

Criação e Implementação de uma Ferramenta de Gestão de Fluxos

Léa Brito

Projeto de Dissertação apresentado ao Instituto Politécnico de Viana do Castelo para obtenção do
Grau de Mestre em Logística

Orientada por Alfredo Silva

Viana Do Castelo, junho, 2025

Criação e Implementação de uma Ferramenta de Gestão de Fluxos

Léa Brito
Alfredo Silva

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Ao meu orientador, pela orientação científica, paciência e disponibilidade ao longo de todo o percurso. À minha família e amigos, pelo apoio incondicional, encorajamento e compreensão durante os momentos mais exigentes deste processo. A todos os colegas e professores que partilharam comigo conhecimento, experiências e palavras de incentivo, o meu sincero obrigado.

Deixo um agradecimento especial à Eneop3 – Desenvolvimento de Projeto Industrial, pela oportunidade de desenvolver este projeto no seu ambiente empresarial. A confiança depositada em mim, o acesso às ferramentas e ao *know-how* técnico, assim como o apoio da equipa durante todas as fases do trabalho, foram essenciais para a concretização desta dissertação. Esta colaboração foi, sem dúvida, uma mais-valia para o meu percurso académico e profissional.

A todos, o meu profundo reconhecimento.

Resumo

O presente projeto tem como objetivo a criação e implementação de uma ferramenta de gestão de fluxos, com enfoque na melhoria da eficiência dos transportes internos da empresa ENEOP3 - Desenvolvimento de Projeto Industrial, S.A.

Este objetivo alinha-se com o conceito de logística, que, segundo Carvalho et al. (2020), consiste na gestão eficiente dos fluxos físicos e de informação, com o intuito de satisfazer as necessidades dos clientes, sejam eles internos ou externos à organização.

A ferramenta proposta será desenvolvida utilizando a linguagem de programação *Python*, em conjunto com HTML para a estruturação da interface visual. A escolha do *Python* justifica-se pela sua capacidade de manipulação de grandes volumes de dados, automação de processos e integração com diversas ferramentas, enquanto o HTML permitirá a criação de uma interface de utilizador intuitiva e funcional, facilitando a interação dos colaboradores com o sistema.

A implementação desta solução poderá traduzir-se numa redução de custos operacionais, aumento da produtividade e numa maior agilidade no fluxo de informação e de bens dentro da organização. Através de uma gestão mais eficiente dos transportes internos, a empresa poderá, ainda, potenciar a sua competitividade e, consequentemente, agregar valor ao serviço ou produto final fornecido ao cliente.

Palavras-chave: Logística; Transportes; Gestão de fluxos; Python; Eficiência operacional; Ferramenta de gestão.

Abstract

The project aims to create and implement a flow management tool, with a focus on improving the efficiency of internal transport within the company ENEOP3 - Desenvolvimento de Projeto Industrial, S.A.

This objective is in line with the concept of logistics, which, according to Carvalho et al. (2020), consists of the efficient management of physical and information flows, with the aim of satisfying the needs of customers, whether internal or external to the organization.

The proposed tool will be developed using the Python programming language, together with HTML to structure the visual interface. The choice of Python is justified by its ability to handle large volumes of data, automate processes and integrate with various tools, while HTML will enable the creation of an intuitive and functional user interface, making it easier for employees to interact with the system.

The implementation of this solution may lead to reduced operating costs, an increase in productivity and greater agility in the flow of information and goods within the organization. By managing internal transport more efficiently, the company will also be able to boost its competitiveness and, consequently, add value to the service or product provided to the customer.

Keywords: Logistics; Transports; Flow management; Python; Operational efficiency; Management tool.

Índice

Agradecimentos	3
Resumo	4
Abstract.....	5
Índice.....	6
Lista de Tabelas	11
Lista de Figuras	12
Lista de Abreviaturas.....	13
Glossário de Termos	14
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	17
1. Introdução.....	18
1.1. Enquadramento	20
1.2. Objetivos gerais	20
1.3. Metodologia de Investigação	20
1.4. Estrutura do Relatório	21
Capítulo II - Fundamentação teórica	22

2.	Revisão de Literatura.....	23
2.1.	Cadeia de Abastecimento:.....	23
2.2.	Fluxos na Gestão da Cadeia de Abastecimento.....	24
2.3.	Importância dos Fluxos.....	26
3.	Logística	26
4.	Paradigma Lean Production	28
4.1.	A Origem do Lean Production – Toyota Production System	28
4.2.	Tipos de Desperdício (7W).....	28
4.3.	Ferramentas Lean	30
5.	Transportes	32
6.	Sistemas de Apoio à Gestão	33
6.1.	Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação	34
6.1.1.	ERP.....	35
7.	Linguagens de Programação e Ferramentas de Automação	35
7.1.1.	Python	36
7.2.	Automação de Processos com o Python	37
7.3.	Desenvolvimento de Interfaces e Visualização (HTML):.....	38

8.	Instrumentos de Medição de Desempenho	38
8.1.	Definição de KPIs.....	38
8.2.	Importância dos KPIs.....	39
8.3.	Aplicação dos KPIs.....	39
	Capítulo III - Análise e Melhoria dos Processos de Logística	40
9.	Apresentação da Empresa.....	41
9.1.	Visão, Missão, Objetivos e Valores	42
9.2.	Caracterização do Departamento de Logística e Armazém	43
9.2.1.	Designação do Departamento e Caracterização.....	43
9.3.	Tarefas Realizadas na Logística.....	44
10.	Descrição e Análise Crítica da Situação Atual da Empresa	45
10.1.	KPI's Atuais da Empresa.....	47
10.2.	Registo de Movimentos Logísticos da Empresa	48
11.	Desenvolvimento e Implementação da Ferramenta Web	49
11.1.	Introdução e Justificativa.....	49
11.2.	Arquitetura e Estrutura da Aplicação	49
11.3.	Estrutura do Código e Módulos Utilizados	50

11.4. Banco de Dados	50
11.5. Código Python aplicado no VSCode:	51
11.6. Rotas e Funcionalidades da Aplicação	51
11.7. Rota Produção	53
11.8. Rota Logística	54
12. Aparência das Interfaces.....	56
12.1. Aparência da Interface da Produção.....	57
13. Testes e Validação.....	60
13.1. Testes de Integração: Validação da Comunicação entre Componentes	60
13.2. Testes de Interface: Foco na Utilização e Funcionalidade	61
14. Formação dos Utilizadores	62
14.1. Objetivos da Formação	62
14.2. Estrutura detalhada da Formação.....	63
14.3. Suporte Contínuo e Acompanhamento Pós- Formação.....	64
14.4. Resultados da Formação.....	64
15. Melhorias Verificadas Após a Implementação da Aplicação	65
16. KPI's da Empresa Após a Implementação da Ferramenta	66

Capítulo IV - Conclusões	69
17. Limitações e trabalhos futuros	72
Referências	74
Anexos	78
I. Relatórios de Turnos Antigos	79
II. Relatórios Criados com o SQLite e Excel	80
2.1. Semana 22 (26/05/2025)	80
III. Rota produção	81
IV. Rota Logística.....	86

Lista de Tabelas

Tabela 1- KPI's do Departamento.....	47
Tabela 2- Movimentos Logísticos Antes da Utilização da Aplicação	48
Tabela 3- KPI's Após Implementação da Ferramenta.....	66

Lista de Figuras

Figura 1- Princípios do Pensamento lean	28
Figura 2- Metodologia 5s.....	30
Figura 3- -Exemplo de Kanban	30
Figura 4- Ciclo PDCA.....	31
Figura 5- Diagrama Ishikawa	31
Figura 6- Enercon pelo Mundo.....	41
Figura 7- Organigrama da Empresa. (Elaboração própria)	42
Figura 8- Ligação entre a Aplicação e SQLite	51
Figura 9- Rotas de Movimentos em Python	52
Figura 10- Interface Principal	56
Figura 11- Interface da Produção 1ª parte	58
Figura 12- Interface da Produção 2ª parte	58
Figura 13- Interface Logística.....	60

Lista de Abreviaturas

Abreviatura	Significado
CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
ERP	Enterprise Resource Planning
IA	Investigação-Ação
KPI	Key Performance Indicator
PDCA	Plan, Do, Check, Act
FIFO	First In, First Out
WMS	Warehouse Management System
TMS	Transportation Management System
SI	Sistemas de Informação
TI	Tecnologias de Informação
JIT	Just-in-Time
JIC	Just-in-Case
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
LEAN	Sistema de Produção Enxuta
HTML	HyperText Markup Language
SQL	Structured Query Language
Flask	Microframework web para aplicações em Python
SQLite	Banco de dados leve baseado em SQL
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke (metodologia de organização)
7W	Sete tipos de desperdício (Lean Manufacturing)
TPS	Toyota Production System

Glossário de Termos

Termo	Definição
Armazém e Logística	Departamento responsável pela movimentação e armazenamento de materiais dentro da organização.
Automatização de Processos	Uso de tecnologia para reduzir ou eliminar tarefas manuais repetitivas.
Banco de Dados	Estrutura organizada para armazenar informações digitais de forma eficiente.
Cadeia de Abastecimento	Rede de empresas, pessoas, atividades, informações e recursos envolvidos na produção e entrega de um produto ou serviço.
Ciclo PDCA	Processo de melhoria contínua baseado nas etapas Planear, Executar, Verificar e Agir.
ERP	Software de gestão integrada que centraliza processos como produção, logística, finanças e recursos humanos.
FIFO	Método de gestão de stocks onde os primeiros itens armazenados são os primeiros a serem utilizados ou expedidos.
Flask	Framework leve para desenvolvimento de aplicações web em Python.
Fluxo de Informações	Troca de dados entre diferentes partes da cadeia de abastecimento para facilitar a tomada de decisões.
Fluxo de Materiais	Movimento físico de produtos dentro da cadeia logística.
HTML	Linguagem utilizada para estruturar páginas da web.
Investigação-Ação (IA)	Metodologia de pesquisa que combina a análise crítica com a implementação de mudanças em um ambiente real.
IoT	Tecnologia que permite a interconexão de dispositivos inteligentes para coletar e compartilhar dados.
JIT	Estratégia de produção que busca minimizar stocks, sincronizando a produção com a procura.

JIC	Estratégia oposta ao JIT, mantendo stocks de segurança para prevenir falhas no fornecimento.
Kanban	Sistema de controlo visual utilizado na gestão de produção e stocks.
KPI	Indicador utilizado para medir o desempenho de processos ou atividades dentro de uma organização.
LEAN Production	Sistema de gestão baseado na eliminação de desperdícios e na maximização da eficiência produtiva.
Logística	Planeamento e gestão do fluxo eficiente de bens, serviços e informações dentro da cadeia de Abastecimento
Logística Interna	Controlo e movimentação de materiais dentro de uma empresa.
Logística Reversa	Processos que envolvem o retorno de produtos, reaproveitamento de materiais e descarte sustentável.
Movimentos Logísticos	Transferência de materiais entre setores dentro da empresa.
Python	Linguagem de programação amplamente utilizada para automação, análise de dados e desenvolvimento de aplicações web.
Redirecionamento de Páginas	Processo que conduz o utilizador de uma página para outra dentro de uma aplicação web.
Rotas Web	Caminhos dentro de uma aplicação web que definem a navegação entre páginas e funcionalidades.
SAP	Sistema de gestão empresarial que permite a integração e controlo de diversas áreas organizacionais.
SQL	Linguagem utilizada para manipular e consultar bancos de dados.
SQLite	Banco de dados relacional leve e incorporado utilizado em aplicações de pequeno e médio porte.
Sistemas de Informação (SI)	Conjunto de tecnologias e processos que coletam, armazenam e processam informações para apoiar a tomada de decisões.
Sistemas de Informação Empresariais	Ferramentas tecnológicas utilizadas para integrar e gerir processos empresariais.
TMS	Software de gestão de transportes que auxilia no planeamento, execução e monitorização das operações logísticas.

Toyota Production System (TPS)	Sistema de gestão desenvolvido pela Toyota, base do conceito de Lean Manufacturing.
Transporte Interno de Materiais	Movimentação de materiais dentro da empresa.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. Introdução

A logística desempenha um papel essencial na eficiência operacional das empresas, garantindo que materiais, produtos e informações fluam de maneira coordenada ao longo da cadeia de abastecimento. Num ambiente industrial, a gestão eficaz dos transportes internos é um fator crítico para a produtividade, pois influencia diretamente o tempo de resposta, a redução de desperdícios e a melhor alocação dos recursos disponíveis. No entanto, muitas empresas ainda enfrentam desafios na implementação de sistemas que permitam um controlo rigoroso e automatizado dessas operações.

O presente projeto tem como foco a criação e implementação de uma ferramenta de gestão de fluxos logísticos na empresa ENEOP3 - Desenvolvimento de Projeto Industrial, S.A., uma organização dedicada à produção de pás eólicas. O estudo surgiu da necessidade de otimizar o transporte interno de materiais, um dos principais gargalos operacionais identificados. A movimentação de produtos dentro da fábrica exige um elevado nível de coordenação entre as diferentes áreas produtivas, e a falta de um sistema eficiente pode resultar em atrasos, congestionamentos e falhas na rastreabilidade dos itens transportados.

A abordagem adotada para solucionar esse problema envolveu o desenvolvimento de uma aplicação web capaz de facilitar o agendamento e a monitorização dos transportes internos. A ferramenta foi programada utilizando *Python* para a lógica do sistema e *SQLite* e Microsoft Excel para o armazenamento dos dados, garantindo uma solução leve, acessível e de fácil implementação. A interface gráfica foi estruturada em HTML e CSS, permitindo que os colaboradores interajam com o sistema de forma intuitiva.

Além da implementação tecnológica, este estudo também aborda os impactos organizacionais da adoção de um novo sistema digital. A resistência à mudança por parte dos colaboradores, a adaptação aos novos processos e a necessidade de formações específicas como fatores determinantes para o sucesso da solução proposta. Dessa forma, o projeto não apenas propõe uma melhoria operacional, mas também sugere estratégias para uma transição eficaz, garantindo que a digitalização dos processos seja incorporada à cultura da empresa.

A melhoria dos fluxos logísticos internos tem um impacto direto nos Key Performance Indicators (KPIs) da empresa, como a redução do tempo de transporte, a diminuição dos custos operacionais e o aumento da rastreabilidade dos materiais movimentados. Com um controlo mais preciso das operações, espera-se que a ENEOP3 melhore a sua competitividade no mercado, assegurando um fluxo contínuo e eficiente dos seus processos produtivos.

Este trabalho, portanto, visa contribuir para a modernização da logística interna da empresa, alinhando-a às melhores práticas do setor e explorando o potencial da automação para tornar os processos mais ágeis, eficazes e sustentáveis.

1.1. Enquadramento

Vivemos numa era caracterizada pelo rápido avanço das tecnologias de informação e comunicação, que têm um impacto significativo nas organizações. Este desenvolvimento tecnológico contribui para a crescente necessidade de flexibilidade exigida pelos clientes, tanto no que diz respeito aos recursos humanos como aos recursos materiais. Desse modo, a atratividade e o sucesso de uma organização não depende apenas do preço e da qualidade dos seus produtos, mas também da sua capacidade de adaptação e reação às necessidades dos seus clientes.

1.2. Objetivos gerais

No presente trabalho pretende-se realizar uma análise e melhoria nos processos de logística, nomeadamente nos processos de transportes internos. Assim, pretendeu-se:

- Criar e implementar uma ferramenta de gestão de fluxos com os seguintes objetivos:
 - Diminuir tarefas que não acrescentam valor;
 - Redução de atrasos;
 - Elaboração de ferramentas de apoio à gestão;
 - Digitalização de processos;

1.3. Metodologia de Investigação

Para o desenvolvimento do presente projeto, foi adotada uma metodologia de investigação baseada nos princípios da Investigação-Ação (Action-Research).

Esta metodologia consiste num processo colaborativo e reflexivo que envolve planeamento, ação, observação e reflexão em ciclos contínuos. Segundo Kemmis & McTaggart (1988) a Investigação-Ação (IA) visa resolver problemas práticos ao mesmo tempo que cria conhecimento. Nessa abordagem, os investigadores trabalham diretamente com os participantes do estudo promovendo uma reflexão crítica sobre as práticas diárias e criando soluções para problemas reais.

A Investigação-Ação revela-se particularmente eficaz em processos de transformação social ao promover a participação ativa dos envolvidos.

A flexibilidade metodológica é uma das maiores vantagens da Investigação-Ação, aplicando-se a diversas áreas. De acordo com Thiollent (1986), esta metodologia permite que as pessoas participem ativamente na identificação de problemas e na implementação de soluções, o que assegura maior eficácia e sustentabilidade das intervenções.

Adicionalmente, a Investigação-Ação promove uma reflexão crítica constante sobre as práticas em curso, permitindo uma melhoria contínua nos contextos organizacionais. Esta metodologia adapta-se facilmente a diferentes contextos, como sublinha Thiollent (1986), que destaca a sua utilidade na resolução de problemas específicos de uma comunidade ou organização.

Contudo, esta metodologia também apresenta algumas limitações. O processo cíclico implica um investimento considerável de tempo e recursos, o que pode constituir um entrave à sua implementação Thiollent (1986). Para além disso, a participação ativa dos envolvidos pode introduzir subjetividades que afetem os resultados. Kemmis e McTaggart (1988) alertam para este desafio, pois a influência dos participantes no processo pode enviesar os dados.

Outro desafio está relacionado com a complexidade das relações interpessoais no processo colaborativo. As divergências de interesses ou expectativas entre investigadores e participantes podem comprometer a coesão do processo e, consequentemente, os resultados obtidos.

Finalmente, uma limitação importante da Investigação-Ação reside na dificuldade de generalização dos resultados. A investigação é, por norma, altamente contextualizada, o que dificulta a sua aplicação a outros cenários. Isto pode ser um obstáculo para investigadores que pretendem obter resultados mais abrangentes.

1.4. Estrutura do Relatório

A presente dissertação é estruturada em cinco capítulos. O primeiro capítulo, intitulado “Introdução”, consiste na apresentação do tema, no seu enquadramento e na definição dos objetivos.

No segundo capítulo, “Fundamentação Teórica”, são explorados os conceitos que sustentam o trabalho, fornecendo a base teórica necessária.

O terceiro capítulo, “Análise e Melhoria dos Processos de Logística”, inclui uma descrição da empresa onde foi desenvolvido o projeto, apresenta uma análise do estado atual dos processos, identificando potenciais áreas de melhoria e descreve a implementação dessas melhorias e os resultados obtidos.

Por fim, o último capítulo, “Conclusões e Propostas de Trabalho Futuro”, discute os resultados alcançados, realiza uma reflexão sobre o trabalho desenvolvido e propõe melhorias para futuras intervenções. A dissertação é concluída por um quinto capítulo, através da apresentação das referências bibliográficas e dos apêndices correspondentes.

Capítulo II

Fundamentação teórica

2. Revisão de Literatura

Neste capítulo, apresenta-se uma síntese da bibliografia mais pertinente no âmbito de permitir aos leitores uma melhor interpretação do projeto desenvolvido.

2.1. Cadeia de Abastecimento:

A gestão da cadeia de abastecimento é um elemento crucial para a competitividade e a eficiência das empresas no contexto global atual. Lambert, (2010) destaca que esta gestão envolve a administração das relações entre todas as entidades que compõem a cadeia, sendo cada vez mais considerada uma rede de negócios interligados e relações interempresariais. Esta abordagem sublinha a importância de uma colaboração eficaz entre os diferentes atores da cadeia, incluindo fornecedores, fabricantes, distribuidores e retalhistas, com o objetivo de otimizar os processos e maximizar o valor para o cliente.

O conceito de colaboração é reforçado por Cheng et al., (2008)), que introduzem a ideia de "coopetição". Este fenómeno ocorre quando as empresas, ao colaborarem entre si, também competem num ambiente de mercado. A coopetição permite que as organizações partilhem recursos, conhecimentos e capacidades, possibilitando uma melhor resposta às necessidades do mercado e aumentando a eficiência operacional. Esta colaboração estratégica não só favorece a inovação, como também fortalece a posição competitiva das empresas envolvidas, permitindo-lhes oferecer produtos e serviços de maior valor ao cliente.

Segundo o Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP, 2024), a gestão da cadeia de abastecimento abrange todas as atividades relacionadas com o fornecimento e a aquisição de bens e serviços. Isso inclui a gestão dos fluxos de informação e materiais ao longo da cadeia, desde o ponto de origem até ao consumidor final. A integração dessas atividades é fundamental para garantir que os produtos sejam entregues no tempo certo, na quantidade certa e com a qualidade desejada. A eficácia na gestão da cadeia de abastecimento pode resultar em redução de custos, aumento da eficiência e maior satisfação do cliente.

No entanto, a complexidade crescente das cadeias de abastecimento torna a sua gestão cada vez mais desafiadora. Serdarasan, (2013) argumenta que a gestão da cadeia de abastecimento pode ser vista como a gestão dessa complexidade. À medida que as cadeias se tornam mais globais e diversificadas, as empresas enfrentam uma variedade de desafios, incluindo a coordenação de diferentes processos, a gestão de riscos e a adaptação a um ambiente de mercado em constante

mudança. Esta complexidade pode resultar de vários fatores, como a globalização, a diversidade de produtos, a variabilidade da procura e as exigências regulatórias.

Adicionalmente, as cadeias de abastecimento são cada vez mais vistas como unidades competitivas, conforme discutido por (Lyons & Ma’Aram, 2014). O reconhecimento de que a gestão da cadeia de abastecimento deve ser realizada de forma holística e integrada é um conceito em ascensão. Em vez de se focar em atividades isoladas, as empresas estão a perceber a importância de considerar a cadeia como um todo, permitindo uma melhor coordenação e colaboração entre os diferentes elos. Esta abordagem integrada possibilita uma resposta mais ágil às mudanças do mercado e um alinhamento mais eficaz entre a estratégia de negócios e as operações da cadeia de abastecimento.

Além disso, a gestão integrada da cadeia de abastecimento promove ainda a transparência e a troca de informações em tempo real entre os diferentes parceiros. Isto, não só melhora a tomada de decisões, como também fortalece a confiança e o comprometimento entre os elos da cadeia. A utilização de tecnologias avançadas, como sistemas de informação e análise de dados, tem-se mostrado fundamental para apoiar essa integração e promover uma gestão mais eficiente.

2.2. Fluxos na Gestão da Cadeia de Abastecimento

Os fluxos na gestão da cadeia de abastecimento são componentes fundamentais que garantem a movimentação eficiente de bens, informações e finanças entre os diversos elos dessa cadeia. Segundo Carvalho et al. (2020), ao abordar definições relacionadas à gestão da cadeia de abastecimento, é imprescindível considerar a existência implícita ou explícita de fluxos físicos, informacionais e financeiros. A definição de “fluxo” refere-se a *“um processo de deslocação, ato ou efeito de fluir”*, representando um movimento que pode ser graficamente ilustrado por um vetor, com direção e sentido específicos. Neste contexto, um fluxo numa cadeia de abastecimento é entendido como um conjunto de funções realizadas numa sequência determinada pelos seus membros.

Coughlan, El-Ansary e Stern (1996) citados por Carvalho et al, (2020) propõem uma classificação dos fluxos em três categorias principais: unidirecionais para montante, unidirecionais para jusante e bidirecionais. Cada uma dessas categorias de fluxo desempenha um papel distinto e vital na dinâmica da cadeia de abastecimento:

2.2.1. Fluxos para Montante:

Estes fluxos referem-se ao movimento de bens e informações do consumidor final em direção aos fornecedores. Os fluxos identificados nesta categoria incluem:

- A posse física: Este fluxo envolve a transferência física de produtos entre as partes da cadeia, garantindo que os bens sejam entregues nos locais apropriados.
- A propriedade: refere-se à transferência da propriedade legal sobre os produtos, o que é essencial para estabelecer a responsabilidade e os direitos sobre os bens durante a sua movimentação.
- A promoção: Este fluxo está ligado às atividades de marketing e promoção que visam informar e atrair consumidores, influenciando a procura e, consequentemente, as ordens de produção e distribuição.

2.2.2. Fluxos para Jusante:

Esta categoria diz respeito ao movimento de informações e pagamentos que fluem do fornecedor para o consumidor final.

Os fluxos para jusante incluem:

- Os fluxos de encomenda: referem-se à comunicação das necessidades de produtos e serviços entre os diferentes níveis da cadeia, assegurando que as ordens sejam recebidas e processadas de forma eficaz.
- Os fluxos de pagamento: envolvem a movimentação financeira associada à compra de bens e serviços, essencial para o funcionamento da cadeia de abastecimento, pois garantem que todos os participantes sejam compensados pelo valor que proporcionam.

2.2.3. Fluxos Bidirecionais:

Estes fluxos representam interações que ocorrem em ambas as direções, envolvendo tanto o envio quanto o recebimento de informações e recursos. Os fluxos bidirecionais incluem:

- Os fluxos de negociação: refere-se à troca de propostas e condições entre os participantes da cadeia, fundamentais para a definição de acordos e contratos.
- Fluxos de financiamento: envolvem a movimentação de capital entre as partes, sendo essenciais para garantir que todos os elos da cadeia tenham os recursos necessários para operar.

- Fluxos de risco: Trata-se da partilha e gestão de riscos associados às incertezas do mercado, que podem impactar a operação de toda a cadeia.

A integração eficaz da cadeia de abastecimento requer a combinação destes fluxos físicos, que envolvem a movimentação de bens, com os fluxos de informação operacional e financeira, tanto internamente nas empresas como externamente entre os diversos elos da cadeia. Carvalho et al. (2020) afirmam que a gestão desses fluxos se torna tanto mais crítica quanto maior a complexidade da cadeia.

2.3. Importância dos Fluxos

À medida que as cadeias de abastecimento se tornam mais globais e interconectadas, a complexidade associada à sua gestão aumenta. Nesse sentido, autores como Christopher, (2016) destacam que uma cadeia de abastecimento eficiente é aquela que consegue coordenar todos os fluxos de forma integrada, proporcionando uma visibilidade clara e um fluxo contínuo de informações e produtos. Essa visibilidade é vital para a tomada de decisões rápidas e informadas, permitindo que as empresas respondam de forma eficaz às flutuações da procura e aos desafios do mercado.

Além disso, a integração de tecnologias avançadas, como sistemas de gestão de armazém (WMS), gestão de transporte (TMS) e análise de dados, tem-se mostrado crucial para a gestão eficiente dos fluxos. Segundo Heilig et al., (2017), a digitalização dos processos logísticos não só melhora a eficiência operacional, mas também permite uma maior flexibilidade e agilidade na resposta às mudanças do mercado.

3. Logística

A logística, conforme descrita por Carvalho et al, (2020) é um elemento central e estratégico na gestão da cadeia de abastecimento. Esta abrange o planeamento, a implementação e o controlo eficiente e eficaz dos fluxos de bens, serviços e informações desde o ponto de origem até ao ponto de consumo. A logística não se limita apenas às atividades visíveis, como o transporte; envolve um conjunto complexo de processos interligados que garantem a operação harmoniosa da cadeia de abastecimento.

Um dos componentes mais significativos da logística é o transporte, que inclui a escolha de modos adequados, como rodoviário, marítimo, aéreo e ferroviário. A seleção correta do meio de transporte, juntamente com a otimização das rotas, é crucial para assegurar que os produtos sejam

entregues de forma rápida e económica. A gestão eficiente do transporte não só mantém os prazos de entrega, mas também assegura a qualidade dos produtos, influenciando diretamente a competitividade das empresas no mercado. Além do transporte, a gestão de inventário é vital, pois procura equilibrar a oferta e a procura dos produtos. O objetivo é manter níveis de stock adequados, minimizando o capital imobilizado e garantindo que não haja ruturas de stock. Modelos como o *Just-in-Time* (JIT) e o *Just-in-Case* (JIC) são utilizados para atender a diferentes necessidades de gestão de stock, permitindo uma resposta rápida às flutuações de procura e oferecendo segurança em contextos de incerteza.

Outro aspeto fundamental abordado por Carvalho et al,(2020) é a armazenagem e o manuseio de materiais. Um sistema de armazenagem eficiente envolve a localização estratégica de armazéns, a otimização do espaço e o uso de tecnologias que aumentem a eficiência operacional. O manuseio adequado de materiais garante que os produtos sejam armazenados e enviados corretamente, minimizando o desperdício e preservando a qualidade dos produtos até ao seu destino final. O processamento de pedidos também é crucial para a logística, pois um sistema eficaz pode garantir o cumprimento rápido das solicitações e fornecer informações em tempo real sobre o estado das entregas. Um fluxo contínuo de informações entre fornecedores, distribuidores e clientes aumenta a agilidade na resposta a mudanças na procura, permitindo uma gestão mais eficiente da cadeia de abastecimento.

Atualmente, a logística reversa é um conceito cada vez mais relevante, este lida com o retorno de produtos e o descarte adequado de materiais. Este aspeto não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também permite a recuperação de valor em produtos devolvidos, como aqueles com defeitos ou insatisfação do cliente. Assim, a logística reversa torna-se uma parte integrante da estratégia empresarial, refletindo uma consciência crescente sobre práticas sustentáveis.

Com a Logística 4.0, a digitalização e automação dos processos logísticos tornaram-se essenciais. Tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), a análise de dados e a inteligência artificial estão a revolucionar a forma como as operações logísticas são geridas, proporcionando visibilidade em tempo real e maior eficiência. Esta transformação digital permite que as empresas se adaptem rapidamente às flutuações do mercado e atendam melhor às necessidades dos consumidores.

A sustentabilidade também se destaca como um tema importante na logística moderna. A pressão das partes interessadas para que as empresas adotem práticas mais ecológicas tem forçado a reavaliação das estratégias logísticas. Isso inclui a otimização do transporte para reduzir as emissões de carbono e a implementação de sistemas de economia circular que promovam a reutilização de

recursos. Por fim, a crescente complexidade das cadeias de abastecimento globais apresenta novos desafios, como diferentes legislações, barreiras comerciais e crises globais. Para lidar com essas complexidades, a resiliência e a flexibilidade nas operações logísticas tornaram-se fundamentais. As empresas devem planejar para interrupções e diversificar as suas fontes de fornecimento, garantindo que possam adaptar-se a um ambiente em constante mudança.

4. Paradigma Lean Production

4.1. A Origem do Lean Production – Toyota Production System

Num mercado empresarial em constante transformação e cada vez mais competitivo, apenas as empresas mais eficientes e eficazes conseguem adaptar-se e crescer. Inicialmente, a maximização dos lucros era alcançada, sobretudo, através do aumento dos preços. Contudo, essa estratégia evoluiu, e atualmente as empresas focam-se na redução de custos para aumentar as margens de lucro. Esta abordagem concentra-se na eliminação de atividades que não acrescentam valor ao produto ou serviço, assegurando, assim, uma maior rentabilidade sem comprometer as exigências e expectativas do cliente.

Uma das metodologias mais relevantes na melhoria do desempenho organizacional teve origem no Sistema de Produção Toyota, desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno e pelo fundador da Toyota, Sakichi Toyoda. Este sistema, descrito por (Monden, 2011) e (Ohno, 1988)), tornou-se uma referência global. Com o tempo, o conceito evoluiu, sendo designado por "Produção Lean" como se pode observar na Figura 1, por (Womack & Jones, 1997) e, mais tarde, "Lean Thinking" (Womack et al., 2007)



Figura 1- Princípios do Pensamento lean

(Elaboração Própria)

4.2. Tipos de Desperdício (7W)

Segundo (Ohno, 1988) e Shingo (1996) “desperdício” representa *"tudo o que ultrapassa a quantidade mínima de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto"*. Em termos mais simples, desperdício é qualquer atividade ou material que não acrescenta valor ao produto final.

Distinguem-se essencialmente dois tipos de desperdício: (1) o desperdício puro, que consiste em atividades completamente desnecessárias e, portanto, elimináveis; e (2) o desperdício necessário, que, apesar de não acrescentar valor direto ao produto ou serviço final, é imprescindível para a sua conclusão. Embora este último tipo não possa ser eliminado, as organizações têm o dever de reduzir a sua dimensão e impacto.

(Ohno, 1988) e Shingo (1996) identificaram sete tipos de desperdício:

- Excesso de produção: produção que excede as necessidades, quer em quantidade, quer em especificidade ou momento, resultando em desperdício de recursos.
- Esperas: períodos em que pessoas ou equipamentos permanecem inativos, o que pode ocorrer devido a problemas de layout, atrasos na obtenção de autorizações, falhas no fornecimento de peças, trocas de equipamentos, entre outros.
- Transportes e movimentações: movimentações desnecessárias de pessoas ou materiais entre processos. Por exemplo, materiais armazenados em locais distantes do ponto de utilização, exigindo transporte adicional, o que resulta em desperdício de recursos e tempo.
- Stocks: acumulação excessiva de materiais, seja em matéria-prima ou em processos intermédios. Este excesso aumenta as necessidades de armazenamento e manutenção, originando desperdícios físicos e humanos, dado que são necessários recursos para a sua gestão.
- Defeitos: produtos ou serviços que não satisfazem os padrões de qualidade esperados, gerando desperdícios subsequentes como retrabalho, inspeções de qualidade, reparações e potenciais reclamações dos clientes.
- Trabalho desnecessário: atividades ou movimentos considerados desnecessários para a conceção do produto, muitas vezes causados por operações isoladas, layout ineficaz, falta de formação dos operadores, ou necessidade de procura de materiais e componentes.
- Processo: etapas no processo que, sendo desnecessárias para a execução correta da atividade, não afetam a qualidade final e, por isso, podem ser eliminadas sem prejuízo.

4.3. Ferramentas Lean

As ferramentas Lean são técnicas fundamentais para implementar a filosofia Lean nas empresas que procuram otimizar processos e reduzir desperdícios, sendo amplamente utilizadas tanto na indústria como na logística. Abaixo encontram-se algumas das ferramentas Lean mais relevantes:

- 5S: A Figura 2 faz referência à ferramenta que organiza o ambiente de trabalho de forma eficiente, promovendo a seleção (Seiri), a ordenação (Seiton), a limpeza (Seiso), a padronização (Seiketsu) e a disciplina (Shitsuke). Esta metodologia aumenta a produtividade, reduz desperdícios e melhora a segurança do local de trabalho.



Figura 2- Metodologia 5s

(Elaboração própria)

- Gestão Visual: também conhecida como controle visual, esta técnica simplifica a comunicação visual no ambiente de trabalho, facilitando a interpretação de informações críticas para os processos produtivos. Elementos visuais, como sinalizações e etiquetas, ajudam a reduzir erros e a otimizar o fluxo de trabalho.

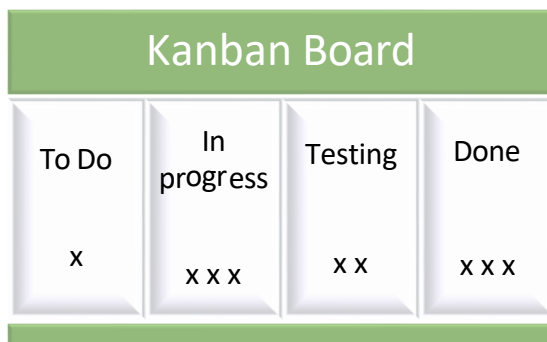


Figura 3- -Exemplo de Kanban

(Elaboração própria)

- Kanban: Na Figura 3 é possível analisar uma ferramenta de sinalização que opera sob o sistema pull, onde cada processo apenas produz quando há uma solicitação do processo seguinte. O Kanban é fundamental para reduzir excessos de produção e aumentar a eficiência ao nível dos stocks, respondendo diretamente à procura.

- Ciclo PDCA: composto pelas etapas Plan (Planejar), Do (Executar), Check (Verificar) e Act (Agir) como é possível visualizar através da Figura 4. O Ciclo PDCA é uma metodologia essencial para a gestão da qualidade e a melhoria contínua. É amplamente usado para resolver problemas e refinar processos, permitindo um processo cíclico de feedback e aperfeiçoamento.



Figura 4- Ciclo PDCA

(Elaboração própria)

- Kaizen: envolve a melhoria contínua, centrada no trabalho colaborativo e na implementação gradual de melhorias incrementais. Todos os funcionários participam no processo Kaizen, desde a identificação de problemas até a implementação das soluções, promovendo uma cultura de melhoria constante.

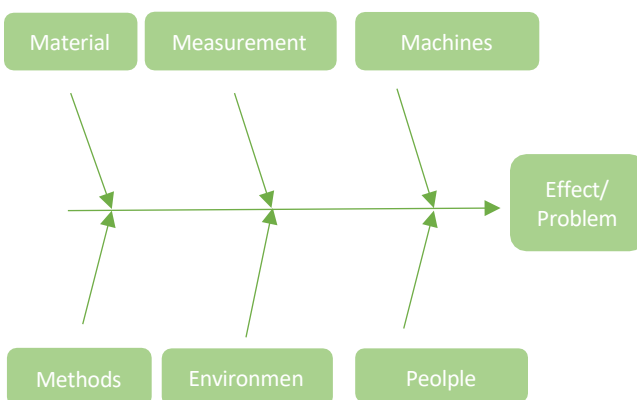


Figura 5- Diagrama Ishikawa

(Elaboração própria)

- Diagrama Causa-Efeito: também conhecido como Diagrama de Ishikawa, esta ferramenta auxilia na identificação das causas raiz de problemas ao desagregar as potenciais origens dos problemas em categorias principais (Figura 5). É eficaz para análises detalhadas e ajuda a evitar a recorrência de falhas.

5. Transportes

O transporte é uma função essencial da logística, responsável por estabelecer a ligação entre a produção e o de consumo. Para viabilizar as transações comerciais, os diferentes modos de transporte distinguem-se em termos de custo, qualidade e disponibilidade.

Considerando que a logística e os transportes representam uma parte significativa dos custos das empresas, o investimento em redes e meios de transporte mais eficazes e inteligentes é um fator determinante para o aumento da competitividade, além de constituir uma importante fonte de atração de agentes económicos e de investimentos. (Pereira, J et al, 2014.)

Segundo Carvalho et al, (2020) o desempenho da cadeia de abastecimento depende diretamente da eficiência e qualidade da logística. A escolha do meio de transporte constitui uma decisão crucial na gestão dos transportes, tornando-se ainda mais complexa e relevante quando envolve a movimentação internacional de produtos. O transporte desempenha um papel fundamental na ligação entre os diferentes elos da cadeia, acrescentando valor ao criar utilidade de lugar e tempo, ao garantir que os produtos sejam entregues no local certo, no momento adequado e nas condições pretendidas (tanto em quantidade como em qualidade).

O autor salienta que qualquer decisão relacionada com o transporte exige um equilíbrio entre o custo do serviço e a qualidade oferecida ao cliente, o que requer um conhecimento aprofundado dos fatores operacionais e das características dos diferentes meios de transporte.

A redução das barreiras protecionistas à circulação de bens tem promovido um ambiente de comércio livre, que, por sua vez, facilita a distribuição de unidades de produção a nível global, resultando no aumento da distância média dos fluxos de mercadorias.

Fatores como a globalização dos mercados, os métodos de produção internacionais e os elevados níveis de competitividade impõem a necessidade de criação e desenvolvimento de instrumentos eficazes para o suporte do sistema logístico, de modo a assegurar uma gestão eficiente das cadeias de abastecimento e distribuição. (Carvalho et al, 2020).

6. Sistemas de Apoio à Gestão

Os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) são ferramentas computacionais criadas para auxiliar gestores e responsáveis pela tomada de decisão a lidar com problemas complexos e semiestruturados, integrando dados e modelos analíticos para oferecer suporte na análise de alternativas e na tomada de decisões. Em um ambiente empresarial cada vez mais dinâmico e caracterizado por incertezas, os SAD surgem como uma solução crítica para melhorar a qualidade e a eficácia das decisões estratégicas, táticas e operacionais. Estes destacam pela sua capacidade de processar grandes volumes de informações, integrar variáveis e fornecer uma interface interativa que permite a análise de múltiplos cenários.

De acordo com Luís et al.(2004), os SAD são definidos como *“sistemas que proporcionam suporte computacional aos processos de decisão em ambientes que apresentam problemas semiestruturados ou não estruturados”*. Essa definição ressalta a principal função dos SAD: oferecer aos gestores uma ferramenta que facilita o processo de decisão em situações onde a solução não é evidente ou onde a informação disponível é incompleta ou ambígua. A possibilidade de simular cenários e prever consequências de diversas alternativas é uma das principais características que diferenciam os SAD de outros sistemas de informação tradicionais, que geralmente se limitam a fornecer relatórios descritivos de dados.

Os SAD podem ser classificados em várias categorias, dependendo do tipo de suporte que oferecem e da maneira como a informação é tratada. Gouveia e Ranito (2005) referem-se à estrutura de um SAD como sendo baseada em três componentes principais:

- (i) o subsistema de gestão de dados, que coleta e organiza as informações necessárias;
- (ii) o subsistema de gestão de modelos, responsável por fornecer as técnicas de análise e simulação;
- (iii) a interface de utilizador, que permite a interação entre o sistema e o decisor. Esses componentes trabalham em conjunto para proporcionar uma visão clara das possíveis implicações das decisões, aumentando a precisão e a rapidez no processo decisório.

Além disso, um SAD bem implementado deve ser capaz de se adaptar a diferentes contextos organizacionais, promovendo flexibilidade e personalização. Gouveia e Ranito (2005) argumentam que a capacidade de adaptar o SAD às necessidades específicas de uma organização é um dos fatores chave para o seu sucesso. Isso inclui a capacidade de integrar dados internos e externos, bem como adaptar os modelos analíticos às características específicas do setor de atuação.

Outra característica importante dos SAD, conforme discutido pelos autores, é o suporte à tomada de decisões colaborativas. Num ambiente organizacional complexo, as decisões geralmente envolvem múltiplas partes interessadas, cada uma com suas próprias perspectivas e interesses. Nesse contexto, os SAD podem facilitar a partilha de informações e o consenso entre diferentes atores, aumentando a eficácia do processo decisório coletivo.

6.1. Sistemas de Informação e Tecnologias de Informação

Segundo Manuel et al., (2014) o autor Balloni (2006) destaca que, no contexto globalizado, a relevância dos Sistemas de Informação (SI) e das Tecnologias de Informação (TI) tem vindo a aumentar significativamente face às exigências impostas pela concorrência.

Tanto o conhecimento profundo do negócio da empresa como o fluxo rápido de informação são cruciais para a tomada de decisões, o que evidencia a importância do domínio dos SI como elemento essencial para a criação de empresas competitivas, a gestão de corporações globais e a oferta de produtos e serviços de valor aos clientes.

Laudon & Laudon (2006) referem igualmente que a “Gestão dos SI e TI” constitui uma área funcional fundamental para o funcionamento das empresas, além de ser um campo de estudo indispensável para a administração e gestão. Os SI e TI tornam-se, assim, componentes vitais para o sucesso das organizações e empresas. (Manuel et al., 2014.). Torna-se, portanto, imprescindível clarificar as definições básicas de Tecnologias de Informação e de Sistemas de Informação. Assim:

- TI corresponde ao conjunto de hardware e software, ou seja, às ferramentas utilizadas para criar, armazenar e disseminar dados e informação, procurando a criação de conhecimento;
- SI resulta da integração de TI com pessoas e procedimentos, que registam, transformam e distribuem informação para apoiar a tomada de decisão, a coordenação, o controlo, a análise e a visualização dentro da organização.

Segundo Balloni (2006), tal como referido por Manuel et al, (2014), os SI desempenham três papéis fundamentais em qualquer organização:

- Apoiam os processos de negócios e operações;
- Apoiam a tomada de decisões pelos funcionários e gestores;
- Apoiam as estratégias organizacionais na busca por uma vantagem competitiva.

6.1.1. ERP

Um ERP (Enterprise Resource Planning) é um sistema de gestão integrado que centraliza e coordena os principais processos de uma organização, como a gestão financeira, logística, recursos humanos e produção. De acordo com Munkelt e Völker (2013), o ERP é muito mais do que um simples sistema de informação, pois afeta todas as áreas da empresa e está frequentemente associado à Reengenharia de Processos de Negócios (BPR), permitindo uma maior eficiência e otimização dos recursos empresariais (Munkelt & Völker, 2013).

O ERP funciona como uma plataforma unificada que facilita a recolha e análise de dados, permitindo aos gestores uma visão abrangente e em tempo real das operações. Entre os seus principais benefícios estão:

1. **Automatização de processos:** elimina redundâncias e tarefas manuais, o que melhora a eficiência e reduz erros.
2. **Tomada de decisões baseadas em dados:** fornece relatórios precisos e atualizados, fundamentais para decisões estratégicas.
3. **Integração de departamentos:** facilita a comunicação e o fluxo de informações entre diferentes áreas da empresa, melhorando a colaboração interna.
4. **Redução de custos operacionais:** ao otimizar processos e integrar operações, o ERP contribui para uma gestão mais eficiente dos recursos, reduzindo desperdícios.

Em termos de apoio à gestão, o ERP permite uma supervisão mais detalhada e um planeamento mais eficaz das atividades empresariais, oferecendo suporte tanto para a operação diária quanto para o desenvolvimento de estratégias de longo prazo.

7. Linguagens de Programação e Ferramentas de Automatização

Uma linguagem de programação pode ser entendida como um "conjunto de regras sintáticas e semânticas" que orientam o desenvolvimento de programas de computador. O código-fonte de um programa é formado por um conjunto de palavras e símbolos organizados segundo essas regras, permitindo a comunicação de instruções ao computador. Essas instruções são fundamentais, pois definem as ações a serem realizadas em diferentes circunstâncias, além de especificar os dados a serem manipulados e a forma como estes são armazenados ou transmitidos.

As linguagens de programação são inúmeras e cada uma adota diferentes conceitos e abstrações. Os diversos pontos de vista na programação, como os paradigmas funcional, imperativo e orientado a objetos, são referidos como "paradigmas de programação" ((Reis, 2014)

No que diz respeito ao paradigma funcional, os programas são concebidos como "conjuntos de funções", onde a computação é vista como a aplicação e avaliação dessas funções, ao invés de focar em variáveis e atribuições. Este modelo procura, ao máximo, "imitar as funções matemáticas", permitindo que o resultado de uma função seja passado como parâmetro para outras funções (Reis, 2024). Linguagens como Haskell e Lisp são exemplos clássicos desse paradigma.

Em contraste, o paradigma imperativo descreve a computação através de *"ações, enunciados ou comandos que mudam o estado (variáveis) de um programa"* (Reis, 2014). Nesse modelo, os programas são estruturados em sequências de comandos que se assemelham ao funcionamento interno dos computadores. A partir dessa abordagem, surgem diversas variantes, sendo a programação estruturada ou procedimental uma das mais relevantes. Nesse contexto, os comandos são organizados em grupos denominados "funções", que podem ser invocadas em diferentes momentos. Linguagens como C, Pascal, Basic e Assembler exemplificam essa abordagem.

Por fim, no paradigma de programação orientada a objetos, a análise, o projeto e o desenvolvimento são fundamentados na interação entre diversas unidades de software chamadas "objetos". Os programas são compostos por conjuntos de objetos de diferentes classes que interagem através de mensagens, ativando métodos nos objetos destinatários. Cada classe define o comportamento dos seus objetos (por meio de métodos) e os possíveis estados desses objetos (por meio de atributos). Entre as linguagens que suportam este paradigma, destacam-se Java, Objective-C, Ruby e Eiffel, entre outras que oferecem suporte à orientação a objetos (Reis, 2024).

7.1.1. Python

O Python é uma linguagem de programação de alto nível, versátil e de fácil aprendizagem, amplamente utilizada em diversas áreas da ciência da computação e engenharia de software. Criada por Guido van Rossum em 1991, o Python destaca-se pela sua sintaxe simples e intuitiva, o que facilita o desenvolvimento rápido de aplicações e a resolução de problemas complexos com menos linhas de código comparado com outras linguagens (Dhruv et al., 2020.). É uma linguagem interpretada e suporta múltiplos paradigmas de programação, incluindo a programação orientada a objetos e a programação funcional (Sanglier et al., n.d.).

O Python é reconhecido pela sua vasta biblioteca padrão e por uma extensa gama de bibliotecas de terceiros que expandem as suas capacidades para áreas como ciência de dados, inteligência artificial, desenvolvimento web, processamento de imagens, automação de testes e muitas outras (Dhruv et al., 2020.) (Cutting & Stephen, 2021). Esta diversidade de aplicações, aliada ao suporte de uma comunidade global ativa, torna o Python uma escolha ideal tanto para programadores iniciantes como para especialistas (Cutting & Stephen, 2021).

Apesar de ser uma linguagem interpretada, o que normalmente implica um desempenho inferior a linguagens compiladas como C++, o Python compensa com uma enorme produtividade. É amplamente utilizado em projetos que priorizam a rapidez no desenvolvimento e a legibilidade do código, ao invés de uma performance de baixo nível (Sanglier et al., n.d.). A sua popularidade é continuamente reforçada pela integração de bibliotecas robustas como NumPy e TensorFlow, que permitem a implementação de cálculos científicos complexos e modelos de aprendizagem automática com eficiência (Dhruv et al., 2020).

7.2. Automatização de Processos com o Python

A linguagem de programação Python destaca-se pela automatização de processos devido à sua simplicidade e versatilidade. Com uma sintaxe clara e intuitiva, o Python permite que profissionais de diversas áreas, mesmo sem um background técnico profundo, desenvolvam soluções eficientes para problemas complexos. A sua popularidade deve-se, em grande parte, ao vasto ecossistema de bibliotecas que facilitam a análise de dados e a automação de tarefas repetitivas.

Dentre essas bibliotecas, Pandas e NumPy são fundamentais para a análise de dados. Pandas, por exemplo, oferece estruturas de dados poderosas que permitem manipular e analisar grandes volumes de dados de forma eficiente. De acordo com (McKinney, 2010) *"Pandas é uma biblioteca de alta performance, projetada para facilitar a análise de dados e a manipulação de estruturas complexas."* Essa funcionalidade é crucial em contextos logísticos, onde decisões baseadas em dados podem impactar significativamente a eficiência operacional.

Além disso, a otimização de rotas logísticas é um campo que beneficia enormemente do uso de Python. A análise de dados possibilita identificar padrões e ineficiências nas operações logísticas, permitindo que as empresas otimizem as suas rotas de entrega. O uso de algoritmos de otimização, muitas vezes implementados com bibliotecas como SciPy e PuLP, pode resultar em economias de custos e melhorias no tempo de entrega. Segundo Berbeglia et al., 2010) *"a otimização de rotas é um componente crítico da logística moderna, contribuindo para a redução de custos e melhoria na satisfação do cliente."*

Outro aspecto importante é a integração de Python com ferramentas de visualização de dados, como Matplotlib e Seaborn, que permitem que as empresas visualizem as rotas e as métricas logísticas de forma intuitiva. Visualizações eficazes ajudam na tomada de decisão, permitindo que as equipes identifiquem rapidamente áreas de melhoria.

Além disso, Python é amplamente utilizado para automação de tarefas repetitivas, como coleta de dados e geração de relatórios. Com bibliotecas como BeautifulSoup e Selenium, é possível automatizar a extração de dados de sites e aplicações, otimizando o fluxo de trabalho e liberando os colaboradores para tarefas mais estratégicas. Conforme citado *"a automação de processos por meio de Python não apenas aumenta a eficiência, mas também reduz a probabilidade de erro humano."*

7.3. Desenvolvimento de Interfaces e Visualização (HTML):

O HTML (HyperText Markup Language) é uma linguagem fundamental para a criação de páginas web. Organiza e estrutura o conteúdo usando tags, como <h1> para títulos e <p> para parágrafos. Além de permitir a formatação visual, o HTML também facilita a navegação, por meio de hyperlinks, e a integração com outras tecnologias, como CSS e JavaScript. Isso permite desenvolver interfaces gráficas interativas e com rápida resposta para aplicações web ((Duckett, 2011)

8. Instrumentos de Medição de Desempenho

8.1. Definição de KPIs

Os Key Performance Indicators (KPIs), ou Indicadores de Desempenho, são ferramentas essenciais para medir e monitorizar o desempenho de uma organização em relação aos seus objetivos estratégicos.

Eles permitem que as empresas acompanhem o progresso das suas atividades e identifiquem áreas que necessitam de melhorias. Segundo (Barros, 2018), os KPIs são definidos como indicadores que possibilitam medir o desempenho de uma empresa, permitindo um planeamento sobre todos os níveis hierárquicos para que sigam a mesma direção e objetivos com estratégias definidas. Estes indicadores são fundamentais para a verificação, comunicação, definição de prioridades e melhoria contínua dentro de uma organização.

8.2. Importância dos KPIs

1. **Verificação:** os KPIs ajudam a visualizar o estado atual de um projeto e seu progresso ao longo do tempo.
2. **Comunicação:** facilitam a comunicação do estado do projeto de maneira visual, simples e eficaz.
3. **Definição de Prioridades:** Através dos KPIs, é possível identificar quais tarefas são mais prioritárias.
4. **Melhoria Contínua:** A exposição das informações dos KPIs pressiona as equipas a melhorar seu desempenho, encontrando alternativas mais eficazes. (Schiemann, 1999)

8.3. Aplicação dos KPIs

No contexto do estudo de caso, os KPIs foram aplicados em uma empresa da indústria automóvel para melhorar o desempenho no lançamento de novos projetos. Foram criados quatro tipos de KPIs (Ricardo José Silva Oliveira Costa Pereira, n.d.):

1. **KPI de Custos:** focado na disponibilidade e utilização de recursos financeiros associados a um projeto.
2. **KPI de Timings:** representa graficamente os timings, comparando a data planeada de finalização de uma tarefa com a data real de término.
3. **KPI de Qualidade:** avalia a qualidade da entrega do projeto, garantindo que as tarefas sejam concluídas na data estipulada e bem executadas.
4. **KPI de Performance:** Compara a data planeada e a data real da conclusão das tarefas, considerando a importância das mesmas (Ricardo José Silva Oliveira Costa Pereira, n.d.).

Capítulo III

Análise e Melhoria dos Processos de Logística

9. Apresentação da Empresa

A ENERCON foi fundada em 1984 por Aloys Wobben, na Alemanha e atua no setor da energia eólica. A empresa foi a primeira fabricante de aerogeradores com um conceito de transmissão sem engrenagens, que é uma característica de todos os aerogeradores da ENERCON.

Todos os componentes principais são fabricados por fornecedores que produzem exclusivamente para a ENERCON.

De acordo com o lema da empresa, “*Energy for the World*”, a ENERCON desenvolve soluções de fornecimento de energia renovável a nível mundial, com tecnologias tais como, o armazenamento de energia, a mobilidade elétrica e redes inteligentes.

A ENERCON encontra-se atualmente com mais de “13 600 colaboradores, 390 estações de serviços e com aerogeradores em mais de 50 países” e possui mais de 31300 eólicas instaladas pelo mundo como se pode ver na Figura 6. (ENERCON GmbH, 2021).

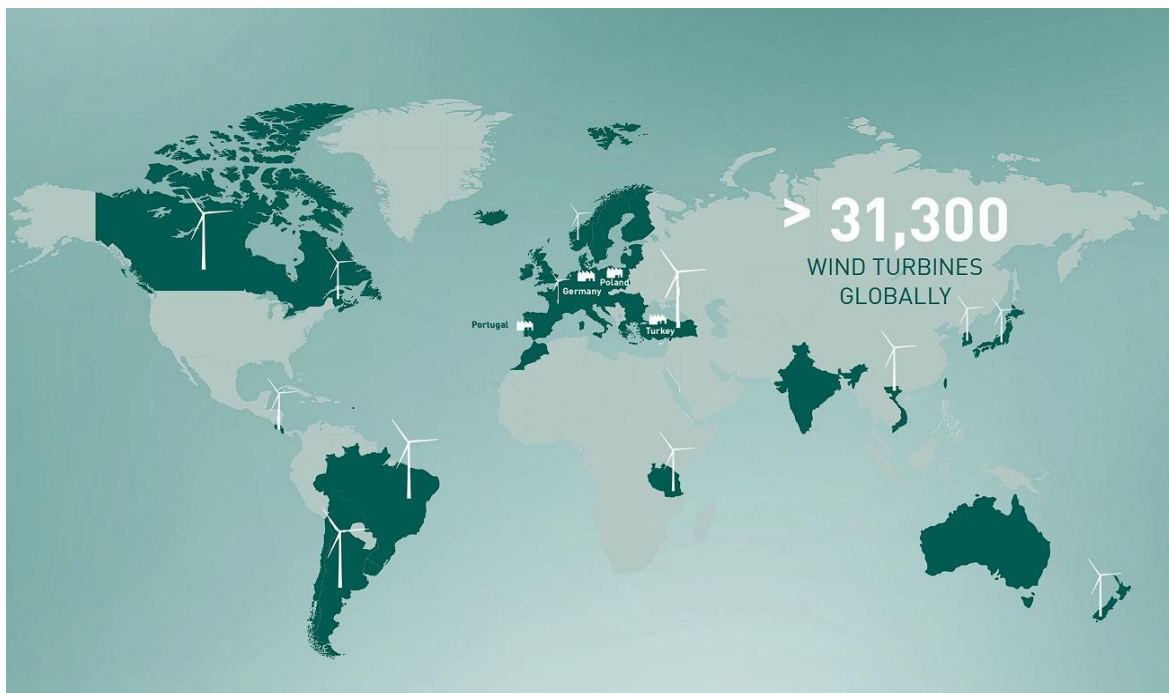


Figura 6- Enercon pelo Mundo

Dentro das empresas que produzem exclusivamente para a ENERCON, em Portugal existem duas empresas, a Fábrica de Pás, denominada Eneop 3- desenvolvimento de projeto industrial, S.A que é uma empresa sediada na praia norte, Viana do Castelo e a Fábrica de geradores também denominada Eneop 3- desenvolvimento de projeto industrial, S.A. sediada em Lanheses, Viana do Castelo.

9.1. Visão, Missão, Objetivos e Valores

Slogan: "Energy for the world"

Segundo o sítio oficial da ENERCON a visão e missão são moldar o desenvolvimento da ENERCON e a forma como a empresa pensa e age até aos dias de hoje. Assumir a responsabilidade de criar conceitos de produção e fornecimento de energia renovável sustentáveis, pioneiros e à prova de futuro.

O objetivo é encontrar soluções sustentáveis e com um contributo significativo para a crescente procura global de energia.

Quanto aos valores da empresa estes incluem a responsabilidade, a independência, durabilidade, qualidade. (GmbH, 2016). Abaixo é possível observar através da Figura 7 o organigrama da empresa.

Organigrama da Empresa

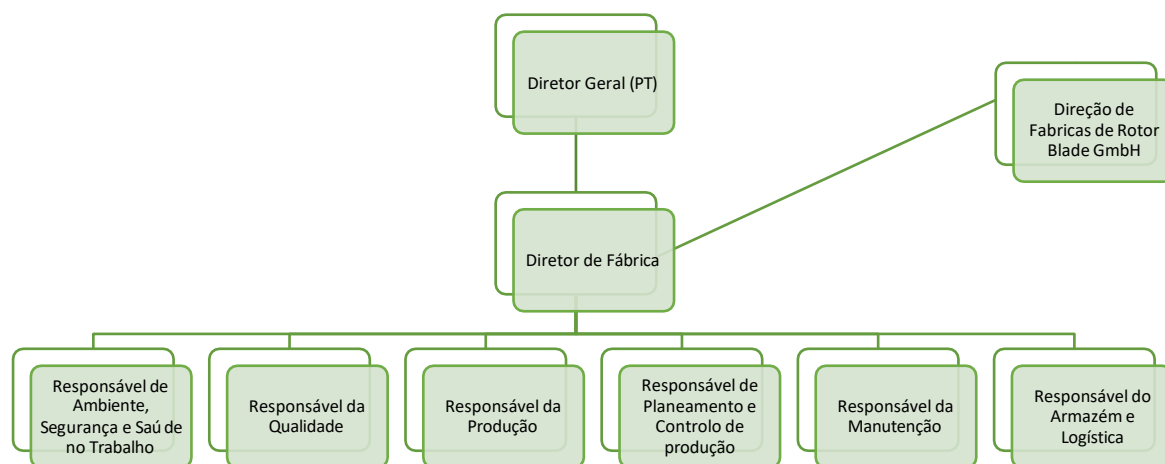


Figura 7- Organigrama da Empresa. (Elaboração própria)

9.2. Caracterização do Departamento de Logística e Armazém

9.2.1. Designação do Departamento e Caracterização

Na estrutura organizacional da empresa, o departamento é denominado "Armazém e Logística", mas há uma distinção importante para entender a razão por trás dessa designação. A logística, neste contexto, refere-se especificamente às atividades relacionadas às movimentações entre as diferentes etapas do processo produtivo, como o fluxo de materiais em andamento, reparações e carregamentos de navios para expedição.

Por outro lado, o armazém está encarregue das operações de recepção de materiais, armazenamento, gestão de espaços, processos de picking e preparação e expedição dos produtos.

Essa diferenciação entre logística e armazém ocorre porque cada uma dessas áreas desempenha funções específicas e essenciais para o funcionamento da empresa. A logística concentra-se no fluxo eficiente e coordenado dos materiais em diferentes etapas do processo produtivo, garantindo que estejam disponíveis no momento e na quantidade certa. Por sua vez, o departamento de armazém é responsável pela gestão física dos materiais, desde a recepção até a expedição, incluindo a organização dos espaços de armazenamento e a preparação dos pedidos para envio.

Essa distinção permite uma melhor organização e coordenação das atividades, otimizando os fluxos internos de materiais e garantindo a eficiência e o cumprimento dos prazos. Ao atribuir responsabilidades específicas a cada parte deste departamento, a empresa consegue direcionar seus esforços de forma mais precisa e melhorar seu desempenho global na gestão dos processos logísticos e de armazenamento.

Assim, a designação do departamento como "Armazém e Logística" reflete a compreensão da importância de cada uma dessas áreas para o funcionamento eficiente da empresa, além de facilitar a organização interna e a clareza nas atribuições e responsabilidades de cada equipa.

9.3. Tarefas Realizadas na Logística

- **Transporte Interno de Material**

A logística é responsável pela movimentação de semiacabados/ produto final entre áreas produtivas, de acordo com as solicitações dos mesmos.

- **Gestão de Produto Final**

De acordo com as solicitações do coordenador de Logística e o responsável de departamento, a logística prepara as pás para expedição, cumprindo o “FIFO” e, a assistente de logística interna emite através do sistema SAP a documentação necessária.

Antes de se carregar as pás no transporte é efetuada uma inspeção visual pelo Departamento Qualidade e posteriormente pelo operador da Logística (de acordo com a documentação necessária). Se o Departamento Qualidade detetar alguma não-conformidade, a Logística não efetua o carregamento da respetiva pá, até indicações em contrário.

Se estiver tudo conforme a pá é carregada no transporte e a logística é responsável por verificar juntamente com o condutor se os dispositivos de transporte estão corretamente colocados. No final o condutor e a logística assinam os documentos de transporte.

10. Descrição e Análise Crítica da Situação Atual da Empresa

A ENEOP3 - Desenvolvimento de Projeto Industrial, S.A. enfrenta desafios operacionais substanciais que comprometem a sua eficiência e eficácia a nível logístico.

A análise da situação atual revela que o elevado volume de movimentos e a complexidade das operações decorrem, de uma estrutura organizacional ineficaz, aliada à ausência de ferramentas adequadas para a gestão eficiente dos fluxos operacionais. Este cenário resulta em esforços redundantes, desperdício de tempo e uma sobrecarga significativa de recursos humanos e materiais, prejudicando a fluidez e a eficácia dos processos, e, consequentemente, o desempenho global da empresa.

Adicionalmente, muitos dos processos ainda são registados de forma manual, em papel, o que não só dificulta a análise dos dados, mas também contribui para uma maior probabilidade de erros e inconsistências nas informações. Este método de gestão impede uma avaliação rápida e precisa do desempenho logístico da empresa, tornando a tomada de decisões mais lenta e sujeita a falhas. A falta de sistemas integrados e automatizados que ofereçam uma visão centralizada das operações acentua ainda mais este problema, criando um ambiente de trabalho pouco eficiente, onde se verificam sobreposições de tarefas e redundâncias operacionais que não agregam valor à organização.

A ineficiência na organização interna é ainda refletida na ausência de um layout otimizado e de uma planificação operacional adequada. A disposição dos recursos e a falta de processos estruturados resultam em movimentações físicas desnecessárias, que aumentam os custos operacionais e prolongam os ciclos de trabalho. Estas ineficiências também estão associadas a atrasos frequentes, que, por sua vez, afetam diretamente a capacidade da empresa de cumprir prazos e satisfazer as necessidades dos clientes.

Outro desafio crítico identificado é o elevado volume de stock existente na empresa. Embora o stock seja uma componente essencial para o funcionamento da produção, a falta de uma gestão eficiente e adaptada às flutuações do mercado resulta na imobilização de capital que poderia ser utilizado em outras áreas estratégicas. Para além disso, o excesso de stock intensifica os problemas logísticos, tornando os processos de armazenamento e movimentação de materiais mais complexos e dispendiosos. Esta situação evidencia falhas no planeamento das necessidades e na previsão da procura, que exigem uma revisão dos métodos utilizados.

Este conjunto de problemas organizacionais abordados reflete-se diretamente nos key performance indicators (KPIs) da empresa, evidenciando o impacto negativo das lacunas operacionais na sua eficácia. A ausência de processos bem definidos, as lacunas na gestão de stock, os atrasos constantes e os movimentos desnecessários dificultam a análise precisa do desempenho, tornando a monitorização dos resultados e a tomada de decisões estratégicas mais complicadas e menos fundamentadas.

A empresa também enfrenta dificuldades em identificar e eliminar bloqueios nos seus processos, o que impede a sua adaptação rápida às exigências e mudanças do mercado.

Para reverter este quadro, torna-se imperativo implementar uma série de medidas corretivas que permitam não só melhorar a estrutura interna da empresa, mas também modernizar a sua abordagem à gestão de operações. A reestruturação dos processos operacionais, com base nos princípios do Lean Management, surge como uma solução essencial para eliminar desperdícios, otimizar recursos e melhorar a produtividade. A adoção de tecnologias mais avançadas, como sistemas integrados de gestão empresarial (ERP), irá garantir uma maior visibilidade e controlo sobre as operações, permitindo uma análise em tempo real e facilitando a tomada de decisões informadas.

Adicionalmente, é fundamental rever o layout da empresa e adotar metodologias de planeamento que garantam a eficiência dos fluxos de trabalho, minimizando deslocações e maximizando a utilização dos recursos disponíveis. A implementação de sistemas de gestão de stocks mais eficazes permitirá reduzir o volume de inventário desnecessário, libertando capital e melhorando a logística de armazenamento.

Essas mudanças exigem um esforço coordenado e uma visão estratégica de longo prazo, mas são cruciais para que a ENEOP3 consiga não só superar os seus desafios operacionais, mas também fortalecer a sua posição competitiva no mercado. A modernização dos processos e a adoção de melhores práticas de gestão são, portanto, passos fundamentais para o crescimento sustentável e a melhoria da rentabilidade da empresa.

10.1. KPI's Atuais da Empresa

Key Indicator	2023 média	2024 média	Jan-2024	Fev-2024	Mar-2024	Abr-2024	Mai-2024	Jun-2024	Jul-2024	Agos-2024	Set-2024
Logistic Internal Movements	NA	1143	1105	1049	1167	1097	1254	1149	1490	687	1291
Operations Delay (hours)	0	2	1	0	3	0	0	2	6	1	4

Tabela 1- KPI's do Departamento

(Elaboração própria)

A Tabela 1 acima apresentada contém dados referentes aos Key Performance Indicators (KPI's) do departamento, oferecendo uma visão quantitativa e qualitativa sobre o desempenho operacional entre janeiro e setembro de 2024.

O indicador “Logistic Internal Movements” permite à gestão de topo ter uma visão do desempenho geral da fábrica, a nível de movimentos logístico. Deste modo é possível compreender a quantidade de movimentos realizados e quantificar o número de colaboradores necessários para a realização destes movimentos.

Assim, consegue-se realizar uma gestão de equipas mais eficiente a alocar recursos humanos na proporção correta para a realização de tarefas estipuladas.

O indicador “Operations Delay (hours)” permite verificar os atrasos registados com um impacto direto na produção e refletem situações em que a logística não conseguiu atender as necessidades de forma eficaz. Estes atrasos podem ser atribuídos a:

- Falta de capacidade de resposta por parte da logística, que pode ser causada por aumento da procura, limitações de recursos ou problemas no fluxo operacional.

- Paragem de equipamentos por avarias ou manutenção, resultam em interrupções no fluxo logístico e, consequentemente, na produção.

10.2. Registo de Movimentos Logísticos da Empresa

Turno	Jan-2024	Fev-2024	Mar-2024	Abr-2024	Mai-2024	Jun-2024	Jul-2024	Agos-2024	Set-2024
A	362	323	388	345	414	345	489	198	402
B	393	365	376	354	430	351	505	250	469
C	350	361	403	398	410	453	496	239	420
Soma	1105	1049	1167	1097	1254	1149	1490	687	1291
Média por mês	50.23	47.68	53.05	49.86	57.00	52.23	67.73	31.23	58.68
Média por turno	16.74	15.89	17.68	16.62	19.00	17.41	22.58	10.41	19.56

Tabela 2- Movimentos Logísticos Antes da Utilização da Aplicação

(Elaboração própria)

A tabela acima (Tabela 2) ilustra os movimentos logísticos realizados pela empresa ao longo dos meses de janeiro a setembro de 2024, organizados por turno e classificados entre semiacabados (divididos em seis categorias) e produtos acabados (uma categoria- pás eólicas).

As operações estão segmentadas pelos turnos A, B e C, permitindo uma análise detalhada da produtividade em cada período.

O total mensal de movimentos oscila de um mínimo de 1.049 em fevereiro para um máximo de 1.291 em setembro. Este aumento progressivo indica um crescimento no volume de operações nos últimos meses do período analisado.

11. Desenvolvimento e Implementação da Ferramenta Web

11.1. Introdução e Justificativa

A gestão eficiente de movimentos logísticos é um dos pilares fundamentais para garantir o sucesso de operações que envolvem o transporte de bens entre diferentes localizações. Em cenários onde múltiplos processos de carga, descarga e transferências precisam ser organizados, a ausência de uma ferramenta específica pode resultar em desorganização, atrasos e perda de rastreabilidade.

Este projeto visa solucionar estas lacunas por meio do desenvolvimento de uma aplicação web, criada com o framework Flask, que permita o agendamento e o acompanhamento estruturado dos movimentos logísticos.

A aplicação foi projetada para ser simples e intuitiva, oferecendo uma interface acessível que permita aos utilizadores realizar agendamentos, monitorizar o progresso de cada movimento e registar eventos como o início e a conclusão de tarefas.

A utilização de um banco de dados SQLite torna o sistema especialmente adequado para contextos de pequeno e médio porte, proporcionando leveza e facilidade de implementação sem comprometer a funcionalidade. Este projeto procura otimizar a organização e a rastreabilidade dos fluxos logísticos, contribuindo para uma operação mais eficiente e transparente.

11.2. Arquitetura e Estrutura da Aplicação

A aplicação foi desenvolvida seguindo uma arquitetura modular, que separa as funcionalidades em componentes específicos, permitindo maior clareza, maneabilidade e rastreamento. A escolha do *Flask* como *framework* base deve-se à sua simplicidade e flexibilidade, sendo amplamente utilizado para a criação de aplicações web robustas com Python.

O SQLite foi adotado como banco de dados devido à sua leveza e portabilidade, características que o tornam ideal para aplicações com requisitos moderados de volume de dados e acesso simultâneo.

11.3. Estrutura do Código e Módulos Utilizados

A aplicação é composta por vários módulos que trabalham em conjunto para garantir a operação eficiente:

- **Flask:** gere as rotas da aplicação, processa requisições HTTP e fornece a base para a criação de interfaces interativas em HTML.
- **SQLite:** responsável pelo armazenamento local dos dados logísticos, incluindo informações sobre origem, destino e horários de cada movimento.
- **Microsoft Excel:** é um software de planilhas amplamente utilizado para organizar, calcular e analisar dados.

11.4. Banco de Dados

O sistema de banco de dados foi estruturado para armazenar informações de forma simples, mas abrangente, garantindo que todas as etapas de um movimento logístico possam ser devidamente rastreadas. A tabela central, denominada “*movements*”, armazena os seguintes campos:

- **id:** Identificador único para cada movimento, essencial para rastrear e atualizar eventos relacionados.
- **tipo:** define o tipo de operação (e.g., carga, descarga, transferência).
- **origem e destino:** Campos textuais que especificam as localizações de partida e chegada do movimento.
- **hora_agendada:** indica o horário planejado para a execução do movimento.
- **hora_inicio e hora_conclusao:** campos que armazenam os horários efetivos de início e término de cada movimento, atualizados automaticamente à medida que as etapas são concluídas.
- **Tempo_movimento:** indica a duração em minutos de cada movimento.

A inicialização do banco de dados é realizada por meio da função `init_db()`, que verifica a existência da tabela “*movements*” e a cria caso não esteja presente. Esta abordagem assegura que o sistema esteja

sempre preparado para armazenar os dados necessários desde o momento em que a aplicação é iniciada.

11.5. Código Python aplicado no VSCode:

```
7  # Configurando o banco de dados
8  def init_db():
9      conn = sqlite3.connect('movements.db')
10     c = conn.cursor()
11     c.execute('''CREATE TABLE IF NOT EXISTS movements
12                 (id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
13                  tipo TEXT,
14                  origem TEXT,
15                  destino TEXT,
16                  hora_agendada TEXT,
17                  hora_inicio TEXT,
18                  hora_conclusao TEXT)''')
19     conn.commit()
20     conn.close()
```

Figura 8- Ligação entre a Aplicação e SQLite

(Elaboração própria)

O código acima apresentado (Figura 8) é um código que cria um banco de dados chamado “*movements.db*” e define a estrutura da tabela “*movements*”, com colunas para armazenar informações sobre movimentos (como tipo, origem, destino e horários). A função também verifica se a tabela já existe, para evitar recriações desnecessárias. O uso do auto incremento no campo “id” assegura que cada registo tenha um identificador único, essencial para organizar e rastrear os dados no banco. Depois de todos os dados armazenados no banco de dados, os dados são automaticamente enviados para o Excel de modo a que possam ser tratados como desejados.

11.6. Rotas e Funcionalidades da Aplicação

A interface da aplicação foi desenhada para ser simples e fácil de entender, sem a necessidade de uns conhecimentos aprofundados por parte do utilizador. Isso significa que os elementos e controlos da interface são autoexplicativos, permitindo que os utilizadores realizem as suas ações sem dificuldades.

A aplicação adapta-se automaticamente ao tamanho do ecrã do dispositivo utilizado, seja um desktop, tablet ou smartphone. Isso melhora a experiência do utilizador, garantindo que a interface esteja bem organizada e funcional em qualquer tipo de dispositivo.

11.6.1. Rotas

Nas aplicações web, uma "rota" refere-se a um caminho específico no URL que carrega uma página ou componente diferente dentro da aplicação. Cada rota é associada a uma funcionalidade específica ou uma seção distinta do sistema. Por exemplo, uma aplicação pode ter rotas para o início de sessão, agendamento, histórico, definições, etc.

11.6.1.1. Rota Principal (/)

- Rotas Principais: foi estruturada com várias rotas principais, ou seja, diferentes páginas ou secções de funcionalidades que estão disponíveis para o utilizador conforme a sua necessidade.

Essas rotas são claramente definidas, proporcionando uma navegação eficiente e lógica dentro da aplicação como se pode ver na Figura 9. A separação por rotas ajuda a manter a organização da interface e também melhora a performance, já que o navegador carrega apenas o necessário para a página que o utilizador está a utilizar.

```
# Página principal redireciona para agendamento
@app.route('/')
def home():
    return redirect(url_for('agendar_movimentos'))
```

Figura 9- Rotas de Movimentos em Python

(Elaboração própria)

11.7. Rota Produção

Tal como é possível observar no Anexo III – “Rota Produção” a rota /producao apresenta a aplicação desenvolvida em *Flask* é responsável pela gestão e agendamento de movimentos logísticos, sendo acessível através dos métodos HTTP GET e POST. O seu funcionamento está dividido consoante o tipo de pedido.

Quando acedida por GET, a aplicação carrega os dados existentes a partir de um ficheiro Excel e remove colunas menos relevantes para simplificar a visualização. Estes dados são posteriormente convertidos para um formato compatível com o *template* producao.html, permitindo ao utilizador consultar os movimentos registados de forma clara e estruturada.

Por outro lado, quando a rota é acedida por POST, o utilizador está a submeter um novo movimento logístico através de um formulário. São recolhidos diversos campos, nomeadamente a data, hora de início e de fim do movimento, o tipo de movimento, o modelo, a origem, o destino, eventuais observações e, opcionalmente, uma fotografia. Antes de proceder ao registo, a aplicação realiza uma série de validações. Em primeiro lugar, verifica se todos os campos obrigatórios foram preenchidos. Em seguida, avalia se os dados temporais são válidos e se o intervalo de tempo entre o início e o fim não ultrapassa 60 minutos — uma limitação útil em contextos logísticos.

Se uma fotografia for incluída, a aplicação verifica se a extensão do ficheiro é permitida (limitada a png, jpg ou jpeg). Caso seja válida, a imagem é guardada localmente, ficando disponível para futura referência. Concluídas todas as validações, os dados do movimento são adicionados ao ficheiro Excel através da função “*salvar_movimento_no_excel*”, com o estado inicial definido como “Agendado”. Ao utilizador é então apresentada uma mensagem de sucesso, reforçando o feedback positivo e a interação contínua com o sistema.

A aplicação conta ainda com funções auxiliares essenciais ao seu bom funcionamento. A função “*carregar_dados_excel*”, por exemplo, permite abrir o ficheiro Excel e, em caso de falha ou inexistência do mesmo, cria automaticamente uma estrutura vazia com colunas predefinidas. Já a função “*allowed_file*” assegura que apenas ficheiros com extensões válidas sejam aceites como fotografias, garantindo uma camada adicional de segurança.

Adicionalmente, foi implementado um mecanismo de manutenção automática dos dados, através da função “*resetar_movimentos_concluidos*”. Esta função é executada automaticamente três vezes por dia (às 00:00, 08:00 e 16:00), utilizando o agendador *APScheduler*. A sua finalidade é identificar movimentos com o estado "Concluído" e redefinir os campos associados ao tempo.

No seu conjunto, a rota */producao* representa um módulo robusto de gestão logística, oferecendo uma interface intuitiva para o registo e monitorização de movimentos, com validações automáticas, suporte a ficheiros, armazenamento estruturado em Excel e tarefas agendadas para manutenção de dados.

A sua conceção visa garantir um equilíbrio entre controlo operacional, facilidade de uso e integridade da informação, sendo adequada para contextos industriais ou logísticos que exijam rastreabilidade e eficiência nos processos.

11.8. Rota Logística

A aplicação desenvolvida em Flask inclui também um conjunto de rotas destinadas à gestão de movimentos logísticos e à documentação associada a esses processos. A rota */movimentos_logistica* (ver anexo IV.- “Rota Logística”) tem como função principal apresentar ao utilizador uma listagem de todos os movimentos registados até ao momento. Esta rota acede ao ficheiro Excel onde os dados são armazenados, através da função “*carregar_dados_excel*”, e converte o conteúdo para uma lista de dicionários.

Esta estrutura é posteriormente passada ao *template* *movimentos_logistica.html*, permitindo a sua visualização em formato de tabela. Em caso de erro na leitura dos dados, o sistema devolve uma mensagem de erro interno (HTTP 500), garantindo que o utilizador é informado sobre a falha de forma clara.

Para além da visualização, a aplicação permite a interação dinâmica com os movimentos logísticos em tempo real, através de chamadas AJAX (assíncronas). A rota */iniciar_movimento_ajax*, acessível por POST, é utilizada para registar o início de um movimento, recebendo uma imagem em formato Base64. Esta imagem é decodificada e armazenada localmente numa pasta específica para fotografias de início de operação. Caso o envio da imagem não ocorra, o sistema informa o utilizador da ausência do ficheiro.

A conclusão de um movimento logístico é tratada pela rota */concluir_movimento_ajax*, também acessível via POST. Esta rota é mais elaborada, uma vez que para além de guardar a fotografia

do fim do movimento, também cria um relatório em formato Word (.docx). Este relatório inclui informações relevantes como o tipo de movimento, data e hora de conclusão, fotografia do início de movimento e fotografia do fim. Para tal, o sistema utiliza a biblioteca “*python-docx*”, permitindo a criação automática de documentos estruturados e visuais, apropriados para efeitos de rastreabilidade, auditoria ou documentação formal.

Após a criação do relatório, a aplicação atualiza o ficheiro Excel, alterando o status do movimento para “Concluído”. Este procedimento assegura que todas as fases do movimento — início, fim e documentação — ficam registadas e associadas entre si, promovendo a transparência e a integridade da informação.

As funções auxiliares “*carregar_dados_excel*” e “*salvar_movimentos*” continuam a desempenhar um papel fundamental neste processo. A primeira garante a leitura segura e estruturada dos dados, mesmo em caso de ausência do ficheiro, através da criação automática de um *DataFrame* com colunas predefinidas. A segunda permite persistir as alterações efetuadas no Excel, salvaguardando os dados mais recentes introduzidos pela aplicação.

12. Aparência das Interfaces

Através da utilização do *Python* com HTML foram criadas interfaces visuais e funcionais para o agendamento de movimentos logísticos. Este código demonstra a estrutura HTML da interface, com CSS para garantir uma apresentação profissional, com cores oficiais da organização e intuitiva para os utilizadores.

A interface da aplicação (Figura 10) foi projetada para ser funcional e esteticamente agradável, utilizando elementos visuais limpos e organizados. A navegação é intuitiva, permitindo aos utilizadores utilizarem rapidamente as funcionalidades principais, como agendamento, monitorização e atualização de movimentos logísticos.

Esta abordagem centrada no utilizador procura minimizar o tempo de aprendizagem e maximizar a eficiência no uso da ferramenta, tornando-a um recurso valioso para otimizar operações logísticas e promover maior controlo e transparência.



Figura 10- Interface Principal

12.1. Aparência da Interface da Produção

A página `producao.html` tem como principal objetivo fornecer uma interface visual intuitiva para o agendamento e consulta de movimentos logísticos de produção, facilitando a interação do utilizador com o sistema. Visualmente, a página combina uma apresentação moderna com funcionalidades práticas, integrando formulários de entrada de dados, validação de horários, carregamento de imagens e exibição em tabela dos movimentos já registados.

A nível estético, destaca-se a utilização de um fundo com imagem semitransparente, que confere à interface um aspeto mais apelativo e profissional, mantendo a legibilidade dos conteúdos. (Figura 11 e 12) O formulário está centralizado dentro de um contentor branco com cantos arredondados e sombras suaves, promovendo uma leitura confortável e uma navegação limpa. As cores predominantes baseiam-se em tons de verde (associados à marca e ao ambiente industrial), reforçando a identidade visual da aplicação.

Funcionalmente, o formulário permite ao utilizador introduzir os dados necessários para agendar um movimento: tipo de movimento, modelo, origem, destino, data, hora de início e de fim, uma fotografia ilustrativa e eventuais observações. Cada campo foi cuidadosamente desenhado com foco na acessibilidade, utilizando *selects* para evitar erros de digitação e inputs com validação.

Além do formulário, a página inclui uma tabela dinâmica que lista todos os movimentos agendados, permitindo ao utilizador consultar rapidamente os dados já inseridos. A tabela apresenta colunas como tipo, modelo, origem, destino, data/hora, estado e observações, com destaque visual para o estado do movimento (exemplo: concluído, agendado), utilizando cores distintas para facilitar a identificação imediata.

Por fim, a página inclui um botão de retorno à página principal, garantindo uma navegação fluida dentro da aplicação. Todos estes elementos trabalham em conjunto para proporcionar ao utilizador uma experiência coerente, funcional e eficiente, reforçando a ligação entre os processos logísticos e o registo digital das operações.



Movimentos Produção

Tipo de Movimento

Selecione...

Modelo

Selecione...

Origem

Selecione...

Destino

Selecione...

Data

dd/mm/aaaa

Intervalo de Horário

Início

--:--

Fim

--:--

© 2024 Enercon - Todos os direitos reservados

Figura 11- Interface da Produção 1ª parte



Foto do Movimento a ser realizado

Escolher Ficheiro

Não foi escolhido nenhum ficheiro

Agendar

Observações

Digite suas observações aqui...

Movimentos Agendados

Tipo de Movimento	Modelo	Origem	Destino	Data e Hora	Status	Observações
Nenhum movimento agendado.						

Voltar à Página Inicial

© 2024 Enercon - Todos os direitos reservados

Figura 12- Interface da Produção 2ª parte

58

A página designada por *Movimentos Produção* tem como principal finalidade apresentar e gerir os diversos movimentos logísticos relacionados com a produção, permitindo ao utilizador interagir de forma simples e eficaz com os dados disponíveis. Esta página, desenvolvida com recurso a uma aplicação *Flask*, estende o layout base da aplicação para garantir uma apresentação visual consistente com o restante sistema.

No conteúdo principal da página, encontra-se uma tabela que lista todos os movimentos ainda não concluídos, ou seja, em estado “Agendado” ou “Iniciado”. Para cada registo, são apresentadas informações relevantes como o tipo de movimento, modelo, origem, destino, data e hora agendada, estado atual e observações.

Consoante o estado do movimento, o sistema exibe diferentes botões de ação: se estiver pendente ou agendado, surge a opção de “Iniciar”; se já estiver iniciado, é disponibilizado um botão para “Concluir”, acompanhado de um temporizador que começa a contar o tempo decorrido desde o início.

As ações de iniciar e concluir um movimento são realizadas através de janelas modais. Estas modais recorrem à câmara do dispositivo do utilizador para capturar uma fotografia no momento da operação, garantindo o registo visual da mesma.

No caso do início, o utilizador pode também preencher campos adicionais, como o número da pá, o set e o setor, dependendo do tipo de movimento selecionado, se necessário. A interação com a câmara é feita através da API *MediaDevices*, sendo a imagem capturada posteriormente convertida para base64.

Do ponto de vista técnico, esta página combina HTML dinâmico com CSS personalizado, proporcionando uma interface visual clara e moderna. A lógica de interação gere o funcionamento dos modais, o controlo da câmara, a captura de imagens e o envio dos dados para as rotas correspondentes no servidor. (Figura 13)

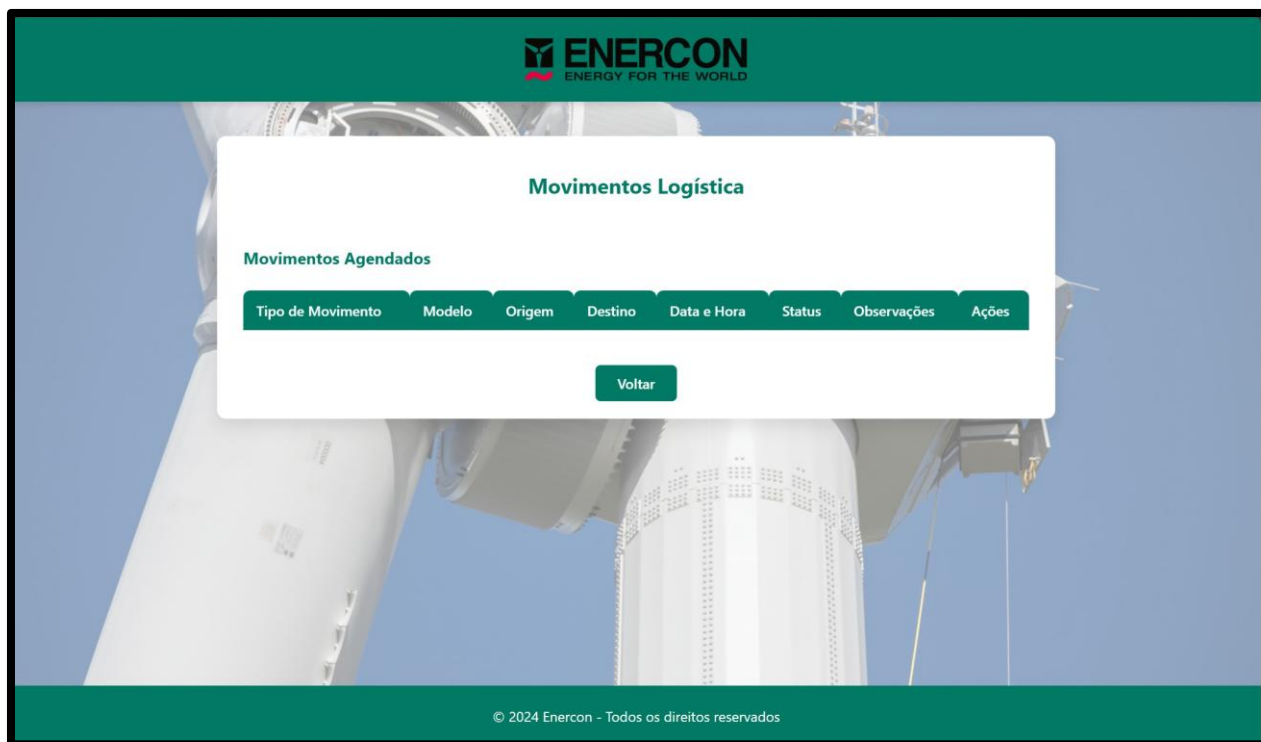


Figura 13- Interface Logística

13. Testes e Validação

13.1. Testes de Integração: Validação da Comunicação entre Componentes

Os testes de integração foram fundamentais para garantir que os diferentes módulos do sistema, como o agendamento, o banco de dados e as funcionalidades de movimentação, estivessem corretamente interligados e se comunicassem de forma eficiente. Para garantir a robustez e a confiabilidade do sistema, as seguintes etapas e abordagens foram adotadas:

- 13.1.1. Cenários de Integração: durante os testes, foram simulados cenários realistas de operação, nos quais os diferentes componentes do sistema precisavam de interligar-se. Por exemplo, ao agendar um movimento, a aplicação precisava interagir com a base de dados para armazenar os dados, validar as restrições de agendamento, registrar e guardar fotos e depois garantir que a interface de utilizador exibisse corretamente o movimento agendado.

- 13.1.2. Validação de Fluxos de Dados: foram realizados testes para verificar se as informações inseridas pelo utilizador (como horário, tipo de movimento, e recursos envolvidos) eram corretamente refletidas no banco de dados, sem erros ou duplicações. A comunicação entre a interface de utilizador, a camada de lógica de negócios e o banco de dados foi testada de forma a garantir que os dados fossem processados corretamente em cada etapa.
- 13.1.3. Cobertura de Erros de Integração: foi verificado se o sistema conseguia lidar corretamente com falhas de comunicação. Por exemplo, se um movimento fosse agendado durante um período de falha na conexão com o banco de dados, o sistema deveria gerar uma mensagem de erro clara para o utilizador e não permitir a continuação do processo até que a falha fosse resolvida.

13.2. Testes de Interface: Foco na Utilização e Funcionalidade

Os testes de interface foram focados para assegurar que os utilizadores conseguissem interagir com o sistema de maneira intuitiva, eficiente e sem erros. Esses testes englobaram:

- **Testes de Navegação e Utilização:** A interface foi testada para garantir que os utilizadores pudessem navegar facilmente pelas diferentes telas do sistema. Cada interação foi avaliada para garantir que as opções estivessem claramente visíveis e fossem de fácil acesso. A ideia era evitar a sobrecarga cognitiva dos utilizadores, fazendo com que quaisquer funcionalidades fossem de acesso rápido.
- **Testes de Feedback Visual e Erros de Entrada:** foi projetada para fornecer feedback imediato ao utilizador, seja através de mensagens de erro (quando informações incorretas fossem inseridas) ou de confirmações visuais claras, como indicações de que um movimento foi agendado com sucesso. Por exemplo, se o utilizador tentasse agendar um movimento sem

respeitar a tolerância máxima de 60 minutos, uma mensagem clara e visível apareceria, informando o erro e orientando o utilizador sobre como proceder.

- **Validação da Experiência do utilizador:** Testes foram realizados com utilizadores do público-alvo da aplicação (responsáveis pela logística e produção), onde *feedbacks* (através de uma reunião de brainstorming) sobre a facilidade de utilização da interface, a clareza das instruções e a navegação intuitiva foram coletados e analisados. O design foi ajustado com base nesses *feedbacks* para garantir a melhor experiência possível.

14. Formação dos Utilizadores

A formação dos utilizadores foi uma das fases mais importantes da implementação da ferramenta. O sucesso da aplicação dependia, não apenas de sua funcionalidade técnica, mas também da capacidade dos utilizadores entenderem os seus objetivos, utilizarem a ferramenta adequadamente e compreenderem as restrições e possibilidades do sistema. Abaixo os detalhes da formação:

14.1. Objetivos da Formação

Antes de mais nada, a formação teve como principal objetivo garantir que todos entendessem a **visão estratégica** por trás da ferramenta, além das **vantagens operacionais** que ela traria. Os objetivos da formação foram:

- **Compreensão do Fluxo de Trabalho:** ensinar aos utilizadores o fluxo completo de agendamento de movimentações, desde o planeamento inicial até a execução e a conclusão dos movimentos.
- **Adoção da Nova Ferramenta:** demonstrar como a ferramenta ajudaria a otimizar os processos logísticos, reduzir falhas humanas e aumentar a previsibilidade e controlo das operações.
- **Compreensão das Restrições Operacionais:** esclarecer as restrições implementadas no sistema (como a tolerância mínima de 15 minutos para agendamento) e como elas contribuem para evitar sobrecarga nos recursos e conflitos de agendamento.

14.2. Estrutura detalhada da Formação

A formação começou com uma visão geral sobre o contexto da ferramenta. Foi explicado como o novo sistema de agendamento se integrava aos processos logísticos já existentes e como ele procurava melhorar o planeamento, controlo e visibilidade dos movimentos.

A formação incluiu uma explicação clara sobre como o sistema traria benefícios, como a redução de erros operacionais, maior previsibilidade e controlo sobre os recursos logísticos, e a eficiência do uso do tempo.

Durante a formação prática, cada responsável foi conduzido por um tutorial interativo, no qual passou por cada uma das etapas do processo de agendamento e execução de movimentos. A formação foi personalizada para diferentes tipos de utilizadores e abordou:

- **Como agendar movimentos:** o instrutor guiou os utilizadores na escolha das opções corretas para agendamento de movimentos, considerando os parâmetros do sistema (horários, recursos, tipos de movimentação, etc.).
- **Como validar as informações inseridas:** para garantir que os dados estavam corretos antes da confirmação do agendamento.

Para garantir que os utilizadores estivessem realmente prontos para utilizar a ferramenta de maneira eficiente, foram realizadas simulações de situações reais. Isso incluiu:

- **Simulação de sobrecarga de recursos,** quando múltiplos movimentos são agendados para o mesmo recurso.
- **Alteração de agendamento em tempo real,** onde os utilizadores tiveram que reagendar movimentos, mantendo a ordem e respeitando as restrições.
- **Gestão de emergências:** como reagendar um movimento com um tempo de resposta muito curto ou ajustar horários de última hora.

Essas simulações ajudaram os utilizadores a familiarizarem-se com a ferramenta em um ambiente controlado, o que aumentou a confiança no uso do sistema.

14.3. Suporte Contínuo e Acompanhamento Pós- Formação

Após a formação inicial, foi implementado um plano de suporte contínuo, com o objetivo de oferecer assistência prática durante a transição para a utilização plena do sistema. Isso incluiu:

- Helpdesk de Suporte Técnico:

Uma equipa especializada disponível para resolver dúvidas técnicas ou problemas inesperados relacionados ao uso da ferramenta.

- Revisões periódicas de processos:

Sessões mensais de feedback e ajustes, onde os utilizadores poderiam relatar dificuldades operacionais, que seriam tratadas pelos responsáveis pelo sistema.

- Guias e Materiais de Apoio:

Os utilizadores receberam documentação detalhada sobre o uso do sistema, além de vídeos tutoriais e FAQs para ajudar em qualquer dúvida futura.

14.4. Resultados da Formação

A formação dos utilizadores foi um pilar crucial para o sucesso da implementação. Com esta formação detalhada que abordou desde o funcionamento básico da ferramenta até a compreensão das vantagens da ferramenta, conseguimos garantir que os operadores e responsáveis pela logística e produção estivessem totalmente preparados para utilizar a ferramenta de forma eficiente.

A simulação de cenários reais e a oferta de suporte contínuo permitiram uma adaptação tranquila à nova ferramenta, aumentando a confiança e a autonomia dos utilizadores na execução das suas tarefas diárias.

15. Melhorias Verificadas Após a Implementação da Aplicação

A implementação da ferramenta de agendamento de movimentos logísticos ocorreu a 1 de outubro de 2024, com o objetivo de otimizar a gestão das movimentações internas, reduzir os erros operacionais e melhorar a eficiência da logística na empresa.

Para efeitos deste relatório, foram validados dados até 31 de maio de 2025, com ênfase na análise de indicadores-chave de desempenho (KPI's) que refletem os resultados da aplicação nas operações logísticas da empresa.

Como parte da análise e acompanhamento da performance da ferramenta, foi disponibilizado um dia de movimentos (26/05/2025) para análise detalhada da exportação de dados no Excel que poderá ser observado através do anexo II. A partir desses dados, é possível verificar o processo de exportação de dados, iniciado no Python, que interage com a base de dados SQLite, e posteriormente cria relatórios em formato Excel, proporcionando uma visualização mais atrativa e intuitiva para análise.

A exportação para Excel permite a apresentação dos dados de forma estruturada, facilitando a compreensão dos resultados por parte dos gestores e colaboradores responsáveis pela tomada de decisões. A ferramenta foi configurada para exportar os movimentos logísticos, incluindo informações sobre o tipo de movimentação, horários de início e término, recursos utilizados e qualquer possível atraso registado. Estes relatórios servem como base para a análise de desempenho e a formulação de estratégias para melhoria contínua dos processos logísticos.

16. KPI's da Empresa Após a Implementação da Ferramenta

Com a implementação da nova ferramenta, foram definidos indicadores-chave de desempenho (KPI's) para medir a eficácia das operações logísticas. O desempenho da empresa foi monitorizado ao longo dos meses de outubro, novembro e dezembro de 2024, com base nos seguintes KPI's:

Key Indicator	2023 média	Out- 2024	Nov- 2024	Dez- 2024	Jan- 2025	Fev- 2025	Mar- 2025	Abr- 2025	Mai- 2025
Logistic Internal Movements	NA	1083	909	689	770	783	775	745	733
Operations Delay (hours)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3- KPI's Após Implementação da Ferramenta.

(Elaboração própria)

A análise dos principais indicadores de desempenho (KPIs) da empresa após a implementação da ferramenta de gestão de fluxos logísticos evidencia melhorias substanciais na eficiência operacional e na organização dos transportes internos.

A Tabela 3 apresenta dados concretos que comprovam a melhoria dos processos, destacando a redução no número de movimentações logísticas, a eliminação de atrasos operacionais e a melhoria na gestão dos turnos de trabalho. Esses resultados demonstram que a digitalização dos fluxos logísticos proporcionou um controle mais rigoroso das operações, eliminando gargalos e tornando o sistema mais eficiente e previsível.

O primeiro indicador abordado é o número total de movimentos logísticos internos registrados por mês. Essa métrica reflete a quantidade de movimentos realizados dentro da empresa para o

transporte de materiais entre as diversas áreas produtivas e para o exterior. Com a implementação da ferramenta, observou-se uma redução progressiva desses movimentos, o que indica uma melhor organização e planejamento das operações. Anteriormente, a falta de um sistema estruturado resultava em movimentações redundantes e descoordenadas, impactando negativamente a produtividade e aumentando o desgaste dos equipamentos de transporte.

A nova abordagem digital possibilitou a alocação inteligente de recursos, eliminando deslocamentos desnecessários e garantindo que cada movimentação ocorresse apenas quando estritamente necessária. Como consequência, houve uma diminuição significativa no consumo de energia e na necessidade de manutenção dos veículos internos, como empilhadores reduzindo os custos operacionais e aumentando a vida útil dos equipamentos.

Outro aspecto crítico abordado na tabela é o tempo de atraso nas operações logísticas, medido em horas. Antes da implementação da ferramenta, os atrasos eram recorrentes e frequentemente causados por falhas na comunicação entre setores, registros manuais ineficientes e dificuldades na rastreabilidade dos transportes internos. Com a digitalização dos processos, esses atrasos foram eliminados ou reduzidos a níveis mínimos, garantindo um fluxo operacional mais fluido e previsível. O sistema passou a fornecer informações em tempo real sobre as movimentações, permitindo que os gestores identificassem e corrigissem eventuais problemas de forma ágil. Além disso, a priorização automática de transportes urgentes e a melhoria na visibilidade das operações resultaram em uma significativa melhoria dos tempos de resposta. Dessa forma, a eliminação dos atrasos impactou diretamente a produtividade global da empresa, assegurando que os materiais fossem entregues no tempo adequado para cada etapa do processo produtivo.

Essa análise foi essencial para otimizar a distribuição da equipa, garantindo que os recursos humanos fossem alocados de forma equilibrada, evitando sobrecarga em determinados turnos e subutilização de mão de obra em outros. Como resultado, a empresa conseguiu maximizar a produtividade, ajustando escalas e redistribuindo tarefas de acordo com as necessidades operacionais identificadas. Além disso, permitiu também ajustes estratégicos, como a realocação de equipamentos em horários de maior fluxo.

A análise comparativa dos dados evidenciados na tabela demonstra que a implementação da ferramenta de gestão de fluxos logísticos proporcionou ganhos expressivos em eficiência, produtividade e redução de custos. A diminuição do número de movimentações, combinada com a eliminação dos atrasos e a melhor alocação dos recursos, resultou em um impacto positivo na

performance geral da empresa. Além disso, a melhoria na rastreabilidade das operações tornou o fluxo logístico mais transparente e controlável, permitindo auditorias internas mais detalhadas e facilitando a identificação de oportunidades de aprimoramento contínuo.

Esses resultados reforçam a importância da digitalização na modernização dos processos logísticos, demonstrando que a automação e o controle em tempo real são essenciais para garantir operações mais ágeis, eficientes e alinhadas às melhores práticas do setor. A ferramenta implementada não apenas solucionou desafios operacionais anteriores, mas também estabeleceu uma base sólida para futuras otimizações, garantindo que a empresa possa continuar evoluindo e se destacando em um mercado altamente competitivo.

Capítulo IV

Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo a criação e implementação de uma ferramenta inovadora de gestão de fluxos logísticos, desenvolvida para atender aos desafios operacionais da ENEOP3 - Desenvolvimento de Projeto Industrial, S.A.

A solução foi projetada para abordar problemas críticos, como a falta de rastreabilidade, redundâncias nos processos e dificuldades na gestão eficiente dos transportes internos. Utilizando *Python* e *HTML*, a aplicação destacou-se pela capacidade de automatizar processos manuais, simplificar operações e integrar de forma eficiente os fluxos de trabalho no departamento de logística.

A implementação da ferramenta de gestão de fluxos logísticos trouxe uma série de melhorias significativas para a eficiência operacional da empresa, impactando diretamente a organização dos transportes internos, a rastreabilidade das movimentações e a produtividade das equipes. Antes da digitalização dos processos, a movimentação de materiais dentro da fábrica era desorganizada, baseada em registros manuais e comunicação informal entre as diferentes áreas produtivas. Esse cenário resultava em atrasos constantes, desperdício de recursos e dificuldade na identificação de falhas operacionais. Com a adoção da ferramenta, foi possível reverter esse quadro, tornando as operações mais ágeis, previsíveis e eficientes.

Uma das principais melhorias verificadas foi a melhoria de resultados dos movimentos logísticos. Com a digitalização dos processos, os transportes passaram a ser programados de maneira mais eficiente, evitando deslocamentos desnecessários e garantindo que os recursos fossem utilizados da melhor forma possível.

Além disso, a ferramenta permitiu a identificação de padrões nas movimentações, possibilitando ajustes estratégicos para reduzir a redundância e melhorar a coordenação entre diferentes áreas produtivas.

Outra mudança significativa foi a eliminação dos atrasos operacionais. Antes da implementação, os tempos de resposta variavam significativamente, uma vez que os transportes internos dependiam de solicitações verbais ou registros manuais. Com o novo sistema, todas as solicitações passaram a ser geridas digitalmente, garantindo maior previsibilidade e controle sobre os fluxos internos. A rastreabilidade em tempo real também permitiu que os gestores intervissem rapidamente em situações de gargalo, garantindo que as operações fossem concluídas dentro dos prazos estabelecidos.

A melhoria na rastreabilidade das operações foi outro benefício fundamental. Com a digitalização, cada movimentação passou a ser registrada automaticamente no sistema, permitindo um acompanhamento detalhado de origem, destino e tempo de transporte. Esse controle possibilitou uma análise mais precisa dos indicadores de desempenho, permitindo ajustes operacionais baseados em dados concretos. Além disso, a empresa passou a ter maior transparência na gestão logística, facilitando auditorias internas e garantindo um controle mais rigoroso sobre os processos.

A redução de custos operacionais também foi uma consequência direta da implementação da ferramenta. Com a melhor organização das rotas e a eliminação de movimentos desnecessários, houve uma diminuição significativa no consumo de combustível e na necessidade de manutenção de equipamentos de transporte interno, como empilhadores. Além disso, a automação dos registros reduziu erros administrativos, minimizando desperdícios e retrabalho. Dessa forma, a empresa conseguiu otimizar seus recursos financeiros, investindo em outras áreas estratégicas para o seu crescimento.

A produtividade das equipas também foi impactada positivamente. Antes da implementação, os colaboradores frequentemente precisavam lidar com solicitações imprevistas e falta de clareza sobre suas tarefas. Com o novo sistema, todas as movimentações passaram a ser planejadas com antecedência, garantindo uma distribuição mais equilibrada das atividades e evitando sobrecarga de trabalho. Além disso, a padronização dos processos proporcionou maior organização e eficiência, reduzindo o tempo ocioso e aumentando a qualidade do serviço prestado.

Além dos benefícios operacionais e financeiros, a ferramenta também contribuiu para a sustentabilidade da empresa. A digitalização dos processos eliminou a necessidade de registros em papel, reduzindo o consumo de materiais e alinhando-se às melhores práticas ambientais. Com um sistema totalmente informatizado, os dados passaram a ser armazenados digitalmente, facilitando o acesso às informações e garantindo maior segurança documental.

Por fim, a evolução da ferramenta ao longo do tempo assegurou um aperfeiçoamento contínuo dos processos. A empresa também iniciou a integração da ferramenta com seu sistema de gestão ERP, permitindo um controle ainda mais centralizado das operações logísticas. Essas melhorias garantem que a ferramenta continue a evoluir e adaptar-se às necessidades da empresa, consolidando-se como um pilar fundamental para a eficiência e competitividade no mercado.

Diante de todos esses avanços, fica evidente que a implementação da ferramenta de gestão de fluxos logísticos foi uma decisão estratégica que trouxe inúmeros benefícios para a empresa.

17. Limitações e trabalhos futuros

A ferramenta de gestão de fluxos desenvolvida e implementada na Eneop3 – Desenvolvimento de Projeto Industrial, S.A. revelou-se uma mais-valia no acompanhamento, controlo e melhoria dos processos internos da empresa. No entanto, como qualquer solução tecnológica, existe sempre margem para evolução, tanto ao nível da sua funcionalidade como da sua aplicabilidade a diferentes contextos organizacionais.

Apesar da eficácia já comprovada, algumas melhorias podem ser consideradas em versões futuras. Entre estas, destaca-se a integração com outros sistemas corporativos, nomeadamente plataformas de ERP como o SAP, que possibilitaria a troca de dados em tempo real, promovendo uma maior automatização e reduzindo a necessidade de intervenção manual. A inclusão de dashboards interativos e relatórios dinâmicos, com painéis de controlo personalizáveis e análises avançadas, proporcionaria uma visão mais abrangente do estado dos fluxos, facilitando processos de tomada de decisão. Do mesmo modo, a incorporação de funcionalidades de inteligência artificial, através da aplicação de algoritmos de *machine learning*, permitiria prever gargalos, sugerir melhorias de desempenho e até automatizar decisões com base em padrões históricos. Também a melhoria da arquitetura, tornando-a mais modular e escalável, abriria caminho à sua utilização em organizações de diferentes dimensões, incluindo multinacionais com estruturas complexas.

Embora a ferramenta tenha sido concebida para responder às necessidades específicas da Eneop3 e ao contexto industrial em que esta atua, a sua lógica de funcionamento e a estrutura modular permitem a sua adaptação a diferentes setores. No setor dos serviços, por exemplo, empresas de consultoria, apoio técnico ou manutenção poderiam utilizá-la para gerir pedidos, monitorizar prazos de entrega e coordenar equipas de trabalho. Na logística e transportes, a solução poderia ser ajustada para otimizar o planeamento de rotas, cargas e descargas, bem como a gestão de armazéns e stocks. Por sua vez, na administração pública, organismos governamentais e autarquias poderiam beneficiar da ferramenta para organizar fluxos de processos administrativos, assegurando maior eficiência e transparência.

A capacidade de parametrização e adaptação da solução confirma não apenas a robustez do sistema desenvolvido, mas também o seu potencial de expansão e replicabilidade em diferentes contextos organizacionais. Assim, constitui um instrumento que contribui para uma gestão mais

eficiente, automatizada e orientada por dados, com potencial para gerar valor em múltiplos setores de atividade.

Não obstante, importa reconhecer algumas limitações que surgiram durante a realização do trabalho. Entre as principais dificuldades encontradas destacam-se a resistência à mudança por parte de alguns colaboradores, que pode comprometer a adoção plena da ferramenta; a necessidade de investimento em recursos tecnológicos para suportar a implementação; e a escassez de tempo disponível, que condicionou tanto a fase de desenvolvimento como a de integração com processos existentes. Estes fatores representam desafios a considerar em projetos futuros de implementação e expansão da solução, justificando a necessidade de abordagens progressivas, investimento planejado e estratégias de gestão da mudança.

Referências

- Barros, I. (2018). *Definição de Indicadores de Desempenho através da Análise e Interpretação de dados*. Dissertação mais FINAL+2018.
- Berbeglia, G., Cordeau, J. F., & Laporte, G. (2010). Dynamic pickup and delivery problems. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.04.024>
- Carvalho et al. (2020), *logística e gestão da cadeia de abastecimento* (3a ed.). Silabo.
- Cheng, J. H., Yeh, C. H., & Tu, C. W. (2008). Trust and knowledge sharing in green supply chains. *Supply Chain Management*, 13(4), 283–295. <https://doi.org/10.1108/13598540810882170>
- Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management* (5a Ed.).
- Cutting, V., & Stephen, N. (2021). A Review on using Python as a Preferred Programming Language for Beginners 4 PUBLICATIONS 6 CITATIONS SEE PROFILE A Review on using Python as a Preferred Programming Language for Beginners. *International Research Journal of Engineering and Technology*. <https://www.researchgate.net/publication/359379004>
- Dhruv, A. J., Patel, R., & Doshi, N. (2020.). *Python: The Most Advanced Programming Language for Computer Science Applications*. <https://doi.org/10.5220/0010307900003051>
- Duckett, J. (2011). *HTML & CSS: Design and Build Websites*. Wiley.
- Heilig, L., Voß, S., & Wollenburg, J. (2017). The impact of digitalization on logistics and supply chain management. *Ransportation Research Procedia*, 27.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*.
- Lambert, D. M. (2010). Supply Chain Management – Processes, Partnerships, Performance. In *Dimensionen der Logistik* (pp. 553–572). Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-6515-8_29
- Logística de Leixões Judite Filomena Soares Pereira, P., & José António Baptista da Costa, D. (2014). *ASSOCIAÇÃO DE POLITÉCNICOS DO NORTE (APNOR) INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO*.
- Luís, A., Gouveia, B., & Ranito, J. (2024). *FICHA TÉCNICA*. www.principia.pt

- Lyons, A. C., & Ma'Aram, A. (2014). An examination of multi-tier supply chain strategy alignment in the food industry. *International Journal of Production Research*, 52(7), 1911–1925. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.787172>
- Manuel, J., Luzia, S., Rui, M., Pereira, F., & Da Silva, B. (n.d.). *Mestrado em Contabilidade e Finanças Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Contabilidade e Finanças*.
- McKinney, W. (2010). *Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython* (1st ed.). O'Reilly Media.
- METODOLOGIA DA PESQUISA-AÇÃO*. (2025).
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th Edition).
- Munkelt, T., & Völker, S. (2013). ERP systems: Aspects of selection, implementation and sustainable operations. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 1(2), 25–39. <https://doi.org/10.12821/ijispm010202>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (First Edition). Productivity Press.
- O Sistema Toyota de Producao Shigeo Shin*. (1996).
- Reis, P. (2014). *Identificação, Análise e Avaliação de Linguagens de Programação Adequadas ao Desenvolvimento de Agentes Móveis Multi-Plataforma*.
- Ricardo José Silva Oliveira Costa Pereira, A. (2019). *MESTRADO GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL TRABALHO FINAL DE MESTRADO TRABALHO DE PROJETO IMPACTO DOS KPI NO SUCESSO DO LANÇAMENTO DE NOVOS PROJETOS NUMA EMPRESA DA INDÚSTRIA*.
- Sanglier, P.-A., Przemyslaw, L., Francis, K., & Switzerland, G. (2022). *FIRST EXPERIENCE ON PYTHON DEVELOPMENT FOR SURVEY SOFTWARE, ADVANTAGES & DRAWBACKS*.
- Schiemann, W. A. , & L. J. H. (1999). *Bullseye! Hitting your strategic targets through high impact measurement*.
- Serdarasan, S. (2013). A review of supply chain complexity drivers. *Computers and Industrial Engineering*, 66(3), 533–540. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.12.008>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148.
<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production – Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*. Simon and Schuster.

Anexos

I. Relatórios de Turnos Antigos

RT

ENEOP 3

Registro dos movimentos diários

Turno: A Data:

#	Descrição	Hora do pedido	Hora do início	Horas do Término	Local de origem	Local de destino	Modelo	Nº de EVC	SET	Observações
1	Almas	09.20	09.20	09.30	Hall FS	Exterior				
2	Pá	09.00	09.00	09.45	Portão Sul	Setor E		96	3	
3	TD	09.30	10.40	10.50	Hall FS	Exterior				
4	Pá	09.30	09.50	10.15	Exterior	Portão Exterior		44	41	
5	Almas	10.00	10.00	10.10	Exterior	Hall FV				
6	Long	10.00	10.20	10.30	Exterior	Hall FV				
7	Almas	10.00	10.20	10.30	Hall FV	Exterior				
8	IBK	10.50	10.50	11.00	IBK	Hall FS				
9	Pá	11	11	11	Portão Sul	Port. Norte		180	40	
10	Pá	11	11	11	Portão Sul	Port. Norte		123	40	
11	IBK	12.45	12.45	12.50	Hall FS	IBK				
12	Long	12.45	12.50	13.10	Hall FV	Hall FS				
13	Borda	13.00	13.10	13.20	Exterior	Montagem				
14	Borda	13.30	13.40	13.50	Exterior	Final				
15	Pá	14.00	14.20	15.00	Exterior	Setor E		107	5	
16	Long	14.10	14.20	14.40	Hall FS	Exterior				
17	IBK	14.10	14.40	14.50	IBK	Hall FS				
18										

* No campo Descrição deve ser descrito o produto/material que foi transportado: Pás de Produto Final (PF); Pás de WIP (PW); Almas (A); Bordos (B); Longarinas (L); Dispositivo (D); IBK (IBK). No Modelo deve estar especificado se é um movimento de E-115 ou E-175

Imagem7- Relatório de turno realizado manualmente

II. Relatórios Criados com o SQLite e Excel

2.1. Semana 22 (26/05/2025)

Tipo de Movimento	Modelo	Origem	Destino	Data e Hora	Status	Hora Início	Hora Conclusão	Tempo de Movimento (Minutos)	Turno	Data
TE-UD	E-175	Exterior	Hall Central	0:30	Concluído	0:30	0:35	0:05	B	26/05/2025
BORDOS	E-175	Exterior	ABL-Fábrica Norte	0:40	Concluído	0:40	0:55	0:15	B	26/05/2025
PÁ	E-175	Aerogerador	Montagem	1:10	Concluído	1:10	1:40	0:30	B	26/05/2025
IBK	E-175	Hall Central	IBK	2:05	Concluído	2:05	2:15	0:10	B	26/05/2025
TE-UD	E-175	Hall Central	ABL-Fábrica Sul	2:25	Concluído	2:25	2:35	0:10	B	26/05/2025
BORDOS	E-175	ABL-Fábrica Norte	Exterior	2:40	Concluído	2:40	2:50	0:10	B	26/05/2025
LONGARINAS	E-175	Exterior	ABL-Fábrica Norte	4:25	Concluído	4:25	4:35	0:10	B	26/05/2025
TE-UD	E-175	ABL-Fábrica Sul	Exterior	4:40	Concluído	4:40	4:50	0:10	B	26/05/2025
LONGARINAS	E-175	ABL-Fábrica Norte	Hall Central	5:00	Concluído	5:00	5:15	0:15	B	26/05/2025
LONGARINAS	E-175	Hall Central	Exterior	6:20	Concluído	6:20	6:30	0:10	B	26/05/2025
BORDOS	E-175	Exterior	Hall Central	9:00	Concluído	9:00	9:10	0:10	C	26/05/2025
OUTRO	E-175	Exterior	ABL-Fábrica Norte	9:15	Concluído	9:15	9:25	0:10	C	26/05/2025
TE-UD	E-175	Setor D	Setor A	9:40	Concluído	9:40	9:50	0:10	C	26/05/2025
PÁ	E-175	Aerogerador	Montagem	10:20	Concluído	10:20	10:30	0:10	C	26/05/2025
BORDOS	E-175	Hall Central	Exterior	10:55	Concluído	10:55	11:05	0:10	C	26/05/2025
BORDOS	E-175	ABL-Fábrica Norte	Hall Central	11:15	Concluído	11:15	11:30	0:15	C	26/05/2025
OUTRO	E-175	Hall Central	Exterior	12:00	Concluído	12:00	12:15	0:15	C	26/05/2025
PÁ	E-175	Pórtico Sul		11:55	Concluído	11:55	12:15	0:20	C	26/05/2025
PÁ	E-175	Montagem	Pré-Finish	13:30	Concluído	13:30	13:50	0:20	C	26/05/2025
OUTRO	E-175	Exterior	ABL-Fábrica Norte	14:20	Concluído	14:20	14:30	0:10	C	26/05/2025
OUTRO	E-175	Pré-Finish	Exterior	14:45	Concluído	14:45	14:55	0:10	C	26/05/2025
PÁ	E-175	Setor D	Final	14:50	Concluído	14:50	15:15	0:25	C	26/05/2025
PÁ	E-175	Pórtico Sul	Final	16:15	Concluído	16:15	16:40	0:25	A	26/05/2025
IBK	E-175	IBK	ABL-Fábrica Sul	16:20	Concluído	16:20	16:40	0:20	A	26/05/2025
ALMAS	E-175	Exterior	Topo Norte	16:50	Concluído	16:50	17:00	0:10	A	26/05/2025
LONGARINAS	E-175	ABL-Fábrica Sul	Exterior	17:00	Concluído	17:00	17:10	0:10	A	26/05/2025
IBK	E-175	ABL-Fábrica Sul	IBK	17:10	Concluído	17:10	17:15	0:05	A	26/05/2025
ALMAS	E-175	Exterior	TOPO SUL	17:10	Concluído	17:10	17:20	0:10	A	26/05/2025
ALMAS	E-175	TOPO NORTE	ABL-Fábrica Norte	17:50	Concluído	17:50	18:00	0:10	A	26/05/2025
OUTRO	E-175	ABL-Fábrica Sul	Pré-Finish	17:50	Concluído	17:50	18:00	0:10	A	26/05/2025
OUTRO	E-175	Exterior	Topo Sul	18:20	Concluído	18:20	18:30	0:10	A	26/05/2025
PÁ	E-175	Hall Central	Montagem	19:20	Concluído	19:20	20:10	0:50	A	26/05/2025
ALMAS	E-175	ABL-Fábrica Norte	Exterior	19:40	Concluído	19:40	19:50	0:10	A	26/05/2025
ALMAS	E-175	Exterior	ABL-Fábrica Norte	19:50	Concluído	19:50	20:00	0:10	A	26/05/2025
OUTRO	E-175	FINAL	Exterior	20:50	Concluído	20:50	21:00	0:10	A	26/05/2025
OUTRO	E-175	Montagem	Exterior	21:00	Concluído	21:00	21:10	0:10	A	26/05/2025
OUTRO	E-175	Exterior	Final	21:10	Concluído	21:10	21:20	0:10	A	26/05/2025
TE-UD	E-175	Exterior	ABL-Fábrica Sul	23:00	Concluído	23:00	23:10	0:10	A	26/05/2025

Imagem 1- Relatórios de turno criados automaticamente através do SQLite e Excel

III. Rota produção

```
@app.route('/producao', methods=['GET',
'POST']) def producao():
    if request.method == 'POST':
        data_str = request.form.get('data')
        hora_inicio_str =
request.form.get('hora_inicio') hora_fim_str
= request.form.get('hora_fim')
        tipo = request.form.get('tipo-
movimento') modelo =
request.form.get('modelo') origem =
request.form.get('origem') destino
= request.form.get('destino')
        observacoes = request.form.get('observacoes') # novo
campo foto = request.files.get('foto')

        if not all([data_str, hora_inicio_str, hora_fim_str, tipo,
modelo, origem, destino]):
            flash("Preencha todos os campos obrigatórios.",
"danger") return redirect(url_for('producao'))

        try:
            data_hora_inicio = datetime.strptime(f"{data_str}
{hora_inicio_str}", "%Y-%m-%d %H:%M")
            data_hora_fim = datetime.strptime(f"{data_str}
{hora_fim_str}", "%Y-%m-%d %H:%M")
        except ValueError:
            flash("Data ou hora inválida.",
"danger") return
redirect(url_for('producao'))

        if data_hora_fim < data_hora_inicio:
            flash("Hora fim não pode ser anterior à hora início.",
"danger") return redirect(url_for('producao'))

        intervalo = (data_hora_fim -
data_hora_inicio).total_seconds() / 60 if intervalo > 60:
            flash("O intervalo máximo permitido é de 1 hora.",
"danger") return redirect(url_for('producao'))

        # gravar foto (opcional)
        if foto and foto.filename != '' and allowed_file(foto.filename):
            salvar_foto(foto, subpasta='pedidos_movimentos')

            salvar_movimento_no_excel(tipo, modelo, origem,
destino, datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S"),
status='Agendado')
            flash("Movimento agendado com sucesso!",
"success") return redirect(url_for('producao'))
```

```

# GET
df = carregar_dados_excel(EXCEL_FILE)
# Remover colunas de hora e tempo para exibição mais simples
df_exibicao = df.drop(columns=["Hora Início", "Hora Conclusão", "Tempo de
Movimento"], errors='ignore')
movimentos = df_exibicao.to_dict(orient='records')
return render_template('producao.html', movimentos=movimentos)

def allowed_file(filename):
    return '.' in filename and filename.rsplit('.', 1)[1].lower() in
ALLOWED_EXTENSIONS

def carregar_dados_excel(filename):
    if os.path.exists(filename):
        try:
            return pd.read_excel(filename)
        except Exception:
            pass
    if filename == EXCEL_FILE:
        cols = ["Tipo", "Modelo", "Origem", "Destino", "Data e Hora",
                "Status", "Hora Início", "Hora Conclusão", "Tempo de Movimento",
                "Observações"]
    elif filename == EVC_EXCEL_FILE:
        cols = ["EVC", "serial1", "serial2", "serial3", "serial4", "serial5",
                "serial6", "Turno", "Data e Hora"]
    elif filename == MONTAGEM_EXCEL_FILE:
        cols = ['Quantidade E-103', 'Quantidade E-175', 'Turno', 'Foto', 'Data e
Hora']
    else:
        cols = []
    return pd.DataFrame(columns=cols)

def salvar_movimento_no_excel(tipo, modelo, origem, destino, data_hora,
status='Pendente', observacoes=''):
    df = carregar_dados_excel(EXCEL_FILE)

    if "Observações" not in df.columns:
        df["Observações"] = ""

    novo_movimento = pd.DataFrame({
        "Tipo de Movimento": [tipo],
        "Modelo": [modelo],
        "Origem": [origem],
        "Destino": [destino],
        "Data e Hora": [data_hora],
        "Status": [status],
        "Hora Início": [None],

```

```

        "Hora Conclusão": [None],
        "Tempo de Movimento": [None],
        "Observações": [observacoes] # adiciona observações
    })

    df = pd.concat([df, novo_movimento], ignore_index=True)
    df.to_excel(EXCEL_FILE, index=False)
def carregar_dados_excel(filename):
    if os.path.exists(filename):
        try:
            df = pd.read_excel(filename)
            if "Observações" not in df.columns:
                df["Observações"] = ""
            return df
        except Exception:
            pass
    # Colunas padrão se ficheiro não existir ou falhar leitura
    if filename == EXCEL_FILE:
        cols = ["Tipo de Movimento", "Modelo", "Origem", "Destino", "Data e
Hora",
                "Status", "Hora Início", "Hora Conclusão", "Tempo de Movimento",
"Observações"]
        return pd.DataFrame(columns=cols)
    # se quiser tratar outros ficheiros, pode adicionar aqui...
    return pd.DataFrame() # fallback genérico

def allowed_file(filename):
    return '.' in filename and filename.rsplit('.', 1)[1].lower() in {'png',
'jpg', 'jpeg'}

def salvar_foto_base64(base64_str, subpasta):
    if not os.path.exists(subpasta):
        os.makedirs(subpasta)
    header, encoded = base64_str.split(',', 1)
    ext = header.split('/')[1].split(';')[0] # ex: png, jpg
    filename = f"{datetime.now().strftime('%Y%m%d%H%M%S')}.{ext}"
    caminho = os.path.join(subpasta, filename)
    with open(caminho, "wb") as f:
        f.write(base64.b64decode(encoded))
    return filename # Retorna só o nome do ficheiro para gravar referência

EXCEL_PATH = 'movimentos_logistica.xlsx' # caminho do seu ficheiro Excel

class Config:

```

```

SCHEDULER_API_ENABLED = True

app.config.from_object(Config())

scheduler = APScheduler()
scheduler.init_app(app)
scheduler.start()

def carregar_dados_excel(filename):
    if os.path.exists(filename):
        try:
            df = pd.read_excel(filename)
            if "Observações" not in df.columns:
                df["Observações"] = ""
            return df
        except Exception:
            pass
    # Colunas padrão se ficheiro não existir ou falhar leitura
    cols = ["Tipo de Movimento", "Modelo", "Origem", "Destino", "Data e Hora",
            "Status", "Hora Início", "Hora Conclusão", "Tempo de Movimento",
            "Observações"]
    return pd.DataFrame(columns=cols)

def salvar_movimentos(df):
    df.to_excel(EXCEL_FILE, index=False)

def resetar_movimentos_concluidos():
    df = carregar_dados_excel(EXCEL_FILE)
    if 'Status' in df.columns:
        mask = df['Status'].str.lower() == 'concluído'
        if mask.any():
            df.loc[mask, ['Hora Início', 'Hora Conclusão', 'Tempo de Movimento']]
= None
            df.loc[mask, 'Status'] = 'Resetado'
            salvar_movimentos(df)

    captura de ecrã(f"Reset automático executado em {datetime.now()} para movimentos concluídos.")
    else:
        captura de ecrã("Nenhum movimento concluído para resetar.")
    else:
        captura de ecrã("Coluna 'Status' não encontrada no DataFrame.")

```

```
scheduler.add_job(  
    id='reset_movimentos',  
    func=resetar_movimentos_concluidos,  
    trigger='cron',  
    hour='0,8,16',  
    minute=0  
)
```

IV. Rota Logística

```
@app.route('/movimentos_logistica')
def movimentos_logistica():
    try:
        df = carregar_dados_excel(EXCEL_FILE)
        lista_movimentos = df.to_dict(orient='records')
        return render_template('movimentos_logistica.html',
                                movimentos=lista_movimentos)
    except Exception as e:
        captura de ecrã("Erro em movimentos_logistica:", e)
        return f"Erro interno: {e}", 500

# -----
@app.route('/iniciar_movimento_ajax', methods=['POST'])
def iniciar_movimento_ajax():
    try:
        data = request.get_json()
        foto_base64 = data.get('foto')

        if not foto_base64:
            return jsonify(success=False, message="Foto não enviada")

        nome_arquivo = salvar_foto_base64(foto_base64, FOTOS_INICIO_FOLDER)

        return jsonify(success=True, message="Foto de início salva com sucesso.",
                        path=nome_arquivo)
    except Exception as e:
        captura de ecrã("Erro em iniciar_movimento_ajax:", e)
        return jsonify(success=False, message=str(e))
```

```

# -----
@app.route('/concluir_movimento_ajax', methods=['POST'])
def concluir_movimento_ajax():
    try:
        data = request.get_json()
        idx = int(data.get('id'))
        foto_base64 = data.get('foto')
        tipo = data.get('tipo_movimento', 'tipo_desconhecido')
        operador = data.get('operador', 'Desconhecido')
        foto_inicio_nome = data.get('foto_inicio_nome', None) # opcional

        # gravar foto do fim na pasta fim
        nome_foto_fim = salvar_foto_base64(foto_base64, FOTOS_FIM_FOLDER)
        foto_fim_path = os.path.join(FOTOS_FIM_FOLDER, nome_foto_fim)

        # Criar documento Word
        doc = Document()
        doc.add_heading('Relatório de Movimento', 0)
        doc.add_paragraph(f"Tipo de Movimento: {tipo}")
        doc.add_paragraph(f>Data/Hora:
{datetime.now().strftime('%d/%m/%Y %H:%M:%S')}}")
        doc.add_paragraph(f"Operador: {operador}")

        doc.add_paragraph("Foto do Início:")
        if foto_inicio_nome:
            foto_inicio_path = os.path.join(FOTOS_INICIO_FOLDER,
foto_inicio_nome)
            if os.path.exists(foto_inicio_path):
                doc.add_picture(foto_inicio_path, width=Inches(4.5))
            else:
                doc.add_paragraph("Foto de início não encontrada.")
        else:
            doc.add_paragraph("Foto de início não fornecida.")

        doc.add_paragraph("Foto do Fim:")
        doc.add_picture(foto_fim_path, width=Inches(4.5))

        # gravar relatório na pasta fim
        relatorio_nome =
f"relatorio_{idx}_{datetime.now().strftime('%Y%m%d%H%M%S')}.docx"
        relatorio_path = os.path.join(FOTOS_FIM_FOLDER, relatorio_nome)
        doc.save(relatorio_path)

        # Atualiza Excel
        df = carregar_dados_excel(EXCEL_FILE)

```

```

        df.at[idx, 'Status'] = 'Concluído'
        df.at[idx, 'Observações'] = f'Relatório gerado em
{datetime.now().strftime("%d/%m/%Y %H:%M:%S")}'
        salvar_movimentos(df)

        return jsonify(success=True, message="Movimento concluído e relatório
gerado com sucesso.")
    except Exception as e:
        captura de ecrã("Erro ao concluir movimento:", e)
        return jsonify(success=False, message=str(e))

# -----
def carregar_dados_excel(caminho):
    try:
        if os.path.exists(caminho):
            return pd.read_excel(caminho)
        else:
            colunas = ['Tipo de Movimento', 'Modelo', 'Origem', 'Destino', 'Data
e Hora',
                        'Status', 'Observações', 'Número da Pá', 'Set', 'Setor']
            return pd.DataFrame(columns=colunas)
    except Exception as e:
        captura de ecrã("Erro ao carregar Excel:", e)
        return pd.DataFrame()

def salvar_movimentos(df):
    try:
        df.to_excel(EXCEL_FILE, index=False)
    except Exception as e:
        captura de ecrã("Erro ao gravar Excel:", e)

```