app9245350>
- Wolniak, R. (2019). Downtime in the automotive industry production process – Cause analysis. *Quality Innovation Prosperity*, 23(2), 101–118. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I2.1259>
- Ziegler, D., & Abdelkafi, N. (2022). Business models for electric vehicles: Literature review and key insights. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 330). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129803>

ANEXO A – Etapas do processo produtivo nas linhas de montagem

Tabela A.0.1 – Procedimento em cada linha de montagem

Linha	Procedimento
Linha 1 e 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Montagem Painéis Laterais 2. Montagem Portas 3. Montagem Platines 4. Montagem Bobinagens 5. Montagem Platines Estrutura 6. Colocação Componentes Elétricos 7. Eletrificação AC22/43 8. Eletrificação Baixa Tensão 1 9. Eletrificação Baixa Tensão 2 10. Eletrificação Alta Tensão (Bobines) 11. Eletrificação Alta Tensão (<i>Stacks</i>) 12. Painéis e Eletrificação Mangueiras 13. Colocação & Eletrificação Portas
Linha 3	<ol style="list-style-type: none"> P1. Montagem Platine inferior P2. Montagem Platine direita P3. Montagem Platine das Cartas P4. Montagem Platine esquerda P5. Montagem Painéis P6. Montagem Portas P7. Preparação estrutura S1 a S4. Interligações
Linha 5 - CL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Montagem Platine Principal 2. Montagem Platine Porta 3. Eletrificação Geral 4. Eletrificação Mangueiras /<i>Socket</i>

ANEXO B – Folha “Dados” do Excel de preenchimento de dados (Excel B)

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the following elements:

- File Name:** Registo Prod - L3
- User:** Alexandra Benevides Ramalho
- Formulas Bar:** M8
- Worksheet:** Sensitivity: Public
- Data Entry Form (Rows 1-12):**

1	Estado	Estado Faltas	OF	M44009350		OF a eliminar	M44009514
2	1 - Em curso	Atraso	aneamento	1		Verificar OF	1
3	2 - Interrompido	Licença				Linha Ref	9
4	3 - Concluído	Covid	Número de	01.029-01616			
5	4 - Entregue	Assuntos Pessoais	Configurat	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP			
6		Férias	Tipo	QC90			
7		Exames/consultas	Cliente	EDP COMERCIAL Comercialização			
8		Outros Assuntos	contagem	1			
9		Baixa					
10		Comissão de Trabalhadores					
11		Delegado Sindical					
12							
- Table (Rows 13-27):**

Nome	N. Mec.	Função	Sup. Hierarquico	Horas	Secção	Crt Trabalho	Nº Centro	Nº Centro 1	Nº BaaN	Empresa	Status	Data Inicio	ID
Hugo Correia	1573	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Estrutura L3P7	443007		1573	EFACEC	Activo	2022/01/01	
Fabio Pereira	2733	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Montagem L3S1	443011		2733	EFACEC	Activo	2022/02/23	
Tiago Reis	2486	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Montagem L3S2	443012		2486	EFACEC	Activo	2022/01/01	
Catarina Monteiro	7898	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Montagem L3S3	443013		7898	EFACEC	Activo	2022/01/01	
Luis Seco	234	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Montagem L3S4	443014		234	EFACEC	Activo	2022/01/01	
Rui Manuel Oliveira Sousa	2202	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Painéis L3P5	443005		2202	EFACEC	Activo	2022/02/23	
Artur Ferreira	1525	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Platine Cartas L3P	443003		1502	EFACEC	Activo	2022/02/23	
Bruno Castro	2265	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Platine Contactore	443002			EFACEC	Activo	2022/02/23	
Margarida Dias	6810	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Platine Disjuntore	443004		6810	EFACEC	Activo	2022/01/01	
Vitor Hugo Alves	6221	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Platine Inferior L	443001		6221	EFACEC	Activo	2022/02/23	
Bruno Silva	2735	Operador	Joaquim Oliveira	7,5	L3	QC60-90-120 Portas L3P6	443006		2735	EFACEC	Inativo	2022/02/23	
Joaquim Oliveira	7877	Chefe Equipa	Simão Marques	7,5	L3	TSh equipa 01 SA	440001		7877	EFACEC	Activo	2022/01/01	https://postimg.cc/KRmZmNGT
- Navigation:** Registo Entrada, Dados, Absentismo Detalhe, Planeamento
- Status:** Ready
- Zoom:** 70%

A presente folha contém informação sobre:

- Os colaboradores de cada secção, interligado com o documento “Equipa_Prod” através de uma *PowerQuery*;
- Os tipos de justificação de falta que um colaborador pode dar, permitindo realizar uma *ListBox* na folha *excel* “absentismo”;

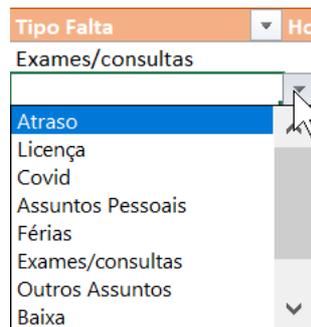


Figura B.0.1 – *ListBox* do tipo de falta dos colaboradores

- Os estados que uma OF pode adquirir ao longo do processo produtivo, permitindo realizar uma *ListBox* na folha *excel* principal de registo;

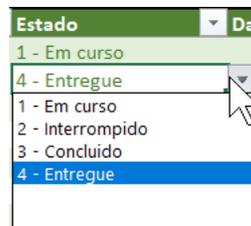


Figura B.0.2 – *ListBox* dos tipos de estado de OF

- Mecanismo para identificação de uma OF no planeamento, passível de ser verificado através do script de VBA apresentado (figura B.0.3) e com auxílio da tabela representada na figura B.0.4 presente na folha em análise. Desta forma, em caso afirmativo (Planeamento = 1) através da fórmula (8), copia as respetivas informações da folha do planeamento para o *userform* iniciado no botão “Inserir”, indicado em (9). Ao inserir a respetiva OF na folha *excel* de registo, a contagem passa a adquirir o valor um (contagem = 1) (10), de modo a evitar duplicações.

Anexo B – Folha “Dados” do Excel de preenchimento de dados (Excel B)

```

Private Sub OK_Click()
Worksheets("Dados").Cells(1, 6).Value = OFBox.Value

'Verifica se a OF já foi inserida no registo de entradas
If Worksheets("Dados").Cells(2, 6).Value = "1" Then
    If Worksheets("Dados").Cells(8, 6) >= 1 Then
        MsgBox "Número de Referência já inserido."
        Call BotaoApagar_Click
    Else
        NSerieBox.Value = Worksheets("Dados").Cells(4, 6)
        ConfigBox.Value = Worksheets("Dados").Cells(5, 6)
        TipoBox.Value = Worksheets("Dados").Cells(6, 6)
        ClienteBox.Value = Worksheets("Dados").Cells(7, 6)
    End If
Else
    MsgBox " Esta Referência não está no planeamento." 'Verifica se a OF está no planeamento
End If
End Sub

```

Figura B.0.3 – Script em VBA do botão “OK” do *userform* do botão “Inserir”

OF	M44009347
Planeamento?	1
Número série	01.O29-01613
Configuração	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP
Tipo	QC90
Cliente	EDP COMERCIAL Comercialização
contagem	1

Figura B.0.4 – Tabela auxiliar representada na folha “Dados” do Excel B

$$Planeamento? = If(ISNA(VLOOKUP(F1; ALL; 1; FALSE))); "0"; "1") \quad (8)$$

$$Número série = VLOOKUP(F1; ALL; 3; FALSE) \quad (9)$$

$$Contagem = COUNTIF(Registo Prod [OF]; F1) \quad (10)$$

- Mecanismo para identificar uma OF na folha *excel* “Registo de Entradas” através da fórmula (11) e, em caso afirmativo (Verificar OF = 1), proceder à sua eliminação através da identificação da linha correspondente (12) e executar a sub-rotina Eliminar () alocada ao botão “Eliminar OF” (figura B.0.5). Este mecanismo conta com o auxílio da tabela representada na figura B.0.6 presente na folha em análise.

```

Sub Eliminar()
'
' Eliminar Macro
'
Dim ValorDelete As Variant
Dim linhaDelete As Integer
Dim coluna As Integer

ActiveSheet.Unprotect

'Pergunta ao utilizador
ValorDelete = InputBox("Insira a OF que deseja eliminar", "OF a eliminar")

'Definir valores
coluna = 1
Worksheets("Dados").Cells(1, 9) = UCase(ValorDelete)

'Apagar a linha
If Worksheets("Dados").Cells(2, 9) = "1" Then
    linhaDelete = Worksheets("Dados").Cells(3, 9)
    Worksheets("Registo Entrada").Cells(linhaDelete, coluna).EntireRow.Delete
    MsgBox "Linha eliminada"
Else
    MsgBox "OF não encontrada. Não foi eliminada nenhuma linha." ' Não encontra a OF a eliminar
End If

End Sub

```

Figura B.0.5 – Script em VBA alocado ao botão “Eliminar OF”

OF a eliminar	R44001459
Verificar OF	1
Linha REF	8

Figura B.0.6 – Tabela auxiliar representada na folha “Dados” no Excel B

$$Verificar\ OF = If(ISNA(VLOOKUP(I1; Registo\ Prod[OF]; 1; FALSE)); 0; 1) \quad (11)$$

$$Linha\ REF = MATCH(I1; Registo\ Prod[OF]; 0) + 7 \quad (12)$$

ANEXO C – Folha “Registo de Entradas” do Excel de preenchimento de dados (Excel B)

The screenshot displays the Microsoft Excel interface for a spreadsheet named "Registo Prod - L3". The ribbon includes "Developer" with options like "Record Macro", "Use Relative References", "Add-ins", "View Code", "Map Properties", "Import", "Expansion Packs", "Export", and "Refresh Data". The task pane on the right shows "Sensitivity: Public" and "Eliminar OF" / "Inserir OF" options.

Total Máquinas	Máquinas Entregues	WIP	Horas
91	86	5	0,00

Centro	Data Inicio	OF	Nº Serie	Projecto	Tipo	Config.	Cliente	Estado	Data Concluído	Data Interrompido	Data de Entrega	Tempo Minu
L3	2022-04-20	M44009514	01.029-01328	E44001866	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA DCC	Elergone Energia, Lda	4 - Entregue	2022-04-28		2022-04-28	
L3	2022-03-24	M44009395	01.029-01661	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-04-07	2022-04-01	2022-04-07	30
L3	2022-03-24	M44009394	01.029-01660	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-04-01	2022-03-31	2022-04-01	30
L3	2022-03-23	M44009393	01.029-01659	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-04-01	2022-03-30	2022-04-01	30
L3	2022-03-23	M44009392	01.029-01658	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-03-31	2022-03-28	2022-03-31	15
L3	2022-03-10	M44009391	01.029-01657	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-03-28	2022-03-16	2022-03-28	300
L3	2022-03-10	M44009390	01.029-01656	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-03-25	2022-03-16	2022-03-25	240
L3	2022-03-08	M44009389	01.029-01655	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-03-24	2022-03-15	2022-03-24	240
L3	2022-03-08	M44009388	01.029-01654	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-03-24	2022-03-15	2022-03-24	240
L3	2022-06-09	M44009347	01.029-01613	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
L3	2022-06-09	M44009346	01.029-01612	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
L3	2022-06-09	M44009345	01.029-01611	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
L3	2022-06-09	M44009344	01.029-01610	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
L3	2022-05-31	M44009343	01.029-01609	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
L3	2022-05-31	M44009342	01.029-01608	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-06-06	2022-06-01	2022-06-06	60
L3	2022-05-30	M44009341	01.029-01607	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-06-06	2022-06-01	2022-06-06	60
L3	2022-05-30	M44009340	01.029-01606	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-06-06	2022-06-01	2022-06-06	60
L3	2022-05-27	M44009339	01.029-01605	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entregue	2022-06-06	2022-06-01	2022-06-06	60

Em primeiro lugar torna-se necessário inicializar e definir os valores iniciais do *userform* alocado ao botão “Inserir OF” (figura C.0.1).

```
Private Sub UserForm_Initialize()  
  
    'Definir campos de preenchimento em branco  
    OFBox.Value = ""  
    NSerieBox.Value = ""  
    TipoBox = ""  
    ConfigBox.Value = ""  
    ClienteBox.Value = ""  
  
    'Ativar o preenchimento  
    OFBox.Enabled = True  
  
    'Evitar que os campos sejam preenchidos  
    NSerieBox.Enabled = False  
    TipoBox.Enabled = False  
    ConfigBox.Enabled = False  
    ClienteBox.Enabled = False  
  
End Sub
```

Figura C.0.1 – Script em VBA para inicialização do botão “Inserir OF”

Note-se que o campo de inserção de OF no *userform* do botão “Inserir OF” detém de um mecanismo de conversão de letras minúsculas em maiúsculas, dado que as OFs e retrabalhos apenas apresentam letras maiúsculas (figura C.0.2).

```
Private Sub OFBox_KeyPress(ByVal KeyAscii As MSForms.ReturnInteger)  
  
    KeyAscii = Asc(UCCase(Chr(KeyAscii)))  
  
End Sub
```

Figura C.0.2 – Script em VBA para conversão de letras minúsculas em maiúsculas

Este *userform* três botões de ação - botão “Voltar” (figura C.0.3), botão “Apagar” (figura C.0.4) e botão “Gravar” (figura C.0.5).

```
Private Sub BotaoVoltar_Click()  
  
    'Fecha o UserForm através do botão voltar  
    Unload Me  
  
End Sub
```

Figura C.0.3 – Script em VBA do botão “Voltar”

Anexo C – Folha “Registo de Entradas” do Excel de preenchimento de dados (Excel B)

```
Private Sub BotaoApagar_Click()  
  
    ' Inicializa o form1  
    Call UserForm_Initialize  
  
End Sub
```

Figura C.0.4 – Script em VBA do botão “Apagar”

```
Private Sub BotaoGravar_Click()  
'Botão para gravar as informações na folha de registo de entradas  
    Rows("8:8").Select  
        Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove  
  
    Rows("9:9").Select  
        Selection.Copy  
        Rows("8:8").Select  
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone, _  
            SkipBlanks:=False, Transpose:=False  
        Application.CutCopyMode = False  
  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = Cells(1, 1)  
    Range("A9").Select  
  
'Preenchimento automático do valor da OF, data de inicio do dia e o estado  
    Worksheets("Registo Entrada").Cells(8, 3) = OFBox.Value  
    Worksheets("Registo Entrada").Cells(8, 2) = Date  
    Worksheets("Registo Entrada").Cells(8, 9) = "1 - Em curso"  
  
    MsgBox "Informação Gravada"  
    Call UserForm_Initialize  
  
End Sub
```

Figura C.0.5 – Script em VBA do botão “Gravar”

No canto superior direito da respetiva folha são apresentados os totais relativamente ao número total de equipamentos de determinada secção (13), equipamentos entregues (14), equipamentos em WIP (15), e tempo total necessário para concluir as tarefas pendentes (16), (figura C.0.6). Entenda-se por Work in Progress todos os equipamentos que têm estado “Em curso”, “Interrompido” “Concluído” sem data de entrega e “Entregue” sem data de concluído.

Total Máquinas	Máquinas Entregues	WIP	Horas
91	86	5	0,00

Figura C.0.6 – Contagens totais de equipamentos na folha “Registo de Entradas”

Total de Máquinas

$$= \text{SUMPRODUCT}(\text{SUBTOTAL}(3; \text{OFFSET}(\text{Registo Prod}[\text{Centro}]; \text{ROW}(\text{Registo Prod} [\text{Centro}]) - \text{MIN}(\text{ROW}(\text{Registo Prod}[\text{Centro}]))); 1)); \text{ISNUMBER}(\text{SEARCH}("L3"; \text{Registo Prod}[\text{Centro}])) + 0) \quad (13)$$

Máquinas Entregues

$$= \text{SUMPRODUCT}(\text{SUBTOTAL}(3; \text{OFFSET}(\text{Registo Prod} [[\text{Estado}]]; \text{ROW}(\text{Registo Prod} [[\text{Estado}]])) - \text{MIN}(\text{ROW}(\text{Registo Prod}[[\text{Estado}]])); 1)); \text{ISNUMBER}(\text{SEARCH}("4 - Entregue"; \text{Registo Prod}[[\text{Estado}]])) + 0) \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{WIP} = & \text{COUNTIF}(\text{Registo Prod}[[\text{Estado}]]; "1 - Em curso") \\ & + \text{COUNTIF}(\text{Registo Prod}[[\text{Estado}]]; "2 - Interrompido") \\ & + \text{COUNTIFS}(\text{Registo Prod} [[\text{Estado}]]; "3 - Concluído"; \text{Registo Prod} [\text{Data de Entrega}];) \\ & + \text{COUNTIFS}(\text{Registo Prod}[[\text{Estado}]]; "4 - Entregue"; \text{Registo Prod} [\text{Data de Concluído}];) \end{aligned} \quad (15)$$

$$\text{Horas} = \text{SUMIF}(\text{Registo Prod}[[\text{Estado}]]; "2 - Interrompido"; \text{Registo Prod} [\text{Tempo Minutos}])/60 \quad (16)$$

Quando o utilizador termina a sua tarefa no documento, é necessário proceder à gravação dos dados e transpor para o Excel C e fecho do mesmo. Desta forma, este processo é realizado através de programação em VBA representada na figura C.0.7.

Anexo C – Folha “Registo de Entradas” do Excel de preenchimento de dados (Excel B)

```
Private Sub Workbook_AfterSave(ByVal Success As Boolean)

    '*****Unprotect
    Sheets("Absentismo Detalhe").Select
    ActiveSheet.Unprotect
    Sheets("Registo Entrada").Select
    ActiveSheet.Unprotect

    '*****Limpar Filtros****

    If ActiveSheet.FilterMode Then
        ActiveWorkbook.Worksheets("Registo Entrada").ListObjects("Registo_Prod").Sort. _
            SortFields.Clear
        ActiveSheet.ShowAllData
    End If

    '*****

    ActiveWorkbook.Worksheets("Registo Entrada").ListObjects("Registo_Prod").Sort. _
        SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("Registo Entrada").ListObjects("Registo_Prod").Sort. _
        SortFields.Add2 Key:=Range("Registo_Prod[[#All],[OF]]"), SortOn:= _
            xlSortOnValues, Order:=xlDescending, DataOption:=xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("Registo Entrada").ListObjects("Registo_Prod"). _
        Sort
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With

    Range("C8").Select
    n = Range("C8").End(xlDown).Row

    Application.CutCopyMode = False

    Worksheets("Registo Entrada").Select
    Range(Cells(7, 1), Cells(n, 13)).Select

    ActiveSheet.ListObjects("Registo_Prod").Resize Range(Cells(7, 1), Cells(n, 13))

    Range(Cells(n + 1, 1), Cells(n + 50, 13)).Select
    ActiveSheet.Unprotect
    Selection.ClearContents
    Range(Cells(8, 1), Cells(8, 1)).Select

    '*-----Gravar-----*
    ' Private Sub Workbook_AfterSave(ByVal Success As Boolean)

    Application.ScreenUpdating = False
    Workbooks.Open ("https://efacecpws.sharepoint.com/sites/Produo-EEM/Shared%20Documents/BD_PROD/BD_Registos_Pro_L3.xlsx")
    ActiveSheet.EnableCalculation = True
    ActiveWorkbook.RefreshAll

    Application.CalculateUntilAsyncQueriesDone

    'Application.Calculate
    ActiveWorkbook.Save

    Workbooks("BD_Registos_Pro_L3").Close
    Application.ScreenUpdating = True

    MsgBox "Informação Gravada"
```

```
'*****Protect
Sheets("Absentismo Detalhe").Select
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=False, Contents:=True, Scenarios:= _
    False, AllowInsertingColumns:=True, AllowInsertingRows:=True, _
    AllowDeletingColumns:=True, AllowDeletingRows:=True, AllowSorting:=True, _
    AllowFiltering:=True, AllowUsingPivotTables:=True

Sheets("Registo Entrada").Select
ActiveSheet.Protect DrawingObjects:=False, Contents:=True, Scenarios:= _
    False, AllowInsertingColumns:=True, AllowInsertingRows:=True, _
    AllowDeletingColumns:=True, AllowDeletingRows:=True, AllowSorting:=True, _
    AllowFiltering:=True, AllowUsingPivotTables:=True
'*****

End Sub

Private Sub Workbook_Open()
ActiveWorkbook.RefreshAll
End Sub
```

Figura C.0.7 – Script em VBA para gravar a informação

ANEXO D – Folha “Absentismo” do Excel de preenchimento de dados (Excel B)

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the 'Developer' tab active. The main content is a table titled 'REGISTO DE ABS DETALHE. L3' with the following data:

Detalhe/Colaborador						
Data	Centro	Nome Colaborador	Nº Mecanografico	Tipo Falta	Horas	
2022-03-09	L3	Artur Ferreira	1525	Exames/consultas	2	
2022-03-21	L3	Vitor Hugo Alves	6221	Exames/consultas	4	
2022-03-21	L3	Tiago Reis	2486	Exames/consultas	3	
2022-03-28	L3	Tiago Reis	2486	Outros Assuntos	8	
2022-03-29	L3	Tiago Reis	2486	Outros Assuntos	8	
2022-03-25	L3	Tiago Reis	2486	Férias	8	
2022-04-12	L3	Hugo Correia	1573	Assuntos Pessoais	8	
2022-04-12	L3	Tiago Reis	2486	Assuntos Pessoais	4	
2022-04-20	L3	Tiago Reis	2486	Exames/consultas	2	
2022-04-20	L3	Fabio Pereira	2733	Outros Assuntos	3	
2022-04-20	L3	Artur Ferreira	1525	Outros Assuntos	3	
2022-04-20	L3	Bruno Silva	2735	Outros Assuntos	2	
2022-04-20	L3	Luí Manuel Oliveira Sousa	2202	Outros Assuntos	2	

ANEXO E – Folha “Planeamento” do Excel de preenchimento de dados (Excel B)

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the following details:

- File Name:** Registo Prod - L3
- Worksheet Name:** Planeamento
- Header Row (Row 8):**

OF	Linha	N/S	STATUS CABLAGEM	Categoria	Estado	OF (H)	Projecto	Cliente	GP
----	-------	-----	-----------------	-----------	--------	--------	----------	---------	----
- Data Rows (Rows 9-23):**

762	M44009258	L3	01.O29-01524	5 - INCOMPLETO	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
763	M44009259	L3	01.O29-01525	5 - INCOMPLETO	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
764	M44009387	L3	01.O29-01653	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002063	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
765	M44009260	L3	01.O29-01526	5 - INCOMPLETO	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
766	M44009261	L3	01.O29-01527	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
767	M44009262	L3	01.O29-01528	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
768	M44009263	L3	01.O29-01529	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
769	M44009264	L3	01.O29-01530	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
770	M44009265	L3	01.O29-01531	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
771	M44009266	L3	01.O29-01532	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
772	M44009267	L3	01.O29-01533	3 - OK	Ciente	9 - Entrega	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
773	M44009268	L3	01.O29-01534	3 - OK	Ciente	4 - Fabrico Completo	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
774	M44009269	L3	01.O29-01535	3 - OK	Ciente	4 - Fabrico Completo	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
775	M44009270	L3	01.O29-01536	3 - OK	Ciente	6 - Interrompido não pronto para teste	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK
776	M44009271	L3	01.O29-01537	3 - OK	Ciente	6 - Interrompido não pronto para teste	E44002061	EDP COMERCIAL Comercialização	PATRICK

ANEXO F – Excel base de dados (Excel C)

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data table:

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Nº Serie	Projecto	Tipo	Config.	Cliente	Estado	Data Concluído	Data Interrompido	Data de Entrega	Tempo Minutos
2	01.O29-02344	N44300032	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA DCC	E.PRODUTO	1 - Em curso				
3	01.O29-01328	E44001866	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA DCC	Elergone Energia, Lda	4 - Entrega	2022-04-28		2022-04-28	
4	01.O29-01661	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-04-07	2022-04-01	2022-04-07	30
5	01.O29-01660	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-04-01	2022-03-31	2022-04-01	30
6	01.O29-01659	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-04-01	2022-03-30	2022-04-01	30
7	01.O29-01658	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-03-31	2022-03-28	2022-03-31	15
8	01.O29-01657	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-03-28	2022-03-16	2022-03-28	300
9	01.O29-01656	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-03-25	2022-03-16	2022-03-25	240
10	01.O29-01655	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-03-24	2022-03-15	2022-03-24	240
11	01.O29-01654	E44002063	QC120	QC120 CE GCCB DCC DCA AC22S	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-03-24	2022-03-15	2022-03-24	240
12	01.O29-01616	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
13	01.O29-01615	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
14	01.O29-01614	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
15	01.O29-01613	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
16	01.O29-01612	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
17	01.O29-01611	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	1 - Em curso				
18	01.O29-01610	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-06-21		2022-06-21	
19	01.O29-01609	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-06-21		2022-06-21	
20	01.O29-01608	E44002061	QC90	QC90 CE GCCB DCC DCA AC22S UP	EDP COMERCIAL Comercialização	4 - Entrega	2022-06-06	2022-06-01	2022-06-06	60

Digitalização de Processos Industriais numa Empresa do Setor da Mobilidade Elétrica

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with a data table. The ribbon is set to 'Home', and the active cell is H4. The table contains the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Data	Centro	Nome Colaborador	Nº Mecanografico	Tipo Falta	Horas										
2	2022-03-09	L3	Artur Ferreira	1525	Exames/consultas	2										
3	2022-03-21	L3	Vitor Hugo Alves	6221	Exames/consultas	4										
4	2022-03-21	L3	Tiago Reis	2486	Exames/consultas	3										
5	2022-03-28	L3	Tiago Reis	2486	Outros Assuntos	8										
6	2022-03-29	L3	Tiago Reis	2486	Outros Assuntos	8										
7	2022-03-25	L3	Tiago Reis	2486	Férias	8										
8	2022-04-12	L3	Hugo Correia	1573	Assuntos Pessoais	8										
9	2022-04-12	L3	Tiago Reis	2486	Assuntos Pessoais	4										
10	2022-04-20	L3	Tiago Reis	2486	Exames/consultas	2										
11	2022-04-20	L3	Fabio Pereira	2733	Outros Assuntos	3										
12	2022-04-20	L3	Artur Ferreira	1525	Outros Assuntos	3										
13	2022-04-20	L3	Bruno Silva	2735	Outros Assuntos	2										
14	2022-04-20	L3	Rui Manuel Oliveira Sousa	2202	Outros Assuntos	2										
15	2022-04-20	L3	Vitor Hugo Alves	6221	Outros Assuntos	2										
16	2022-04-20	L3	Bruno Castro	2265	Outros Assuntos	2										
17	2022-04-27	L3	Fabio Pereira	2733	Outros Assuntos	2										
18	2022-04-27	L3	Artur Ferreira	1525	Outros Assuntos	2										
19	2022-04-27	L3	Vitor Hugo Alves	6221	Outros Assuntos	2										
20	2022-04-27	L3	Bruno Castro	2265	Outros Assuntos	2										

A ligação entre os dois ficheiros é realizada através de uma *Power query*, como se verifica na figura F.0.1.

```
Application.ScreenUpdating = False
Workbooks.Open ("https://efacecpws.sharepoint.com/sites/Produo-EEM/Shared%20Documents/BD_PROD/BD_Registos_Pro_Corte.xlsx")
ActiveSheet.EnableCalculation = True
ActiveWorkbook.RefreshAll

Application.CalculateUntilAsyncQueriesDone

'Application.Calculate
ActiveWorkbook.Save

Workbooks("BD_Registos_Pro_Corte").Close
Application.ScreenUpdating = True
```

Figura F.0.1 – Ligação entre *Excel B* e *C* através de uma *Power Query*

