



# Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E  
BIOLÓGICA

## Projeto *Paperless*: Estudo de Implementação, Análise de Investimento e *Design* Estrutural - TRIDEC

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Escolha um item. Escolha um item.

Autor / Author

**Hugo Filipe Margalho Pocinho**

Orientador

**Professor Doutor Hugo David Nogueira Raposo**

Escolha um item.

Supervisor na empresa **TRIDEC - Sistemas Direccionais  
para Semi-reboques, LDA**

**Eng.º Cláudio Alexandre Rodrigues Cardoso**



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA

Coimbra, maio, 2025







## **RESUMO**

Este relatório foi elaborado no âmbito da conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, resultante da realização de um estágio na empresa TRIDEC.

Num contexto de crescente competitividade industrial, as empresas, independentemente do setor, enfrentam uma pressão constante para otimizar os seus processos produtivos e melhorar a qualidade dos serviços prestados. Para responder a este desafio, o estágio desenvolvido centrou-se principalmente em duas vertentes.

A primeira vertente focou-se na implementação parcial do projeto *Paperless*. Dada a complexidade dos processos produtivos da TRIDEC, a eliminação da circulação de documentos físicos revelou-se essencial não apenas para aumentar a eficiência operacional e melhorar a comunicação entre os diferentes postos de trabalho, mas também para minimizar o impacto ambiental associado ao consumo de papel. A implementação permitiu otimizar o fluxo de trabalho num setor específico do chão de fábrica. Para além disso foi conduzida uma análise financeira para avaliar a viabilidade do investimento no caso de uma implementação total, que permitiu estimar os benefícios esperados, o período de retorno, valor atual líquido e a taxa interna de rentabilidade relativamente ao projeto.

A segunda vertente do estágio incidiu no design e desenvolvimento de estruturas que permitissem a otimização e adaptação dos processos fabris para a integração do projeto *Paperless*.

Adicionalmente, foi possível contribuir para o design de moldes, participar na formação de colaboradores e prestar apoio direto às equipas de produção e engenharia.

De modo geral, as atividades desenvolvidas tiveram um impacto positivo na TRIDEC. A implementação do projeto *Paperless* reduziu os custos com papel, aumentou a eficiência dos processos e impulsionou a transição para a digitalização. A análise financeira reforçou a viabilidade do investimento, evidenciando as vantagens económicas do projeto. Além disso, a otimização de estruturas e o suporte no design de moldes, facilitaram a adaptação da empresa às novas exigências do setor, impulsionando a sua competitividade.

**Palavras-chave:** *Paperless; Manufacturing Execution System; Enterprise Resource Planning, Produção; Implementação; Design*



## **ABSTRACT**

This report was prepared as part of the completion of the Master's degree in Industrial Management and Engineering at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, resulting from a internship at TRIDEC.

In an increasingly competitive industrial environment, companies across all sectors face constant pressure to optimize their production processes and improve the quality of the services provided. To address this challenge, the internship focused primarily on two key areas.

The first area centered on the partial implementation of the Paperless project. Given the complexity of TRIDEC production processes, eliminating the circulation of physical documents proved essential not only for increasing operational efficiency and improving communication between different workstations but also for minimizing the environmental impact associated with paper consumption. The implementation optimized workflow in a specific shop floor sector. Additionally, a financial analysis was conducted to assess the investment feasibility of a full-scale implementation, allowing for an estimation of expected benefits, payback period, net present value, and internal rate of return for the project.

The second area of the internship focused on the design and development of structures that would optimize and adapt manufacturing processes for the integration of the Paperless project.

Furthermore, contributions were made to mold design, employee training, and direct support for production and engineering teams.

Overall, the activities carried out had a positive impact on TRIDEC. The implementation of the Paperless project reduced paper-related costs, increased process efficiency, and accelerated the transition to digitalization. The financial analysis reinforced the investment's feasibility, highlighting the project's economic advantages. Moreover, the optimization of structures and support in mold design facilitated the company's adaptation to new industry demands, enhancing its competitiveness.

**Keywords:** Paperless; Manufacturing Execution System; Enterprise Resource Planning; Production; Implementation; Design.



## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste estágio e a consequente elaboração deste relatório representaram uma etapa importante no meu percurso acadêmico e profissional. Portanto, não posso deixar de expressar a minha sincera gratidão a todos os que, de alguma forma, contribuíram para que esta experiência fosse enriquecedora e bem-sucedida.

Em primeiro lugar, agradeço à TRIDEC pela oportunidade de realizar o estágio, bem como pela forma como fui recebido. Um agradecimento especial ao meu orientador de estágio, Eng.º Cláudio Cardoso, pelo acompanhamento, pela partilha de conhecimento e pela disponibilidade para esclarecer dúvidas.

Agradeço igualmente ao meu orientador acadêmico, Professor Hugo Raposo, pelo apoio e acompanhamento ao longo deste processo.

Quero também deixar uma palavra de agradecimento às pessoas que contribuíram para a realização deste relatório.

Por fim, um agradecimento muito especial à minha namorada, Bianca Xavier, pelo carinho, paciência, motivação e apoio incondicional ao longo de toda esta etapa. A sua presença e incentivo foram fundamentais para me manter focado e determinado, mesmo nos momentos mais difíceis. À minha família, agradeço igualmente o apoio e compreensão.

A todos, o meu sincero obrigado.



## ÍNDICE

Resumo .....	i
Abstract.....	iii
Agradecimentos .....	v
Índice de figuras.....	ix
Índice de tabelas .....	xi
Lista de abreviaturas.....	xiii
Lista de Símbolos.....	xv
1 Introdução .....	1
1.1 Enquadramento do estágio e objetivos .....	1
1.2 Estrutura do relatório .....	2
2 Enquadramento Teórico.....	3
2.1 Sistemas de informação .....	3
2.1.1 MRP (Material Requirements Planing) ao ERP (Enterprise Resource Planning).....	3
2.1.2 ERP (Enterprise Resource Planning).....	3
2.1.3 MES (Manufacturing Execution System).....	5
2.2 Paperless.....	9
2.3 Computer-Aided Design (CAD).....	11
2.4 Análise de Investimento .....	12
2.4.1 Período de retorno ( <b>PR</b> ) .....	13
2.4.2 Valor Líquido Atual ( <b>VLA</b> ) .....	15
2.4.3 Taxa Interna de Rentabilidade ( <b>TIR</b> ) .....	16
3 Apresentação da Empresa TRIDEC.....	18
3.1 História TRIDEC.....	18
3.2 Missão e produtos .....	20
3.3 Processo de negócio e processo produtivo.....	23
4 Caso de Estudo .....	26
4.1 Funcionamento inicial .....	26
4.2 Propostas de Implementação do projeto Paperless.....	29
4.3 Implementação do projeto Paperless .....	30
4.3.1 Resultados obtidos .....	36

4.4	Design de estruturas .....	37
4.5	Análise de Investimento .....	39
4.5.1	Investimento ( <b>I</b> ).....	39
4.5.2	Fluxos de caixa ( <b>CF</b> ) .....	40
4.6	Cálculo do Período de retorno ( <b>PR</b> ), Valor Líquido Atual ( <b>VLA</b> ) e Taxa Interna de Rentabilidade ( <b>TIR</b> ).....	43
5	Conclusão .....	46
	Referências bibliográficas .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução desde o sistema de controlo de inventário ao ERP (Evolution of ERP   Material Resource Planning   MRP 2.0   ERP   ERP 2.0, n.d.).....	3
Figura 2 - Exemplos de áreas funcionais de operação e suas funções empresariais (Monk & Wagner, 2008).....	4
Figura 3 - Hierarquia funcional pela norma ANSI/ISA-95 "Enterprise-Control System Integration" (Neubauer et al., 2017) .....	6
Figura 4 - Funcionalidades do MES e ERP e transferências de dados/informações entre os mesmos (Silva, 2021).....	7
Figura 5 - As funções principais de um MES e a sua interação com o ERP e o chão de fábrica (Saenz de Ugarte et al., 2009).....	8
Figura 6 - Forma tradicional de distribuição de dados/informação (Djassemi & Sena, 2006).....	9
Figura 7 - Modelo wire-frame(Groover, 2008).....	12
Figura 8 - Modelo sólido (Groover, 2008) .....	12
Figura 9 - Exemplo de TIR máxima admissível que torna o VLA nulo.....	17
Figura 10 - TRIDEC Portugal .....	18
Figura 11 - TRIDEC Holanda.....	19
Figura 12 - Constituição do grupo JOST (Colocar Fonte).....	19
Figura 13 - Organograma TRIDEC Portugal (TRIDEC Portugal, Manual de Qualidade e Ambiente, 2025).....	20
Figura 14 – Os diversos sistemas direcionais (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint , 2025) .....	21
Figura 15 - Os diversos tipos de suspensões (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint , 2025).....	21
Figura 16 - Sistema LV-O (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint , 2025).....	22
Figura 17 - Sistema HF-E (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint , 2025) .....	22
Figura 18 - Processo de negócio TRIDEC (TRIDEC Portugal, Manual de Qualidade e Ambiente , 2025) .....	23
Figura 19 - Setores da produção e os seus equipamentos principais .....	24
Figura 20 – Ordem de trabalho com evidentes sinais de sujidade e dano .....	28
Figura 21 - Reciclagem de jobs .....	28

Figura 22 - Fluxograma da situação inicial dos jobs.....	29
Figura 23 – Localização e quantidade de terminais numa fase inicial.....	31
Figura 24 - Menu inicial MES .....	32
Figura 25 - Passos para chegar à lista de ordens de trabalho .....	32
Figura 26 - Lista de ordens de trabalho .....	33
Figura 27 - Exemplo de procedimento para aceder a um desenho técnico .....	34
Figura 28 - Terminal com impressora <i>QR Code</i> .....	34
Figura 29 - Programa Excel e <i>QRCodeSticker</i> .....	35
Figura 30 - Exemplo de colagem de etiquetas .....	35
Figura 31 - Fluxograma otimizado dos jobs.....	36
Figura 32 – Design das estruturas originais.....	37
Figura 33 - Equipamentos, materiais, operações e fixação referentes ao protótipo. Comparação entre a estrutura original e o protótipo desenvolvido.....	38
Figura 34 - Foto da estrutura melhorada.....	39
Figura 35 - Localização de terminais existentes e novos .....	40
Figura 36 - Possíveis poupanças associadas à implementação de <i>Paperless</i> .....	41

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 - Valores de <i>IRCmax</i> para cada período de análise .....	42
Tabela 2 - Valores de fluxos de caixa para cada período de análise .....	43
Tabela 3 - Período de retorno do investimento.....	44



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ANSI - *American National Standards Institute*  
CIM - *Computer Integrated Manufacturing*  
CAD - *Computer-Aided Design*  
CAE - *Computer-Aided Engineering*  
CAM - *Computer-Aided Manufacturing*  
CNC - *Computer Numerical Control*  
DAC - *Desenho Assistido por Computador*  
ERP - *Enterprise Resource Planning*  
Etc - *Et Cetera*  
ERP 2.0 - *Extended Enterprise Resource Planning*  
GEE - *Gases com Efeito de Estufa*  
IT - *Information Technology*  
ISA - *Instrumentation, Systems & Automation*  
KPI - *Key Performance Indicators*  
LDA - *Limitada*  
MES - *Manufacturing Execution System*  
MRP 2.0 - *Manufacturing Resource Planning*  
MRP - *Material Requirements Planing*  
PR - *Período de Retorno*  
PRM - *Período de Retorno Médio*  
PRS - *Período de Retorno Simples*  
QR Code - *Quick Response Code*  
SAM - *Small Article Monitor*  
TIR - *Taxa Interna de Retorno*  
VAL - *Valor Atualizado Líquido*  
VLA - *Valor Líquido Atual*  
WACC - *Weighted Average Cost of Capital*  
TRIDEC - *Transport Industry Development Centre*



## **LISTA DE SÍMBOLOS**

$k$  - Ano de análise

$D_p$  - Depreciação contabilística anual

$n_d$  - Depreciação contabilística pelo método das quotas constantes

€ - Euro

$FC_k$  - Fluxo de caixa do período  $k$

$G_k$  - Gastos de exploração do período  $k$

$IRC_{max,k}$  - Imposto máximo teórico a pagar relacionado com a exploração do projeto do período  $k$

$t_i$  - Imposto sobre o resultado

$I_0$  - Investimento inicial

$I_k$  - Investimento do período  $k$

% - Percentagem

$P_a$  - Percentagem capital alheio

$P_p$  - Percentagem capital próprio

$n$  - Período final da análise

$m$  - Período inicial da análise

$PF D_k$  - Poupança fiscal das depreciações e amortizações contabilísticas do período  $k$

$R_k$  - Rendimentos do período  $k$

$S_k$  - Saldo acumulado dos fluxos de capital no período  $k$

$i$  - Taxa de atualização

$i_{aj}$  - Taxa de juro efetiva global associada aos capitais alheios

$t_a$  - Taxa de poupança fiscal associada aos gastos

$i_p$  - Taxa de rentabilidade exigida para os capitais próprios

$i_f$  - Taxa média de inflação

$VR$  - Valor Residual



# 1 INTRODUÇÃO

Este relatório foi desenvolvido no contexto de um estágio curricular, requisito para a conclusão do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. O estágio decorreu no departamento de produção na empresa *Transport Industry Development Centre* (TRIDEC), localizada no complexo industrial de Murtede, entre 17 de junho de 2024 e 25 de março de 2025.

Neste capítulo, apresenta-se o enquadramento do trabalho, bem como a definição dos seus objetivos e a estrutura do relatório.

## 1.1 Enquadramento do estágio e objetivos

Ao longo do tempo, a revolução digital tem transformado profundamente diversos setores da economia, e a indústria não é exceção. Num mundo onde há cada vez mais preocupações com a sustentabilidade, eficiência operacional e a segurança da informação, a transição para *Paperless*, ou sem papel, tem sido uma opção viável e uma prioridade estratégica para muitas empresas. A adoção de soluções digitais que substituem processos baseados em papel não apenas contribui para preservação ambiental, mas também para o aumento de produtividade e na melhoria da gestão organizacional.

O uso de papel tem sido uma prática tradicional e amplamente difundida nas indústrias ao longo de décadas, sendo uma parte essencial no que toca a documentação de processos, controlo de qualidade, logística e comunicação interna e externa. No entanto, a dependência do papel tem os seus próprios desafios, como custos de impressão, riscos de perda, acidentes ou incidentes que podem comprometer a legibilidade do papel, dificuldade de acesso rápido e compartilhamento de informações. Para além dos desafios empresariais, a utilização de papel traz consigo diversos problemas ambientais, tais como, a produção de Gases com Efeito de Estufa (GEE), desflorestação e mudanças climáticas antropogénicas (Karakilic et al., 2023).

O *Paperless*, trata-se de substituir o papel por tecnologias modernas, com o uso de *softwares* de gestão de documentos e plataformas baseadas em nuvem, que permitem o acesso rápido e em tempo real a dados. A digitalização facilita a análise de dados e integração de processos industriais, oferecendo maior controlo e visibilidade sobre as operações a executar. Adotar um método *Paperless* não é simples, pois envolve investimentos iniciais e treinamento de operadores, para além disso, exige sistemas de segurança e

proteção de dados digitais mais robustos, prevenindo possíveis violações ou perdas de informações sensíveis.

A TRIDEC é uma empresa especializada na comercialização de sistemas direcionais para veículos comerciais, destacando-se pela personalização dos seus produtos para atender às necessidades dos clientes. Esta abordagem resulta num sistema produtivo complexo, exigindo uma gestão eficiente dos processos. Para otimizar a gestão da empresa, são utilizados sistemas de informação que integram dados de diversos departamentos, centralizando informações críticas e simplificando os processos internos. Um dos principais sistemas é o *Manufacturing Execution System* (MES), cuja função principal é a recolha e monitorização de dados de produção.

Nesse contexto, para alcançar os objetivos de melhoria, o estágio focou-se principalmente em dois grandes aspetos. Primeiramente, focou-se no projeto *Paperless*, especificamente na sua implementação no chão de fábrica. O segundo incidiu no *design* e desenvolvimento de estruturas que permitissem a sua otimização e adaptação à integração do referido projeto.

Adicionalmente, ao longo do estágio, foi possível contribuir para o design de moldes, participar na formação de colaboradores e prestar apoio direto às equipas de produção e engenharia.

## 1.2 Estrutura do relatório

Este relatório está estruturado em cinco capítulos principais, sendo que o primeiro capítulo corresponde à introdução, onde se apresenta o enquadramento do estágio, bem como os objetivos gerais e específicos a alcançar ao longo do mesmo.

No segundo capítulo é desenvolvido o enquadramento teórico, no qual se exploram os principais conceitos que sustentam o trabalho realizado. Entre os temas abordados destacam-se os sistemas de informação, o *Paperless*, *Computer-Aided Design* (CAD) e, por fim, a análise de investimento associada a projetos.

O terceiro capítulo destina-se à caracterização da empresa onde decorreu o estágio, sendo apresentada uma breve descrição da sua história, missão, alguns dos seus produtos, bem como os seus processos de negócio e produtivos.

O quarto capítulo corresponde ao caso de estudo, que se encontra subdividido em três partes, a implementação parcial do projeto *Paperless*, o desenvolvimento de estruturas associadas ao mesmo, e a respetiva análise de investimento. No que respeita às duas primeiras partes, é apresentada a situação inicial observada no início do estágio e os resultados alcançados após a aplicação de diversas metodologias com vista à concretização dos objetivos propostos.

Por último, as conclusões obtidas do caso de estudo estão presentes no capítulo cinco.

## 2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Sistemas de informação

#### 2.1.1 MRP (Material Requirements Planing) ao ERP (Enterprise Resource Planning)

Atualmente o ERP (*Enterprise Resource Planning*) é um software utilizado pelas empresas para integrar e coordenar informações em todas as áreas da organização. No entanto, o ERP não surgiu de forma repentina, a sua evolução ocorreu gradualmente, adaptando-se ao longo do tempo até ao que conhecemos atualmente.

A origem do ERP remonta a um sistema de controlo de inventário na década de 1960. Ao reconhecer os benefícios de uma base de dados computadorizada para as indústrias e em resposta ao programa de produção da Toyota, Joseph Orlicky criou o *Material Requirements Planning* (MRP) em 1964. A primeira empresa a implementar o MRP foi a Black & Decker, nesse mesmo ano (ForceIntellect. (2017, November 13). *Evolution of ERP* <https://forceintellect.com/2017/11/13/evolution-of-erp/>).

O MRP foi progressivamente expandido para *Manufacturing Resource Planning* (MRP 2.0) na década de 1980. Enquanto o MRP concentrava-se principalmente nos materiais, o MRP 2.0 abordava a integração de todos os elementos do processo de produção, incluindo materiais, finanças e recursos humanos. Esta evolução prosseguiu e, na década de 1990, o termo *Extended Enterprise Resource Planning* (ERP) foi introduzido pelo grupo Gartner. Desde então, os sistemas ERP mantiveram a sua estrutura essencial, mas têm evoluído continuamente com a integração de novas funcionalidades. (Figura 1)



Figura 1 - Evolução desde o sistema de controlo de inventário ao ERP (Evolution of ERP | Material Resource Planning | MRP 2.0 | ERP | ERP 2.0, n.d.)

#### 2.1.2 ERP (Enterprise Resource Planning)

O modelo atual de ERP apoia as empresas na gestão dos seus processos de negócios, centralizando os dados e facilitando o fluxo de informações,

melhorando a eficiência operacional, a tomada de decisões e a colaboração entre os departamentos. Assim sendo, o software de ERP ajuda as organizações a lidar com as suas áreas de operações: receção, gestão de inventário, gestão de pedidos de clientes, planeamento e gestão da produção, expedição, contabilidade, gestão de recursos humanos e todas as demais atividades que ocorrem numa empresa moderna (Ragowsky & Somers, 2002).

Um exemplo dessas operações pode ser observado na Figura 2, onde observa-se que, o que ocorre numa área funcional não está totalmente isolado do que acontece nas outras. Embora cada área tenha as suas próprias responsabilidades e processos, as interações e dependências entre elas são cruciais para o bom funcionamento da organização como um todo. A integração dessas áreas permite uma visão mais ampla e eficiente dos processos empresariais, garantindo que todas as funções trabalhem de maneira coordenada e alinhada aos objetivos estratégicos da empresa. Quanto mais eficaz for a integração das atividades de cada área funcional dentro de uma empresa, maior será o seu sucesso (Monk & Wagner, 2008).

Functional area of operation	Marketing and Sales	Supply Chain Management	Accounting and Finance	Human Resources
Business functions	Marketing a product	Purchasing goods and raw materials	Financial accounting of payments from customers and to suppliers	Recruiting and hiring
	Taking sales orders	Receiving goods and raw materials	Cost allocation and control	Training
	Customer support	Transportation and logistics	Planning and budgeting	Payroll
	Customer relationship management	Scheduling production runs	Cash-flow management	Benefits
	Sales forecasting	Manufacturing goods		Government compliance
	Advertising	Plant maintenance		

Figura 2 - Exemplos de áreas funcionais de operação e suas funções empresariais (Monk & Wagner, 2008)

### 2.1.2.1 Benefícios ERP

Um ERP oferece uma série de benefícios que podem melhorar significativamente a eficiência operacional, a tomada de decisões e o desempenho geral dos negócios. Ao centralizar dados e processos, o

software ERP ajuda as organizações a otimizar as operações e a alcançar retornos substanciais sobre o investimento.

#### Alguns exemplos de benefícios:

##### **Melhoria na Eficiência e Produtividade**

Um dos principais benefícios é o aumento da eficiência que ele proporciona à organização. O software ERP automatiza tarefas repetitivas e reduz a necessidade de inserção manual de dados, o que não apenas melhora a produtividade dos usuários, mas também minimiza o risco de erros que poderiam levar a erros empresariais de alto custo (Writer, 2023).

##### **Gestão de Dados e Relatórios Aprimorados**

Destaca-se na gestão de dados ao fornecer relatórios em tempo real. Esta funcionalidade permite que as organizações personalizem os relatórios em diversas áreas, como finanças, inventário e recursos humanos, possibilitando o acompanhamento de *Key Performance Indicators* (KPI) mais relevantes para as operações (Hernandez, 2023).

##### **Integração Global**

O ERP facilita a integração global, superando barreiras como taxas de câmbio, idiomas e culturas, permitindo a integração automática de dados através de fronteiras internacionais (Monk & Wagner, 2008).

Apesar da abrangência dos sistemas ERP, persiste a necessidade de uma solução que se concentre na componente produtiva, em vez de se focar na informação para a gestão empresarial. Assim, surgiram os MES, que colmatam a lacuna existente nas tecnologias de informação entre a gestão empresarial e a produção.

### **2.1.3 MES (Manufacturing Execution System)**

*Manufacturing Execution System* (MES) tornou-se algo essencial na fabricação moderna, permitindo a monitorização, controlo e optimização em tempo real dos processos de produção. No contexto da Indústria 4.0, o MES desempenha um papel fundamental na realização da fabricação inteligente através da ligação de máquinas, dados e pessoas em todo o chão de fábrica.

À medida que as indústrias adotaram, cada vez mais, estratégias de transformação digital no âmbito do paradigma da Indústria 4.0, os *Manufacturing Execution Systems* ganharam destaque, onde muitos projetos criados de raiz integravam o MES desde o início, permitindo futuramente fluxos de trabalho digitais eficientes e processos de produção optimizados (Karakilic et al., 2023).

Ao fornecer dados e controlo em tempo real, o MES atua como uma ponte entre o nível estratégico do planeamento empresarial, frequentemente

gerido por sistemas ERP, e o nível operacional, onde ocorre a produção (Choi & Kim, 2002).

O sistema MES é uma aplicação fundamental de integração vertical numa empresa. Todos os sistemas individuais de uma empresa, desde o sistema ERP até aos sistemas e equipamentos ao nível do chão de fábrica, podem ser integrados num só sistema (Govindaraju & Putra, 2016). *Instrumentation, Systems & Automation (ISA)*, através da norma ANSI/ISA-95 “*Enterprise-Control System Integration*” definiu que existem 4 níveis associados ao controlo da produção, como observado na Figura 3.

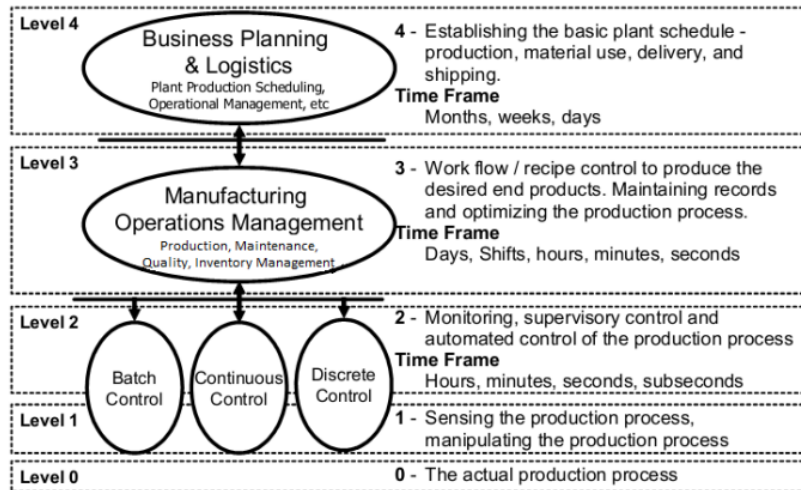


Figura 3 - Hierarquia funcional pela norma ANSI/ISA-95 "Enterprise-Control System Integration" (Neubauer et al., 2017)

Nos níveis zero, um e dois encontram-se os processos de controlo de operações bem como a produção em si, no nível três encontra-se os processos de controlo e gestão da produção (MES) e por último, no nível quatro, as funções associadas à gestão da empresa (ERP).

Um dos problemas nos sistemas ERP, em termos de produção, tem a ver com o facto de estes considerarem os recursos infinitos. Outro problema decorre das atualizações vindas do chão de fábrica, como o envio de dados para o ERP, que não ocorrem em tempo real. O MES preenche essa lacuna, pois permite que as empresas tenham capacidade para monitorizar as atividades do chão de fábrica em tempo real, além de estabelecer uma capacidade finita para o planeamento, complementando assim o sistema ERP (Silva, 2021).

Na Figura 4 observa-se as funcionalidades do ERP e do MES, bem como as possíveis trocas de dados/informações entre eles.

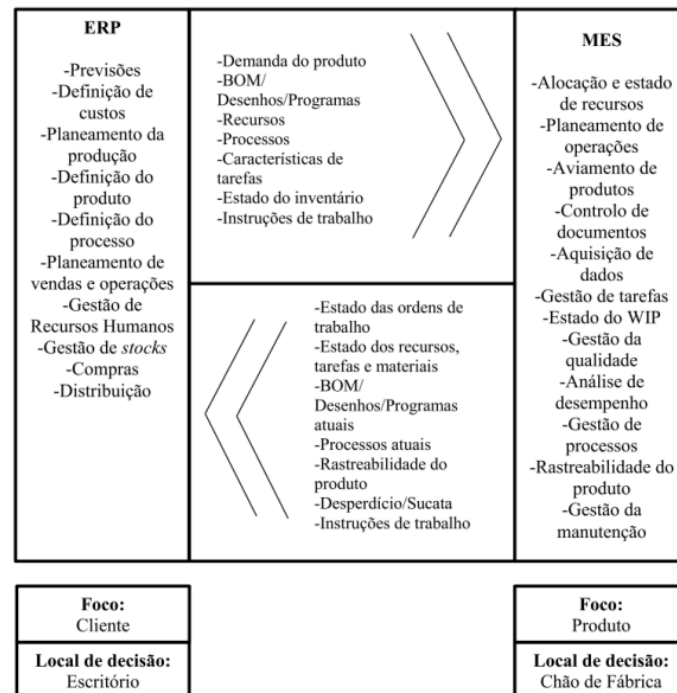


Figura 4 - Funcionalidades do MES e ERP e transferências de dados/informações entre os mesmos (Silva, 2021)

### 2.1.3.1 Funções principais de um MES

As funções principais de um MES (Figura 5) incluem (Saenz de Ugarte et al., 2009):

- **Agendamento de Operações/Detalhes:** sequenciar e programar atividades para otimizar o desempenho da fábrica, com base nas capacidades finitas dos recursos;
- **Atribuição e Estado de Recursos:** orientar o que as pessoas, máquinas, ferramentas e materiais devem fazer e acompanhar o que estão a fazer atualmente ou acabaram de fazer;
- **Despacho de Unidades de Produção:** emitir a ordem para enviar materiais ou encomendas a determinadas partes da fábrica para iniciar um processo ou etapa;
- **Controlo de Documentos:** gerir e distribuir informações sobre produtos, processos, designs ou encomendas, bem como recolher declarações de certificação de trabalho e condições;
- **Rastreamento de Produtos:** monitorizar o progresso de unidades, lotes ou séries de produção para criar um histórico completo do produto;
- **Análise de Desempenho:** comparar os resultados medidos na fábrica com os objetivos e conjunto de métricas definidos pela empresa, clientes ou entidades reguladoras;

- **Gestão de Mão-de-Obra:** acompanhar e direcionar a utilização do pessoal durante um turno, com base em qualificações, padrões de trabalho e necessidades empresariais;
- **Gestão de Manutenção:** planear e executar atividades adequadas para manter os equipamentos e outros ativos da fábrica a funcionar conforme os objetivos.
- **Gestão de Processos:** direcionar o fluxo de trabalho na fábrica com base nas atividades de produção planeadas e reais;
- **Gestão da Qualidade:** registar, monitorizar e analisar as características dos produtos e processos em relação aos ideais de engenharia;
- **Recolha/Aquisição de Dados:** monitorizar, recolher e organizar dados sobre os processos, materiais e operações provenientes de pessoas, máquinas ou controlos.

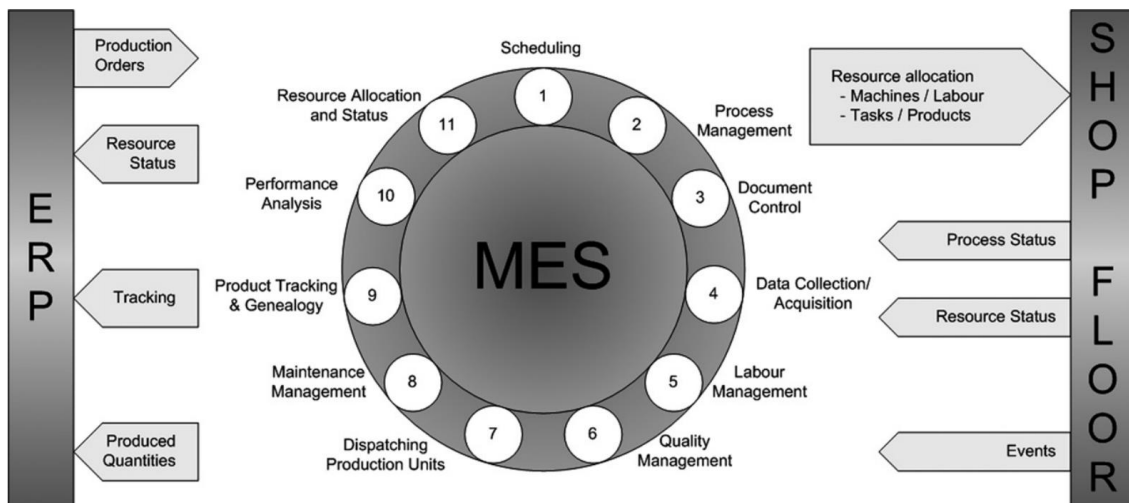


Figura 5 - As funções principais de um MES e a sua interação com o ERP e o chão de fábrica (Saenz de Ugarte et al., 2009)

### 2.1.3.2 Benefícios da Implementação de um MES

Os sistemas MES têm oferecido às empresas alguns dos benefícios mais notáveis entre os softwares industriais, como uma redução média de 45% no tempo de ciclo de produção, um aumento significativo na flexibilidade para responder às exigências dos clientes, a implementação de determinados níveis de fabricação ágil e uma melhoria na satisfação dos clientes (Saenz de Ugarte et al., 2009).

Os principais benefícios deste tipo de sistema são (Meyer et al., 2009):

- **Transparência na integração de dados:** Os sistemas de produção atuais geralmente não integram completamente os dados, dificultando uma avaliação global da produção;

- Redução do tempo gasto em processamento administrativo, planeamento de produção, configurações, produção e armazenamento;
- Redução de custos administrativos através da diminuição de atividades indiretas e do uso de papel;
- Melhoria no atendimento ao cliente: Com um MES, é possível ter datas de entrega confiáveis e obter informações sobre o estado atual de qualquer encomenda;
- Melhor qualidade: Uma visão integrada do controlo do processo facilita o objetivo de uma produção sem defeitos;
- Controlo de custos em tempo real;
- Aumento da produtividade dos operadores: Um MES permite a recolha de dados em tempo real necessários para gerir a produção com o menor número de erros possível.

## 2.2 Paperless

Num cenário industrial em constante evolução, a transição para um ambiente *Paperless* tornou-se um aspeto fundamental da modernização. Tradicionalmente, as indústrias dependeram/dependem de documentação em papel para instruções de trabalho, desenhos, rastreamento de inventário, controlo de qualidade e outros processos críticos (Figura 6). Contudo, tal método não só é intensivo em recursos, como também está sujeito a problemas de controlo, precisão e integridade (Djassemi & Sena, 2006).

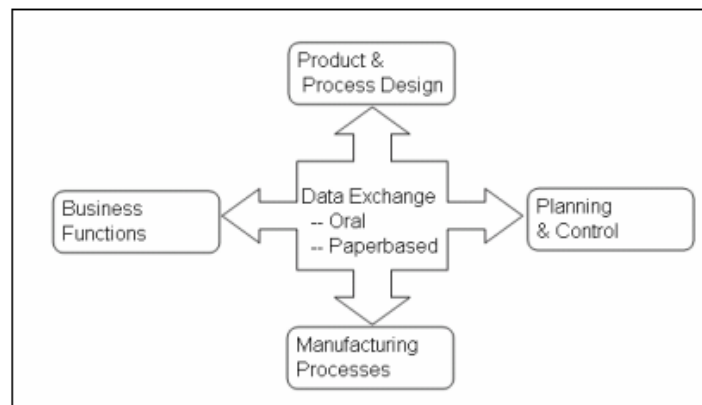


Figura 6 - Forma tradicional de distribuição de dados/informação (Djassemi & Sena, 2006)

Um ambiente *Paperless*, especialmente no chão de fábrica, permite aos operadores acederem a ordens de trabalho atualizadas com as revisões mais recentes, consultem imagens CAD (*Computer-Aided Design*) e obtenham informações detalhadas sobre a lista de materiais, bem como toda a

documentação associada, sem que esta esteja comprometida por acidentes ou incidentes que possam ocorrer.

Acontece que, por vezes, os operadores poderão ter dificuldade em observar certos detalhes numa folha de desenho, como por exemplo uma medida, devido a esta ter um tamanho reduzido ou não estar legível. Neste caso, os operadores, através do *Paperless*, para além de não terem o mesmo problema supramencionado, têm ainda a possibilidade de interagir com os dados fornecidos, incluindo a análise detalhada, rotação ou ampliação de representações CAD.

De um ponto de vista direcionado para a indústria, a transição para um ambiente *Paperless* oferece diversos benefícios (Turing Space. (2024, October 14). *Keeping Up with the Paperless Office Trend! The Benefits of Going Paperless Are More Than Just Eco-friendly.* <https://turingcerts.com/esg-Paperless/>):

#### **Simplificação dos fluxos de trabalho**

A eliminação do papel permite que os fluxos de trabalho sejam mais rápidos e eficientes, reduzindo a necessidade de manuseamento físico de documentos e facilitando o acesso à informação de forma digital.

#### **Economia de espaço e melhoria na gestão**

Os documentos em papel tradicionais exigem espaço. Com a implementação do *Paperless*, o espaço antes ocupado por documentos físicos pode ser reutilizado, enquanto os documentos digitais armazenados na nuvem são mais fáceis de organizar.

#### **Redução dos custos operacionais**

Redução de custos de materiais (papel, impressoras e tinta) e armazenamento, além de minimizar o tempo gasto na procura e organização de documentos físicos.

#### **Maior flexibilidade**

Permite que os colaboradores acedam/partilhem informações de forma remota.

#### **Aumento da eficiência e produtividade no trabalho**

Com acesso imediato a documentos e dados digitais, as equipas podem responder mais rapidamente às necessidades do negócio, aumentando a produtividade e eficiência de processos.

#### **Melhoria na segurança dos dados**

A digitalização permite o uso de sistemas de segurança avançados, como criptografia e *backups* automáticos, garantindo que os dados da empresa estejam protegidos contra perdas e acessos não autorizados.

### *Eco-friendly* e prevenção do desperdício de recursos

Além dos benefícios operacionais, também existe redução de uso de recursos naturais, como papel e tinta, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e diminuindo o desperdício. De acordo com Karakilic et al. (2023), a produção de papel gera emissões de GEE, que contribuem para a desflorestação e para as alterações climáticas antropogênicas (de origem humana).

## 2.3 Computer-Aided Design (CAD)

O Desenho Assistido por Computador (DAC), ou em inglês, CAD, tornou-se uma ferramenta vital em indústrias que exigem precisão e eficiência. É uma tecnologia computadorizada que permite criação, análise, modificação e otimização de um desenho (SARCAR et al., 2008).

Originalmente concebido como uma alternativa ao desenho técnico manual, o CAD evoluiu para uma plataforma multifuncional para ser usado em conjunto com *Computer-Aided Engineering* (CAE) e *Computer-Aided Manufacturing* (CAM), mas, o CAD pode ser utilizado independentemente, enquanto o CAE e CAM estão dependentes do desenho/modelo proveniente do CAD.

Razões para a implementar CAD (SARCAR et al., 2008):

- **Aumenta a produtividade do *designer*.** Melhora a produtividade do designer ao permitir que visualize facilmente o produto e suas partes. Isto diminui o tempo necessário para criar, analisar e documentar o desenho, levando a uma redução nos custos e tempos de conclusão dos projetos;
- **Melhora a qualidade do desenho/objeto:** Melhora a qualidade do design ao permitir análises rápidas e precisas. Possibilitando explorar diversas alternativas de design e reduzindo erros;
- **Melhora a comunicação através de documentação:** O CAD melhora a comunicação na documentação ao gerar desenhos de engenharia mais precisos e padronizados
- **Cria uma base de dados para a fabricação:** No processo de criação da documentação para o design do produto (geometria e dimensões dos componentes, lista de materiais, etc.), grande parte da base de dados necessária para a fabricação também é criada, podendo ser aplicada em várias aplicações de Computer Integrated Manufacturing (CIM), como a programação por Computer Numerical Control (CNC), programação de robôs, planejamento de processos, entre outros.

Os modelos geométricos utilizados em CAD podem ser divididos em duas classificações, uma das classificações distingue-se por modelos bidimensionais (2-D) e tridimensionais (3-D). Os modelos 2-D são amplamente utilizados para desenhar objetos planos como esquemas técnicos e plantas arquitetónicas de edifícios, onde a representação plana é suficiente para transmitir informações sobre dimensões e formas. Por outro lado, os modelos 3-D oferecem uma representação mais avançada, permitindo a visualização e manipulação de objetos em três dimensões (Groover, 2008).

Os modelos geométricos no CAD também podem ser classificados como modelos *wire-frame* ou modelos sólidos. Os modelos *wire-frame* utilizam linhas interligadas (segmentos de linhas retas) para representar a forma de um objeto, como observado na Figura 7 (Groover, 2008).

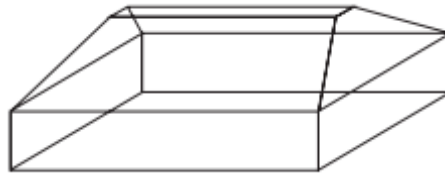


Figura 7 - Modelo wire-frame(Groover, 2008)

Esta abordagem oferece uma representação estrutural básica do objeto, destacando apenas as arestas e limites. No entanto, os modelos deste tipo com geometrias complexas, podem tornar a interpretação mais difícil, pois exibem todas as linhas que compõem a forma do objeto, incluindo aquelas que representam partes ocultas ou o lado oposto da peça, sendo que é raramente usado. Em modelo sólido (Figura 8), um objeto é modelado em três dimensões sólidas, permitindo ao utilizador uma visão do objeto semelhante à forma como seria visto na vida real. Este tipo de modelação permite uma representação mais realista e intuitiva, facilitando a compreensão da sua forma, volume e proporção (Groover, 2008).

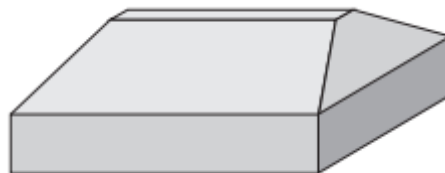


Figura 8 - Modelo sólido (Groover, 2008)

## 2.4 Análise de Investimento

A tomada de decisão em investimentos requer a aplicação de métodos financeiros que permitam avaliar a viabilidade económica de um projeto.

Para tal, é essencial recorrer a ferramentas que possibilitem a análise do retorno do investimento, tendo em conta tanto os custos iniciais como os benefícios gerados ao longo do tempo.

Neste contexto, a avaliação de projetos de investimento pode ser realizada através de diferentes indicadores financeiros, entre os quais se destacam o Valor Líquido Atual (*VLA*), a Taxa Interna de Retorno (*TIR*) e o Período de Retorno (*PR*).

Ao longo deste capítulo, irão ser abordados estes três indicadores, de forma a fundamentar a decisão sobre a viabilidade económica de um projeto.

#### 2.4.1 Período de retorno (*PR*)

Ao considerar um investimento, é fundamental compreender em quanto tempo o montante aplicado será recuperado. Este conceito, conhecido como período de retorno (*PR*), refere-se ao intervalo necessário para que o fluxo de caixa gerado pelo investimento seja suficiente para cobrir o valor inicialmente despendido. É uma métrica amplamente utilizada para avaliar a viabilidade de projetos e auxiliar na tomada de decisões estratégicas em diversos sectores.

Assim sendo, o *PR*, representa o período de exploração que é necessário decorrer para que os valores de todos os fluxos negativos sejam igualados a todos os fluxos positivos originados. Existem diversas formas de determinar o *PR*, seja através do período de retorno simples (*PRS*) ou o método do período de retorno médio (*PRM*). No entanto, estes não são utilizados devido a não terem em conta fatores determinantes no investimento. No caso do método do *PRS*, não são considerados os custos pela utilização de capitais próprios ou alheios, nem a inflação média anual. No caso do *PRM* a sua utilização não é aconselhável, pois representa apenas uma estimativa aproximada do valor do *PR* (Almeida, 2024).

Posto isto, é utilizado um outro método que calcula o saldo acumulado dos fluxos de capital (*S*), para cada ano de análise (*k*), equação (2.1a), (2.1b) e (2.1c) (Almeida, 2024).

$$k = m - 1 \rightarrow S_k = 0 \quad (2.1a)$$

$$m \leq k < n \rightarrow S_k = S_{k-1} + \frac{CF_k - I_k}{(1+i)^k} \quad (2.1b)$$

$$m \leq k < n \rightarrow S_k = S_{k-1} + \frac{CF_k - I_k}{(1+i)^k} + \frac{VR}{(1+i)^n} \quad (2.1c)$$

onde:

$S_k$  - Saldo acumulado dos fluxos de capital do período *k*;

$CF_k$  - Fluxo de caixa do período  $k$ ;

$VR$  - Valor Residual;

$I_k$  - Investimento do período  $k$ ;

$i$  - Taxa de atualização;

$k$  - Ano de análise;

$n$  - Período final da análise;

$m$  - Período inicial da análise.

O valor do PR é obtido quando o saldo acumulado é igual a zero. Na prática o momento do saldo acumulado nulo não é obtido com  $k$  igual a um número natural. Posto isto, com o objetivo de identificar com precisão qual o tempo exato a decorrer, é necessário fazer uma interpolação linear para determinar esse período (Almeida, 2024).

Pode-se observar na equação anterior, que para saber o  $PR$  é necessário calcular primeiramente o fluxo de caixa referente a cada período  $k$  ( $CF_k$ ), bem como a taxa de atualização ( $i$ ).

#### 2.4.1.1 Fluxo de Caixa ( $CF$ )

O Fluxo de caixa representa o saldo económico-financeiro anual gerado pela atividade operacional de um novo negócio ou projeto. Este indicador reflete a diferença entre os influxos (entradas de recursos financeiros) e os efluxos (saídas de recursos financeiros) associados diretamente à exploração do investimento (Almeida, 2024).

O fluxo de caixa referente a cada período  $k$  pode ser obtido através da seguinte equação:

$$CF_k = R_k - G_k - IRC_{max,k} + PFD_k \quad (2.2)$$

em que:

$R_k$  - Rendimentos do período  $k$ ;

$G_k$  - Gastos de exploração do período  $k$ ;

$IRC_{max,k}$  - Imposto máximo teórico a pagar relacionado com a exploração do projeto do período  $k$ ;

$PFD_k$  - Poupança fiscal das depreciações e amortizações contabilísticas do período  $k$ .

#### 2.4.1.2 Taxa de atualização ( $i$ )

A taxa de atualização, também conhecida como *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), é a taxa de juro a utilizar na atualização para o momento de arranque do projeto de todos os fluxos monetários associados ao

projeto. Para calcular a taxa de atualização, considera-se que esta é obtida através da média ponderada entre o custo dos capitais próprios e dos capitais alheios necessários para a realização do investimento (Almeida, 2024).

No caso de o investimento ser analisado a preços constantes, temos a equação (2.3):

$$i = P_p \times i_p + (1 - t_a) \times (P_{a1} \times i_{a1} + P_{a2} \times i_{a2} + \dots + P_{aj} \times i_{aj}) \quad (2.3)$$

onde:

$P_p$  - Percentagem capital próprio;

$P_a$  - Percentagem capital alheio;

$i_p$  - Taxa de rentabilidade exigida para os capitais próprios;

$t_a$  - Taxa de poupança fiscal associada aos gastos;

$i_{aj}$  - Taxa de juro efetiva global associada aos capitais alheios.

No caso de o investimento ser analisado a preços correntes, ou seja, existir interferência da inflação no projeto de investimento, temos a equação (2.4):

$$i = i + i_f + i \times i_f \quad (2.4)$$

onde:

$i_f$  - Taxa média de inflação;

$i$  - Taxa de atualização a preços constantes

#### 2.4.2 Valor Líquido Atual (VLA)

Um projeto de investimento é considerado atrativo quando o total dos fluxos de saída de capital é inferior ao total dos fluxos de entrada de capital, os quais correspondem aos recursos económicos gerados. No entanto, para que esta comparação seja válida, é imprescindível que todos os valores sejam referenciados a um mesmo instante temporal, denominado “data focal” (Almeida, 2024).

Entre os indicadores financeiros mais amplamente utilizados para avaliar a viabilidade económica de um investimento destaca-se o Valor Atualizado Líquido (VAL), também designado por Valor Líquido Atual (VLA). Este indicador traduz, de forma direta, o princípio fundamental da rentabilidade de um investimento, razão pela qual se tornou um dos principais indicadores de decisão na análise financeira de projetos, juntamente com outros, como o período de retorno (Almeida, 2024).

Assim sendo, o  $VLA$  é calculado da seguinte forma:

$$VLA = \sum_{k=m}^{k=n} \frac{CF_k - I_k}{(1+i)^k} + \frac{VR}{(1+i)^n} \quad (2.5)$$

onde:

$CF_k$  - Fluxo de caixa do período  $k$ ;

$I_k$  - Investimento do período  $k$ ;

$VR$  - Valor Residual;

$i$  - Taxa de atualização;

$k$  - Ano de análise;

$n$  - Período final da análise;

$m$  - Período inicial da análise.

Caso os fluxos de caixa sejam contantes, utiliza-se a seguinte equação:

$$VLA = CF \times \frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} + \frac{VR}{(1+i)^n} - \sum_{k=m}^{k=n} \frac{I_k}{(1+i)^k} \quad (2.6)$$

Existem três situações possíveis para o investimento ser financeiramente avaliado (Almeida, 2024):

- $VLA > 0$ , significa que o projeto é financeiramente favorável. Os retornos financeiros são suficientes não apenas para recuperar o investimento inicial, como também para remunerar os capitais aplicados à taxa de atualização pretendida;
- $VLA = 0$ , o projeto remunera os capitais aplicados a uma taxa de atualização igual à pretendida, é indiferente realizar o projeto;
- $VLA < 0$ , significa que o projeto é financeiramente desfavorável, visto que o projeto não tem retornos suficientes para pagar o investimento.

### 2.4.3 Taxa Interna de Rentabilidade ( $TIR$ )

A Taxa Interna de Rentabilidade ( $TIR$ ) é a taxa de atualização máxima admissível que torna o  $VLA$  nulo. O projeto será considerado financeiramente favorável se a  $TIR$  for igual ou superior ao custo de capital associado. Se, eventualmente, for exigida uma taxa superior, o projeto terá um  $VLA$  negativo e conseqüentemente deixará de ser favorável a nível financeiro.

Exemplificando, através da Figura 9 observa-se que o  $VLA$  é nulo quando a  $TIR$  tem um valor de 6%, qualquer outra taxa superior a esta, torna o  $VLA$  negativo e conseqüentemente o investimento financeiramente desfavorável. Normalmente o critério da  $TIR$  coincide com o do  $VLA$ , ou seja, o  $VLA$  é positivo quando a  $TIR$  é superior à taxa de retorno exigida pelo investidor e vice-versa.

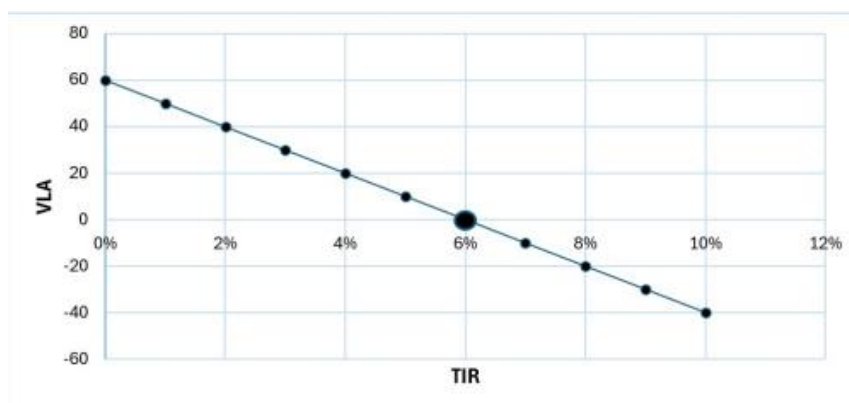


Figura 9 - Exemplo de TIR máxima admissível que torna o  $VLA$  nulo

Para obtenção do valor da taxa de atualização máxima admissível, é necessário tornar o valor do  $VLA$  nulo ( $VLA_0$ ), através da equação (2.7).

$$VLA_0 = \sum_{k=m}^{k=n} \frac{CF_k - I_k}{(1 + TIR)^k} + \frac{VR}{(1 + TIR)^n} \quad (2.7)$$

onde:

$CF_k$  - Fluxo de caixa do período  $k$ ;

$I_k$  - Investimento do período  $k$ ;

$VR$  - Valor Residual;

$k$  - Ano de análise;

$n$  - Período final da análise;

$m$  - Período inicial da análise.

Caso os fluxos de caixa sejam contantes, utiliza-se a seguinte equação:

$$VLA_0 = CF \times \frac{(1 + TIR)^n - 1}{TIR \times (1 + TIR)^n} + \frac{VR}{(1 + TIR)^n} - \sum_{k=m}^{k=n} \frac{I_k}{(1 + TIR)^k} \quad (2.8)$$

### 3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA TRIDEC

#### 3.1 História TRIDEC

*TRIDEC* deu início à sua atividade em 1990, na Holanda, com o objetivo de desenvolver e produzir sistemas direcionais e suspensões para a indústria de transportes pesados (camiões de transporte de mercadorias). No ano de 1993, a empresa começou a marcar presença nas principais feiras europeias de transportes. Devido ao seu crescimento e à falta de mão-de-obra na Holanda, a empresa começou a expandir-se internacionalmente, escolhendo Portugal para iniciar essa nova etapa, originando o aparecimento da instalação *TRIDEC – Sistemas Direcionais para Semi-Reboques, LDA*. (Figura 10 e 11)

A empresa é constituída pela *Transport Industry Development Centre B.V.* (*TRIDEC* Holanda) e pela *TRIDEC – Sistemas Direcionais para Semi-Reboques, LDA* (*TRIDEC* Portugal), contando atualmente com cerca de 200 colaboradores, onde todos os produtos desenvolvidos em Portugal têm apoio da *TRIDEC* Holanda, que é responsável pelo desenvolvimento e venda dos mesmos.



Figura 10 - TRIDEC Portugal



Figura 11 - TRIDEC Holanda

A empresa holandesa TRIDEC faz parte do grupo JOST-World desde 2008, sendo líder mundial na fabricação de sistemas, módulos e componentes para camiões. Iniciando a atividade em 1952, o grupo JOST atingiu uma posição de líder de mercado na produção de componentes para camiões e reboques. O seu sucesso baseia-se na flexibilidade de produto, vasto conhecimento técnico, grande ação empresarial e boa relação com os seus colaboradores. O Grupo JOST é composto por duas divisões, a Jost World e a Jost International (operando exclusivamente nos Estados Unidos da América), englobando as marcas TRIDEC, HYVA, ROCKINGER Agriculture and Forestry e Quicke. (Figura 12)



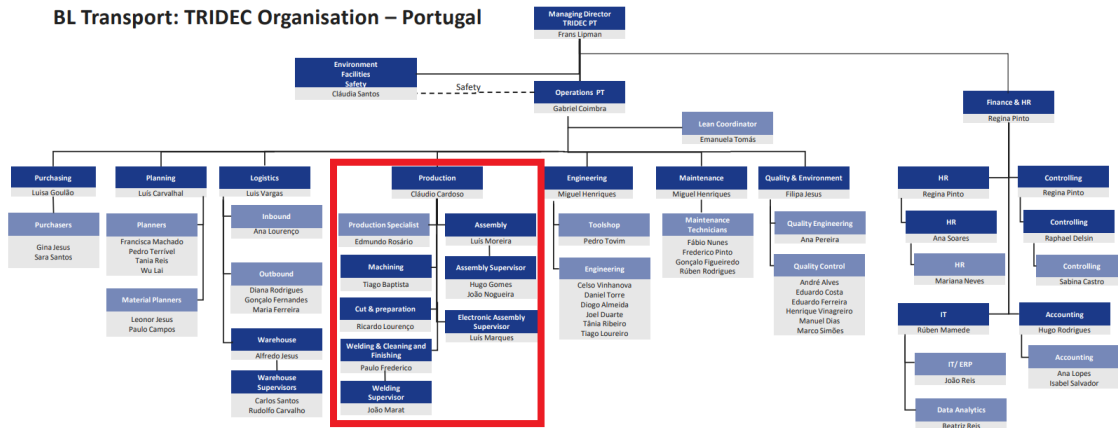
Figura 12 - Constituição do grupo JOST

A TRIDEC Portugal, até ao presente momento, é estruturada por três departamentos, o Operacional, o Financeiro e Recursos Humanos e Segurança das Instalações Ambientais, que, no caso do Operacional e Financeiro e Recursos Humanos, divide-se em sub-departamentos. O presente trabalho foi desenvolvido no sub-departamento de Produção (identificado na Figura 13 a vermelho), responsável por Cláudio Cardoso. O responsável pelo departamento Financeiro e Recursos Humanos, está também responsável pelo mesmo na TRIDEC Holanda.

TRIDEC PT



BL Transport: TRIDEC Organisation – Portugal



Status: 01.07.2024 | Simplified depiction not showing all boxes down to the individual employee  
■ : role w/ direct reports; ■ : role w/o direct reports

1

Figura 13 - Organograma TRIDEC Portugal (TRIDEC Portugal, Manual de Qualidade e Ambiente, 2025)

### 3.2 Missão e produtos

A TRIDEC desenvolve e fabrica uma vasta gama de sistemas direcionais e suspensões especiais, que melhoram a segurança, eficiência e durabilidade dos reboques e semirreboques utilizados no transporte rodoviário. Estes são projetados para otimizar a manobrabilidade dos reboques, reduzindo o raio de viragem e aumentando a estabilidade dos veículos em trajetos sinuosos ou urbanos. Os sistemas de direção podem ser controlados mecanicamente e hidraulicamente, já para as suspensões, estas têm a possibilidade de serem atuadas pneumaticamente ou hidraulicamente. (Figura 14 e 15)

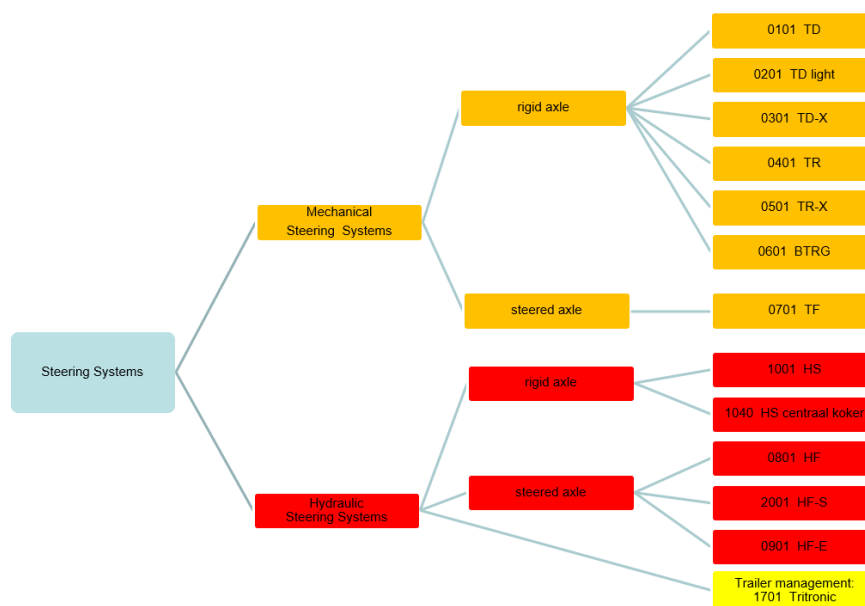


Figura 14 – Os diversos sistemas direcionais (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint, 2025)

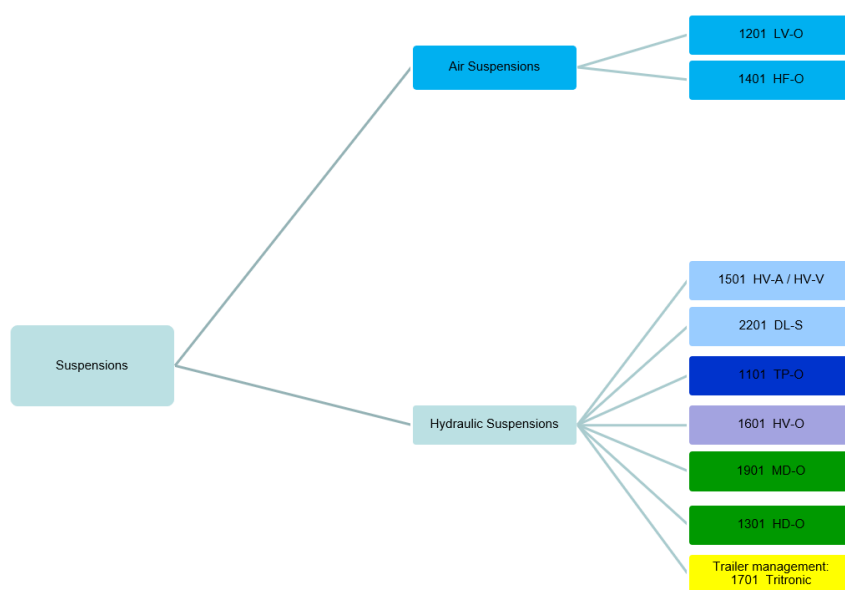


Figura 15 - Os diversos tipos de suspensões (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint, 2025)

Os produtos produzidos na TRIDEC Portugal, são posteriormente integrados em reboques e semirreboques, onde é garantida uma alta qualidade nos mesmos. A empresa ainda concretiza pedidos mais específicos de clientes, tornando assim os seus produtos únicos e adaptáveis.

O produto observado na Figura 16, denominado de LV-O, é uma representação de uma grande vantagem nos produtos TRIDEC, uma vez que permite ao veículo de transporte aumentar a sua capacidade em volume

e carga. Este tipo de produto é normalmente colocado em *trailers* com duplo piso.

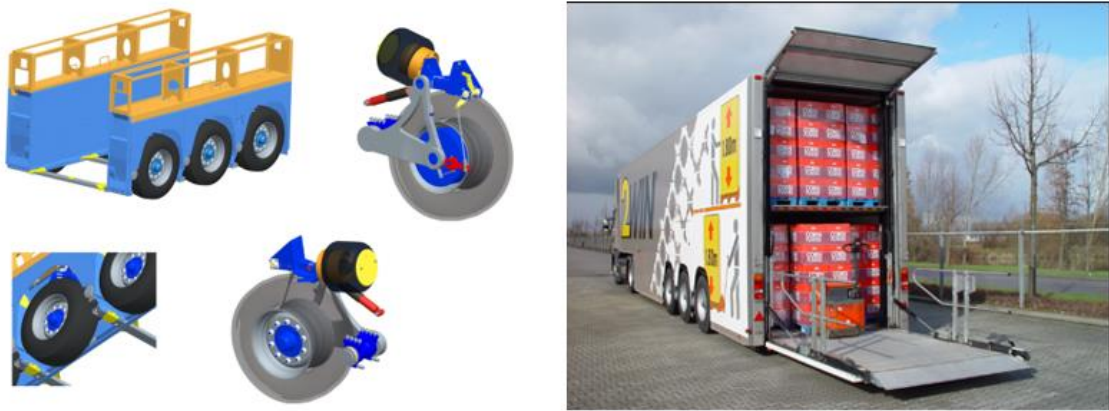


Figura 16 - Sistema LV-O (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint, 2025))

No caso da Figura 17, observa-se outro tipo de sistema, o HF-E. É um sistema de direção, que é ativo hidraulicamente, desenvolvido para controlar diversos eixos de direção, promovendo assim uma melhor manobrabilidade e redução de desgaste de pneus.

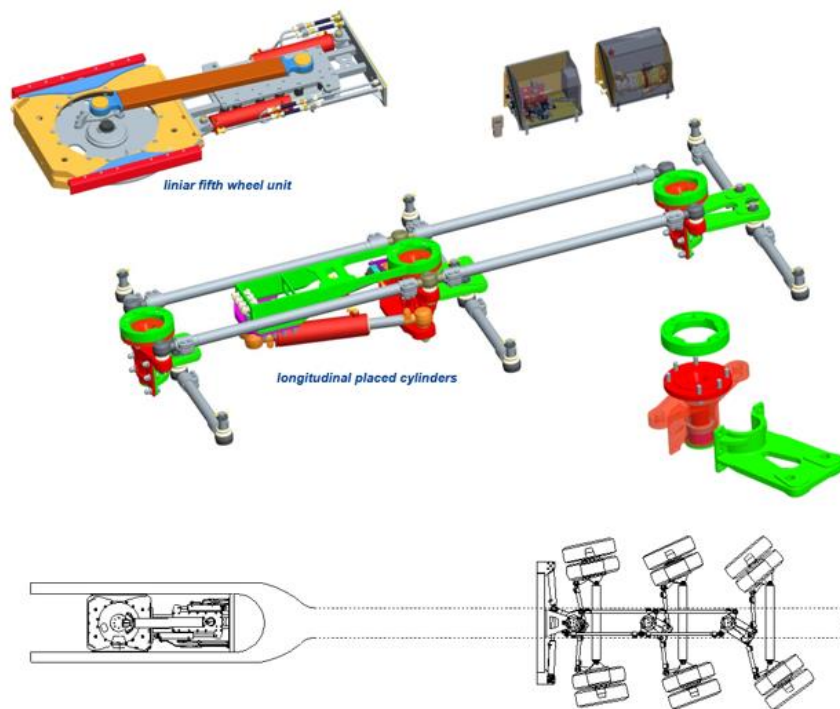


Figura 17 - Sistema HF-E (TRIDEC Portugal, TRIDEC Product Program Powerpoint , 2025)

### 3.3 Processo de negócio e processo produtivo

Um processo de negócio é um conjunto de atividades que cria uma ou mais tipos de entradas e que origina uma algo de valor para o cliente. O processo contém um conjunto de atributos e um fluxo de etapas baseado em princípios, para alcançar um objetivo, onde, de uma forma geral, ajuda com a gestão de operações de uma organização, de forma que esta consiga produzir valor.

Na TRIDEC Portugal, qualquer processo de negócio inicia-se com a receção da ordem de compra e a sua conversão em ordem de venda. As ordens de compra podem referir-se a materiais adquiridos ou a material de produção. No caso de materiais de compra, são feitas encomendas aos fornecedores, e caso sejam de produção interna, avalia-se a viabilidade, desenvolvendo o desenho técnico, a lista de materiais e, se necessário, os programas CNC. Após a aprovação da lista de materiais ou a confirmação de produção prévia, planeiam-se as ordens de trabalho, com o apoio do ERP, que analisa as encomendas e sugere produções conforme os prazos e a capacidade produtiva. O departamento de compras, por sua vez, gere a aquisição de materiais, solicitando cotações e otimizando os lotes de compra. Com a confirmação das datas de chegada dos materiais, ajusta-se o planeamento e valida-se a qualidade antes do início da produção.

Na Figura 18 é possível observar o esquema geral do processo de negócio da TRIDEC, o qual foi atualizado para alinhar com o processo de negócio da JOST.

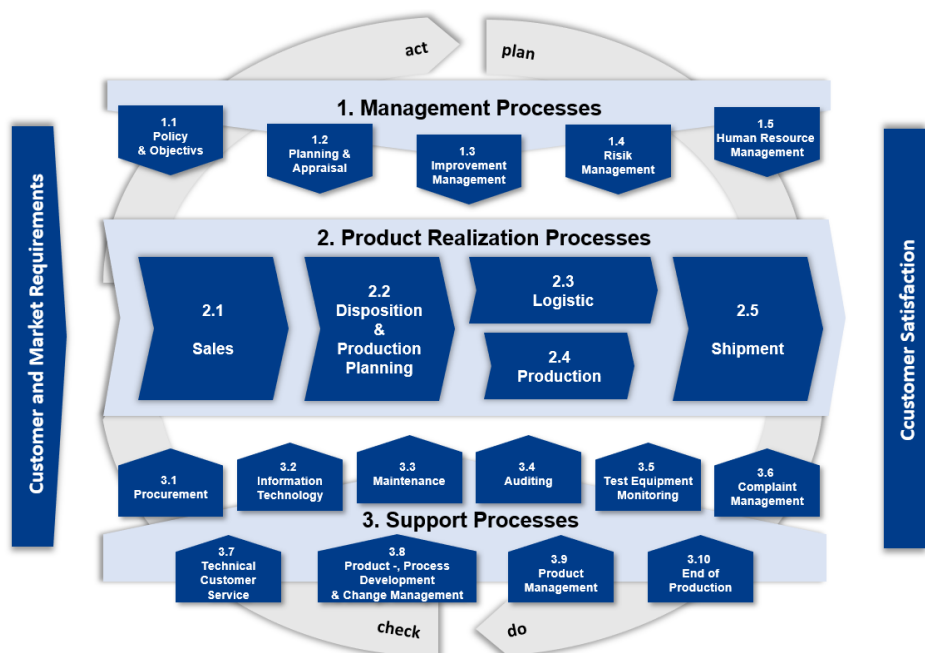


Figura 18 - Processo de negócio TRIDEC (TRIDEC Portugal, Manual de Qualidade e Ambiente, 2025)

Passando para o processo produtivo, a TRIDEC Portugal, sendo uma empresa metalomecânica, tem a sua unidade produtiva organizada em cinco áreas (Figura 19):

- Soldadura;
- Limpeza e acabamento;
- Corte e preparação;
- Montagem;
- Maquinação.

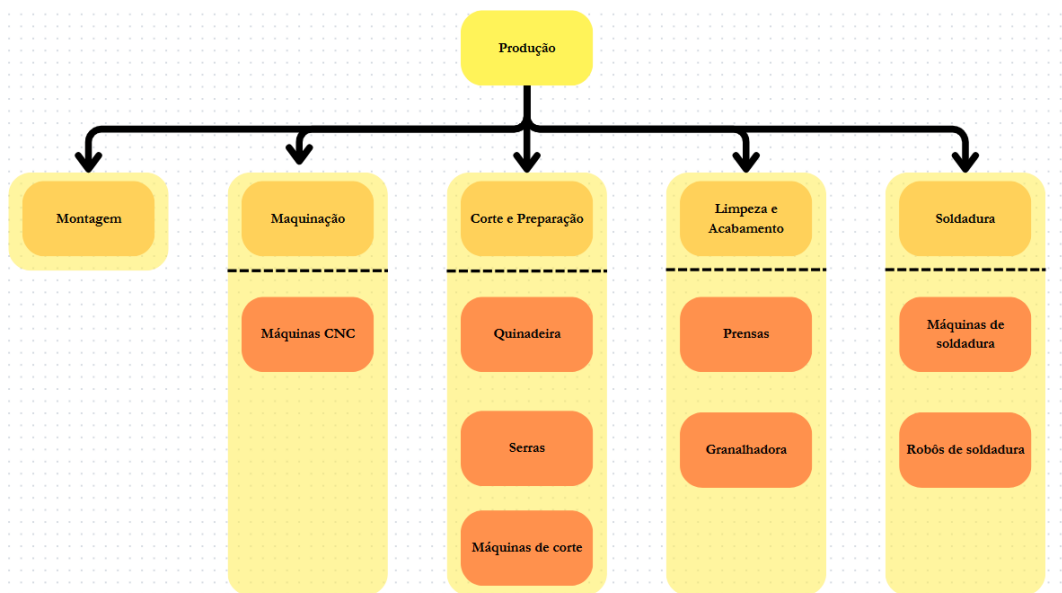


Figura 19 - Setores da produção e os seus equipamentos principais

Esta opera em regime de turnos, cujo número varia de acordo com as especificidades de cada máquina e os requisitos de produção. De forma geral, os turnos funcionam das 07h00 às 15h30, das 15h30 às 00h00 e das 00h00 às 07h00. No entanto, estas escalas podem ser ajustadas consoante a procura e as necessidades operacionais da empresa.

Cada unidade produtiva é supervisionada por um ou mais responsáveis, cuja função consiste na gestão e coordenação das atividades dos colaboradores da respetiva unidade. Para garantir a continuidade operacional e a transmissão eficaz de informações críticas, os responsáveis tendem a prolongar ligeiramente o seu horário, permitindo uma transição eficiente entre os turnos.

O processo produtivo está apoiado por uma infraestrutura composta por vários armazéns, *racks* e gabinetes que asseguram o funcionamento eficiente da cadeia de produção. Entre estes destacam-se:

- Armazém de matéria-prima;

- *Rack* de produtos intermédios, destinados ao armazenamento temporário de componentes em diferentes fases de produção;
- *Rack* de moldes, que acomoda os moldes utilizados nos processos de fabrico;
- *Rack* de produtos acabados, onde são armazenados os produtos finalizados antes da expedição;
- Posto de controlo de qualidade, onde se procede à inspeção e validação dos componentes e produtos finais, assegurando o cumprimento dos padrões exigidos;
- Posto de controlo à receção, responsável pela verificação da conformidade dos materiais adquiridos antes da sua entrada no armazém de matéria-prima;
- Gabinete de manutenção, destinado à gestão das atividades de reparação e manutenção dos equipamentos industriais;
- Gabinete de produção, que centraliza a supervisão e coordenação das operações fabris;

No âmbito do controlo de qualidade, todas as peças, sejam produtos intermédios ou finais, são submetidas a processos de inspeção, garantindo a conformidade com os requisitos técnicos estabelecidos. Adicionalmente, os componentes adquiridos por via de compra ou subcontratação são submetidos a um controlo específico antes da sua incorporação no processo produtivo, assegurando a rastreabilidade e a qualidade dos materiais utilizados.

## 4 CASO DE ESTUDO

Neste capítulo é abordado um dos principais desafios do estágio, o projeto *Paperless*, que tinha como objetivo reduzir a utilização de documentação em suporte papel no chão de fábrica para produção, especialmente na ala centro (Soldadura, Corte e Preparação) e ala oeste (Maquinação, Corte e Preparação e Montagem de *whellboxes*), sendo estas as menos desenvolvidas em comparação com a ala este (Montagem).

A diminuição do consumo de papel tem sido uma prioridade para a maioria das organizações empresariais ao longo das últimas décadas, não apenas por motivos ambientais, mas também por razões económicas e de eficiência operacional.

Embora a criação de um ambiente totalmente livre de papel seja um desafio significativo e, em muitos casos, impraticável, é viável alcançar uma redução substancial no consumo de papel. A adoção de tecnologias digitais e a reestruturação de processos podem contribuir para a eliminação de grande parte da documentação física, promovendo uma abordagem mais sustentável e eficiente na gestão da produção.

### 4.1 Funcionamento inicial

Antes do início do projeto, foi imprescindível realizar um estudo aprofundado sobre todo o processo, desde a criação dos *jobs* até à sua conclusão, com o objetivo de identificar os resultados a alcançar e antecipar as possíveis implicações ao longo da sua execução. Inicialmente o planeamento e escalonamento da produção na TRIDEC, apresentava diversas fragilidades, nomeadamente um elevado consumo de papel e uma suscetibilidade acrescida a falhas operacionais.

Um *job*, ou por outras palavras, uma ordem de trabalho, é um documento físico onde constam todas as informações essenciais para a execução da produção, incluindo:

- Identificação de job e produto;
- Datas;
- SAM (*Small Article Monitor*) e revisão;
- Materiais;
- Operações e descrições das mesmas;
- Desenhos;
- Plano de autocontrolo.

O processo vigente caracterizava-se pela sua morosidade e limitações que afetavam a eficiência produtiva. As ordens de trabalho eram geradas no sistema Epicor pelos técnicos de planejamento e, posteriormente, impressas diariamente. Após a impressão, as ordens de trabalho eram organizadas conforme os setores produtivos onde cada operação iniciava-se para, posteriormente, serem entregues aos *team leaders* e ou supervisores de cada setor no chão de fábrica, onde competia a estes definir a sequência dos *jobs*. Após verificação da conformidade das informações, os mesmos distribuíam os *jobs* pelos operários, dando início à produção.

No decorrer do processo produtivo, a ordem de trabalho acompanhava as peças trabalhadas, deslocando-se em conjunto com a paleta ao longo das diferentes operações até chegar à Qualidade. No entanto, existiam riscos e desvantagens associadas aos *jobs* em formato físico, como:

- Danos;
- Sujidade;
- Perdas;
- Atualizações tardias do planejamento (por exemplo: alteração de quantidade de peças a produzir);
- Área para armazenamento de *jobs*;
- Perda de tempo com deslocamentos de operadores;
- Contratação de um colaborador a tempo inteiro para a impressão, organização e distribuição dos *jobs*.

Caso a legibilidade de um *job* fosse comprometida, tornar-se-ia necessário a impressão de um documento adicional denominado “folha de acompanhamento”. Se por alguma razão os dados do *job* precisassem de ser alterados ou atualizados (exemplo: datas, número de peças, etc...), era necessário a impressão de uma nova via, implicando a reimpressão integral ou parcial do mesmo.

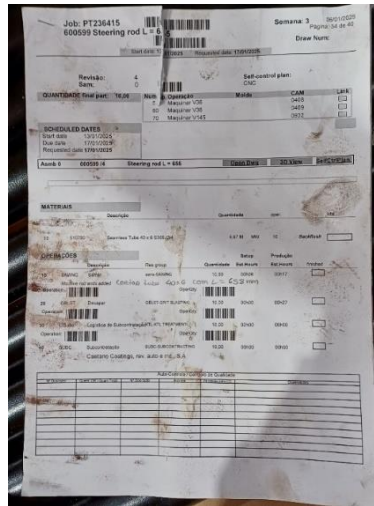


Figura 20 – Ordem de trabalho com evidentes sinais de sujidade e dano

Embora os jobs fossem entregues em formato físico, os operadores realizavam o registo das operações através de terminais. Cada operação incluída no *job* possuía um código de barras associado, onde, para dar início à operação, o operador através do terminal efetuava a leitura de mesmo. Após a conclusão da tarefa, dirigia-se novamente ao terminal para registar manualmente o término da operação, bem como o número de peças produzidas.

Este método de gestão e transição dos *jobs*, desde o departamento de planeamento e produção até à última operação, resultava num consumo excessivo de papel, resultando no final de cada *job* a reciclagem do mesmo, como observado na Figura 21.

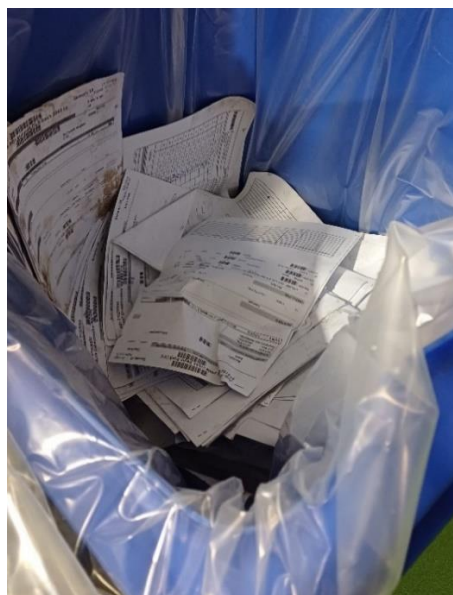


Figura 21 - Reciclagem de jobs

Para além disso, a elevada dependência de documentos físicos contribuía para a ocorrência de erros, falhas e interrupções no processo produtivo, impactando negativamente a eficiência global da produção. A Figura 22 apresenta um esquema ilustrativo deste procedimento.

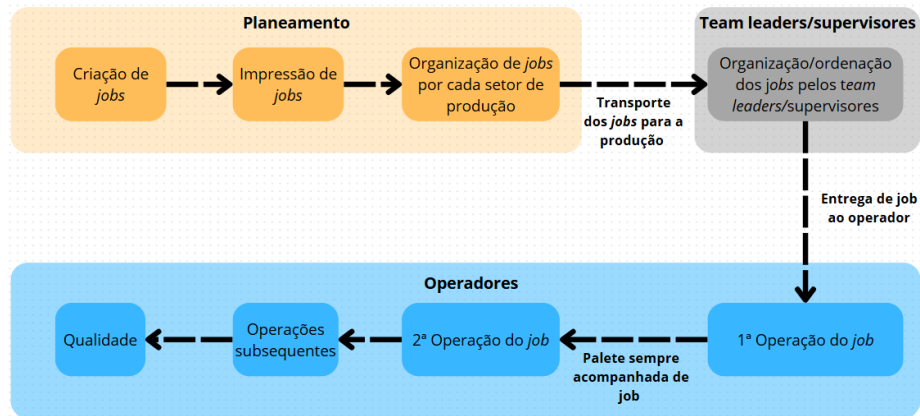


Figura 22 - Fluxograma da situação inicial dos jobs

## 4.2 Propostas de Implementação do projeto Paperless

No início do projeto, estava previsto que a empresa TRIDEC adquirisse um novo MES para facilitar a implementação do projeto *Paperless*. No entanto, por diversas razões, cujas causas não foram esclarecidas, a empresa teve de proceder com a implementação utilizando o MES disponível. Como tal, após a análise e compreensão do processo produtivo baseado na utilização de *jobs*, foram apresentadas duas possíveis propostas.

- Primeira proposta:

No início existiam vários terminais distribuídos ao longo do chão de fábrica, até à data treze (setor de maquinação, soldadura, corte e preparação e a zona de montagem de *whellboxes*), onde a proposta consistia em disponibilizar um terminal para cada zona de trabalho, podendo este ser comum a uma ou mais zonas. Desta forma, os *jobs* seriam enviados por *e-mail* diretamente do gabinete de produção para cada terminal, permitindo que os operadores consultassem as ordens de trabalho, acedessem aos desenhos técnicos e realizassem os respetivos planos de autocontrolo de forma digital. Esta abordagem visava eliminar as desvantagens e riscos associados ao uso de documentação física.

No entanto, esta solução foi prontamente descartada, uma vez que exigiria a criação de novos endereços de e-mail, os quais necessitariam de aprovação por parte da JOST.

- Segunda proposta:

Na segunda proposta, sugeriu-se novamente o uso de um terminal para cada zona de trabalho. Contudo, em vez de os colaboradores receberem os *jobs* por e-mail, seria adotada uma metodologia diferente.

No painel inicial do MES, foi identificado que os *team leaders*, supervisores e os demais colaboradores de escritórios, tinham acesso à funcionalidade “*Work Queue*”. Esta funcionalidade apresentava uma lista com as ordens de trabalho a serem executadas numa secção específica, organizadas pela data de início. Ao disponibilizar essa funcionalidade aos operadores de chão de fábrica, estes passariam a ter a possibilidade de consultar o número do *job* diretamente no terminal. A partir da mesma lista, conseguiriam também aceder aos respetivos desenhos técnicos e aos planos de autocontrolo. Por fim, ao concluir cada operação, os operadores seriam responsáveis por imprimir etiquetas *Quick Response Code (QR Code)*, que seriam colocadas nas peças produzidas, permitindo o acompanhamento do processo e a rastreabilidade das operações. É de notar que os *QR Codes* já eram utilizados pelo departamento de logística.

A segunda proposta foi aceite, e foi com base nela que a implementação do projeto *Paperless* teve início.

### 4.3 Implementação do projeto Paperless

Como mencionado anteriormente, estavam distribuídos treze terminais ao longo do chão de fábrica, como demonstrado na Figura 23. A proposta seria a existência de, pelo menos, um terminal por cada zona de trabalho. No entanto, considerando que o total de zonas de trabalho era de trinta, a quantidade de terminais revelou-se insuficiente. Portanto, a expansão do número de terminais seria fundamental para otimizar a consulta das ordens de trabalho, desenhos técnicos e planos de autocontrolo, melhorando a eficiência e a fluidez do processo produtivo.

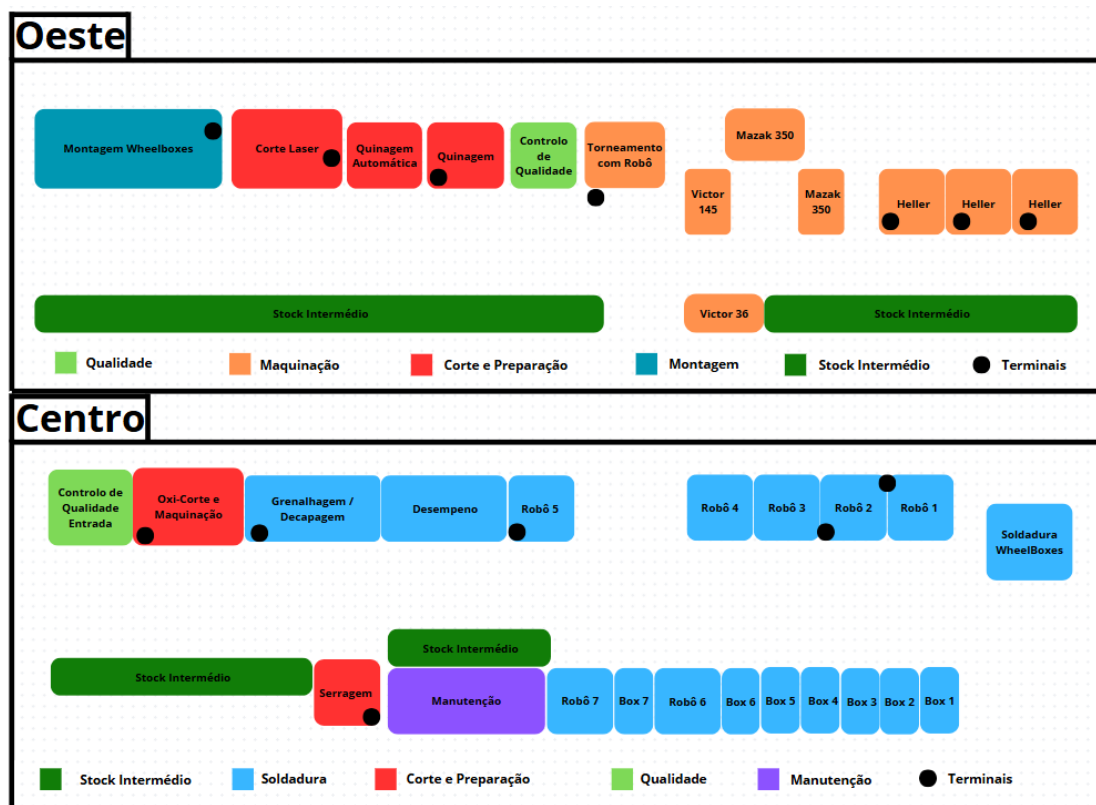


Figura 23 – Localização e quantidade de terminais numa fase inicial

Antes de avançar com a implementação de mais terminais, foi necessário desenvolver um protótipo de acordo com a segunda proposta. Para testar a viabilidade da solução, o protótipo foi inicialmente experimentado na secção de maquinação, especificamente nas três máquinas *Heller*, localizadas junto ao escritório de produção, onde neste caso já existiam terminais.

Nas zonas das máquinas *Heller*, os operadores utilizavam os terminais exclusivamente para registar a entrada e saída das ordens de trabalho e planos de autocontrolo.

A metodologia utilizada no protótipo passou por quatro fases:

- Acesso às informações para iniciar um *job*;
- Acesso ao desenho;
- Acesso ao plano de autocontrolo (anteriormente implementado);
- Impressão de etiquetas *QR Code*.

### Acesso às informações para iniciar um job

- Ao aceder ao terminal, o operador iniciava sessão no MES através das suas credenciais. Após a autenticação, era-lhe apresentado o seguinte menu:

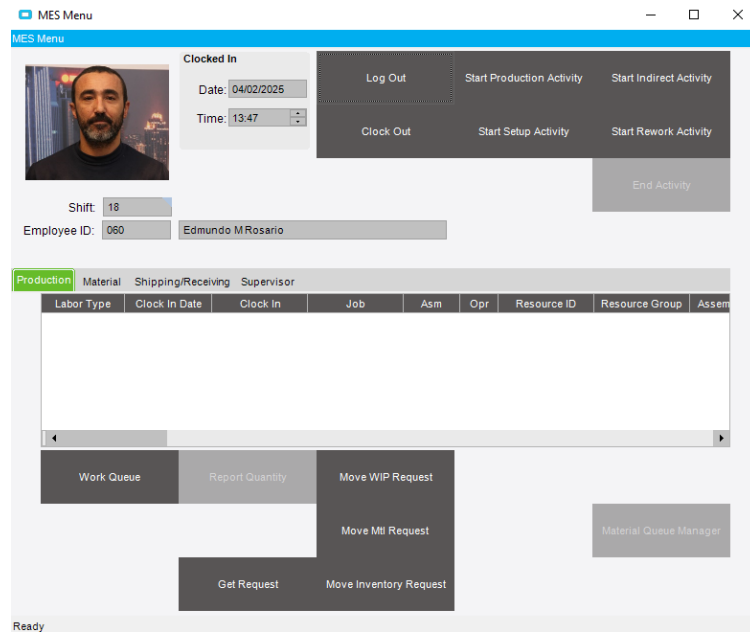


Figura 24 - Menu inicial MES

- De seguida, o operador seleccionava a opção "Work Queue", funcionalidade que tinha sido disponibilizada aos operadores das máquinas Heller para efeitos de teste.
- Após a seleção da opção "Work Queue", o operador iria deparar-se com um menu, onde iria seguir os seguintes passos representados na Figura 25.

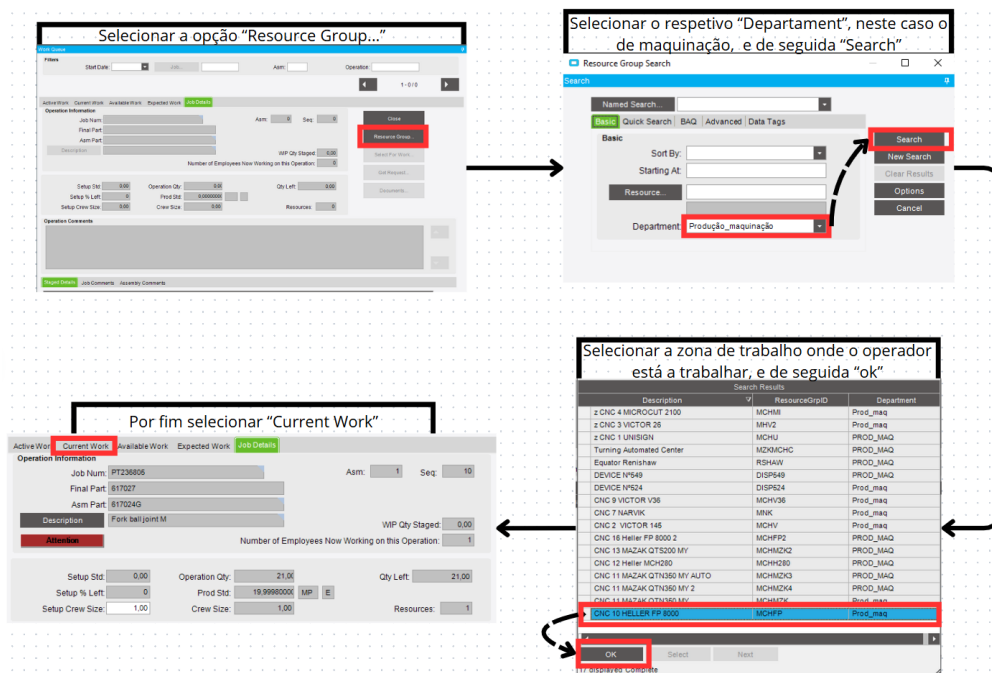


Figura 25 - Passos para chegar à lista de ordens de trabalho

- Com isto o operador teria acesso a uma lista de ordens de trabalho, Figura 26, onde poderia consultar todas as informações que anteriormente teria acesso em formato papel.

Active Work											Current Work	Available Work	Expected Work	Job Details				
											Current Work							
Select	Completed	Start Date	Start Hour	Job Number	Part	Description	Asm	Opr	Operation	Opr Det								
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	03/02/2025	12,00	PT236805	617024G	Fork ball joint M	1	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	03/02/2025	15,67	PT233620	612486A	PIN LV-O	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	05/02/2025	15,50	PT236432	613824	Lever S460 M	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	06/02/2025	9,73	PT237258	603133	Lever s400	1	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	06/02/2025	14,33	PT237026	603133	Lever s400	1	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11/02/2025	10,06	PT236609	201840	Bearing house Steering accelerator	1	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11/02/2025	13,67	PT237148	617024G	Fork ball joint M	1	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11/02/2025	15,10	PT232964	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18/02/2025	15,10	PT236799	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18/02/2025	15,10	PT236989	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20/02/2025	15,10	PT237134	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25/02/2025	17,33	PT238595	622217	Bearing housing plate bearing head	2	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	28/02/2025	13,00	120398	MOULD-LINE	Mould Manufacture	0	30	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17/03/2025	15,10	PT237135	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17/03/2025	15,10	PT238454	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18/03/2025	6,00	PT238455	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18/03/2025	6,00	PT238456	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	31/03/2025	15,10	PT238457	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10/04/2025	15,10	PT238458	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10/04/2025	15,10	PT238459	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16/04/2025	15,10	PT237136	612485	Bearing house diam. 120	0	10	MCHHEL									

Figura 26 - Lista de ordens de trabalho

- Por fim, o operador selecionava a ordem de trabalho a verde com a data de início “*Start Date*” mais próxima para registá-la no menu inicial e dar início à operação.

**Linhas amarelas** indicavam que a ordem de trabalho não podia ser iniciada, geralmente devido à falta de material ou à não conclusão da operação anterior.

**Linhas verdes** indicavam que a ordem de trabalho estava pronta para começar.

### Acesso ao desenho

Além da funcionalidade “*Work Queue*”, foi disponibilizada aos operadores uma pasta contendo todos os desenhos técnicos atualizados (Figura 27). Essa pasta podia ser acessada a qualquer momento, garantindo que os operadores teriam sempre a informação mais recente e necessária para a execução das operações.

Para acessar aos desenhos, os operadores necessitavam do número da peça a ser produzida. Esse número podia ser encontrado na lista de ordens de trabalho, no campo denominado “*Part*”. Com essa informação, bastava acessar à pasta disponibilizada e procurar pelo desenho correspondente.

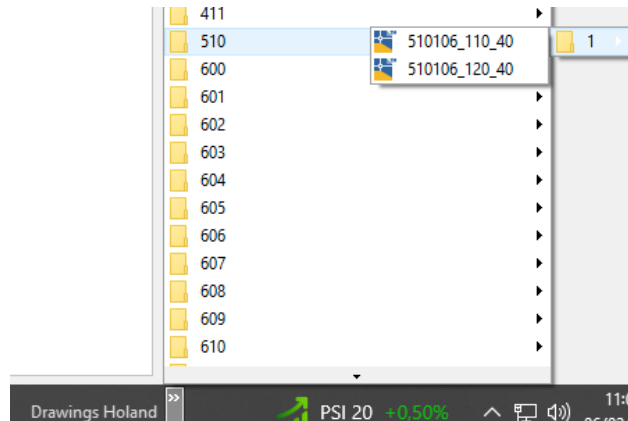


Figura 27 - Exemplo de procedimento para aceder a um desenho técnico

### **Acesso ao plano de autocontrolo (anteriormente implementado)**

Conforme mencionado, os operadores já realizavam o preenchimento dos planos de autocontrolo de forma digital. Essa implementação foi inicialmente desenvolvida por um antigo estagiário da área da qualidade, permitindo que os operadores das máquinas *Heller* preenchessem os planos sem necessidade de suporte em papel. Uma vez preenchidos, os mesmos eram transmitidos automaticamente para os operadores de qualidade, eliminando por completo o uso de documentos físicos ao longo de todo o ciclo de uma ordem de trabalho.

### **Impressão de etiquetas QR Codes**

No término de cada ordem de trabalho, os operadores dirigiam-se a um terminal situado no centro da ala oeste. Nesse terminal, ficou disponível uma impressora de etiquetas de *QR Code*, instalada e programada pelo departamento de *Information Technology* (IT), especificamente para suportar a implementação do protótipo (Figura 28).



Figura 28 - Terminal com impressora *QR Code*

Ao chegar ao terminal, o operador abriria dois programas, o Excel e a funcionalidade "QRCodeSticker" disponível no MÊS (Figura 29). Esta segunda funcionalidade, anteriormente utilizada pelo departamento de logística, foi aproveitada e adaptada para suportar o protótipo.

Na funcionalidade "QRCodeSticker", o operador introduzia o número do *job* previamente conhecido e, a partir disso, eram geradas determinadas informações, que eram copiadas para o Excel e, posteriormente, impressas sob a forma de etiquetas *QR Code*.

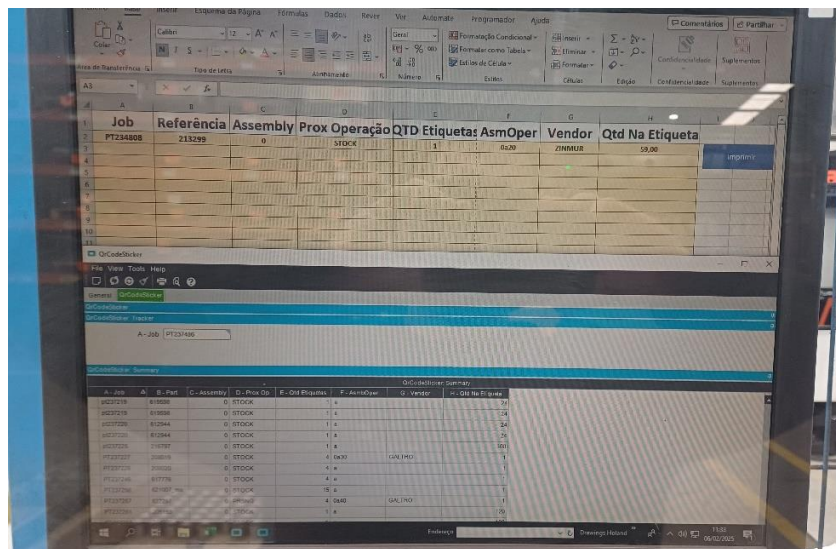


Figura 29 - Programa Excel e *QRCodeSticker*

Foi estabelecido pelo chefe do departamento de produção que, caso o número de peças produzidas fosse superior a vinte, seria impresso apenas uma única etiqueta *QR Code* com a quantidade total produzida, a qual seria colada numa peça de referência (Figura 30), palete ou caixa. Caso contrário, seria impressa uma etiqueta para cada peça individualmente.



Figura 30 - Exemplo de colagem de etiquetas

### 4.3.1 Resultados obtidos

A implementação do protótipo *Paperless* nas máquinas *Heller*, no setor de maquinação, foi bem-sucedida. Além de eliminar o uso de papel na execução dos *jobs*, também simplificou várias etapas do fluxograma inicial, resultando no fluxograma apresentado na Figura 31. Com essa mudança, foram eliminadas:

- A impressão e organização dos *jobs*;
- Possíveis erros e perdas associadas à entrega de *jobs*;
- Tempo de transporte até à produção;
- Tempo despendido por supervisores e *team leaders* na organização e ordenação, bem como a etapa de entrega das ordens de trabalho aos operadores;
- Necessidade de um colaborador dedicado à entrega dos *jobs*.

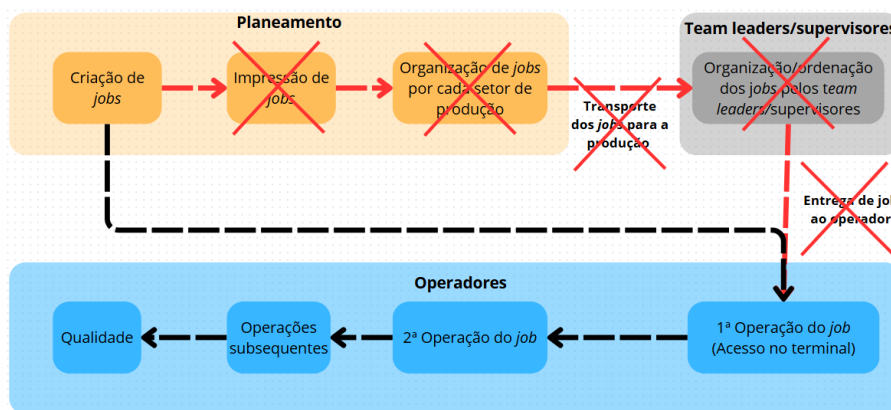


Figura 31 - Fluxograma otimizado dos jobs

Apesar do sucesso da implementação, a transição do processo baseado em documentos físicos para um formato totalmente digital apresentou desafios para os operadores de maquinação, onde inicialmente, enfrentaram dificuldades no acesso aos *jobs* e demais informações, bem como na impressão de etiquetas. Assim, a adaptação precisou de ser realizada de forma gradual e acompanhada, garantindo um suporte contínuo até à plena familiarização com o novo método.

Embora este método tenha sido funcional com o MES disponível na época, o projeto não avançou além desta fase. Isso deveu-se ao facto de a TRIDEC ter planeado a aquisição de um novo MES em 2025, o que deveria facilitar ainda mais a transição para um ambiente *Paperless*.

Como observado no capítulo 4.3, os operadores teriam de passar por diversas etapas para obter as informações necessárias para a execução das

ordens de trabalho, tornando o processo mais complexo. Com o novo MES, esperava-se que, ao inserir apenas o número da ordem de trabalho ou através do *scan* de um *QR Code*, todas as informações necessárias fossem fornecidas de imediato, sem que os operadores precisassem de dedicar tempo à abertura individual de *jobs*, desenhos e planos de autocontrole.

#### 4.4 Design de estruturas

Além do planeamento da aquisição de um novo MES e da implementação de novos terminais, estava também previsto a aquisição de impressoras de *QR Code* para serem instaladas em todos os terminais. Estas tinham como objetivo evitar que os operadores perdessem tempo com deslocações, como acontecia no setor de maquinação.

No entanto, as estruturas existentes (Figura 32) não estavam em condições adequadas para suportar novas impressoras. Além disso, apresentavam-se degradadas e com um aspeto estético pouco atrativo.



Figura 32 – Design das estruturas originais

Portanto, através do *software* AutoCad desenvolveu-se novas estruturas.

O processo teve início através da conceção de um protótipo para a zona de corte a laser, na ala este, uma vez que a estrutura existente estava degradada. Por esta mesma razão, apenas se pôde aproveitar a afixação do monitor e o pilar.

Para dar início ao protótipo, foi necessário:

- Realizar o levantamento das medidas dos equipamentos instalados, de modo a considerar essas mesmas dimensões no *design*;
- Estudar a melhor forma de fixar o protótipo ao pilar existente, garantindo a sua estabilidade;
- Determinar quais os materiais e meios necessários para a construção da estrutura;

Na Figura 33, é possível visualizar um resumo dos equipamentos, métodos de fixação, materiais e operações associadas ao protótipo, assim como a comparação entre a estrutura original e o protótipo desenvolvido.

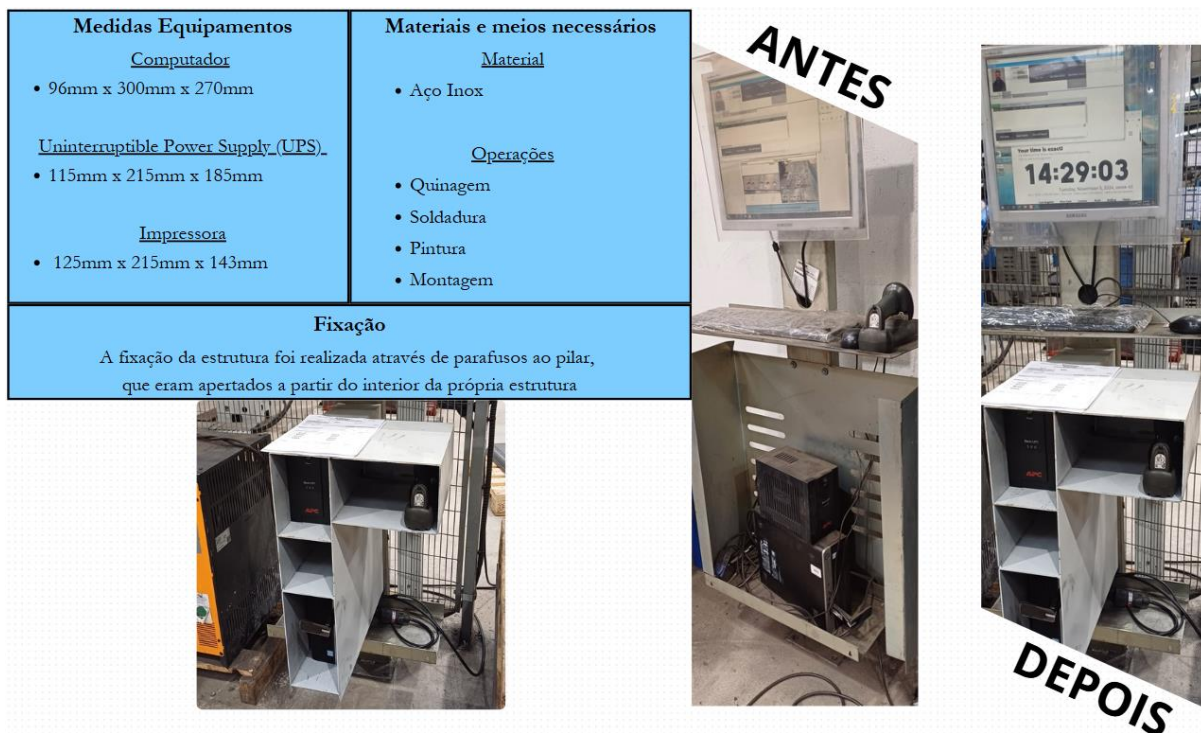


Figura 33 - Equipamentos, materiais, operações e fixação referentes ao protótipo. Comparação entre a estrutura original e o protótipo desenvolvido

A única reclamação registada em relação ao novo *design* veio por parte da equipa de manutenção, responsável pela montagem da estrutura no pilar. A reclamação esteve relacionada com o difícil acesso aos parafusos de fixação, tornando o processo mais trabalhoso do que o esperado. No entanto, recebido um *feedback* geral positivo, prosseguiu-se com o desenvolvimento de mais estruturas, implementando melhorias no *design* original, sobretudo na forma de fixação, de forma a facilitar o processo de montagem (Figura 34).



Figura 34 - Foto da estrutura melhorada

## 4.5 Análise de Investimento

Caso se decidisse avançar com a proposta apresentada no capítulo 4.2, que previa a instalação de novos terminais, seria interessante determinar os indicadores financeiros abordados no estado de arte, sendo eles o período de retorno ( $PR$ ), o valor líquido atual ( $VLA$ ) e, por último, a taxa interna de rentabilidade ( $TIR$ ).

Como observado, todos estes indicadores partilham elementos comuns, nomeadamente fluxos de caixa ( $CF_k$ ), investimentos ( $I_k$ ), valor residual ( $VR$ ) e taxa de atualização ( $i$ ). Para tal, foi essencial, primeiramente, obter esses valores. De forma a simplificar a análise, o valor residual foi estimado como 10% (5 819 €) do investimento inicial, enquanto a taxa de atualização foi considerada 4,15%. Estes valores foram fornecidos pelo chefe da contabilidade da TRIDEC.

É importante destacar ainda que, para o período de análise ( $n$ ) e para a depreciação contabilística pelo método das quotas constantes ( $n_d$ ), foi considerado um período de cinco anos.

### 4.5.1 Investimento ( $I$ )

Além das zonas com terminais já existentes, poderiam ser instalados novos terminais e os respetivos equipamentos nas áreas assinaladas com círculos vermelhos, aumentando o número total de treze para vinte e dois, conforme

ilustrado na Figura 35. Tanto os terminais existentes como os novos adotariam o *design* final apresentado na Figura 34, incluindo a instalação de novos computadores, periféricos e impressoras.

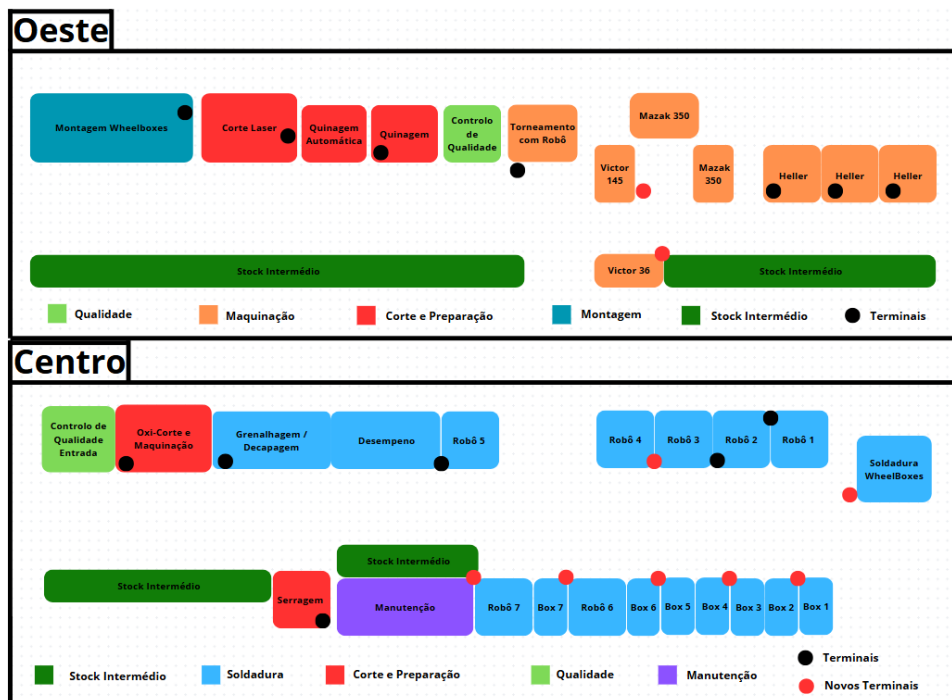


Figura 35 - Localização de terminais existentes e novos

O custo associado à implementação de novas estruturas e demais equipamentos seriam os seguintes:

- Matéria-prima para cada estrutura → 25 €;
- Computador → 2 200 €;
- Impressora → 150 €;
- *Scanner QR Code* → 240 €;
- Teclado e rato → 30 €.

Como seriam implementados e atualizados um total de vinte e dois terminais, o custo total seria de 58 190 €, podendo este valor ser considerado como um custo de investimento, ou investimento inicial ( $I_0$ ), sendo este o único ao longo período de análise de cinco anos.

#### 4.5.2 Fluxos de caixa (CF)

Para determinar os fluxos de caixa seria necessário calcular todos os parâmetros associados ao mesmo. Como rendimentos ( $R_k$ ), gastos ( $G_k$ ), imposto máximo teórico a pagar relacionado com a exploração do projeto anual ( $IRC_{max,k}$ ) e poupança fiscal das depreciações e amortizações contabilísticas anual ( $PF D_k$ ), como apresentado na seguinte fórmula.

$$CF_k = R_k - G_k - IRC_{max,k} + PFD_k \quad (4.1)$$

### Rendimentos ( $R$ )

Os rendimentos passíveis de contabilização, em teoria, estariam relacionados com os potenciais ganhos financeiros da empresa com a implementação do sistema *Paperless*. Contudo, este projeto não gera receitas diretas, mas sim uma redução de custos, traduzida em poupanças.

### Gastos ( $G$ )

Como gastos, consideraram-se as poupanças que a empresa obteria ao eliminar o uso de papel. Estas poupanças abrangiam os custos associados com papel, impressão e a necessidade de um colaborador dedicado às impressões e distribuição de *jobs*.

Foram disponibilizados documentos contendo dados sobre o número de páginas impressas relacionadas com *jobs* entre dezembro de 2023 e dezembro de 2024. A TRIDEC tinha um contrato com uma empresa que disponibilizava impressoras e *toners*, onde o único custo associado era o valor de cada impressão. Ao combinar os custos de impressão com o custo associado por folha A4 e custo do colaborador para a empresa, foi possível determinar o gasto anual e, conseqüentemente, a potencial poupança resultante da implementação do sistema *Paperless*.

De acordo com a Figura 36, estimou-se que com a implementação poder-se-ia gerar poupanças anuais de 24 376,41 €. Esta poupança será representada contabilisticamente como um gasto negativo, uma vez que corresponde a uma redução de custos e não a uma despesa efetiva.

Ano	Mês	Preto e branco (páginas impressas)	Cor (Páginas impressas)
2023	dezembro a fevereiro	36501	717
2024	fevereiro a março	12621	1232
2024	março a maio	51240	9996
2024	maio a julho	1683	304
2024	julho a agosto	6547	420
2024	agosto a dezembro	42481	500
<b>Total páginas impressas</b>		151073	13169
<b>Média de páginas impressas por mês</b>		12589	1097

Custo	Euros (€)
Impressão a preto/página	0,0055 €
Impressão a cor/página	0,0550 €
Por folha (2024)	0,0050 €
Anual colaborador	22 000 €

	Preto e branco (páginas impressas)	Cor (Páginas impressas)
Custo/mês de impressão	69,24 €	60,36 €
Custo/mês uso de folhas	62,95 €	5,49 €
<b>Custo total/mês</b>	<b>132,19 €</b>	<b>65,85 €</b>
<b>Custo total/ano</b>	<b>1 586,27 €</b>	<b>790,14 €</b>

<b>Custo total (impressões + folhas + colaborador)</b>	<b>24 376,41 €</b>
--	--------------------

Figura 36 - Possíveis poupanças associadas à implementação de *Paperless*

### Imposto máximo teórico a pagar relacionado com a exploração do projeto ( $IRC_{max}$ )

A fórmula para o cálculo do imposto máximo teórico a pagar relacionado com a exploração do projeto ( $IRC_{max}$ ), é definida da seguinte forma:

$$IRC_{max,k} = t_i \times (R_k - G_k) \quad (4.2)$$

onde:

$t_i$  - Imposto sobre o resultado (21,5%, valor fornecido pelo chefe da contabilidade da TRIDEC);

$R_k$  - Rendimentos do período k;

$G_k$  - Gastos do período k, neste caso as potenciais poupanças com a implementação do *Paperless* (-24 376,41 €).

Aplicando a fórmula, obtiveram-se os valores apresentados na Tabela 1, que se mantêm constantes ao longo do período de análise.

Tabela 1 - Valores de  $IRC_{max}$  para cada período de análise

Período	$IRC_{max}$
0	0 €
1	5 240,93 €
2	5 240,93 €
3	5 240,93 €
4	5 240,93 €
5	5 240,93 €

### **Poupança fiscal das depreciações e amortizações contabilísticas (PFD)**

A poupança fiscal decorrente das depreciações e amortizações contabilísticas é determinada com base no valor das depreciações anuais ( $Dp$ ) e na taxa de imposto aplicável ao resultado da empresa ( $t_i$ ) e pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$PFD_k = Dp \times t_i \quad (4.3)$$

onde:

$Dp$  - Depreciações contabilísticas;

$I_0$  - Investimento inicial (58 190 €);

$t_i$  - Imposto sobre o resultado (21,5%).

O valor das depreciações contabilísticas ( $Dp$ ) é determinado pelo método das quotas constantes, sendo calculado da seguinte forma:

$$Dp = I_0 / n_d \quad (4.4)$$

onde:

$n_d$  - Depreciação contabilística pelo método das quotas constantes (cinco anos).

Dado que o investimento inicial é de 58 190€ e que a depreciação contabilística foi considerada para um período de cinco anos, obteve-se um valor de depreciação contabilística anual constante de 11 638€. Com base neste valor, ao calcular a poupança fiscal das depreciações e amortizações contabilísticas, obteve-se um montante constante de 2 502,17€ ao longo do período de análise.

Por fim, através da aplicação da fórmula dos fluxos de caixa e considerando os valores previamente determinados, obteve-se um montante constante de 21 637,65 €, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de fluxos de caixa para cada período de análise

Período	FC
0	0 €
1	21 637,65 €
2	21 637,65 €
3	21 637,65 €
4	21 637,65 €
5	5 240,93 €

#### 4.6 Cálculo do Período de retorno (PR), Valor Líquido Atual (VLA) e Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

Após o cálculo dos valores em comum, foi possível calcular os indicadores mencionados anteriormente. Começando com o PR, através da fórmula seguinte é possível determinar o mesmo.

$$k = m - 1 \rightarrow S_k = 0 \quad (4.5a)$$

$$m \leq k < n \rightarrow S_k = S_{k-1} + \frac{CF_k - I_k}{(1+i)^k} \quad (4.5b)$$

$$m \leq k < n \rightarrow S_k = S_{k-1} + \frac{CF_k - I_k}{(1+i)^k} + \frac{VR}{(1+i)^n} \quad (4.5c)$$

A título de exemplo, as equações (4.6a) e (4.6b), representam o saldo acumulado dos fluxos de capital ( $S_k$ ) para o período zero e um. Os restantes saldos acumulados estão representados na Tabela 3.

$$k = 0 \rightarrow S_0 = S_{-1} + \frac{0 - 58\,190}{(1 + 0,0415)^0} (=) S_0 = -58\,190 \text{ €} \quad (4.6a)$$

$$k = 1 \rightarrow S_1 = -58\,190 + \frac{21\,637,65 - 0}{(1 + 0,0415)^1} (=) S_1 = -37\,414,53 \text{ €} \quad (4.6b)$$

...

Tabela 3 - Período de retorno do investimento

Período	FC
0	-58 190 €
1	-37 414,53 €
2	-17 466,89 €
3	1 685,91 €
4	20 075,55 €
5	37 732,42 €

Como é possível observar na tabela anterior, o retorno financeiro do capital investido seria atingido entre o segundo e terceiro ano. De forma a detalhar o período exato de retorno financeiro, foi realizada uma interpolação entre esses períodos, onde obteve-se um período de retorno de 2,91 anos, ou seja, dois anos, dez meses e vinte e oito dias.

O período de retorno evidencia que o investimento exige um tempo considerável para recuperar o capital investido, sendo necessário mais de metade do período de análise para atingir esse objetivo. Todavia, dada a viabilidade, os benefícios associados e a necessidade da implementação, que consiste na transição do suporte físico para um formato digital, o risco associado ao período de retorno não é considerável.

De seguida, para o cálculo do *VLA* e da *TIR*, devem ser utilizadas, respetivamente, as equações (4.7) e (4.8), uma vez que os fluxos de caixa são constantes ao longo do período de análise.

Ficando:

$$VLA = 21\,637,65 \times \frac{(1 + 0,0415)^5 - 1}{0,0415 \times (1 + 0,0415)^5} + \frac{5\,819}{(1 + 0,0415)^5} - \frac{58\,190}{(1 + 0,0415)^0} + \frac{0}{(1 + 0,0415)^1} + \dots + \frac{0}{(1 + 0,0415)^5} \quad (4.7)$$

$$0 = 21\,637,65 \times \frac{(1 + TIR)^5 - 1}{TIR \times (1 + TIR)^5} + \frac{5\,819}{(1 + TIR)^5} - \frac{58\,190}{(1 + TIR)^0} + \frac{0}{(1 + TIR)^1} + \dots + \frac{0}{(1 + TIR)^5} \quad (4.8)$$

Resultando num *VLA* de 42 480,87€ e num *TIR* de 26,54%.

Os resultados da análise financeira deste investimento demonstram a sua viabilidade económica. O período de retorno indica que o investimento

necessitaria de um tempo considerável para recuperar o capital investido, com mais de metade do período de análise a ser necessário para atingir esse objetivo. No entanto, tendo em conta a viabilidade, os benefícios associados e a necessidade de implementação, que envolve a transição do suporte físico para um formato digital, o risco relacionado com o período de retorno não seria significativo.

Relativamente ao VLA positivo de 42 480,87€, este sugere que, ao longo do período de análise, o projeto geraria fluxos de caixa futuros suficientes para cobrir o investimento inicial e ainda gerar um excedente financeiro. O VLA positivo também reflete uma boa gestão do risco associado ao investimento, já que o projeto, apesar de exigir um período de retorno considerável, demonstra que os benefícios financeiros acumulados ao longo do tempo são substanciais.

Por outro lado, a TIR de 26,54% é significativamente superior à taxa de atualização de 4,15%. Esse valor implica que o projeto não apenas recuperaria o capital investido, como também geraria um retorno adicional considerável, excedendo amplamente o custo do capital. A TIR superior à taxa de atualização sugere que o investimento é altamente atrativo, com um retorno substancial em relação ao risco e aos custos envolvidos. Um valor de TIR tão elevado indica que o projeto seria capaz de gerar poupanças consideráveis, o que reforça a sua viabilidade financeira e a sua capacidade de superar as expectativas de rentabilidade.

## 5 CONCLUSÃO

A transição para um ambiente *Paperless*, representa um passo fundamental na modernização dos processos produtivos na indústria. O presente relatório permitiu não só compreender os desafios e oportunidades associados à digitalização de documentos internos na TRIDEC, como também demonstrar, através da implementação prática, os benefícios resultantes desta transformação. Ao longo do estágio, a análise dos processos internos da empresa evidenciou a necessidade de otimizar a gestão da informação e reduzir a dependência de documentos físicos, um fator que impactava diretamente a eficiência operacional, os custos e a sustentabilidade da organização.

A implementação parcial do projeto *Paperless*, revelou uma melhoria na transmissão de informação e na redução de custos, tempos e erros associados a documentos físicos. A utilização de terminais para acesso digital à informação, não só facilitou o acesso a informações necessárias, como possibilitou uma gestão mais ágil e eficiente das operações fabris. Ademais, a utilização de etiquetas *QR Code* permitiu um fluxo produtivo mais rigoroso, e consequentemente a redução do risco de perda e/ou deterioração da informação.

A análise financeira realizada reforçou a viabilidade de um possível investimento, demonstrando que os benefícios operacionais e económicos superariam os custos de implementação. A redução do consumo e dos recursos associados à impressão do papel geraria um impacto positivo não apenas do ponto de vista financeiro, mas também a nível ambiental, alinhando com tendências globais de sustentabilidade. O cálculo do VLA, TIR e PR ajudaram a fundamentar o porquê de ser necessário a implementação do *Paperless*. No entanto, a transição para um ambiente totalmente digital apresenta diversos desafios que não podem ser ignorados, a resistência à mudança por parte dos colaboradores, necessidade de adaptação dos sistemas existentes, custos iniciais necessários e a segurança das informações são alguns dos obstáculos existentes.

A adoção de soluções *Paperless*, não deve ser encarada apenas como uma forma de reduzir custos, mas também como uma estratégia essencial para melhorar a eficiência, sustentabilidade, flexibilidade e a evolução da empresa num mercado cada vez mais exigente.

Deste modo, é aconselhável que a TRIDEC invista na implementação do projeto *Paperless*, explorando novas oportunidades de otimização dos processos produtivos e administrativos, onde a integração de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, poderá potenciar ainda mais os benefícios da digitalização, tornando a empresa mais ágil, eficiente e preparada para os desafios futuros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, Jorge. (2004). Apontamentos – Parte II. [Sebenta de apoio à disciplina de Avaliação e Gestão de Risco, lecionada no ISEC, MEGI]
- Choi, B., & Kim, B. (2002). MES (manufacturing execution system) architecture for FMS compatible to ERP (enterprise planning system). *Int. J. Computer Integrated Manufacturing*, 15, 274–284. <https://doi.org/10.1080/09511920110059106>
- Djassemi, M., & Sena, J. (2006). *The Paperless Factory: A Review of Issues and Technologies*.
- ForceIntellect. (2017, November 13). *Evolution of ERP*. <https://forceintellect.com/2017/11/13/evolution-of-erp/>
- Evolution of ERP | Material resource planning | MRP 2.0 | ERP | ERP 2.0*. (n.d.). Retrieved November 23, 2024, from <https://forceintellect.com/2017/11/13/evolution-of-erp/>
- Govindaraju, R., & Putra, K. (2016). A methodology for Manufacturing Execution Systems (MES) implementation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 114(1), 012094. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/114/1/012094>
- Groover, M. P. (2008). *Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing*. Prentice Hall. [https://books.google.pt/books?id=an-PTIoh\\_NoC](https://books.google.pt/books?id=an-PTIoh_NoC)
- Hernandez, J. (2023, November 22). *Enterprise Resource Planning (ERP) Advantages & Disadvantages | IBM*. <https://www.ibm.com/think/insights/enterprise-resource-planning-advantages-disadvantages>
- Karakilic, E., Gunaltili, E., Ekici, S., Dalkiran, A., Balli, O., & Karakoc, T. H. (2023). A Comparative Study between Paper and Paperless Aircraft Maintenance: A Case Study. *Sustainability (Switzerland)*, 15(20). <https://doi.org/10.3390/su152015150>
- Meyer, H., Fuchs, F., & Thiel, K. (2009). *Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment*. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=275209&site=eds-live>
- Monk, E., & Wagner, B. (2008). *Concepts in Enterprise Resource Planning*.
- Neubauer, M., Stary, C., Kannengiesser, U., Heininger, R., Totter, A., & Bonaldi, D. (2017). S-BPM's industrial capabilities. In *S-BPM in the Production Industry: A Stakeholder Approach* (pp. 27–67). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48466-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48466-2_3)
- Ragowsky, A., & Somers, T. M. (2002). Enterprise Resource Planning. *Journal of Management Information Systems*, March 2015. <https://doi.org/10.1080/07421222.2002.11045718>
- Saenz de Ugarte, B., Artiba, A., & Pellerin, R. (2009). Manufacturing execution system – a literature review. *Production Planning & Control*, 20(6), 525–539. <https://doi.org/10.1080/09537280902938613>
- SARCAR, M. M. M., RAO, K. M., & NARAYAN, K. L. (2008). *Computer Aided Design and Manufacturing*. PHI Learning. <https://books.google.pt/books?id=zXdivq93WIUC>

Silva, A. M. S. (2021). *Implementação de um sistema de planeamento da produção numa empresa de armamento*. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/78204>

Tridec Portugal, (2025). Manual de Qualidade e Ambiente

Tridec Portugal, (2025). TRIDEC Product Program Powerpoint

Turing Space. (2024, October 14). *Keeping Up with the Paperless Office Trend! The Benefits of Going Paperless Are More Than Just Eco-friendly*. <https://turingcerts.com/esg-Paperless/>

Writer, A. (2023, June 19). *Benefits of ERP: The Advantages of Enterprise Resource Planning*. <https://www.aptean.com/en-US/insights/blog/15-benefits-implementing-erp-software>





**Instituto Superior  
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra