



METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

LEONOR FILIPA PEREIRA COSTA

Junho de 2023

METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Leonor Filipa Pereira Costa

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Leonor Filipa Pereira Costa

1181149

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Doutor António Henriques Almeida.

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Acreditando que

“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai mais longe” (Clarice Lispector)

deixo aqui os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, me ajudaram e acolheram nesta etapa tão importante da minha vida.

Aos meus pais por todo o apoio incondicional. Pelo amor, confiança e motivação. Pelas palavras certas na altura certa. Por serem o meu maior exemplo de dedicação, responsabilidade e profissionalismo.

À minha melhor amiga, a minha irmã. Por me ensinar que a nossa força é infinita e que sempre que precisar dela, só tenho de a procurar dentro de mim.

Ao meu namorado por me lembrar, todos os dias da minha vida, que sou capaz. Basta querer, acreditar e fazer acontecer.

A toda a minha família, por acreditarem em mim, por serem uma parte essencial na minha vida, por estarem sempre do meu lado. Em especial ao meu afilhado, apesar dos seus cinco anos de idade foi força, abraço, amor e compreensão.

Aos meus colegas da faculdade, Inês, João e David, pela união que criámos. Por toda a ajuda e companheirismo. Por nunca me deixarem desistir e por me terem dado força quando vocês precisavam dela. Foram dois anos de uma caminhada desafiante, mas que se tornou mais divertida na vossa companhia.

Ao meu orientador da faculdade, Professor Doutor António Almeida, por todo o rigor e colaboração neste trabalho. Pela partilha de conhecimento e pelas críticas construtivas que me orientaram sempre para o caminho a seguir.

Ao meu supervisor de estágio, Luís Belinha Reis, pelo envolvimento neste trabalho. Pela compreensão, dedicação, valorização e, acima de tudo, pela confiança em mim depositada. Pela sua presença, disponibilidade e preocupação diária.

Ao ISEP, em particular, aos docentes do Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Gestão Industrial por toda a orientação e diligência nesta fase tão importante.

À empresa *ADIRA Metal Forming Solutions*, que me permitiu realizar o estágio curricular e me proporcionou todos os recursos necessários para colocar à prova as minhas capacidades e conhecimentos.

RESUMO

A constante transformação é um fator de destaque na competitividade do setor industrial, qualificando a inovação como um elemento-chave na estratégia de sobrevivência de qualquer empresa. A excessiva procura do mercado de produtos diferenciados, que satisfaçam as suas necessidades, aliada a outros eventos disruptivos, exige das indústrias melhorias ao nível do desempenho por meio de otimização e diferenciação dos seus processos e atividades.

Alcançar o ambiente ideal de sinergia e interação entre pessoas, processos e tecnologia dentro de qualquer indústria exige, de forma contínua, grandes esforços e transformações. Nas últimas décadas, a implementação de um sistema de gestão da produção, *Lean Manufacturing*, tem vindo a desempenhar um papel crucial na conquista da melhoria contínua e sucesso operacional das empresas. Contudo, é consensual afirmar que, com a evolução das tecnologias, na geração atual, é possível garantir uma melhoria contínua mais eficiente a todos os níveis.

A diferenciação de uma empresa resume-se numa palavra: Digitalização. As tecnologias digitais estão a transformar a indústria. Surgem, constantemente, oportunidades inovadoras com a capacidade de aumentar, exponencialmente, o desempenho de uma empresa com a automação do sistema de produção.

O presente trabalho procura encontrar uma solução digital para uma empresa em específico: a *ADIRA Metal Forming Solutions*. A ADIRA debate-se, diariamente, com problemas associados à baixa, quase inexistente, visibilidade sobre o próprio processo produtivo, refletindo-se no desempenho global da organização. A realização de uma investigação concluiu que as ferramentas *Lean* utilizadas pela empresa encontravam-se desatualizadas afetando, diretamente, a informação gerada e, conseqüentemente, a tomada de decisão.

A integração de um *Manufacturing Execution System* na dinâmica da fábrica foi a solução encontrada para dar resposta ao problema da ADIRA. A recolha e tratamento de dados, em tempo real, de forma automática, garante a manutenção constante das ferramentas *Lean* utilizando dados precisos. Nesse contexto, é proposta uma metodologia, abrangente à Indústria de Máquinas e Equipamentos, que orienta todo o processo de implementação de um *Manufacturing Execution System*.

A metodologia proposta apresenta a sequência de etapas que deve ser seguida para criar um fluxo lógico durante a implementação do sistema. Cada etapa compreende um conjunto de atividades e ferramentas suporte que deverão ser consideradas durante todo o processo.

Como resultado da utilização da metodologia proposta, no caso de estudo da ADIRA, foi desenhado um protótipo do sistema que se revelou eficiente e apto para servir como base para a criação do sistema real. A validação do sistema, por parte dos utilizadores finais, demonstra que a sequência proposta na metodologia para a execução das etapas, orienta, com sucesso, a implementação de um sistema *Manufacturing Execution System* instruído para responder às necessidades atuais da empresa.

PALAVRAS-CHAVE

Lean; Metodologia; *Manufacturing Execution System*; Integração de Sistemas; *Digital Shadow*.

ABSTRACT

Constant transformation is a standout factor in the competitiveness of the industrial sector, making innovation a key element in the survival strategy of any company. The market's excessive demand for differentiated products that meet its needs, coupled with other disruptive events, requires industries to improve their performance through optimization and differentiation of their processes and activities.

To achieve the ideal environment of synergy and interaction among people, processes, and technology within any industry requires continuous efforts and transformations. In recent decades, the implementation of a production management system, Lean Manufacturing, has played a crucial role in achieving continuous improvement and operational success for companies. However, it is widely agreed that with the evolution of technologies in the current generation, it is possible to ensure more efficient continuous improvement at all levels.

The differentiation of a company can be summarized in one word: Digitalization. Digital technologies are transforming the industry. Innovative opportunities constantly emerge with the ability to exponentially increase a company's performance through the automation of the production system.

This study aims to find a digital solution for a specific company: ADIRA Metal Forming Solutions. ADIRA faces daily challenges associated with low, almost non-existent, visibility into its own production process, which reflects in the overall performance of the organization. An investigation revealed that the Lean tools used by the company were outdated, directly affecting the generated information and consequently, decision-making.

The integration of a Manufacturing Execution System into the factory's dynamics was the solution found to address ADIRA's problem. Real-time data collection and automated processing ensure the constant maintenance of Lean tools using accurate data. In this context, a comprehensive methodology is proposed for the Machinery and Equipment Industry, guiding the entire implementation process of a Manufacturing Execution System.

The proposed methodology presents the sequence of steps that should be taken to follow a logical flow during system implementation. Each step comprises a set of activities and supporting tools that should be considered throughout the entire process.

As a result of using the proposed methodology in the ADIRA case study, a prototype of the system was designed, which proved to be efficient and suitable as a basis for the creation of the actual system. The validation of the system by end-users demonstrates that the proposed sequence in the methodology for executing the stages successfully guides the implementation of a Manufacturing Execution System tailored to meet the company's current needs.

KEYWORDS

Lean; Methodology; Manufacturing Execution System; Systems Integration; Digital Shadow.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS.....	XI
LISTAS DE SIGLAS E APÊNDICES	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Contextualização	15
1.2. Problema e Objetivos	16
1.3. Metodologia.....	17
1.3.1. Metodologia de Investigação	17
1.3.2. Estratégia de Investigação	18
1.4. Estrutura do relatório	19
1.5. Local/empresa de acolhimento.....	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1. Estudo de Métodos e Tempos	21
2.1.1. Estudo de Métodos.....	23
2.1.2. Estudo de Tempos	25
2.2. <i>Lean Manufacturing</i>	27
2.2.1. Técnicas e Ferramentas <i>Lean</i>	28
2.3. Digitalização da Indústria.....	33
2.3.1. Tecnologias da Recolha e Pré-Processamento de Dados	33
2.3.2. Sistema de Informação Empresariais	36
2.3.3. Business Analytics.....	41
2.3.4. <i>Digital Twin</i> e <i>Digital Shadow</i>	42
3. METODOLOGIA PROPOSTA	45
3.1. Introdução do Âmbito do Projeto	45
3.2. Metodologia Proposta para Implementação de um MES.....	47
3.3. Especificação das Etapas e Atividades.....	50
3.4. Especificação das Ferramentas de Análise	64
4. CASO DE ESTUDO.....	69
4.1. Contextualização do Estudo em Contexto ADIRA	69
4.2. Implementação da Metodologia Proposta na Empresa ADIRA	70
4.3. Conclusões sobre a Implementação.....	92
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
5.1. Apresentação de resultados	93
5.1.1. Utilizador Final: Operador da área da Maquinagem	93
5.1.2. Utilizador Final: Responsável do Planeamento e Gestão da Produção	95
5.2. Discussão de resultados.....	96

6. CONCLUSÃO.....	105
6.1. Conclusões finais	105
6.2. Limitações e trabalhos futuros.....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
APÊNDICE A	117
APÊNDICE B	118
APÊNDICE C	122
APÊNDICE D	125
APÊNDICE E.....	128
APÊNDICE F.....	132
APÊNDICE G	133
APÊNDICE H	163
APÊNDICE I	166
APÊNDICE J	188
APÊNDICE K	198
APÊNDICE L.....	210
ANEXO A.....	218

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Etapas de uma Aborgagem Dedutiva adaptado de (<i>Estudo de Caso: O Que É, Exemplos e Como Fazer</i> , 2022)	18
Figura 2- Representação do Estudo do Trabalho adaptado de (Khandve, 2017)	21
Figura 3- Etapas para a implementação de um Estudo de Métodos adaptado de (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020).....	23
Figura 4- Formas de estudar um sistema, adaptado de (Law, 2015).....	24
Figura 5- Implementação do Estudo de Tempos adaptado de (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020)	25
Figura 6- Técnicas para determinação de tempos-padrão, adaptado de (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020)	25
Figura 7- Fluxograma representativo das etapas do Estudo de Tempos, adaptado de (Exertus, 2003)	26
Figura 8- Três domínios que constituem o VSM, adaptado de (Manjunath M. et al., 2014)	29
Figura 9 - Símbolos utilizados na ferramenta VSM, adaptado de (Meyers & Stewart, 2001).....	29
Figura 10- Etapas integrantes na criação de um mapa VSM, adaptado de (Manjunath M. et al., 2014)	29
Figura 11- Representação de um Sistema Pull, adaptado de (Paulo Ávila et al., 2022)	31
Figura 12- Representação esquemática do SMED, adaptado de (Shingo, 1985)	32
Figura 13- Genericidade da IoT (Abdur Razzaq et al., 2017) e introdução de IIoT	34
Figura 14- Arquitetura de três camadas vs arquitetura de cinco, adaptado de (Sethi & Sarangi, 2017)	35
Figura 15- Arquitetura de um Sistema ERP, adaptado de (Amini et al., 2020)	37
Figura 16- Sistema de Gestão Integrado de Produção de acordo com a norma ISA-95	38
Figura 17- Funções Essenciais e de Suporte de um Sistema MES, adaptado de (McClellan, 2000) .	39
Figura 18- Etapas de Implementação do Sistema MES, adaptado de (Govindaraju & Putra, 2016)	40
Figura 19- Fatores de diferenciação dentro do setor de máquinas e equipamentos.....	46
Figura 20- Funcionamento prático de um sistema MES	47
Figura 21- Metodologia do projeto como facilitador entre o estado <i>As-Is</i> e <i>To-be</i> da empresa	48
Figura 22- Etapas integrantes da metodologia proposta	48
Figura 23- Equipa responsável pela implementação de um sistema MES.....	49
Figura 24- Principais atividades a considerar na Etapa de <i>Diagnóstico de Necessidades</i>	51
Figura 25- Quatro subatividades na identificação das necessidades da empresa	51
Figura 26- Requisitos funcionais vs requisitos não funcionais	53
Figura 27- Questões orientadoras durante a etapa de Diagnóstico de Necessidades	54
Figura 28- Atividades que integram a etapa de Análise do Mercado Fornecedor e Seleção da Solução	55
Figura 29- Quatro passos para orientar uma reunião com cada candidato a fornecedor	56
Figura 30- Principais atividades a considerar na Etapa de <i>Customização da Solução</i>	57
Figura 31- Quatro passos para uma reunião de kick off com o fornecedor da solução	58
Figura 32- Três fases para o mapeamento dos processos <i>As-Is</i>	59
Figura 33- Subatividades para a definição de KPIs	60
Figura 34- Principais atividades a considerar na Etapa de <i>Implementação da Solução</i>	61

Figura 35- Secção destinada à representação do estado atual de uma empresa (excerto do template).....	66
Figura 36- Excerto da tabela 1 do documento <i>Matriz GUT - Priorização dos Requisitos</i> e parâmetros de avaliação.....	67
Figura 37- Excerto da tabela 2 do documento <i>Matriz GUT - Priorização dos Requisitos</i>	67
Figura 38- Excerto da tabela 3 do documento <i>Matriz GUT - Priorização dos Requisitos</i> e respetiva legenda.....	68
Figura 39- Elementos da equipa de implementação do sistema MES.....	70
Figura 40- Excerto do documento <i>Procedimentos Específicos – Levantamento de Necessidades</i> ...	72
Figura 41- Exemplo de questionário realizado a um Operador da área da maquinaria	73
Figura 42- Relatório A3 das ineficiências do sistema produtivo (Situação As-Is e To-Be das funcionalidades)	74
Figura 43- Objetivos principais da implementação do sistema MES.....	74
Figura 44- Versão final dos requisitos definidos para a solução MES.....	75
Figura 45- Requisitos para a solução MES.....	75
Figura 46- Primeira versão de um cronograma (gráfico GANTT) da implementação.....	76
Figura 47- Requisitos identificados como muito prioritários	77
Figura 48- Requisitos identificados como prioritários	77
Figura 49- Requisitos identificados como pouco prioritários.....	78
Figura 50- Principais candidatos à implementação de um sistema MES na empresa ADIRA	79
Figura 51- Comparação da existência de requisitos em cada uma das propostas	80
Figura 52- Requisitos excluídos por todas as soluções	81
Figura 53- Cronograma de implementação do sistema MES proposto pela Think Digital.....	82
Figura 54- Mapeamento <i>As-Is</i> do Processo de Venda de um Produto	83
Figura 55- Estado atual dos microprocessos na ADIRA.....	84
Figura 56- Mapeamento <i>As-Is</i> do microprocesso <i>Registar Tempos</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN).....	85
Figura 57- Aceder à Ordem de Produção atribuída ao operador	85
Figura 58- Consola do operador para iniciar e terminar Ordens de Produção	86
Figura 59- Mapeamento <i>As-Is</i> do microprocesso <i>Registar Paragens</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN).....	86
Figura 60- Janela (pop-up) para Especificar Quantidades Produzidas por Ordem de Produção e Completar Operação.....	87
Figura 61- Janela (pop-up) para Especificar Quantidades Produzidas por cada unidade produzida.....	87
Figura 62- Mapeamento <i>As-Is</i> do microprocesso <i>Registar Quantidades</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN).....	87
Figura 63- Mapeamento <i>As-Is</i> do microprocesso <i>Visualizar Documentação</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN).....	88
Figura 64- Excerto de um documento suporte no Estudo de Métodos e Tempos.....	89
Figura 65- Mapeamento <i>To-be</i> do microprocesso <i>Registo de Tempos</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN).....	90
Figura 66- Mapeamento <i>To-be</i> do microprocesso <i>Registo de Paragens do Operador</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)	90
Figura 67- Mapeamento <i>To-be</i> do microprocesso <i>Visualização de Documentação (desenho)</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN).....	91

Figura 68- Mapeamento <i>To-be</i> do microprocesso <i>Registo de Paragens da Máquina</i> na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)	91
Figura 69- Diagrama de Caso de Uso para o Operador da área da Maquinagem	93
Figura 70- Diagrama de Caso de Uso do Responsável do Planeamento e Gestão de Produção	95
Figura 71- Opinião dos utilizadores finais sobre o carácter <i>user-friendly</i> do protótipo desenvolvido	97
Figura 72- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente ao carácter lógico do fluxo de ações do processo de registar uma OP	98
Figura 73- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à eficiência do fluxo de ações do processo de registar uma OP	98
Figura 74- Opinião dos operadores de montagem relativamente à acessibilidade à documentação de suporte	99
Figura 75- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à utilidade da lista de OP e respetivo progresso de produção	99
Figura 76- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à disponibilização de um processo expedito de solicitar suporte técnico	100
Figura 77- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à receção de notificações e alarmes como forma de gerir as tarefas	100
Figura 78- Opinião dos responsáveis de planeamento e gestão da produção relativamente à disponibilização de um gráfico Gantt para controlo das OP	101
Figura 79- Opinião dos responsáveis de planeamento e gestão da produção relativamente à informação disponibilizada no <i>dashboard</i> e o próprio formato	101
Figura 80- Opinião dos responsáveis de planeamento e gestão da produção relativamente à utilidade do Digital Shadow proposto no protótipo	102

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Impacto do Estudo de Tempos e Métodos numa Indústria.....	22
Tabela 2- Impacto da implementação dos tempos-padrão segundo (Meyers & Stewart, 2001)	25
Tabela 3- Denominação dos 5Ss, adaptado de (Liker, 2004)	30
Tabela 4- Etapas de implementação do SMED segundo diversos autores	32
Tabela 5- Definição de Interoperabilidade na visão de (van der Veer & Wiles, 2008)	36
Tabela 6- Exemplos de possíveis benefícios gerados da aplicação do BDA (Russom, 2011)	41
Tabela 7- Evolução da definição do conceito <i>Digital Twin</i> , na visão de diferentes autores	42
Tabela 8- Casos de Estudo da Implementação do Digital Twin	43
Tabela 9- Funções e responsabilidades por cada elemento da equipa responsável	50
Tabela 10- Exemplos de indicadores de desempenho para uma Indústria	61
Tabela 11- Identificação das ferramentas de análise utilizadas na metodologia proposta	64
Tabela 12- Matriz de identificação de ineficiências.....	72
Tabela 13- Análise financeira entre as propostas da MUVU e da Think Digital	81
Tabela 14- Exemplo formação dos microprocessos associados ao requisito Req-f-06	83
Tabela 15- Exemplo da identificação de um microprocesso	83
Tabela 16- Microprocessos identificados como existentes	84
Tabela 17- Indicadores e métricas para a monitorização da empresa ADIRA.....	92
Tabela 18- Especificações e funcionalidades do protótipo do sistema	94
Tabela 19- Especificações e funcionalidades do protótipo do sistema	95
Tabela 20- Questões fechadas utilizadas no questionário sobre o protótipo do sistema MES	96
Tabela 21- Questões abertas utilizadas no questionário sobre o protótipo do sistema MES	97
Tabela 22- Respostas às questões abertas dos utilizadores finais	103

LISTAS DE SIGLAS E APÊNDICES

Lista de Siglas

AIMMAP	Associação Dos Industriais Metalúrgicos Metalomecânicos E Afins De Portugal
BDA	<i>Big Data Analytics</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
DS	<i>Digital Shadow</i>
DT	<i>Digital Twin</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FA	Fabrico Aditivo
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
KPIs	Indicadores-chave de desempenho
IIoT	<i>Industrial Internet of Things</i>
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
IDEFO	<i>Integration Definition for Process Modelling</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
MESA	<i>Manufacturing Enterprise Solutions Association</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
MP	Matéria-Prima
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MEM-GI	Mestrado em Engenharia Mecânica - Gestão Industrial
MM	Metalúrgica e Metalomecânica
METIP	Metodologias de Investigação e Planeamento
NFC	<i>Near Field Communication</i>
OP	Ordem de Produção
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PT	Posto de Trabalho
SI	Sistema de Informação
IT	Tecnologia da Informação
TPS	<i>Toyota Production System</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VSM	<i>Value Stream Map</i>

Lista de Apêndices

APÊNDICE A	<i>Template relatório A3</i>
APÊNDICE B	<i>Template documento de Requisitos de Negócio</i>
APÊNDICE C	<i>Template do documento Matriz GUT - Priorização dos Requisitos</i>
APÊNDICE D	<i>Template do documento de Processo de Comparação de Propostas</i>
APÊNDICE E	Documento de comparação de soluções
APÊNDICE F	Mapeamento em BPMN do Processo de <i>Realizar uma Venda</i>
APÊNDICE G	Documento de Procedimentos Específicos: <i>Realizar uma Venda</i>
APÊNDICE H	Matriz de identificação de processos existentes
APÊNDICE I	Documento de Procedimentos Específicos: <i>Efetuar Ordem de Produção</i>
APÊNDICE J	Documento de Procedimentos Específicos: <i>Criar Requisição de Compra</i>
APÊNDICE K	Protótipo do Sistema MES: Operador da Maquinagem como Utilizador Final
APÊNDICE L	Protótipo do Sistema MES: Responsável do Planeamento e Gestão da Produção como Utilizador Final

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo compreende um enquadramento geral do trabalho desenvolvido durante o período de estágio, a especificação de objetivos inicialmente estabelecidos aliados à metodologia de trabalho utilizada para os atingir e uma elucidação referente à estrutura do relatório. Este projeto decorreu em contexto de estágio e, por conseguinte, este capítulo integra também uma apresentação da empresa colaborativa, *ADIRA Metal Forming Solutions*, referenciada no relatório como ADIRA.

1.1. Contextualização

A realização deste trabalho surge no âmbito de DPEST (Dissertação / Projeto / Estágio), uma unidade curricular que é parte integrante do programa de estudos do 2º Ano do Mestrado em Engenharia Mecânica, especificamente, no ramo de Gestão Industrial (MEM-GI), no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Como referido anteriormente, o projeto desenvolveu-se em contexto de estágio, no setor dos sistemas avançados de produção para o setor da metalomecânica, tendo lugar nas instalações da empresa ADIRA. O estudo inseriu-se entre o departamento Industrial e de Informática (IT), com foco na standarização de processos de montagem de máquinas industriais e na orientação/acompanhamento da implementação de uma solução tecnológica de gestão transversal para controlo da produção.

A constante transformação é um fator de destaque na competitividade do setor industrial, qualificando a inovação como um elemento-chave na estratégia de sobrevivência de qualquer empresa. A excessiva procura de produtos diferenciados que satisfaçam as necessidades dos consumidores, exige das indústrias melhorias ao nível do desempenho por meio de otimização e diferenciação dos seus processos e atividades. O desenvolvimento, ao longo do tempo, de uma forma cada vez mais técnica e complexa (Mahmood et al., 2011), permite às indústrias melhorias ao nível da flexibilidade, autonomia e resiliência que se refletem na visibilidade, transparência e compreensão sobre os processos produtivos.

A **implementação intransigente de práticas da metodologia *Lean Manufacturing* (LM)**, em todos os setores industriais, é uma **realidade cada vez mais presente pelo impacto positivo** que dela advém. (Aksar et al., 2020). Este conceito, *Lean*, é definido por uma filosofia que assenta num princípio de melhoria contínua (*Kaizen*), designada *Lean Thinking*, e foca-se na redução ou, se possível, eliminação de atividades que apresentam desperdício para o processo, com vista à melhoria do desempenho da organização (Noto & Cosenz, 2021).

Em inúmeros casos, a aplicação da metodologia *Lean* é confrontada com desafios e obstáculos que tornam o caminho para o sucesso mais moroso e complexo (Sanders et al., 2016). De acordo com Schipper & Swets (apud Vieira et al., 2018, p.995) **apenas 30% das indústrias conseguem manter, com sucesso, a implementação da metodologia *Lean***, sendo que as restantes prosseguem com a aplicação dos métodos antigos. Este aspeto está, frequentemente, associado à inexistência de indicadores para a análise do impacto da melhoria contínua nas empresas (Garcia-Sabater & Marin-Garcia, 2011). É neste contexto que surge a tecnologia. A progressiva evolução da tecnologia

fornece às indústrias recursos e ferramentas digitais capazes de suportar a melhoria contínua na procura incansável de uma eficiência excepcional (Leyh et al., 2017).

Atualmente, a indústria atravessa a quarta Revolução Industrial motivada pela evolução da automação, com o principal objetivo de aumentar a conexão entre o mundo físico (produto) e o virtual (sistema) e gerar fábricas inteligentes. É expectável que esta associação amplifique o efeito de metodologia tradicional de LM, eliminando grande parte das adversidades.

A diferenciação da ADIRA no setor depende, essencialmente, de uma transformação digital do chão de fábrica, capaz de projetar as necessidades da empresa num sistema de informação visível e acessível para todos os colaboradores. Torna-se, portanto, necessário avaliar a hipótese de instalar um sistema *Manufacturing Execution System* (MES).

Um sistema MES é uma solução digital extremamente benéfica na indústria, a ponto de ser considerada como uma ferramenta de suporte à implementação da ideia da *Indústria 4.0* (Zwolińska et al., 2020). Assim sendo, o sistema surgiu com o propósito de estabelecer uma relação entre o nível de gestão e de produção, centralizando, em tempo real, toda a informação num só sistema dinâmico, capaz de apoiar a transparência dos processos, a recolha de informação, tratamento e visibilidade sobre a mesma.

A visibilidade oferecida, em tempo real, por um sistema MES, é a chave para a manutenção de uma metodologia *Lean*. A geração massiva de dados do chão de fábrica e a definição de indicadores-chave de desempenho (KPIs), permitem monitorizar e avaliar a produção de uma forma imediata e específica, identificando ineficiências, desperdícios e estrangulamentos ao longo do fluxo. Para além disso, o sistema MES viabiliza a utilização eficiente das ferramentas *Lean*, alimentando-as, constantemente, com dados precisos e fidedignos, que revelem oportunidades de melhoria e suportem os processos de tomada de decisão.

Neste contexto, a utilização/aprimoramento de ferramentas *Lean* e a aplicação de um Estudo de Métodos e Tempos na dinâmica da fábrica, são condições indispensáveis para a preparação da digitalização do chão de fábrica, considerando que o tempo de entrega de uma máquina industrial é uma condição que, além de a distinguir da concorrência, a promove no mercado.

1.2. Problema e Objetivos

Atualmente a empresa ADIRA enfrenta um dos desafios mais comuns nas indústrias tradicionais: um desempenho produtivo inferior ao pretendido, resultante da ineficiente utilização/atualização de ferramentas *Lean* e da ausência de controlo sobre os próprios processos produtivos. É, então, ambicionado como *output* do projeto a configuração de um sistema MES capaz de integrar na dinâmica da fábrica, que permitirá monitorizar e interpretar o sistema produtivo através da análise de indicadores de desempenho.

O objetivo inicial do trabalho é desenvolver e propor uma metodologia que seja capaz de orientar, não só a empresa ADIRA no processo de implementação de um sistema MES, mas qualquer indústria pertencente ao setor de Máquinas e Equipamentos. Torna-se, então, importante, garantir a abrangência da metodologia para que seja projetado e parametrizado um sistema adequado e específico ao contexto.

Posteriormente, o objetivo será a implementação, com sucesso, de um sistema MES no caso específico da empresa ADIRA, seguindo a metodologia proposta. A implementação deve garantir a resolução/eliminação dos problemas críticos que comprometem, diariamente, o desempenho da empresa e assegurar a visibilidade e transparência necessária sobre os processos produtivos.

Considerando o que foi dito, a transformação digital do chão de fábrica como ferramenta de apoio à metodologia *Lean* é o tema-chave do projeto e, conseqüentemente, dá origem a questões de investigação:

- 1º. De que forma é que a digitalização dos processos pode impulsionar e manter a adoção das ferramentas *Lean*?
 - Após identificar com clareza as lacunas associadas à implementação do *Lean* tradicional, a primeira questão de investigação incide na importância da digitalização e no impacto que dela advém para o desempenho e produtividade de uma empresa. Complementarmente, existe a intenção de investigar um conjunto de cenários propostos atualmente e analisar os resultados.
- 2º. Quais são as principais etapas a considerar para a implementação, com sucesso, de um sistema MES numa indústria de Máquinas e Equipamentos?
 - A segunda questão de investigação pretende identificar as etapas que uma indústria de Máquinas e Equipamentos deve seguir durante a implementação de um sistema MES. Para responder a esta questão, irá ser proposta uma metodologia e, posteriormente, averiguada a sua viabilidade em contexto real.
- 3º. De que forma a implementação do *Digital Shadow* permite um maior controlo do chão de fábrica? Qual é o impacto na prevenção de futuros problemas?
 - Numa fase final, a terceira questão de investigação, procura fornecer uma perceção clara dos resultados da implementação do *Digital Shadow*. Por outras palavras, pretende-se verificar e analisar de que forma é que a representação digital do chão de fábrica, com a medição de métricas de desempenho e recolha de toda a informação, em tempo real, contribui para uma atuação eficiente na resolução ou mesmo na prevenção de possíveis problemas.

Como resultado do projeto, foi elaborado um protótipo do sistema MES adequado às necessidades da empresa ADIRA que, posteriormente, foi avaliado pelos operadores.

1.3. Metodologia

1.3.1. Metodologia de Investigação

A seleção da metodologia de investigação subjacente ao trabalho, exige uma reflexão sobre a problemática apresentada e o *output* que se espera obter do estudo (Amado & De, 2014). A ADIRA enfrenta um dos desafios mais comuns e recorrente na era da Indústria 4.0: A transformação digital como via para a melhoria do desempenho dos processos. Este tema envolve um histórico de casos de sucesso noutras empresas que suportam a efetividade e veracidade desta teoria e contribuem para um estudo de hipóteses mais complexas. Nesse seguimento, o presente estudo pretende

verificar se a digitalização, em contexto ADIRA, proporciona, do mesmo modo, resultados benéficos.

Nesse contexto, o presente trabalho é orientado por uma abordagem dedutiva que pressupõe o desenvolvimento do conhecimento com a análise de diversos estudos de investigadores como via para a formulação de novas hipóteses. (Blackstone, 2018) De acordo com o autor (Amado & De, 2014), o principal objetivo deste paradigma é “o de estabelecer relações causais entre as variáveis subjacentes a um determinado fenómeno e esse mesmo fenómeno”. Nesse sentido, a investigação, sustentada numa teoria existente, inicia-se com a formulação de hipóteses, seguida por testes experimentais e/ou estatísticos dessas hipóteses, por forma a testar a teoria, e, finalmente, investigar e analisar evidências empíricas capazes de a corroborar ou refutar. (Amado & De, 2014) (Figura 1).



Figura 1- Etapas de uma Abordagem Dedutiva adaptado de (*Estudo de Caso: O Que É, Exemplos e Como Fazer*, 2022)

1.3.2. Estratégia de Investigação

Na perspetiva de alcançar os objetivos estabelecidos e dar resposta às questões de investigação formuladas, o desenvolvimento do presente trabalho foi conduzido por uma estratégia de caso de estudo que seguiu as seguintes etapas:

- Elaboração de uma revisão bibliográfica capaz de fundamentar e sustentar, teoricamente, o trabalho desenvolvimento:
 - Abordar o Estudo de Métodos e Tempos;
 - Apresentar resultados alcançados em diferentes empresas devido à aplicação do Estudo de Métodos e Tempos;
 - Especificar o âmbito do sistema de Produção LM na indústria e as técnicas e ferramentas de suporte;
 - Compreender o conceito da digitalização e os termos associados;
 - Identificar e abordar as tecnologias de recolha de pré-processamento de dados;
 - Identificar e conhecer sistemas de gestão empresariais;
 - Abordar a ferramenta inovadora *Digital Twin* (DT) e casos de estudo que demonstram o impacto desta ferramenta.
- Definição de uma proposta de metodologia para implementação de um sistema MES em indústrias de Máquinas e Equipamentos;
- Implementação de um sistema MES na empresa ADIRA, orientada pela metodologia proposta:
 - Identificação de necessidades e definição de requisitos;
 - Seleção de possíveis fornecedores da solução;

- Comparação e análise de várias ofertas;
- Seleção da solução tecnológica;
- Desenho da situação atual da empresa (*As-Is*);
- Idealização e estruturação do desenho da solução (*To-Be*);
- Definição de indicadores e métricas para acompanhamento do processo;
- Desenho de um protótipo que responda às necessidades da empresa;
- Validação do protótipo e análise do *feedback*.

1.4. Estrutura do relatório

A divisão do presente relatório foi idealizada no sentido de fornecer, faseada e organizadamente, toda a informação pertinente e necessária para a compreensão coerente de todo o projeto de estágio. O documento encontra-se dividido em seis capítulos que se complementam de forma sequencial: Introdução, Revisão Bibliográfica, Metodologia Proposta, Caso de Estudo, Resultados e Discussão e Conclusão.

O primeiro capítulo, fornece quatro essenciais subcapítulos introdutórios que contêm informação necessária e relevante para o seguimento do relatório. É apresentada uma contextualização do projeto, seguido de uma descrição dos objetivos, a metodologia utilizada no estudo, a especificação da estrutura do relatório e uma apresentação da empresa colaborativa.

O segundo capítulo, consiste na revisão bibliográfica que sustentou todo o trabalho desenvolvido e a caracterização dos conceitos teóricos necessários à compreensão do estudo. Esta abordagem é preparada previamente com uma análise cuidada e detalhada das publicações científicas relacionados com o tema em estudo.

O terceiro capítulo destina-se à Metodologia Proposta para o desenvolvimento do presente trabalho de estágio. Inicialmente, é introduzido o âmbito do projeto em contexto empresa com uma visão abrangente sobre a Indústria de Máquinas e Equipamentos e a adoção de uma solução MES como uma oportunidade para alcançar a diferenciação dentro do setor. De seguida, é sugerida a metodologia proposta para a implementação de um sistema MES na indústria de Máquinas e Equipamentos.

O quarto capítulo do relatório, Estudo do Caso, transmite todo o trabalho desenvolvido ao longo do período de estágio. Este capítulo tem um peso importante no relatório na medida em que evidência todos os métodos, procedimentos e técnicas que sustentaram o estudo e geraram resultados, descrevendo todo o processo.

O quinto capítulo é dedicado aos resultados e conclusões. Nesta fase, o foco do trabalho incide na evidência e na análise dos resultados obtidos. Todos os dados que advêm do trabalho realizado são analisados face ao panorama anterior e face aos objetivos propostos.

O sexto e último capítulo, termina o presente relatório com as principais conclusões retiradas do desenvolvimento do trabalho de forma a responder às questões de investigação estabelecidas inicialmente.

1.5. Local/empresa de acolhimento

A empresa *ADIRA Metal Forming Solutions* foi fundada em 1956, por António Ramos, com o principal foco na conceção, fabricação e comercialização de máquinas-ferramentas, designadamente, fresadores e máquinas de aplainar. A inovação, no que respeita aos produtos fornecidos, é um atributo intrínseco da empresa e, por consequência, com o decorrer dos anos, a ADIRA destacou-se por ser pioneira, em Portugal, na conceção e fabricação de diversas máquinas para o trabalho em chapa como guilhotinas mecânicas e quinadoras hidráulicas.

Com o passar dos anos, a ADIRA manteve a preocupação de aperfeiçoar e evoluir paralelamente com os avanços tecnológicos, dentro da área de máquinas industriais, destacando-se da concorrência por inúmeras razões, nomeadamente, como exportadora a nível mundial.

Nos últimos anos, a ADIRA tornou-se propriedade do *Grupo SONAE Capital* e reinventou-se com um posicionamento mais competitivo e diferenciado, apostando em Fabrico Aditivo (FA) e em soluções à medida de cada cliente, oferecendo uma diversificação de soluções adaptáveis à segmentação de cada mercado nas áreas de serralharia, maquinaria pesada, entre outros. No que respeita a vendas, a ADIRA, ao longo de um ano, vende cerca de 120 máquinas e, consequentemente, fatura aproximadamente 11 milhões de euros anuais.

Atualmente, a unidade fabril da ADIRA localiza-se na zona industrial de Canelas, em Vila Nova de Gaia, organizada por um escritório e três naves que compõem o chão de fábrica, respetivamente, a zona de conceção das estruturas das máquinas (para maquinagem e pintura), da pré-montagem e da montagem final. A indústria, atualmente, emprega um total de 88 colaboradores que integram os diversos departamentos da estrutura organizacional da empresa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo da Revisão bibliográfica compreende o estudo teórico que fundamentou todo o trabalho realizado. Nesta fase, é realizada a partilha de conhecimento acerca dos conceitos base do projeto, sustentada em publicações científicas e livros prestigiados que contribuíram para o desenvolvimento e crescimento da área em estudo. São também referidos estudos de diversos investigadores no que respeita ao Estudo de Métodos e Tempos, ao sistema de controlo de produção *Lean* e à transformação digital em contexto industrial com recurso à integração de sistemas de informação.

2.1. Estudo de Métodos e Tempos

O Estudo de Métodos e Tempos, também denominado por Estudo do Trabalho, é definido como um “exame sistemático dos métodos utilizados na execução das atividades, com o objetivo de obter um aproveitamento dos recursos mais eficaz e estabelecer normas padrão de desempenho” (British Standards Institution., 1992). Esta metodologia de análise e melhoria do processo, advém da junção de dois importantes estudos (Figura 2) onde as suas ações estão estreitamente ligadas entre si: o Estudo de Movimentos, com o objetivo de racionalizar e otimizar as atividades realizadas pelo operador, e o Estudo de Tempos, focado no reconhecimento de tempos-padrão para normalização do trabalho. (Barnes, 1977)

Segundo o autor Barnes, a tendência de estudar cada uma das técnicas em separado foi completamente ultrapassada pelo valor que advinha dessa individualidade, por esse motivo, a indústria reconhece-as como inseparáveis. (Barnes, 1977)

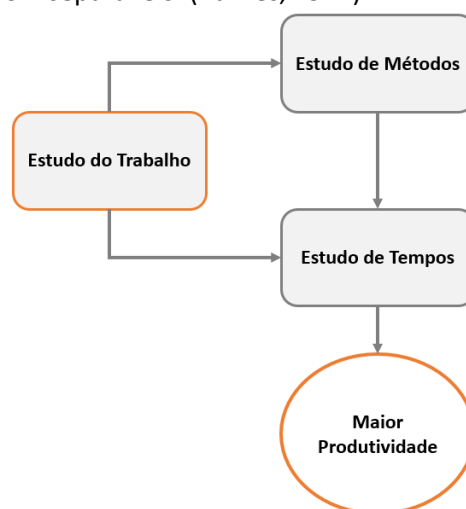


Figura 2- Representação do Estudo do Trabalho adaptado de (Khandve, 2017)

O estudo de Métodos e Tempos é, muitas vezes, implementado nas empresas na tentativa de melhorar o desempenho da empresa introduzindo novos métodos e, conseqüentemente, reduzir/eliminar o tempo improdutivo. Atualmente, as preocupações quanto à melhoria contínua, focam-se não só na mão-de-obra, mas também na relação homem/máquina (Exertus, 2003). À vista disso, o estudo do trabalho visa identificar os meios mais eficazes para desempenhar as tarefas necessárias ao processo e, posteriormente, determinar os seus tempos-padrão (tempo necessário para a execução) com uma análise de métodos, materiais, ferramentas e instalações utilizadas (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020).

Tabela 1- Impacto do Estudo de Tempos e Métodos numa Indústria

Autor	Objetivo	Área de Aplicação	Resultados
(Siddheshwar et al., 2008)	Aplicação de um Estudo de Métodos e Tempos com o objetivo de propor um processo eficiente de trabalho que, consequentemente, melhore a produtividade e a qualidade do produto com a redução do tempo de ciclo.	Indústria de pequena escala, que fabrica, p.e., componentes para eólicas. Aplicado à maquinagem de um motor de indução.	A aplicação do estudo acarretou melhorias significativas: <ul style="list-style-type: none"> • Uma diminuição do tempo de ciclo de produção de 1200 minutos para 970 minutos (poupança de 230 minutos); • Nesse seguimento, houve um aumento de produtividade de 19,16%.
(Kamble & Kulkarni, 2014)	Aplicação do Estudo de Métodos e Tempos com o objetivo de: aumentar a produtividade com a redução do tempo de ciclo; reduzir a fadiga dos operadores; obter melhorias ao nível do fluxo de componentes na linha de montagem.	Posto de Montagem de uma Indústria.	Através da aplicação do estudo, foram verificadas melhorias notórias ao nível de várias atividades (transportes, esperas, entre outras). Com a redução de tempos ineficiente: <ul style="list-style-type: none"> • o tempo de montagem de um produto diminuiu de 45,49 minutos para 30,94 minutos; • Esta alteração proporcionou uma poupança de 14,55 minutos.
(Duran et al., 2015)	Aplicação do Estudo de Métodos e Tempos para determinar se os moldes utilizados estão em conformidade com os princípios da eficiência.	Indústria de produção de chávenas de vidro. Aplicado a duas linhas de produção responsáveis pela moldagem.	Após a implementação verificou-se: <ul style="list-style-type: none"> • Um aumento de 53% no parâmetro da eficiência; • Um aumento da capacidade produtiva do modelo de 155 para 237 moldes (um ganho de 82 moldes).
(Akkoni et al., 2019)	Aplicação do Estudo de Métodos e Tempos para determinar o tempo de ciclo do produto e, consequentemente, estudar a produtividade através de uma utilização mais eficiente do capital e dos recursos humanos.	Posto de Montagem de uma Indústria de Válvulas.	Os resultados obtidos a partir do estudo indicaram: <ul style="list-style-type: none"> • Uma redução do tempo de ciclo de 450 minutos para 377 (redução de 73 minutos); • Uma redução da distância total percorrida de 130 metros; • Aumento de produção de 2 para 3 conjuntos de válvulas com o mesmo custo de mão de obra, levando a uma poupança de cerca de 33%.
(Prakash et al., 2020)	Aplicação do Estudo de Métodos e Tempos, com recurso à metodologia <i>Lean</i> , para estudar os parâmetros de eficiência, produtividade, tempo de ferramenta, tempo de apoio e tempos de inatividade	Indústria de construção. Aplicado às várias fases de montagem de uma estrutura de aço.	Após a 1ª semana de aplicação do estudo, observou-se: <ul style="list-style-type: none"> • um aumento de 37,95% em termos de eficiência; • um aumento de 218,03% em termos de produtividade; • um aumento de 93,25% em termos de tempo da ferramenta; • Uma diminuição do tempo de inatividade de 40,24%.

2.1.1. Estudo de Métodos

O estudo de métodos é definido como um registo sistemático e uma análise crítica sobre a forma como se realizam as atividades de um processo de forma a implementar melhorias (British Standards Institution., 1992). Estas melhorias advêm da padronização dos métodos de trabalho, com a definição de regras procedimentais para a execução das atividades, sendo considerado o método mais eficaz na otimização da produção sem necessidade de investimentos (Kayar & Akalin, 2014).

A determinação do método ideal é dependente do contexto de cada posto de trabalho (PT) bem como dos aspetos ergonómicos (adequação eficiente e segura da relação máquina/homem) e deve ter em consideração muitos outros aspetos como:

- a **movimentação dos materiais** – deve ser contínua (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020);
- qualquer **percurso/ trajeto** – deve ser o mais curto possível (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020);
- os **princípios de economia dos movimentos** (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020);
- e da **adaptação homem/máquina** (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020), entre outros.

A Figura 3 demonstra, de acordo com o autor (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020), as várias etapas durante a implementação de um estudo de métodos capaz de gerar e definir um novo plano mais eficiente.



Figura 3- Etapas para a implementação de um Estudo de Métodos adaptado de (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020)

A seleção do processo/ produto que se pretende analisar, deve ter em conta um conjunto de aspetos e critérios que facilitem a seleção e priorização dos problemas de acordo com o seu impacto na empresa. (Exertus, 2003)

O procedimento de **registo de dados** deve ser preparado antes de iniciar a observação, sobretudo na criação de documentos suporte que facilitem esta atividade. Nesse sentido, a recolha dos dados deve ser realizada em folhas de observação para, posteriormente, ser tratada e sistematizada nos gráficos ou diagramas de análise. (Exertus, 2003). O registo das atividades resulta da observação direta e pode ser efetuado por meio de diferentes técnicas: Visualização, entrevista, experimentação direta da tarefa ou operação em análise. Contudo, a visualização dos procedimentos é, muitas vezes, suportada por métodos mais práticos e fidedignos como a gravação do trabalho, garantindo uma análise posterior mais atenta e rigorosa de todas as ações. (Exertus, 2003)

Antes de realizar a **classificação das tarefas** de acordo com os critérios de priorização, é importante avaliar, individualmente, cada procedimento executado pelo operador e questionar cada um deles com seis perguntas: “Porquê?”, “O quê?”, “Onde?” “Quando?” e “Quem?”. A resposta a cada uma destas questões, pela ordem em que se encontra, devolve uma reação acerca da importância dessa tarefa. Quando não se encontra uma resposta convicta e fundamentada à primeira pergunta “Porquê?”, a tarefa deve ser eliminada. (Barnes, 1977) As tarefas identificadas como necessárias ao processo em estudo, deverão ser classificadas de acordo com critérios de priorização (Exertus, 2003):

- **Tarefa essencial**, um procedimento indispensável ao processo;
- **Tarefa redundante**, quando o objetivo da operação se repete;
- **Tarefas simultânea**, quando são realizadas duas ou mais operações no mesmo momento;
- **Tarefa em paralelo**, quando duas operações, que não se relacionam diretamente, são realizadas ao mesmo tempo;
- **Tarefa sem valor acrescentado**, quando não há necessidade técnica (transportar, limpar...)

A **formalização do método To-Be** como proposta de um método futuro, consiste numa reflexão sobre a análise realizada na fase anterior para identificar possíveis melhorias no processo, mais concretamente, nas atividades críticas.

No que diz respeito à **validação do novo método**, este depende do quão transparentes são os possíveis resultados da sua implementação. Os planos propostos que evidenciam melhorias de desempenho explícitas a custos reduzido, podem, e devem, ser implementados experimentalmente. Contudo, existem alguns planos de melhoria que, devido a custos elevados, necessitam de uma certeza maior antes da sua implementação. Nesse sentido é necessário realizar um estudo do sistema recorrendo ao método mais adequado. De acordo com (Law, 2015) existem quatro diferentes formas de estudar um sistema (Figura 4).

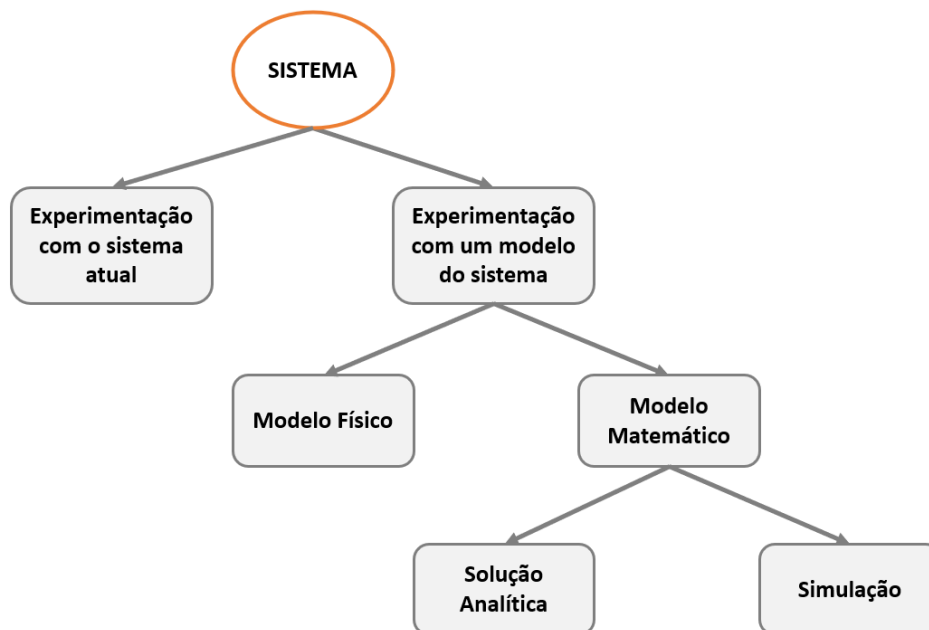


Figura 4- Formas de estudar um sistema, adaptado de (Law, 2015)

2.1.2. Estudo de Tempos

O estudo dos tempos é “uma técnica de medição de trabalho amplamente utilizada em processos de fabrico repetitivos” (ur Rehman et al., 2019) essencial para a eficiência de qualquer sistema de gestão de produção.

Por forma a compreender o estudo de tempo é necessário compreender o conceito “tempo-padrão” que se caracteriza pelo tempo necessário para produzir produtos num posto de trabalho tendo em consideração três fatores: o operador tem de ser qualificado e com experiência naquela operação, tem de trabalhar a um ritmo normal e realizar uma tarefa específica. (Meyers & Stewart, 2001)

Tabela 2- Impacto da implementação dos tempos-padrão segundo (Meyers & Stewart, 2001)

(Meyers & Stewart, 2001)	Estatísticas evidenciam que: indústrias que não estabelecem tempos-padrão têm um desempenho médio de 60%, e, em contrapartida, as que estabelecem, apresentam um desempenho médio de 85% (obtém-se uma subida de 42% na produtividade)
-------------------------------------	--

Nesse sentido, o autor (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020) define quatro etapas (Figura 5) para a realização de um Estudo de Tempos sobre o Estudo de Métodos realizado previamente. Por outras palavras, o Estudo de Tempos é realizado após a validação e implementação do plano de métodos de trabalho para que seja possível quantificar o tempo ganho por efeito da transformação e fixar os tempos-padrão.

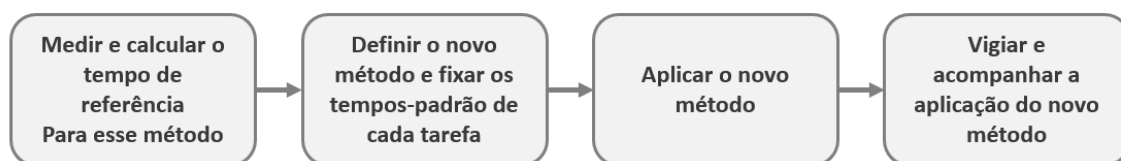


Figura 5- Implementação do Estudo de Tempos adaptado de (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020)

A determinação dos tempos pode ser realizada recorrendo a quatro diferentes técnicas que podem incluir um histórico ou medições por observação ou utilização de ferramentas para o efeito, nomeadamente (Figura 6):

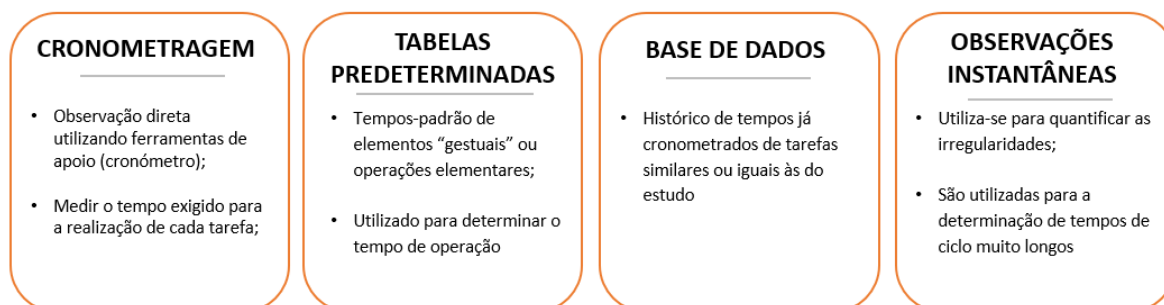


Figura 6- Técnicas para determinação de tempos-padrão, adaptado de (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020)

Contudo, a cronometragem direta é a que melhor se adequa à medição e determinação do tempo para realização de uma única tarefa (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020) e é o método mais utilizado na indústria para a medida do trabalho (Barnes, 1977). Assim sendo, este método exige uma metodologia de trabalho que garanta a transparência dos processos (Exertus, 2003) (Figura 7):

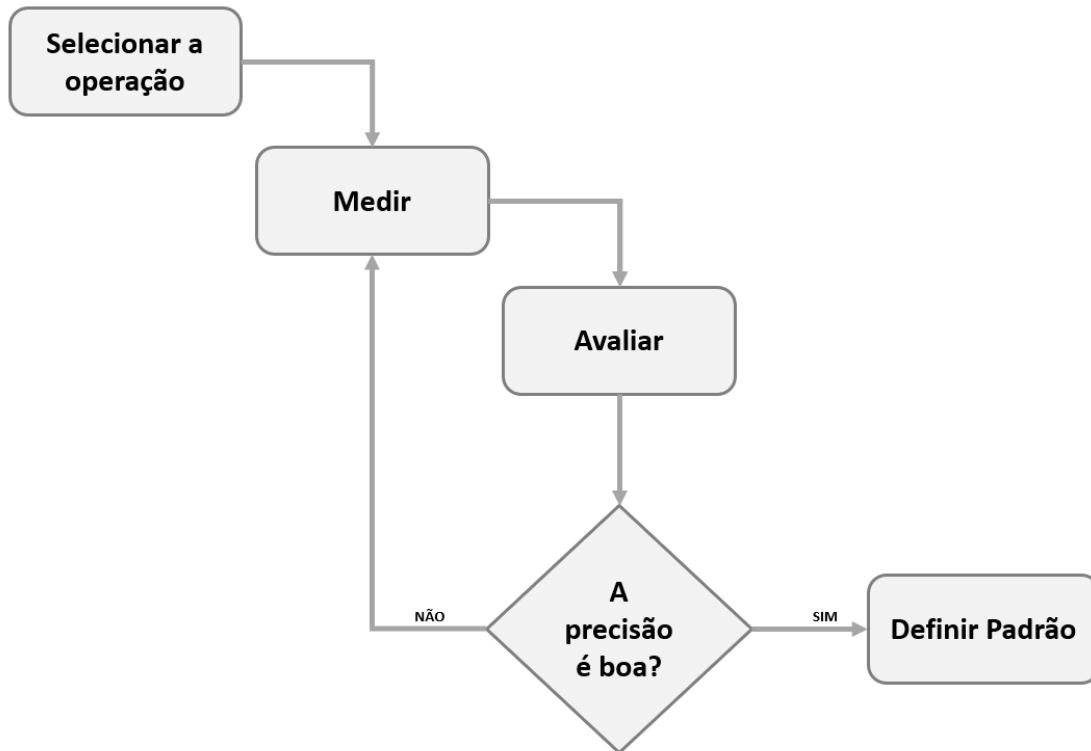


Figura 7- Fluxograma representativo das etapas do Estudo de Tempos, adaptado de (Exertus, 2003)

Esta técnica inicia-se com a **seleção e preparação da operação** onde se irá inserir o estudo. (Exertus, 2003). Nesse sentido, o primeiro passo é observar o processo e determinar os pontos de início/fim, permitindo a decomposição em tarefas/atividades únicas. (Yazdi et al., 2018)

É também durante a preparação do estudo que se deve proceder ao preenchimento do cabeçalho da folha de observação/registo que se vai utilizar (Exertus, 2003) e definir o número de ciclos a serem cronometrados dependendo daquilo que se pretende estudar (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020). Por fim, o responsável pela medição dos tempos deve elucidar o operador sobre todo o processo e verificar se se reúnem as condições necessárias para a sua execução, determinando o momento ideal para dar início à cronometragem. (Gaspar, 2016)

A fase mais morosa e crítica deste processo é a **medição dos tempos** não só pelo rigor exigido no registo como também pela necessidade de identificar, simultaneamente, anomalias que podem gerar constrangimentos no processo produtivo. (Urban & Rogowska, 2020)

Para que as medições sejam assertivas e precisas, é indispensável recorrer a ferramentas ou programas de software apropriados. (Yazdi et al., 2018) Contudo, é uma prática comum utilizar um conjunto de ferramentas versáteis e de fácil compreensão, nomeadamente, o cronómetro centesimal. (Centro Tecnológico do Calçado de Portugal, 2020) A técnica da cronometragem pode ser realizada seguindo três métodos, nomeadamente (Exertus, 2003):

- a cronometragem contínua: medição do ciclo de trabalho (tempo total de produção de um item) onde os tempos elementos são obtidos com a subtração sucessiva;
- a cronometragem com retorno a zero: medição de tempo de cada um dos elementos que integram o ciclo de trabalho, sendo que, quando terminado um elemento, a contagem volta a zero;
- a cronometragem de leitura fixa: associação da medição contínua e da medição com retorno a zero utilizando apenas um cronómetro com dois ponteiros.

Os resultados obtidos da medição devem ser **avaliados e analisados** no sentido de determinar o tempo necessário para executar um trabalho a um nível de desempenho definido (Jadhav et al., 2017).

2.2. *Lean Manufacturing*

O termo *Lean Manufacturing* é reconhecido, em contexto industrial, como um paradigma essencial no suporte à filosofia de melhoria contínua pela reformulação de processos, práticas e princípios da indústria (Smith A, 2015) de onde advêm melhorias ao nível do desempenho da empresa.

O conceito associado ao LM nasceu no Japão, em 1955, na Indústria Automóvel *Toyota Motor Company*, durante a idealização e projecção de um sistema de produção, o *Toyota Production System* (TPS), que evoluiu das constantes experiências de *Taiichi Ohno* (Shah & Ward, 2007). O sistema TPS, também conhecido por *Lean Manufacturing*, surgiu para revolucionar a indústria de produção e reinventar a fabricação em massa, colmatando problemas associados à rentabilidade e qualidade da linha de produção.

Womack et al. (1991) interpreta este novo sistema como uma combinação entre vantagens subjacentes a dois sistemas de produção totalmente dispares, identificando um ponto de equilíbrio entre eles. O sistema artesanal, que envolve uma produção mais demorada e cuidada, com uma mão de obra altamente qualificada aliada a ferramentas simples e flexíveis capazes de produzir itens únicos de acordo com os requisitos do consumidor. Por outro lado, o sistema de produção em massa, que recorre a profissionais especializados para fabricar, em grande escala, produtos padronizados, utilizando máquinas dispendiosas e especializadas nessa só tarefa.

Deste modo, o LM elimina as principais desvantagens de ambos os sistemas e nasce como o primeiro sistema de produção que visa uma fabricação de quantidades ajustadas à procura, associada a uma gama diversificada de produtos através da aquisição de trabalhadores multi-qualificados e máquinas cada vez mais flexíveis e automatizadas. (Womack et al., 1991)

A produção orientada pelo sistema *Lean*, ambiciona atingir quatro objetivos que, utopicamente, levariam à perfeição do desempenho: a diminuição constante de custos associados, a inexistência de produtos não conformes, a ausência de stock e uma vasta gama de novos produtos. (Womack et al., 1991) Assim sendo, seguindo a mesma linha de pensamento, Meyers e Stewart (2001) definem o LM como um conceito segundo o qual, os colaboradores trabalham, em conjunto, com um único objetivo: a eliminação de todas as formas de desperdício (i.e., *muda* em Japonês) no processo.

O conceito *muda* em contexto industrial, engloba todas as atividades que não acrescentam valor à produção, caracterizando as restantes atividades como aquelas que o cliente estaria disposto a pagar pela sua contribuição na conceção do produto. (Baysan et al., 2019)

Na perceção dos autores Meyers & Stewart (2001), não há ninguém na indústria que reconheça os desperdícios gerados numa atividade como os próprios trabalhadores. Assim sendo, o objetivo é fornecer-lhes as melhores ferramentas e técnicas de estudo, que ajudem na caracterização e eliminação do *muda*.

2.2.1. Técnicas e Ferramentas *Lean*

Desde a grande revolução da produção em massa provocada pelo sistema TPS, foram desenvolvidas ferramentas e técnicas específicas, capazes de tratar cada problema de acordo com a realidade em que se encontra, com foco na eliminação das atividades que não acrescentam valor.

Segundo o autor Liker (2004), o desempenho resultante do TPS (i.e., do *Lean Manufacturing*) é uma consequência direta da “excelência operacional” sustentada em dois importantes pilares:

- O **Just in Time (JIT)** que se refere a um sistema de produção *Pull*, direcionado para a redução de inventário. Esta limitação de stock é obtida através de uma produção controlada: “produzir o produto necessário, no tempo necessário e na quantidade necessária” (Tiwari et al., 2011)
- O **Jidoka** que significa “corresponder às expectativas do cliente (interno ou externo) fazendo bem à primeira vez e sempre” (Paulo Ávila et al., 2022). Este sistema obriga à paragem da produção sempre que são identificados erros ou defeitos que prejudiquem a qualidade do produto e a criação de operações e equipamentos que libertem os trabalhadores para a realização de atividades que acrescentem valor (Liker, 2004).

Estas ferramentas transformaram o conceito da produção em massa, onde os produtos eram apenas “cuspidos” de forma padronizada, em quantidades gigantes (Womack et al., 1991) independentemente da procura (sem requisitos ou planos de intervenção), numa produção cautelosa e prudente, direcionada ao cliente, aos colaboradores e à qualidade do produto.

Value Stream Mapping (VSM)

O conceito associado ao *Value Stream Mapping* (VSM) foi apresentado em 1998 pelos autores Rother & Shook, 1998) como um método de suporte à filosofia *Lean Thinking* capaz de identificar, através de uma representação visual, os desperdícios presentes no fluxo de produção.

A implementação prática do VSM consiste no mapeamento visual, em formato de gráfico e com recurso a símbolos específicos, de todo o fluxo de produção, desde o cliente até ao fornecedor, com o objetivo de ilustrar de forma sintética o estado atual (i.e., *As-Is*) do processo (Rother & Shook, 1998). Assim sendo, permite que qualquer pessoa seja capaz de visualizar e identificar, sequencialmente, todas as atividades que sucederam ao longo do processo produtivo/fornecimento e o período de tempo que demora cada uma delas. (Noto & Cosenz, 2021)

A esquematização recorre a uma metodologia do grafismo, para traduzir ações e atividades em símbolos representativos. À vista disso, deve-se ter em conta os seguintes símbolos (Figura 9):






	Representa uma Operação , todas ações que envolvam a modificação intencional do produto
	Representa um Transporte , traduz todas as movimentações a que o produto é submetido entre as operações
	Representa a Inspecção , sempre que o produto é examinado para identificação ou comparação com um Standard
	Representa uma Espera e ocorre quando uma operação planeada pelo operador não ocorre por motivos externos a ele
	Representa um Armazenamento , acontece quando o produto é mantido sob controle, e a sua movimentação requer uma autorização

Figura 9 - Símbolos utilizados na ferramenta VSM, adaptado de (Meyers & Stewart, 2001)

O mapeamento do fluxo atual de produção, permite a identificação de possíveis oportunidades de melhoria para a redução ou, se possível, eliminação dos desperdícios e, através disso, ilustrar um novo e melhorado fluxo de valor (fluxo *To-Be*) que, em conformidade com os princípios do *lean*, irá maximizar a eficiência e o desempenho do processo (Nur Hanis et al., 2020). Nesse seguimento, é essencial identificar e destacar três domínios que constituem o VSM, designadamente (Manjunath M. et al., 2014) (Figura 8):

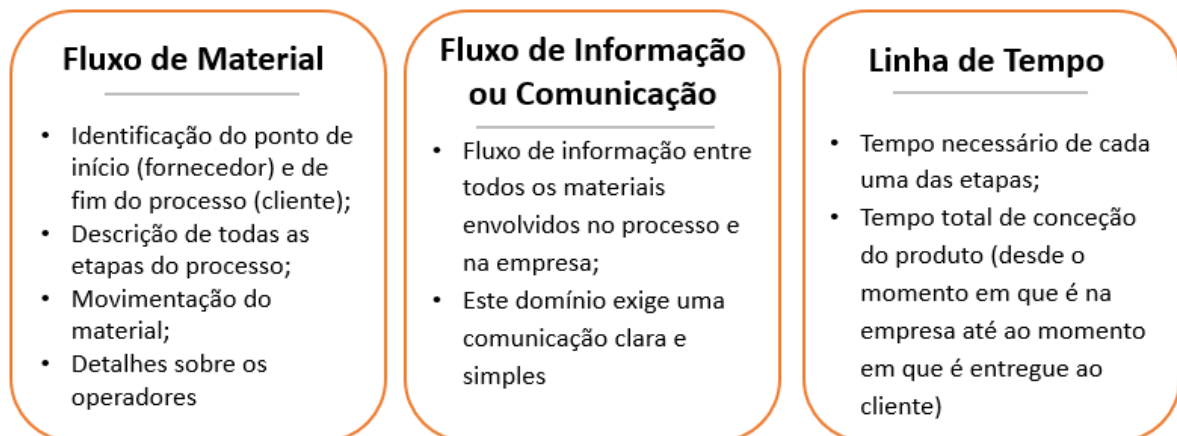


Figura 8- Três domínios que constituem o VSM, adaptado de (Manjunath M. et al., 2014)

A transformação de um VSM *As-Is* para uma versão *To-Be*, compreende um conjunto de cinco etapas sequenciais e essenciais para atingir os resultados pretendidos. A Figura 10 representa a sequência das etapas de acordo com o autor (Manjunath M. et al., 2014) e demonstra de que forma é que, de acordo com o autor (Tyagi et al., 2015), a melhoria contínua deve ser aplicada.

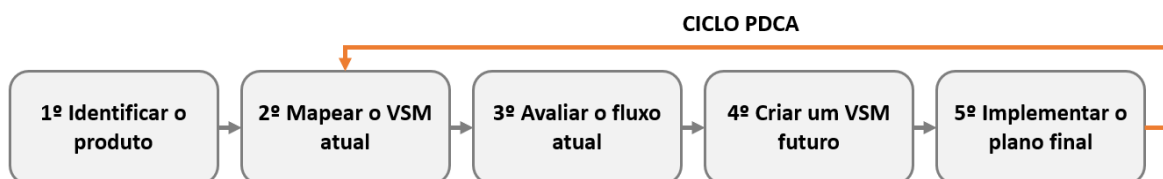


Figura 10- Etapas integrantes na criação de um mapa VSM, adaptado de (Manjunath M. et al., 2014)

Técnica dos 5S

A ferramenta dos 5S é reconhecida como uma das técnicas suporte que integra o sistema de gestão LM direcionada para a criação de ambiente de qualidade numa organização (Samuel, 1999). A sua denominação, advém de cinco palavras japonesas, com a letra inicial S. (Samuel, 1999) Cada uma das palavras representam uma ação que integra um conceito (Paulo Ávila et al., 2022) (Tabela 3):

Tabela 3- Denominação dos 5Ss, adaptado de (Liker, 2004)

Japonês	Inglês	Português
Seiri	Sort	Senso de Utilização
Seiton	Straighten	Senso de Arrumação
Seiso	Shine	Senso de Limpeza
Seiketsu	Standardize	Senso de Normalizar
Shitsuke	Sustain	Senso de Disciplina

Esta prática é direcionada para todas as áreas de uma empresa, especialmente no que diz respeito ao PT das empresas produtivas, sendo considerada como prioritária durante a implementação de um sistema de gestão *Lean*. A sua precedência a qualquer outra ferramenta, relaciona-se com a importância de criar um ambiente organizado, limpo e normalizado antes de colocar em prática outras ações de melhoria, caso contrário, o sucesso não é garantido. (Paulo Ávila et al., 2022)

Seiri (Senso de Utilização):

Esta ação é dirigida aos materiais/recursos e ferramentas. Cada posto de trabalho deve ser equipado por ferramentas e dispositivos de medição/ suporte necessários às tarefas realizadas pelo operador (Paulo Ávila et al., 2022). Esta ação consiste em retirar todos os materiais que são inúteis para o PT e identificar todos aqueles que raramente são utilizados (esta identificação é normalmente feita com uma marca/etiqueta vermelha (Liker, 2004)).

Seiton (Senso de Arrumação):

O Senso de Arrumação dirige-se para o grupo de ferramentas necessárias ao PT. Após selecionar o indispensável, devem ser definidos e etiquetados os lugares estratégicos de cada ferramenta ou família de ferramentas (Liker, 2004). Este conceito está associado ao estudo de Métodos e Tempos e à análise da ergonomia (Paulo Ávila et al., 2022) com o objetivo de otimizar o tempo.

Seiso (Senso de Limpeza):

Este conceito está associado à limpeza do PT (Liker, 2004). É uma ação de limpeza total do local de trabalho e conservação dos equipamentos e materiais com a realização da manutenção autónoma da responsabilidade do operador. Esta manutenção exige um conhecimento aprofundado dos equipamentos. (Paulo Ávila et al., 2022)

Seiketsu (Senso de Normalização):

O Senso de normalização é a ação que sistematiza todas as três ações anteriores e formaliza-as como tarefas incorporadas à operação para que não sejam esquecidas ou adiadas, levando ao insucesso da ferramenta. Cada um dos postos deve ter estipulado um conjunto de normas que sustentam as primeiras ações (Liker, 2004).

Shitsuke (Senso de Disciplina):

Por último, o Senso da Disciplina que é o processo de praticar e repetir o que foi implementado (Samuel, 1999). Para que a técnica dos 5S demonstre resultados é imprescindível que as tarefas sejam parte integrante da cultura da empresa. (Paulo Ávila et al., 2022)

De acordo com o autor (Paulo Ávila et al., 2022), ultimamente tem sido introduzido um sexto S relacionado com a segurança. Esta ação provém das cinco ações anteriormente mencionadas, contudo, sempre que existirem incertezas que possam comprometer a segurança, o sexto S deve entrar em ação para que sejam implementadas todas as medidas de segurança.

Controlo do fluxo produtivo: *Kanban*

O *Lean Manufacturing* assenta numa abordagem JIT centrada na gestão da produção que consiste na aquisição dos materiais apenas quando os componentes são fabricados e na produção de produtos finais de acordo com a necessidade do cliente. (Paulo Ávila et al., 2022)

O sistema de controlo *Pull* do fluxo de produção (Figura 11) envolve uma contracorrente de pedidos face à progressão da produção (Paulo Ávila et al., 2022). Por outras palavras, a produção efetuada numa célula, depende da procura das células subsequentes (Huang & Kusiak, 1996). Esta informação detalhada do produto pode ser obtida por meio de *Kanbans*. (Huang & Kusiak, 1996)

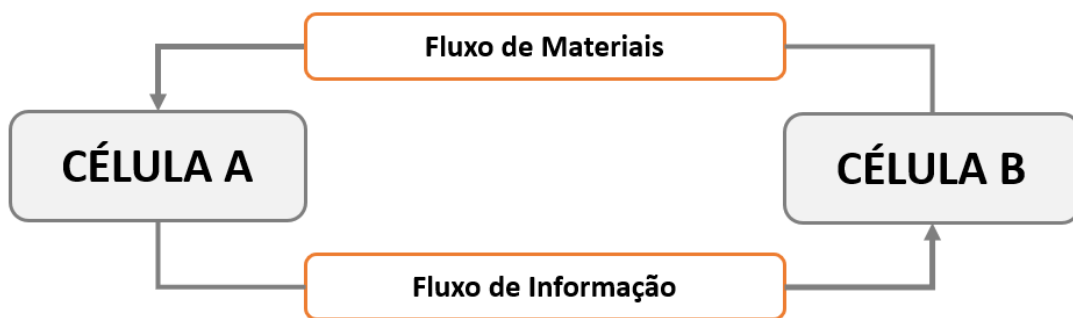


Figura 11- Representação de um Sistema Pull, adaptado de (Paulo Ávila et al., 2022)

A ideia associada ao conceito *Kanban*, que significa “cartão visível” (Paulo Ávila et al., 2022), foi criada com o objetivo de reduzir o inventário, o tempo de ciclo de produção e o tempo da troca de informação, com vista à melhoria da produtividade. (Huang & Kusiak, 1996)

A produção JIT com suporte à ferramenta visual, o *Kanban*, ganhou popularidade pela sua simplicidade e eficácia em ambientes de produção repetitivo (Huang & Kusiak, 1996) e por proporcionar a interligação e coordenação entre os PT/células ou secções/departamentos. A coordenação é alcançada com o lançamento de “cartões” retangulares de instrução, que servem como autorização para produzir ou utilizar componentes. (Dennis, 2015)

De acordo com o autor (Paulo Ávila et al., 2022), existem dois tipos de *kanban* utilizados para identificar o componente, o contentor e a quantidade a produzir ou transportar, nomeadamente:

- *Kanbans de produção*, que são lançados para especificar o tipo e a quantidade necessária de produto que o processo a montante tem de produzir;
- *Kanbans de utilização*, que são enviados para especificar o tipo e o limite de quantidade de produto que o processo a jusante pode retirar.

Single Minute Exchange of Die (SMED)

A flexibilidade da produção pode ser considerada como uma vantagem competitiva da empresa e de destaque num mercado cada vez mais globalizado, produzindo menos quantidades, mas apresentando uma grande variedade de itens. Contudo, alcançar a flexibilidade da produção conduz a um aumento significativo do tempo de preparação das máquinas. (Costa et al., 2013)

A ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED) visa reduzir, de forma eficiente, esses tempos de preparação, dando suporte no aumento da flexibilidade da empresa. (Costa et al., 2013) Nesse sentido, são identificados dois tipos de operações de configuração (Pellegrini et al., 2012):

- internas, que englobam todas as operações de configuração que só podem ser realizadas quando a máquina se encontra parada; (Kulkarni & Lahiri, 2020; Paulo Ávila et al., 2022)
- externas, que compreende as operações de configuração que podem ser concluídas com a máquina está em funcionamento; (Kulkarni & Lahiri, 2020; Paulo Ávila et al., 2022)

A implementação desta ferramenta integra quatro fases sequencias que devem ser seguidas, nomeadamente (Tabela 4):

Tabela 4- Etapas de implementação do SMED segundo diversos autores

ETAPA PRELIMINAR	Analisar a situação atual da empresa sem diferenciar as configurações externas das configurações internas (Kulkarni & Lahiri, 2020)
ETAPA 1	Decomposição do processo de configuração nas operações elementares: configurações externas e internas (Paulo Ávila et al., 2022)
ETAPA 2	Conversão das configurações internas nas configurações externas (Kulkarni & Lahiri, 2020) uma vez que as internas representam cerca de 50% do tempo total da configuração (Paulo Ávila et al., 2022)
ETAPA 3	Melhoria das operações elementares (Kulkarni & Lahiri, 2020) com a introdução de, por exemplo, soluções automáticas e alterações de baixo custo nas ferramentas (Paulo Ávila et al., 2022)

No livro *An revolution in Manufacturing: The SMED system*, o criador deste método representa, de uma forma esquemática, a evolução progressiva das etapas que compõem todo o processo de implementação da ferramenta SMED (Figura 12).

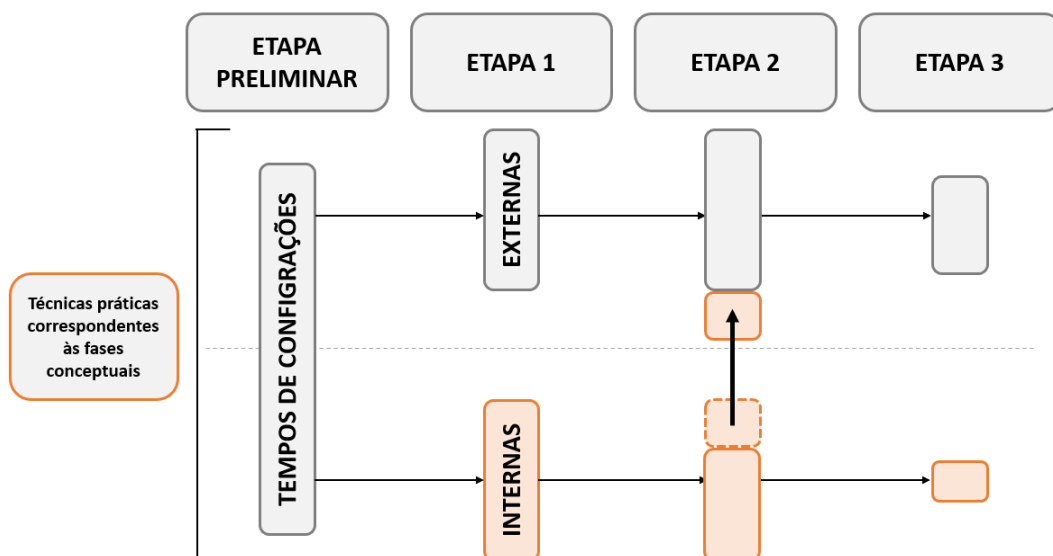


Figura 12- Representação esquemática do SMED, adaptado de (Shingo, 1985)

2.3. Digitalização da Indústria

A quarta revolução industrial estabelece o fim da utilização autónoma de ferramentas tradicionais de controlo da produção (Almada-Lobo, 2015) e introduz a integração de sistemas e tecnologias (Palade et al., 2021). As empresas produtivas atravessam uma transformação digital com o objetivo de se tornarem “fábricas inteligentes”, capazes de proporcionar uma resposta mais eficiente às exigências do mercado, utilizando tecnologias que o permitam (Almada-Lobo, 2015). Neste capítulo serão abordadas tecnologias de Recolha e Pré-Processamento de Dados, Sistemas de Informação Empresariais, *Business Analytics*, *Digital Twin* e *Digital Shadow*.

2.3.1. Tecnologias da Recolha e Pré-Processamento de Dados

O termo “fábricas inteligentes” surgiu para identificar as indústrias capazes de acompanhar e analisar, de forma automatizada, a produção. A digitalização do chão de fábrica tem por base a associação das máquinas a dispositivos inteligente capazes de recolher e partilhar dados através de sistemas de informação. (Palade et al., 2021)

Plataforma IoT

O termo *Internet of Things* (IoT) é o termo mais popular (Radouan Ait Mouha, 2021) e hipotético (Kosmatos et al., 2011) no mundo da tecnologia de informação e “define um ambiente global onde a *Internet* é o centro da conectividade de todos os dispositivos inteligentes” (Fatorachian & Kazemi, 2018). É um conceito que, apesar de ser definido por diferentes autores, não é possível limitá-lo e, por esse motivo, não possui uma única definição aprovada pela comunidade mundial de utilizadores. (Madakam et al., 2015)

Segundo Madakam et al., existe um conceito comum entre todas as definições que sugere que o conceito de *Internet* passou desde “ser sobre dados criados pelas pessoas para ser sobre dados criados por coisas” (Madakam et al., 2015), e define IoT como sendo “uma rede aberta e abrangente de objetos inteligentes que têm a capacidade de se auto-organizarem, partilharem informação, dados e recursos, reagir e agir face a situações e mudanças no ambiente”.

O termo *Things* (i.e., Coisas) utilizado no conceito IoT, refere-se a qualquer dispositivo, com um sensor tecnológico incorporado, que seja capaz de recolher dados e enviá-los, automaticamente, através da rede. Estes sensores tecnológicos interagem com estados internos ou com o ambiente externo, determinando como é feito o processo da tomada de decisão. (Radouan Ait Mouha, 2021)

A IoT está a emergir como uma rede que relaciona objetos de diferentes naturezas, físicos ou virtuais, de forma global (Aggarwal & Lal Das, 2012), permitindo, independentemente do momento ou do lugar, uma conexão para qualquer objeto e não só para qualquer um (Kosmatos et al., 2011), surgindo três possíveis interações: humano/ humano, humano/coisa e coisa/coisa (Aggarwal & Lal Das, 2012). Esta relação possibilita, nomeadamente às empresas, adquirir um acompanhamento de cada um dos objetos físicos e, simultaneamente, manter uma preocupação de privacidade e segurança. (Kosmatos et al., 2011)

A plataforma é de natureza complexa por ser um conceito muito amplo e ilimitado. (Radouan Ait Mouha, 2021) Esta complexidade em redor do IoT, compreende um subconjunto, mais específico, denominado de *Industrial Internet of Things* (IIoT).

A Figura 13 reflete a visão do autor (Abdur Razzaq et al., 2017) sobre a definição da IoT, transparecendo a genericidade desta solução. Nesse sentido, a sua aplicação depende fundamentalmente da sua arquitetura. (Radouan Ait Mouha, 2021)

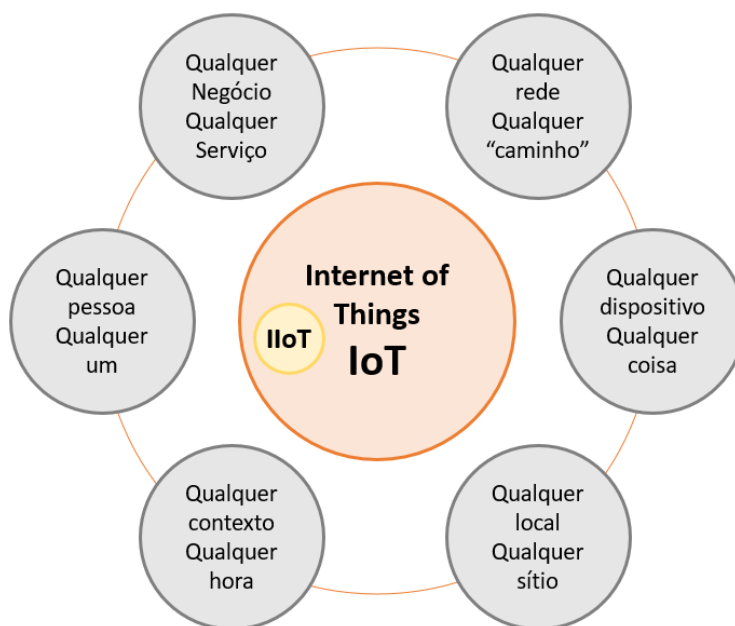


Figura 13- Genericidade da IoT (Abdur Razzaq et al., 2017) e introdução de IIoT

Em contexto industrial, o IIoT abrange os domínios da relação Máquina/Máquina (M2M) bem como as tecnologias de comunicação industrial com as aplicações de automação. (Sisinni et al., 2018) Nesse sentido, o IIoT é considerado como o pilar da produção digital “e consiste em ligar todos os bens industriais, incluindo máquinas e sistemas de controlo, com os sistemas de informação e os processos empresariais.” (Sisinni et al., 2018) O IIoT proporciona às indústrias soluções rápidas e dinâmicas às mudanças inesperadas, com a análise e tratamento dos dados recolhidos em enormes quantidades e em tempo real. (Sisinni et al., 2018)

Assim como a definição de IoT, não existe uma arquitetura de IoT definida e específica que seja universalmente aceite. Ao longo dos anos, foram propostas diferentes versões de arquiteturas de multicamadas. (Gunturi et al., 2018) Contudo, a implementação da IoT deve considerar uma arquitetura padrão capaz de suportar futuras extensões bem como garantir as suas características. (Romdhani et al., 2015) Existem algumas arquiteturas de referência, nomeadamente, a arquitetura de três camadas que progrediu, na visão de alguns investigadores, para uma arquitetura de cinco camadas (Figura 14) ou até de seis camadas como sugeriu o autor Gunturi et al. (2018).

A arquitetura de três camadas, uma arquitetura de alto nível (Romdhani et al., 2015), integra, tal como a designação sugere, três camadas (Figura 14). A primeira, denominada por camada de perceção, é a camada física composta, principalmente, pelas “coisas inteligentes” (Radouan Ait Mouha, 2021) como sensores, atuadores e outros sistemas/tecnologias de identificação para recolha de dados e informação de dispositivos pertencentes à rede (Gunturi et al., 2018) e que interagem com o meio envolvente (Radouan Ait Mouha, 2021). Estes sensores têm a capacidade de detetar parâmetros físicos e identificar outros dispositivos inteligente no mesmo ambiente (Radouan Ait Mouha, 2021). Esta camada é responsável por converter toda a informação recolhida em sinais digitais apropriados à transmissão em rede (Romdhani et al., 2015).

A segunda camada é reconhecida como a camada de rede e é responsável pelo processamento dos dados recolhidos pelos dispositivos inteligente, na camada de percepção (Romdhani et al., 2015). Para além disso, esta camada de rede é responsável pela conexão a outros dispositivos inteligentes, dispositivos de rede, servidores (Sethi & Sarangi, 2017) e pela transmissão dos dados para a camada de aplicação, por via de tecnologias de rede com ou sem fios e redes locais. (Romdhani et al., 2015).

A terceira, e última camada, é a camada de aplicação, que utiliza os dados processados pela camada de rede (Romdhani et al., 2015) para prestar serviços específicos de acordo com a aplicação do utilizador. Nesta fase, o utilizador final interage com a aplicação inteligente (Gunturi et al., 2018)

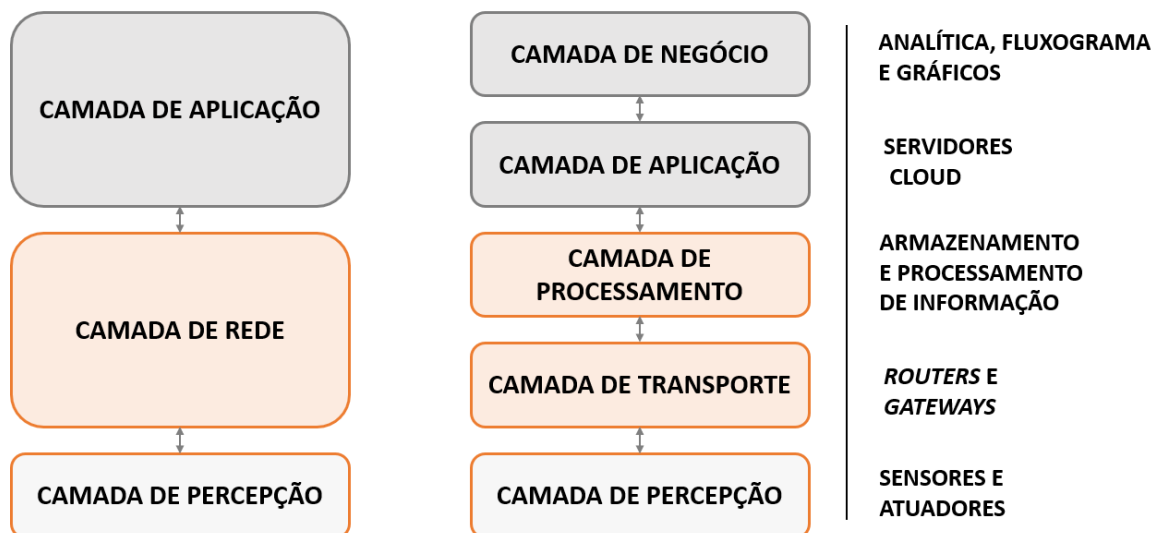


Figura 14- Arquitetura de três camadas vs arquitetura de cinco, adaptado de (Sethi & Sarangi, 2017)

A arquitetura de cinco camadas integra as três camadas mencionadas anteriormente. Contudo, é adicionada uma nova camada, a camada de negócio, e a camada de rede divide-se em duas camadas: de processamento e de transporte.

A quantidade de dados transmitidos pela rede é exorbitante e, por esse motivo, é necessário que exista um *software* intermédio capaz de analisar, processar e armazenar todos os dados. Sendo o principal requisito da IoT a troca de informação (Kang & Zhongyi, 2012), a camada de processamento utiliza tecnologias como a computação em nuvem para realizar exatamente isso (Romdhani et al., 2015). Assim sendo, a camada de transporte apenas transfere os dados recolhidos da camada de percepção para a camada de processamento. (Sethi & Sarangi, 2017)

A camada de negócio coordena todo o sistema IoT, tanto as atividades como os serviços. (Al-Fuqaha et al., 2015) Esta camada fornece, em tempo real, suporte visual em formato de gráficos, estatísticas e fluxogramas, sobre a solução fornecida pela camada de aplicação, permitindo obter mais informações por meio de gráficos, e estatísticas. (Isravel et al., 2020)

Interoperabilidade

De uma forma geral, é então possível caracterizar o IoT como “um paradigma onde os objetos do quotidiano podem ser equipados com capacidades de identificação, deteção, ligação em rede e de processamento que lhes permitirão comunicar um com o outro, com outros dispositivos e com serviços através da *Internet* para atingir um objetivo” (Whitmore et al., 2015). Contudo, a ligação à *Internet* nem sempre é suficiente para adquirir a interação pretendida entre os objetos. É importante que as “coisas” sejam “encontradas, acedidas, geridas e potencialmente ligadas a

outras”, ou seja, que exista um certo grau de interoperabilidade, superior ao que é oferecido pela *Internet*. (Blackstock & Lea, 2014)

A comunidade ETSI (*European Telecommunications Standarts Institute*) descreve a interoperabilidade como um termo que possui diferentes significados de acordo com o contexto em que é utilizado. Porém, de entre as diferentes definições que lhe atribui, destacam-se duas:

Tabela 5- Definição de Interoperabilidade na visão de (van der Veer & Wiles, 2008)

(van der Veer & Wiles, 2008)	“...capacidade de dois sistemas interoperarem utilizando o mesmo protocolo de comunicação”
	“capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes para trocar dados e utilizar a informação”

A interoperabilidade é um conceito crucial no desenvolvimento da plataforma IoT devido à heterogeneidade das soluções tecnológicas que a integram. (van der Veer & Wiles, 2008) Num mundo tão diversificado como o mundo físico, cada “coisa” inteligente tem as suas próprias características, sejam elas a capacidade de informação, de processamento ou de comunicação, e as suas próprias condições. (Mattern & Floerkemeier, 2010). Assim sendo, não é garantido que, dois dispositivos que assentam nas mesmas normas, sejam interoperáveis, pelo que é necessária a integração de sistemas. (Friess et al., 2009)

Integração de sistemas

A Gartner (2022) define o conceito de integração de sistemas como “o processo de criação de um sistema de informação complexo que pode incluir a conceção ou construção de uma arquitetura ou aplicação personalizada, integrando-a com um *Hardware*, novo ou já existente, um *Software*, “empacotado” e personalizado, e com as comunicações. (...)”. A integração de sistemas de uma empresa pode ser horizontal ou vertical (Palade et al., 2021), dependendo da amplitude de integração que se pretende.

A integração horizontal refere-se à integração dos vários sistemas utilizados nas diferentes fases dos processos de fabrico e planeamento empresarial que envolvem uma troca de materiais, energia e informação no interior de uma empresa (por exemplo, logística, produção) assim como com o exterior (empresas da rede de fabrico). (Liu et al., 2015)

A integração vertical relaciona-se com a integração de sistemas inteligentes nos diferentes níveis hierárquicos de uma organização, desde a interface homem/ máquina, dos sensores, atuadores, controladores, entre outros. (Liu et al., 2015) Esta integração não se limita aos níveis hierárquicos tradicionais, incorporando desde o mais pequeno sensor até ao nível de negócios da organização, agregando todas as informações, de todas as áreas, de toda a organização.

2.3.2. Sistema de Informação Empresariais

Os sistemas de informação (SI) empresariais são sistemas desenvolvidos para empresas com o propósito de recolher, armazenar e distribuir informação relevante para apoiar operações, suportar tomadas de decisão e gerir toda a empresa. Existem várias aplicações que desempenham o papel de sistema de informação, entre elas, *Manufacturing Execution System* (MES) e *Enterprise Resource Planning* (ERP). (Palade et al., 2021)

Enterprise Resource Planning

O sistema ERP é um sistema de informação que se correlaciona com o domínio empresarial na gestão estratégica da empresa. (Palade et al., 2021) Trata-se de uma solução de *software* abrangente que integra uma diversidade de funções e processos de uma empresa de forma a fornecer uma visão holística de todo o negócio (Klaus et al., 2000) com a coordenação do fluxo de dados dos processos que o integram. De uma forma geral, o ERP é um sistema de transação de gestão com capacidades superiores de processamento de informação e de armazenamento de dados numa única base de dados (Akkermans et al., 2003).

Os sistemas de informação *computer-based*, como o sistema ERP, aquando da sua implementação podem ser analisados de acordo com os níveis ou camada que compreendem. Nesse sentido, o autor Amini et al (2020) apresenta uma arquitetura lógica que demonstra de que forma é organizado o sistema ERP de forma a apoiar os requisitos funcionais do negócio bem como os utilizadores finais (Figura 15):

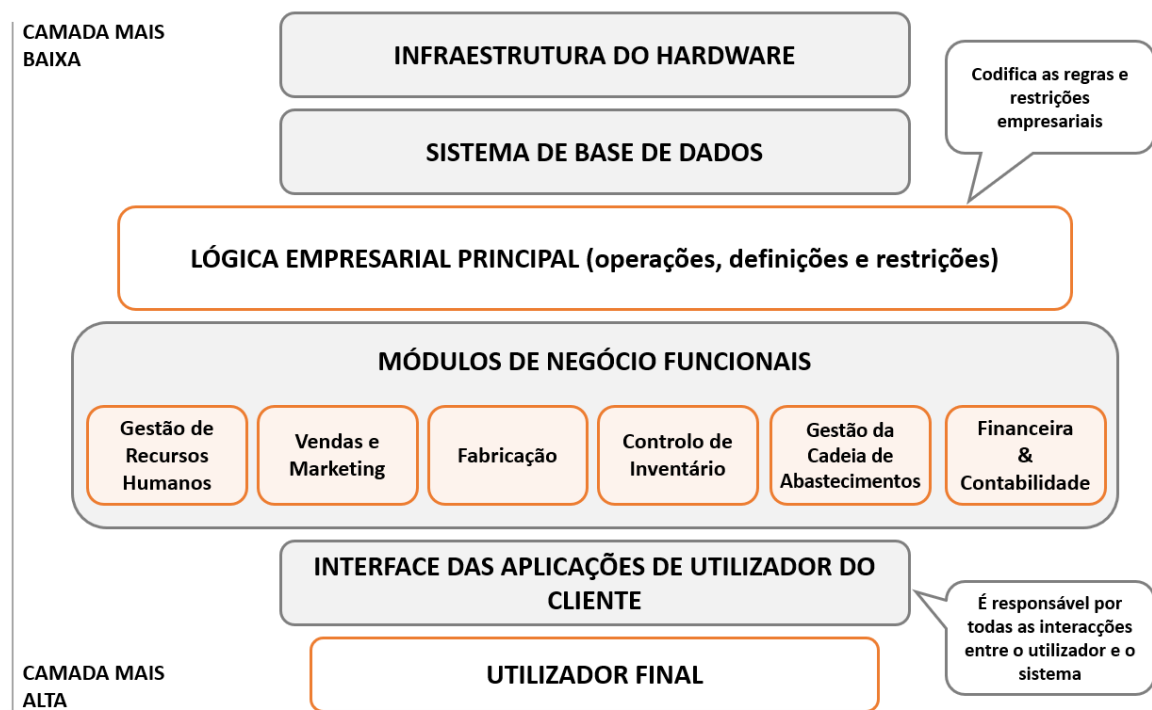


Figura 15- Arquitetura de um Sistema ERP, adaptado de (Amini et al., 2020)

Manufacturing Execution System

O sistema *Manufacturing execution System* (MES) é considerado como um meio para “aumentar a transparência, capacidade de resposta e eficiência de custos” de uma empresa. (Kletti, 2007) Trata-se de um *software* industrial direcionado para o chão de fábrica, em contexto de produção, pertencente ao domínio de controlo (de acordo com a norma ISA-95), e foi desenvolvido com vista à gestão e controlo das operações da produção (Palade et al., 2021)

De acordo com a MESA (*Manufacturing Enterprise Solutions Association*) International, o MES é definido como um sistema que fornece informações necessárias à otimização das atividades da produção, desde o momento em que uma encomenda é lançada até ao momento em que é obtido um produto final. (MESA International, 1997)

Estas informações resultam de dados precisos e atualizados que são utilizados para guiar, iniciar, responder e informar, em tempo real, os colaboradores sobre todas as atividades do chão de fábrica, permitindo uma resposta imediata às mudanças. Por consequência, possibilita melhorias ao nível do retorno dos ativos operacionais, das entregas dentro do tempo estimado, da rotação de inventário, da margem bruta e do desempenho do fluxo de caixa. Para além disso, fornece informações sobre as atividades de produção da empresa através de uma comunicação bidirecional. (MESA International, 1997)

De um ponto de vista mais geral, e no sentido de enquadrar o MES na gestão da empresa, os autores Mantravadi e Møller (2019) definem o MES como um *Software* de gestão *Online* das atividades do chão de fábrica capaz de fazer a ponte entre o sistema de planeamento (como o sistema ERP) e os dispositivos de controlo inteligentes (como sensores e outros dispositivos), utilizando a informação de fabrico para suportar os processos de produção. (Mantravadi & Møller, 2019) Por outras palavras, é uma alternativa capaz de fazer a ligação entre o sistema de gestão ERP com as atividades do chão de fábrica (Figura 16).

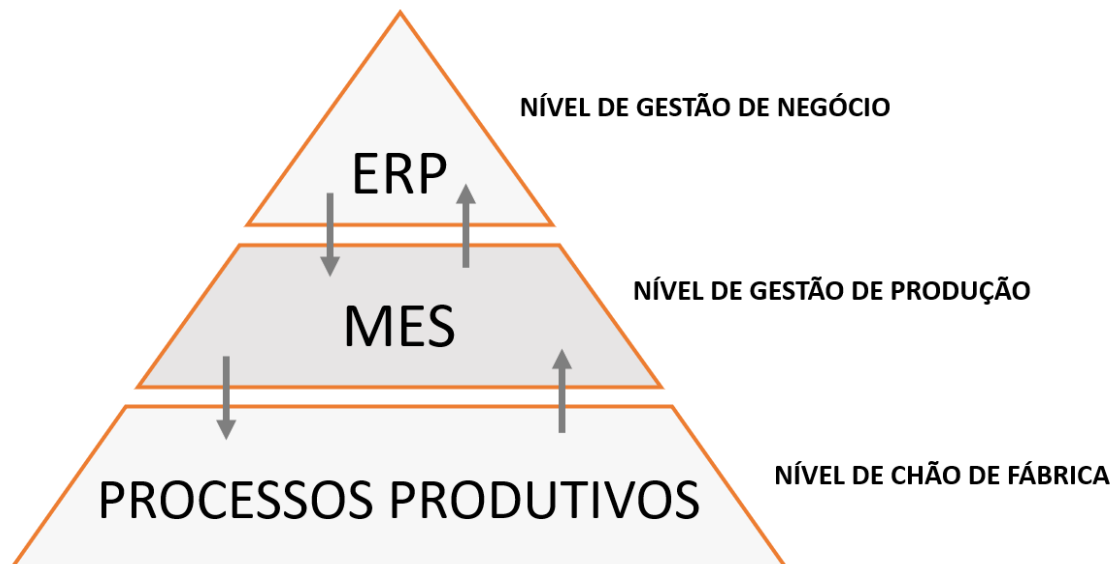


Figura 16- Sistema de Gestão Integrado de Produção de acordo com a norma ISA-95

- **Integração MES/Chão de fábrica:** O software MES subdivide o plano de produção em plano de qualidade e plano de custos, e fornece ao plano de produção, parâmetros operacionais de otimização da produção, instruções, lista de peças, faltas de material e relatórios de análise da produção. Nesse sentido, obtém-se informação sobre todo o processo, a inspeção de qualidade, da utilização do material, dos parâmetros de operação do equipamento e informações anormais do chão de fábrica para o sistema MES. (Yang et al., 2017)
- **Integração ERP/MES:** O ERP envia para o MES o plano de produção, de qualidade e de custos e o MES devolve a “agenda” da produção, a qualidade do material, o consumo de energia, a capacidade de produção, o equipamento, pessoal e informação de custos de produção. (Yang et al., 2017)

O autor *McClellan*, identifica sete funções essenciais, e nove de suporte, que um sistema MES deve cumprir (Figura 17):

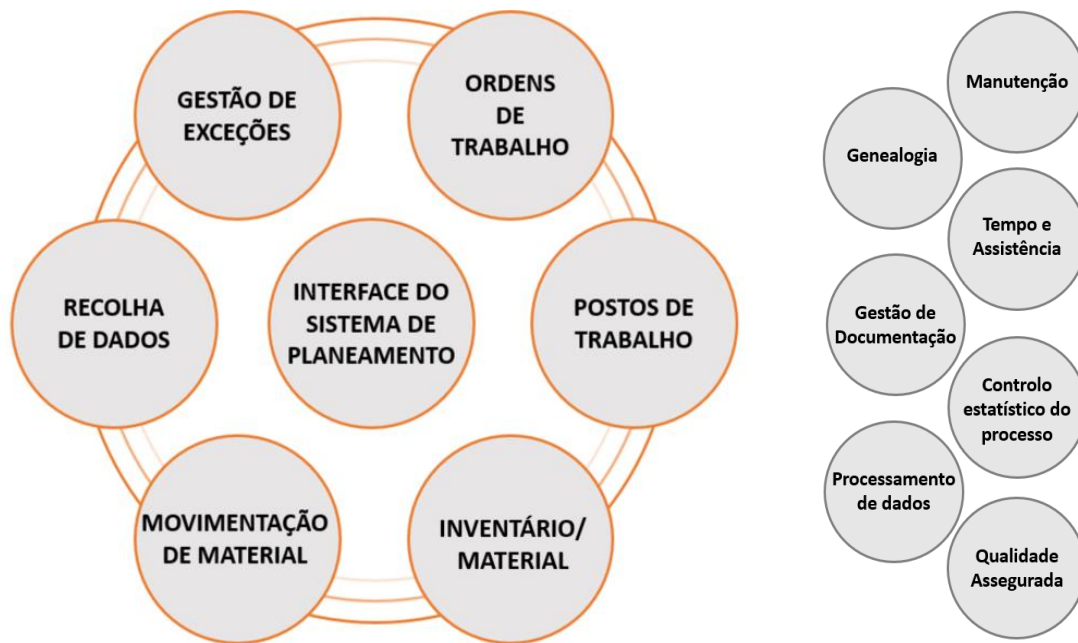


Figura 17- Funções Essenciais e de Suporte de um Sistema MES, adaptado de (McClellan, 2000)

- Interface do Sistema de Planeamento: Uma das principais funções do MES é a integração ao sistema de planeamento. Esta associação deve ser feita para que seja possível aceitar ordens de trabalho (e outro tipo de dados) e para fornecer, se necessário, informação guardada. A troca de informação deve ser bidirecional; (McClellan, 2000)
- Ordem de trabalho (OT): O MES liberta as OTs para a produção e estabelece uma lista de prioridades, mantendo, de forma atualizada, uma visão constante sobre o estado de cada encomenda; (McClellan, 2000)
- Postos de Trabalho: Outra função do MES reside na gestão dos PT, sendo responsável por implementar e orientar as OTs bem como configurar os PT. Adicionalmente, deve realizar o planeamento, a programação e o processamento de cada PT de forma a fornecer a carga atual de trabalho de acordo com os tempos-padrão; (McClellan, 2000)
- Inventário/ Material: O sistema é também responsável por guardar, de forma atualizada, detalhes sobre o inventário, nomeadamente das operações que ocorrem desde o momento em que o armazém recebe a mercadoria no cais de carga, até ao momento em que os materiais são armazenados. Desta forma, é criado um mapa da localização de cada material (incluindo o WIP); (McClellan, 2000)
- Movimentação do Material: A movimentação de materiais é controlada pelo MES em sistemas que podem ser manuais ou automático, ou seja, através da emissão de pedidos de movimento manual ou pela emissão de comandos para sensores de controlo de sistemas de manipulação de materiais; (McClellan, 2000)
- Recolha de Dados: A recolha de dados do chão de fábrica é uma das funções mais importante do MES sendo o “os olhos e os ouvidos” do sistema, de forma que seja atualizado em tempo real. Esta recolha é realizada com recurso a dispositivos inteligentes e permite a comunicação entre toda a organização; (McClellan, 2000)

- **Gestão de Exceções:** O *software* MES permite que uma organização esteja preparada para dar resposta às exceções que acontecem no decorrer da produção. Deste modo, o MES tem de ser capaz de fornecer ações alternativas às exceções. (McClellan, 2000)

No que diz respeito à implementação de uma solução MES, o autor (Govindaraju & Putra, 2016) propõe uma metodologia de cinco etapas (Figura 18):

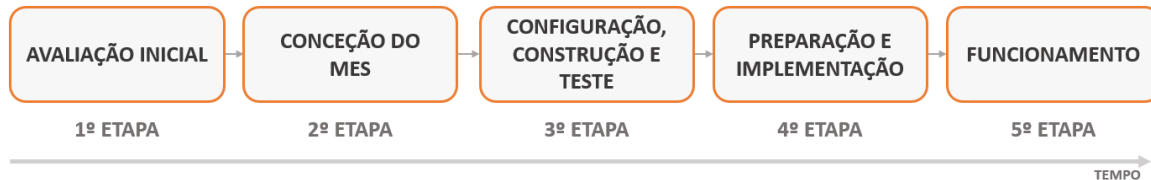


Figura 18- Etapas de Implementação do Sistema MES, adaptado de (Govindaraju & Putra, 2016)

- **1ª Etapa-Avaliação Inicial:** Um projeto MES inicia-se com a determinação e análise do âmbito do sistema, dos processos de fabrico e da recolha dos requisitos necessários; (Govindaraju & Putra, 2016)
- **2ª Etapa-Conceção do MES:** De seguida, na segunda fase, os requisitos são mapeados com as funcionalidades do ERP e esquematizados os processos e os pontos de contacto da integração. Este mapeamento é realizado utilizando esquemas de modelação, *Integration Definition for Process Modelling* (IDEF0) que ilustrem a sequência dos processos e as interações, e diagramas de sequência *Unified Modeling Language* (UML), no sentido de perceber de que forma é que a comunicação evolui. Esta esquematização deve ser realizada, primeiramente, para o modelo de sequência atual (*As-Is*), considerando informação recolhida no momento. Posteriormente, devem ser modelados os diagramas de sequência *To-Be*, de acordo com as especificações que se pretende implementar dentro da empresa; (Govindaraju & Putra, 2016)
- **3ª Etapa-Configurar, construir e testar:** A terceira e mais morosa etapa, incide na configuração, construção e verificação dos componentes do módulo de acordo com as especificações da conceção aprovadas (desenvolvidas a par com os requisitos). Dito de outra forma, o MES é desenvolvido, realiza-se a migração dos dados e o software é sujeito a provas de teste; (Govindaraju & Putra, 2016)
- **4ª Etapa-Preparação:** A penúltima fase está associada à preparação final para a implementação final do sistema. Os treinos são entregues e é desenvolvido tanto o plano de *cutover* como as atividades de resolução de problemas; (Govindaraju & Putra, 2016)
- **5ª Etapa-Funcionamento:** A quinta e última fase é onde o sistema MES é colocado em funcionamento. Esta fase também compreende o suporte pós-projeto, no sentido de ajudar os utilizadores na compreensão e adaptação do novo sistema, e uma auditoria final associada à qualidade do sistema. (Govindaraju & Putra, 2016)

2.3.3. Business Analytics

Big Data Analytics

A evolução de sistemas de recolha de dados, em tempo real e em grande “quantidade”, obrigaram a uma adaptação dos sistemas tradicionais de análise. Nesse sentido, o *Big Data Analytics* (BDA) surgiu como uma área de estudo que tem a capacidade de tratar, analisar e fornecer informações sobre uma grande quantidade de dados (Duan & Xiong, 2015), com uma enorme diversidade, entregues a várias velocidades e frequências (Russom, 2011). Estes dados são considerados como uma matéria-prima (MP) poderosa, com um grande muito impacto no desempenho de uma empresa. (Zhou et al., 2014)

A análise de dados é uma peça crucial para a evolução de qualquer área (seja negócio, engenharia, educação, ciência, entre outros) pela informação valiosa que se retira dela, contudo, cada uma das áreas requer diferentes técnicas analíticas (Duan & Xiong, 2015).

Assim sendo, o autor Demchenko et al. (2014) descreve o objetivo das tecnologias de análise de dados como “o processamento de dados de alto volume, alta velocidade, dados de alta variedade, para extrair o valor de dados pretendido e assegurar uma capacidade alta dos dados originais e obter informações que exijam formas rentáveis e inovadoras de processamento de dados e informações para uma melhor percepção, tomada de decisões e controlo de processo (...)”.

O termo *Data Analytics* representa qualquer análise a qualquer tipo de dados, permitindo uma aplicação ampla a quase todas as áreas, gerando múltiplos benefícios a áreas como à de negócio, existindo diversas aplicações para o caso. Nesse contexto, nasceu o termo de *Business Analytics* para qualquer tipo de análise de dados que se enquadre em problemas de negócio. (Duan & Xiong, 2015) Esta análise integra um conjunto de ferramentas baseadas em análises preditivas, estatística, *data mining*, inteligência artificial, entre outras. (Russom, 2011)

Até à década atual, os dados em grandes quantidades representavam um problema para as empresas, contudo, devido à evolução das tecnologias, este termo apresenta-se como uma oportunidade de negócio. Esta oportunidade é gerada a partir da informação que, antes desconhecida, fornece às empresas uma visão geral do estado atual da empresa e do negócio. No ano de 2011, numa amostra de 325 empresas, cerca de 74% das organizações já praticavam análise de dados, contudo, apenas 34% delas, aplicavam essa análise a grandes dados. (Russom, 2011)

A realização de estatísticas sobre a aplicação de BDA, revelou dados interessantes, nomeadamente, uma lista de possíveis benefícios gerados. Assim sendo, de entre todos os benefícios encontrados, os quatro que se encontravam no topo da lista (Tabela 6) demonstram que, qualquer coisa que envolva os clientes, pode beneficiar com a utilização do BDA (Russom, 2011).

Tabela 6- Exemplos de possíveis benefícios gerados da aplicação do BDA (Russom, 2011)

Melhorias a nível do Marketing Social Influenciador (mais bem direcionado)	61%
Mais e melhores conhecimentos sobre o negócio	43%
Segmentação baseada no cliente	41%
Reconhecimento de oportunidades de vendas e de mercado	38%
Decisões automáticas para processos, em tempo real	37%

O *Business Intelligence* (BI) é o “termo de referência para descrever conceitos e métodos para melhorar a tomada de decisões empresariais através da utilização de sistemas de apoio baseados em factos.” (Lim et al., 2013) Por outras palavras, é considerado um sistema de suporte à decisão (SSD) que integra num único sistema a recolha e armazenamento de dados, a gestão de conhecimentos com a análise e, conseqüentemente, fornece informação crucial capaz de contribuir para o processo de decisão, sobre a empresa e as operações, no momento certo, no local certo e na forma certa. (Negash & Gray, 2008)

2.3.4. Digital Twin e Digital Shadow

Digital Twin

O termo foi inicialmente introduzido no setor da aeroespacial, em 2010 pela NASA, no rascunho do documento “Modelação, Simulação, Tecnologia da Informação e Processamento de um Roteiro”, restringindo o seu domínio inicial a controlo estratégico de veículos aéreos. (Shafto et al., 2010) Contudo, não passou muito tempo até à adaptação deste conceito a outros setores e áreas, tornando-o mais amplo. (Negri et al., 2017)

Em 2013, surge um estudo realizado num sistema produtivo onde é mencionado, pela primeira vez neste contexto, o termo *Digital Twin*. (Negri et al., 2017) Este estudo descreve o DT como um sistema ciberfísico de uma máquina real, que opera na plataforma em nuvem, e simula o estado da mesma, tendo em consideração a integração de algoritmos analíticos de dados com conhecimentos físicos. (Lee et al., 2013). Por outras palavras, na visão do autor, o DT é um modelo de simulação que espelha, virtualmente, uma imagem da máquina real, que é capaz de registar, continuamente, e acompanhar o estado da máquina ao longo da sua utilização. (Lee et al., 2013)

Assim sendo, é possível caracterizar um DT como a reprodução digital do estado atual de uma entidade física (Tao et al., 2019). A Tabela 7 expõe, de uma forma sintética, a visão de vários autores sobre o conceito DT, aplicado a diferentes áreas.

Tabela 7- Evolução da definição do conceito *Digital Twin*, na visão de diferentes autores

Autor	Definição
(Shafto et al., 2010)	O DT é uma simulação que opera a diferentes níveis considerando diferentes aspetos e as suas interações, de um veículo, ou sistema, <i>As-built</i> que utiliza os melhores modelos físicos disponíveis. De acordo com o autor, a simulação serve para espelhar a vida do sistema ou veículo físico de uma forma ultrarrealista.
(Ríos et al., 2015)	O DT é uma simulação que opera a diferentes níveis considerando diferentes aspetos e as suas interações, de um produto que utiliza os melhores modelos físicos disponíveis. De acordo com o autor, a simulação serve para espelhar a vida do produto físico de uma forma ultrarrealista.
(Negri et al., 2017)	“O DT consiste numa representação virtual de um sistema de produção capaz de funcionar em diferentes níveis de simulação que se caracteriza pela sincronização entre o sistema virtual e o real, devido a dados sensoriais e à conexão de dispositivos inteligentes, modelos matemáticos e elaboração de dados em tempo real.”

A utilização deste conceito, como uma ferramenta de suporte ao controlo do chão de fábrica de uma indústria produtiva, tem vindo a aumentar devido aos benefícios que advêm ao nível da prevenção e, conseqüentemente, nos custos, produtividade e desempenho da mesma. Dessa forma, na Tabela 8, são apresentados dois casos de sucesso com a aplicação da ferramenta.

Tabela 8- Casos de Estudo da Implementação do Digital Twin

Autor	Objetivo	Área de Aplicação	Resultados
(Longo et al., 2019)	Implementação de um protótipo de <i>Digital Twin</i> sobre a interface manutenção/ produção em duas máquinas na produção de tubos	<i>Baker Hughes</i> <i>General Electric</i> : uma empresa grande de serviços petrolíferos	Na <u>M1</u> : <ul style="list-style-type: none"> O custo da manutenção preventiva era de 14 012,08 €/ano reduzindo para 11 933,33 €/ano (uma redução de 14,84%); A manutenção corretiva reduziu cerca de 21,24% o que resultou na redução de custo de 5192,50 €/ano para 4013,33 €/ano; Poupança total de 16,96%. Na <u>M2</u> : <ul style="list-style-type: none"> o custo da manutenção preventiva era de 8 751,25 €/ano reduzindo para 7074,17 €/ano (uma redução de 19,16%). Já a manutenção corretiva reduziu cerca de 21,24% o que resultou na redução de custo de 2452,08 €/ano para 1931,25 €/ano. A poupança total é de 19,62%, de 11 203,33 €/ano para 9005,42 €/ano.
(Longo et al., 2019)	Implementação de um protótipo de <i>Digital Twin</i> centrado na produção/configurações num processo de quatro etapas	Uma pequena empresa local de produção de caixas de cartão e embalagens	Com a implementação do protótipo obteve-se: <ul style="list-style-type: none"> Uma diminuição de 7,57% do tempo do ciclo (de 240,4 min para 223,1 min); Uma diminuição de 28,62% do tempo de preparação (de 63,8 min para 46,6 min); Na primeira etapa do processo, resultou uma diminuição de 44,5% dos tempos de preparação (de 18,5 min para 10,3 min).

Digital Shadow

De acordo com o autor (Bergs et al., 2020), o *Digital Shadow* (DS) pode ser considerado como uma fase preliminar de um *Digital Twin*. Contudo, diferente do DT, no DS qualquer alteração no estado do objeto físico conduz a uma alteração no objeto digital, mas não acontece no sentido contrário. (Bergs et al., 2020)

Por outras palavras, o DS é uma representação virtual do processo de produção (Bergs et al., 2020) possuindo conexão com o objeto real, porém o fluxo de dados é unidirecional, partindo do objeto físico para o objeto virtual (Nascimento et al., 2022). Nesse contexto, de acordo com o autor (Riesener et al., 2019) o DS é uma fusão de diferentes dados do sistema físico representado num sistema digital, em tempo real. Essa representação fornece informações relevantes para uma tomada de decisão consciente, tornando-se numa solução promissora para colmatar os desafios associados ao controlo da produção. (Schuh et al., 2021)

3. METODOLOGIA PROPOSTA

O terceiro capítulo da dissertação, Metodologia Proposta, encontra-se organizado em quatro importantes subcapítulos. Numa primeira abordagem, pretende-se introduzir o âmbito do projeto em contexto empresa com uma visão abrangente sobre a Indústria de Máquinas e Equipamentos, os fatores específicos que contribuem para uma diferenciação no mercado, as necessidades do setor e a adoção de uma solução *Manufacturing Execution System* (MES) como uma oportunidade para alcançar o sucesso. De seguida, é proposta uma metodologia para o processo de implementação de um sistema MES numa Indústria de Máquinas e Equipamentos, assim como as respetivas ferramentas de análise que suportam a mesma.

3.1. Introdução do Âmbito do Projeto

A atividade Industrial é o motor que alimenta a economia moderna. A sucessiva transformação da Indústria permite não só o desenvolvimento tecnológico e económico de um país como proporciona, a qualquer pessoa, melhorias significativas na qualidade de vida. Atualmente, no século XXI, é notória a forte dependência que a sociedade estabelece, diariamente, com os bens materiais, desde a ação mais relevante do seu quotidiano até à mais insignificante.

A crescente procura de bens materiais pelo público, exige das indústrias um nível de produtividade que seja capaz de corresponder às expectativas dos consumidores. Contudo, para atingir o nível de produtividade ideal, existe, na grande maioria das vezes, a necessidade de possuir um conjunto de máquinas e/ou equipamentos industriais que detenham características adequadas à sua atividade. Nesse contexto, pressupõe-se que a indústria transformadora, depende, essencialmente, de uma indústria específica: a Indústria de Máquinas e Equipamentos, responsável pela produção das “Máquinas-Mãe”. Esta atividade é considerada como a força motriz da industrialização uma vez que permite a produção de diferentes máquinas e produtos específicos. (CECIMO, 2011)

A influência que a Indústria de Máquinas e Equipamentos tem no desenvolvimento dos restantes setores, posiciona-a de forma vantajosa de entre as restantes, mas não garante uma vantagem competitiva face à própria concorrência. Nesse seguimento, é fundamental que uma empresa produtiva de máquinas industriais apresente fatores de diferenciação capazes de a distinguir significativamente das restantes no mercado, seja através dos seus serviços/produtos ou ações.

Considerando a grande diversidade que existe dentro de qualquer setor industrial, a Indústria de Máquinas e Equipamentos é, da mesma forma, caracterizada por uma gama variada de produtos e serviços. À vista disso, existe um conjunto de desafios/ fatores que desempenham um papel crítico na diferenciação das empresas concorrentes, mas que podem variar em função do subsector específico e do nicho de mercado (Figura 19).

Primeiramente, seja qual for a indústria, os clientes procuram produtos que vão de encontro às suas expectativas de conformidade. Contudo, neste setor em específico, a **qualidade e fiabilidade** são dois fatores particularmente importantes devido aos custos elevados dos produtos e aos potenciais riscos associados à segurança por defeito/falha da máquina ou do equipamento.

Adicionalmente, muitos clientes desta indústria têm as suas próprias necessidades e exigem soluções personalizadas à sua atividade. Deste modo, aquelas que oferecem um grau elevado de

flexibilidade, tendem a satisfazer as necessidades específicas dos clientes, conquistando uma vantagem sobre aquelas que fornecem apenas Máquinas e Equipamentos *standard*. Outro fator importante que se relaciona diretamente com as necessidades e satisfação do cliente é o tempo de entrega do produto, por outras palavras, a **pontualidade** de quem fornece o produto. Uma empresa que envolva, geralmente, tempos de produção muito longos, como a Indústria de Máquinas e Equipamentos, deve garantir, com precisão, que o produto será entregue no menor tempo possível e dentro dos prazos estipulados.

Para além disso, dada a importância da digitalização na atualidade, tal como nos restantes setores, a **inovação** através da **tecnologia** é considerado um fator com um peso significativo que, certamente, irá ter impacto na diferenciação de uma empresa. As empresas que oferecem produtos e serviços de última geração e que se encontram na vanguarda das tendências tecnológicas, ganham uma vantagem competitiva face às restantes.

A oferta de um bom produto assim como de um serviço de venda nem sempre é suficiente. Os clientes desta indústria necessitam, normalmente, de um serviço de apoio contínuo para o equipamento. As empresas que disponibilizam **serviços** imediatos e uma **assistência** de qualidade durante a pós-venda das máquinas ou equipamentos, podem estabelecer relações fortes com os clientes e fortalecer a relação de fidelidade.

Por último, embora todos os fatores anteriormente mencionados tenham impacto na diferenciação de uma empresa, o **preço** continua a ser um fator crítico no processo de compra para muitos clientes desta indústria. As empresas devem escolher como caminho para a vantagem competitiva, preços que desafiem a concorrência sem colocar em causa a qualidade da máquina ou equipamento.

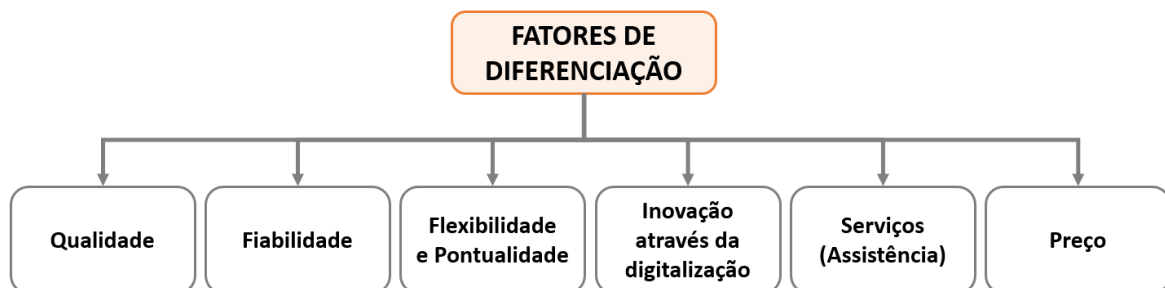


Figura 19- Fatores de diferenciação dentro do setor de máquinas e equipamentos

De facto, para que uma Indústria de Máquinas e Equipamentos conquiste a diferenciação entre a concorrência, é imperativo adotar uma estratégia valiosa que dê prioridade à qualidade, fiabilidade, flexibilidade, pontualidade, inovação e assistência ao cliente. Contudo, é também muito importante que tenha a capacidade de oferecer preços competitivos sem prejudicar os restantes fatores. De forma a dar resposta a cada um dos fatores mencionados, torna-se essencial reduzir o tempo de perceção dos problemas e, por conseguinte, reduzir o tempo de decisão e de ação.

Nesse contexto, a recolha e o tratamento adequado de informação poderá potenciar muitos dos fatores de diferenciação mencionados. No entanto deve-se ter em consideração que a sua utilização de forma incompleta e ineficiente poderá desencadear decisões indesejadas. Nesse sentido, adquirir toda a informação possível, de uma forma precisa, permite que uma empresa compreenda e analise os motivos das ineficiências, o que as causa e onde acontecem, a fim de implementar ações imediatas e conscientes, focadas na redução de custos e na redução de

desperdício de tempo. Além disso, a redução de custos associados à produção sem comprometer a qualidade, implica uma visão detalhada e uma compreensão sobre todo o fluxo, tanto das operações como de micro-atividades, para identificar de onde surgem as despesas mais significativas.

De facto, o tratamento de dados em tempo real permite identificar e descobrir a raiz dos problemas, ou desperdícios, e suprimi-los para que se obtenha um maior controlo da produção, otimizando o desempenho do fluxo produtivo sem investimentos dispendiosos. Para isso, a indústria deve-se focar num processo de digitalização que integre sistemas de informação capazes de recolher, processar e estruturar os dados, com o propósito de obter, em tempo real, visibilidade e transparência sobre o processo produtivo.

A integração e interoperabilidade das tecnologias utilizados na indústria podem proporcionar as ferramentas necessárias para alcançar a visibilidade e a transparência desejada. Face a isso, a aplicação de uma solução MES pode oferecer o máximo controlo sobre os processos com o mínimo de custo possível.

Numa visão prática e geral, o sistema MES utiliza dispositivos IoT para realizar a recolha de dados e enviá-los diretamente para a nuvem onde serão processados e analisados por uma ferramenta *Big Data*. (Figura 20) Para além disso, torna-se uma ferramenta ainda mais poderosa quando integra o sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) e o chão de fábrica uma vez que permite o fluxo de dados sem falhas e uma troca de informação eficiente entre os níveis de gestão e de produção, incentivando a uma tomada de decisão mais consciente. À vista disso, a implementação correta e adequada de um sistema MES disponibiliza uma visão abrangente sobre todos os processos e atividades, impulsionando os fatores de diferenciação, e ainda permite obter, em tempo real, indicadores específicos e globais do desempenho da organização.

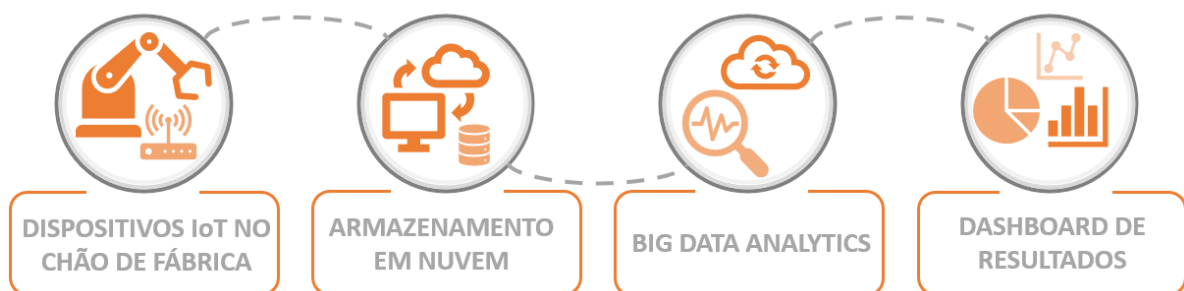


Figura 20- Funcionamento prático de um sistema MES

3.2. Metodologia Proposta para Implementação de um MES

Um sistema MES pode revolucionar o modo como uma empresa gere as suas operações e, ainda, potenciar o próprio posicionamento no mercado. Contudo, o processo associado à implementação da solução é um procedimento desafiador devido ao seu carácter multidimensional e, dependendo das necessidades da indústria, existem projetos mais complexos que podem acarretar riscos. Nesse sentido, e dada a importância desta transformação, um planeamento adequado e pragmático que seja colocado em prática de forma rigorosa, é a chave para o sucesso da solução.

À vista disso, é fundamental identificar e selecionar uma metodologia que disponha de métodos e ferramentas de análise apropriadas para coordenar o caminho que se tem de “percorrer” desde a situação atual da empresa até à situação que se ambiciona alcançar com a implementação do sistema MES, criando uma espécie de “ponte” de ligação entre ambas. (Figura 21)

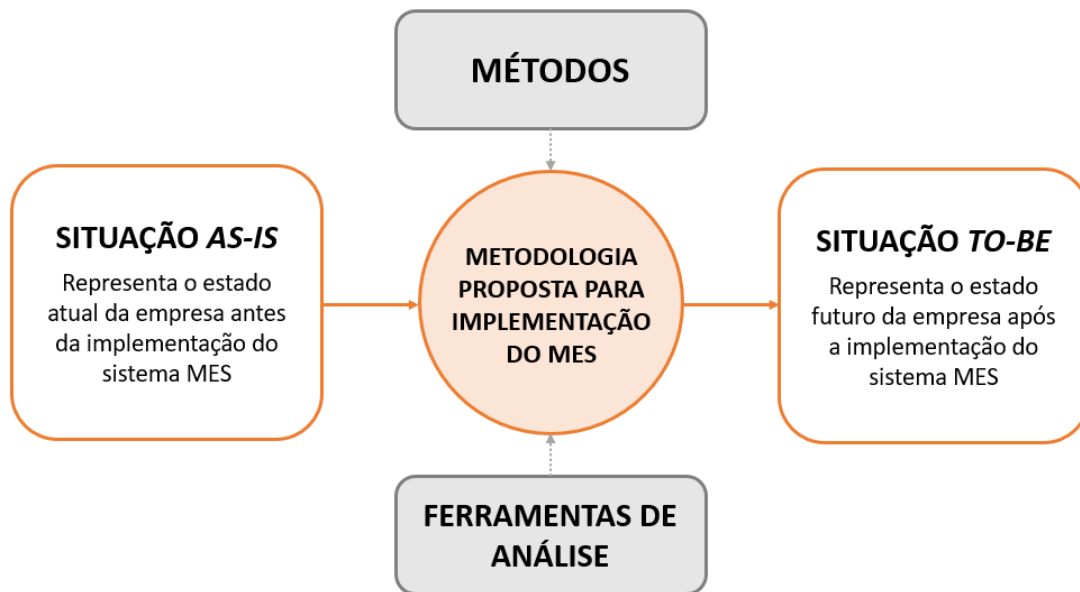


Figura 21- Metodologia do projeto como facilitador entre o estado *As-Is* e *To-be* da empresa

Este subcapítulo pretende apresentar, de uma forma genérica, uma proposta de metodologia para a implementação de um sistema MES numa Indústria de Máquinas e Equipamentos. A metodologia proposta envolve cinco etapas cruciais que devem ser seguidas de forma sequencial. Contudo, cada etapa envolve um conjunto de atividades que devem ser executadas de forma ordenada e iterativa, ou seja, a segunda etapa do processo só pode ser iniciada assim que todas as atividades da primeira estejam concluídas e revistas (e assim sucessivamente). (Figura 22)

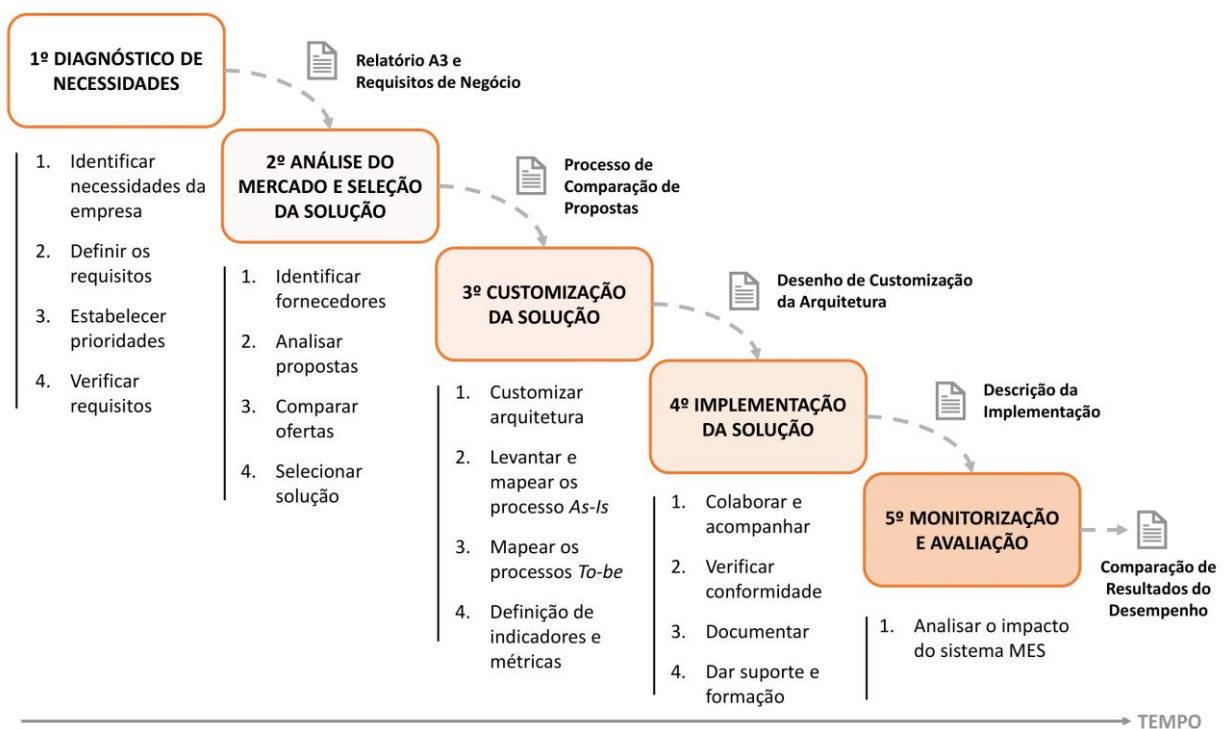


Figura 22- Etapas integrantes da metodologia proposta

De forma a garantir que a implementação do sistema é orientada pela metodologia proposta, a gestão do topo deverá designar uma equipa interna responsável pelo projeto. A equipa deverá possuir as capacidades e competências necessárias para o efeito, caso contrário, deverão recorrer a uma entidade externa especializada. Assim sendo, a Figura 23 demonstra de que forma deve ser constituída uma equipa responsável, sendo que, o colaborador de maior importância, o CEO, assumirá a direção do projeto e o responsável de IT, assumirá a gestão do projeto. Para além disso, no caso das indústrias de grandes dimensões, poderão integrar na equipa mais do que um *Business analytics* (no máximo um colaborador por cada departamento existente) e até três *key users* pertencentes ao departamento industrial.

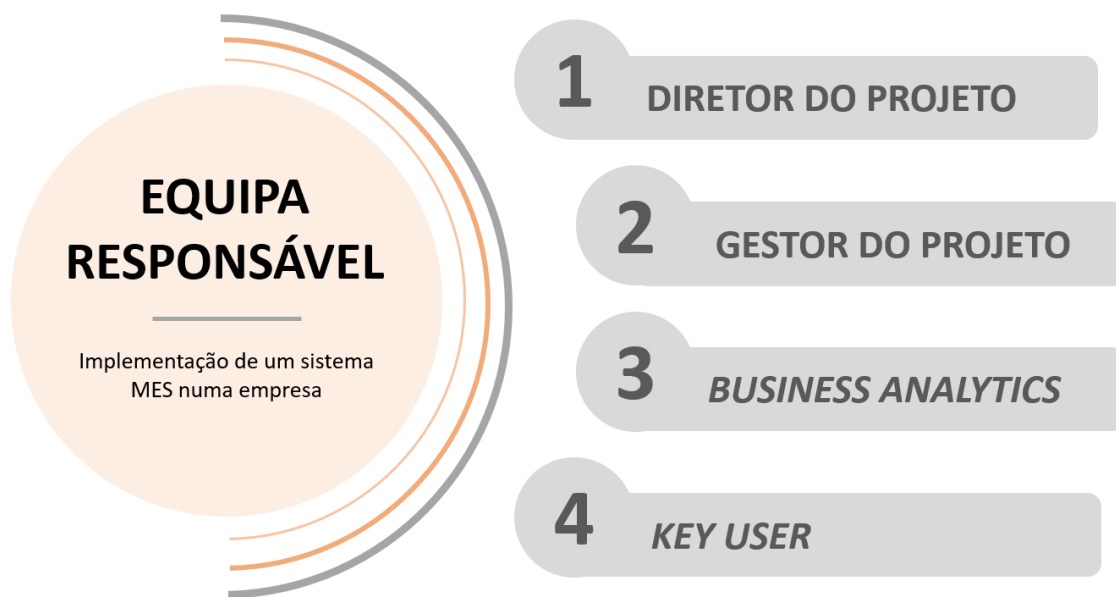


Figura 23- Equipa responsável pela implementação de um sistema MES

Assim sendo, a equipa responsável deve integrar, para além do CEO, pelo menos, um elemento do departamento de IT responsável pelos aspetos técnicos do projeto (uma vez que se trata de um projeto de carácter informático) e elemento(s) do departamento industrial responsável pelo conhecimento especializado no domínio dos processos da empresa. O(s) restante(s), deverão possuir as competências necessárias para realizar uma espécie de “ponte” entre estes dois departamentos, independentemente do departamento onde se inserem.

Numa fase de preparação, a equipa designada deve garantir a consciencialização das partes interessadas, especialmente dos utilizadores chave, sobre o objetivo do sistema, benefícios e riscos associados. Já durante o processo, é responsável por toda a comunicação com outras entidades externas envolvidas no projeto, assim como por coordenar as várias etapas da implementação. A Tabela 9 especifica as respetivas responsabilidades que cada elemento da equipa deve assumir ao durante todo o processo de implementação:

Tabela 9- Funções e responsabilidades por cada elemento da equipa responsável

COLABORADOR	FUNÇÃO	RESPONSABILIDADES
CEO	Diretor do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Atribuir os recursos necessários para a execução do projeto incluindo financiamento, pessoal e tecnologia; • Gerir as partes interessadas; • Acompanhar o estado e o progresso do projeto (deve trabalhar de perto com os restantes intervenientes); • Tomar decisões estratégicas, nomeadamente no que respeita a gestão de recursos, gestão de riscos, entre outros.
Responsável IT	Gestor do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Providenciar o alinhamento da gestão de projeto entre todos os intervenientes; • Garantir a execução e entrega do projeto, de acordo com os objetivos e os prazos estabelecidos; • Identificar potenciais riscos existentes no projeto e propor plano de resposta adequado; • Participar nas sessões de trabalho previstas; • Reportar à gestão de topo o estado do projeto.
Responsável Intermediário	<i>Business Analytics</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as necessidades da empresa; • Definir os requisitos da solução informática; • Garantir a conformidade de todos os requisitos funcionais definidos nas especificações técnicas; • Garantir que o desenvolvimento se encontra em conformidade com os requisitos funcionais definidos; • Gerir a alocação de perfis e capacidade das equipas; • Apoiar nos testes de qualidade; • Gerir as operações diárias articulando as tarefas de projeto com as áreas de suporte.
Responsável Industrial	<i>Key User</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar conhecimentos especializados no domínio; • Participar na definição e verificação dos requisitos; • Testar as funcionalidades; • Gerir e garantir a formação <i>End User Support</i> aos utilizadores finais; • Fornecer apoio contínuo aos utilizadores finais.

3.3. Especificação das Etapas e Atividades

ETAPA 1: DIAGNÓSTICO DE NECESSIDADES

A primeira etapa, designada por Diagnóstico de Necessidades, é a base de todo o processo de implementação de um sistema MES. É quando a empresa realiza uma introspeção e assume as próprias necessidades. Por outras palavras, é o momento em que identifica as dificuldades e lacunas da organização, assumindo-as como oportunidades de melhoria e propósito para a implementação de um sistema transformador. Assim, dada a dimensão deste tipo de projetos, esta primeira etapa é dividida em quatro atividades. (Figura 24)

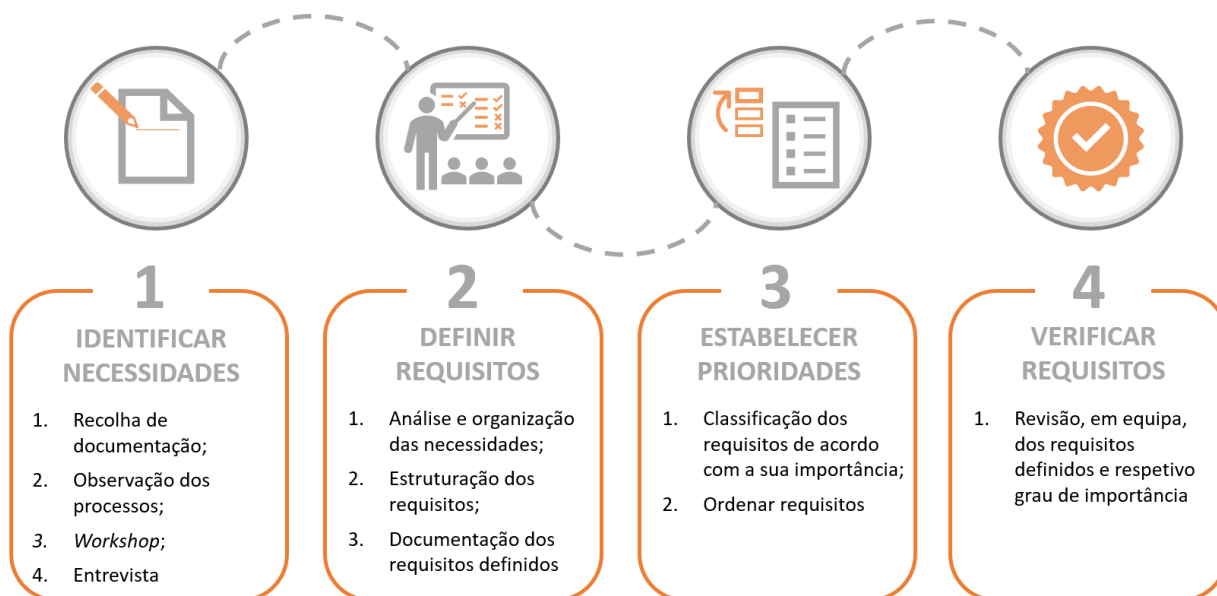


Figura 24- Principais atividades a considerar na Etapa de *Diagnóstico de Necessidades*

Atividade 1: Identificar Necessidades da Empresa

A identificação das necessidades compreende a “auscultação” do estado atual da empresa, ou seja, numa vertente mais prática, esta atividade pretende recolher, selecionar e tratar dados que serão convertidos em informação útil para a conceção de um diagnóstico da empresa. Por esse motivo, a equipa de implementação necessita de realizar um estudo intensivo que seja capaz de extrair toda a informação relacionada com o nível de automação dos processos de produção, o nível de monitorização através de dados retirados do chão de fábrica e quais os sistemas integram a dinâmica da fábrica.

Nesse contexto, propõe-se que o processo de levantamento de informação integre um conjunto de quatro subatividades, nomeadamente (Figura 25):

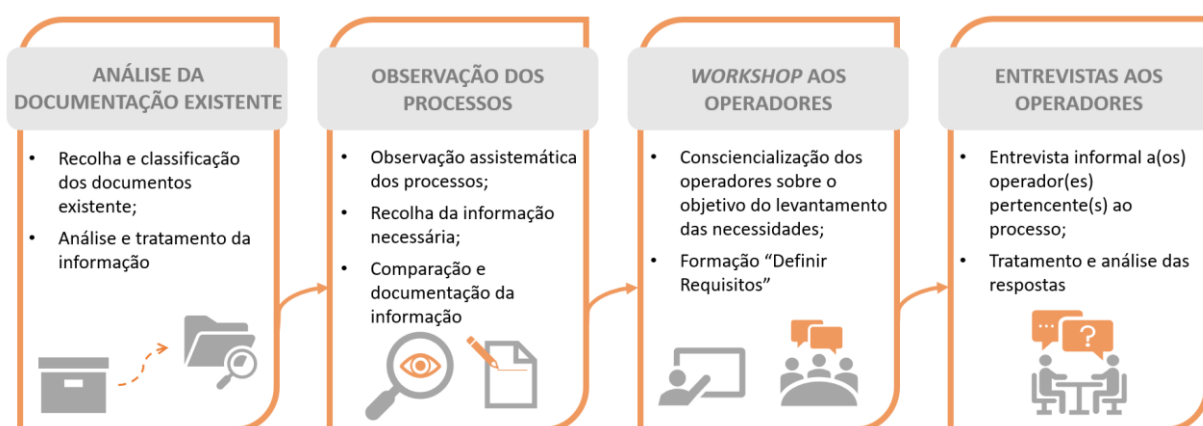


Figura 25- Quatro subatividades na identificação das necessidades da empresa

A recolha e análise da documentação existente é um passo de preparação para o levantamento de necessidades, uma vez que proporciona informação base para estruturar o estudo do estado atual da empresa. Inicialmente, deve ser recolhida e organizada toda a informação relacionada com a arquitetura do sistema de informação atual da empresa. Este conhecimento irá permitir que, o

responsável de IT, avalie a viabilidade de integrar o sistema MES no atual sistema de informação, e identifique os requisitos de infraestrutura e de segurança. Posteriormente, deve ser realizado um estudo focado no nível de eficiência (manual ou automático) da recolha de dados, em tempo real, do chão de fábrica. Compreender que dados são recolhidos, a frequência de recolha, a sua importância em análises de desempenho e que influência têm na atual tomada de decisão. Finalmente, devem ser estudados os vários processos que compõem o fluxo produtivo.

Contudo, é de realçar que nem todas as indústrias possuem um histórico de documentação e, nesses casos, deverão iniciar a atividade de *Identificação de Necessidades* pela observação dos processos.

De seguida, é realizada a observação do processo, que consolida e corrobora a informação obtida a partir dos documentos existentes. Para isso, propõe-se uma observação assistemática, também conhecida como a observação não estruturada, onde os elementos da equipa são apenas expectadores do cenário (não interferem em momento algum), com o intuito de retirar o máximo de informação de cada atividade no seu contexto real.

Assim que as observações terminam, a equipa responsável deve analisar toda a informação recolhida até ao momento com o propósito de identificar, ao longo da produção, possíveis situações ou atividades que possam acarretar problemas e ineficiências para a empresa. Essas situações devem ser desenvolvidas com recurso a *Brainstormings* em equipa e identificadas como oportunidades de melhoria durante a implementação do MES. Finalmente, de forma a avaliar o nível de automação de cada processo, propõe-se a utilização de ferramentas de análise adequadas como, por exemplo, o relatório A3 (Apêndice A).

Adicionalmente, é proposta a realização de um *workshop* focado na formação dos utilizadores finais. A formação fornece as ferramentas e os conhecimentos necessários aos operadores de forma que compreendam o objetivo principal desta etapa, assim como aquilo que se espera como *output* durante o levantamento de necessidades. Devem ser também apresentadas as necessidades identificadas até ao momento para que possam colaborar com a equipa responsável.

Por último, devem ser realizadas as entrevistas aos operadores e, por esse motivo, a equipa deverá preparar um conjunto de perguntas, adaptadas a cada processo, de forma a orientar e delimitar os assuntos a serem discutidos e recolher apenas a informação necessária.

Atividade 2: Definir Requisitos

Após documentar o conjunto de situações que, no estado atual da empresa, provocam ineficiências, são estabelecidas e documentadas as exigências específicas a que a solução deve atender. De facto, esta etapa estabelece a conexão entre as necessidades de toda a organização, sejam a nível de gestão, pessoas ou processos, e as funções que o sistema deve incluir, gerando os requisitos. Para isso, a equipa deve possuir uma noção geral daquilo que, atualmente, é disponibilizado pelas soluções MES.

Nesse sentido, a definição dos requisitos deve transparecer claramente como é que o sistema de informação se deve comportar num certo contexto ou situação, de que forma devem ser recolhidos, organizados e controlados os dados e de que modo deverá dar suporte aos trabalhadores envolvidos no processo. Esta fase deverá envolver novamente a ferramenta

Brainstorming. À vista disso, os requisitos devem ser classificados e diferenciados de acordo com o seu domínio, nomeadamente entre requisitos funcionais e requisitos não funcionais (Figura 26).

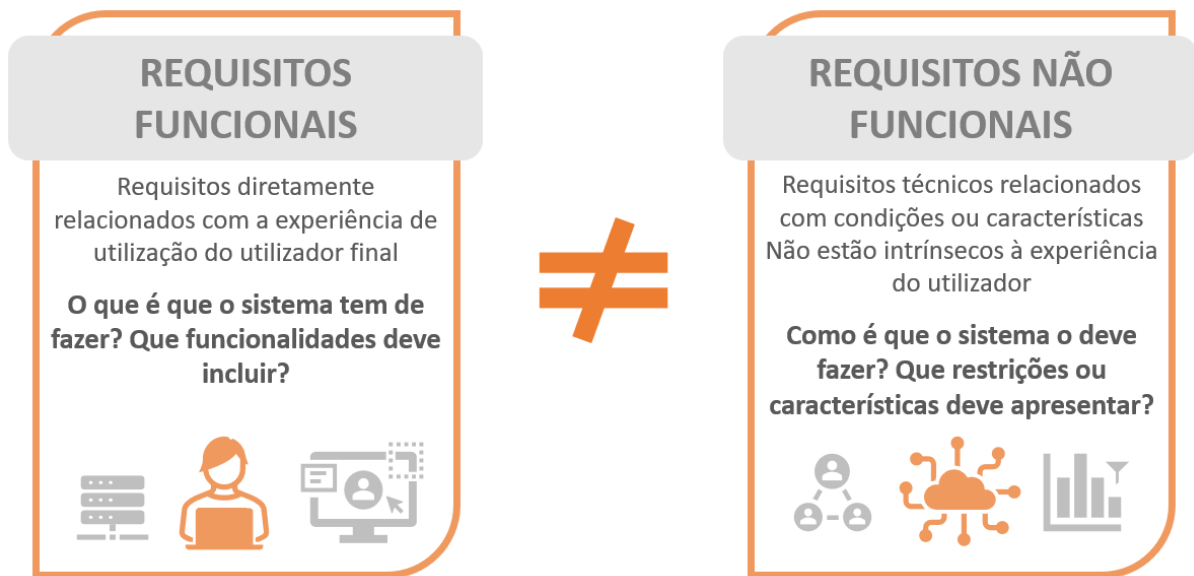


Figura 26- Requisitos funcionais vs requisitos não funcionais

Em simultâneo, a equipa responsável deve reunir, preparar e organizar a informação essencial num documento que resuma tudo o que foi estipulado até ao momento. Deste modo, esse documento deve conter um conjunto de informações, nomeadamente:

- Informações acerca da elaboração do documento;
 - O estado do documento e os responsáveis pela execução e retificação do mesmo
- Uma definição do problema do negócio, o propósito e o âmbito do projeto;
- Os objetivos gerais que a empresa ambiciona alcançar com a implementação do sistema MES;
- Definição de possíveis KPIs com a identificação das métricas e os respetivos objetivos;
- Lista de requisitos formulados bem como o respetivo tipo de requisito;
 - É importante que cada requisito tenha um código identificador como, por exemplo, “Req-nf” para os requisitos não funcionais e “Ref-f” para requisitos funcionais
- Proposta de um gráfico *gantt* para o projeto e respetivas *milestones*.

Ainda nesta etapa, para a identificação de *milestones* e calendarização do projeto, sugere-se a conceção de um gráfico *Gantt*, uma ferramenta visual onde são estipulados os prazos de cada tarefa do projeto, permitindo um controlo e uma avaliação sobre o estado geral da implementação.

Nesse seguimento, o principal *output* desta primeira etapa é o documento denominado de *Requisitos de Negócio* (Apêndice B) que engloba toda a informação necessária desta etapa.

Atividade 3: Estabelecer Prioridades

A equipa responsável deve ter em conta que a definição dos requisitos não garante que todas as necessidades sejam satisfeitas pelo sistema de informação e, por esse mesmo motivo, é essencial

classificá-los e ordená-los de acordo com a sua importância para a empresa. Esta classificação facilitará no momento da seleção da solução uma vez que permite que a equipa realize a comparação de propostas fundamentada nas próprias prioridades.

Nesse contexto, propõe-se a elaboração de um novo documento, denominado de *Matriz GUT - Priorização dos Requisitos* (Apêndice C), para que se identifiquem os requisitos com maior importância para a empresa, ordenando-os, de forma crescente, independentemente do tipo (funcional ou não funcional). Para além da ordenação, deve ser identificada a posição de importância no código identificador, ou seja, “Req-nf-XX” para os requisitos não funcionais e “Ref-f-XX” para requisitos funcionais sendo XX a posição (01, 02, 03,...).

De forma a suportar a priorização dos requisitos, a equipa deverá recorrer a técnicas específicas para o efeito. Na presente proposta sugere-se a utilização da técnica GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) adaptada ao contexto e que será apresentada no seguinte subcapítulo.

Atividade 4: Verificar Requisitos

De forma a concluir a primeira etapa, a equipa deve prosseguir com a verificação dos requisitos. Esta etapa tem grande importância uma vez que garante que o sistema MES atenderá ao que é pretendido e que não existirão requisitos mal formulados, incompletos ou incorretos que levarão a problemas futuros e impeditivos. A equipa responsável deverá reunir e concordar que todos os requisitos definidos satisfazem, direta ou indiretamente, as necessidades da organização. Quando terminada esta etapa, a equipa responsável tem de ser capaz de responder a um conjunto de questões que, devidamente respondidas, transmitem que a primeira etapa foi realizada com sucesso (Figura 27).

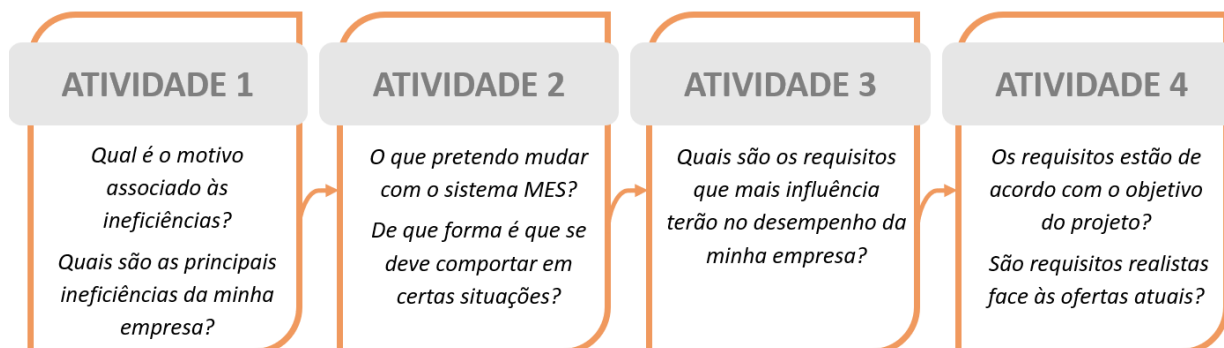


Figura 27- Questões orientadoras durante a etapa de Diagnóstico de Necessidades

ETAPA 2: ADJUDICAÇÃO DA PROPOSTA

A segunda etapa, *Adjudicação da Proposta*, é, do mesmo modo, dividida em quatro atividades (Figura 28) e tem um único objetivo: identificar a solução do mercado que melhor se adequa às necessidades da empresa.



Figura 28- Atividades que integram a etapa de Análise do Mercado Fornecedor e Seleção da Solução

Atividade 1: Identificar Fornecedores

Numa primeira fase, a equipa de implementação deve explorar e analisar, detalhadamente, o mercado dos fornecedores da solução. Esta análise tem o propósito de identificar e selecionar um conjunto de possíveis fornecedores que mais se adequam às necessidades da empresa em específico e do tipo de implementação que se pretende. Assim, considerando também o que é mais valorizado pela empresa, o processo de seleção deve ser orientado por várias fatores-chave que deverão ser discutidos utilizando o *Brainstorming* como, por exemplo:

- A oferta de funcionalidades que, de uma forma global, atendem às necessidades previamente identificadas;
- A experiência da empresa na implementação da solução que se quer adquirir – aquelas que apresentam casos de sucesso demonstram mais credibilidade;
- O suporte técnico na pré-implementação e na pós-implementação – o acompanhamento especializado ao longo de todo o processo é determinante para o sucesso;
- A disponibilidade de implementar o sistema de forma total ou dividida por módulos – a implementação por módulos permite avaliar resultados durante o processo e compreender o impacto em cada um deles;
- A facilidade de compreender o sistema – quanto mais claro e *user-friendly* for o sistema, melhor para os utilizadores;
- A relação entre o preço e a oferta – aquele que oferecer melhor leque de vantagens pelo preço mais justo;
- A inovação e atualização tecnológica – tecnologia de última geração que apresente disponibilidade para evoluir é, cada vez mais, valorizada.

Realizado o estudo do mercado, considerando os fatores chave que a empresa considera importantes, devem ser selecionados entre três a quatro fornecedores da solução.

Atividade 2: Analisar Propostas

No momento em que os potenciais fornecedores são identificados, procede-se com a fase de entrevista e solicitação de propostas. Nesta fase inicial, as entrevistas devem integrar, apenas, quatro momentos que direcionem os participantes para o mesmo objetivo e que garantam que toda a informação é transmitida e discutida de forma clara e precisa (Figura 29):

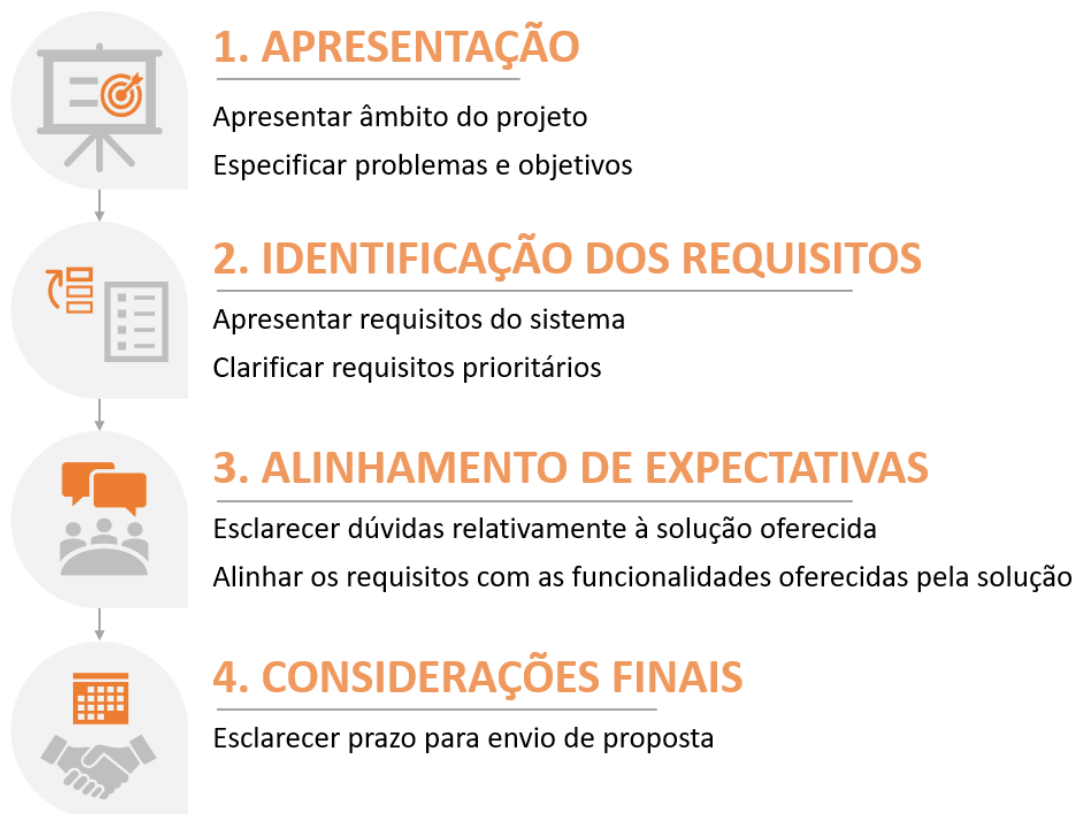


Figura 29- Quatro passos para orientar uma reunião com cada candidato a fornecedor

Assim que todos as propostas forem disponibilizadas pelos fornecedores de forma ajustada e adaptada à empresa, a atividade de análise de propostas é dada por terminada.

Atividade 3: Comparar Ofertas

Durante a seleção final do fornecedor da solução MES, a equipa responsável deve analisar cada uma das propostas individualmente e, de seguida, compará-las com base nos fatores-chave mencionados. Para isso, utiliza-se um documento designado de *Processo de Comparação de Propostas* (Apêndice D) que facilitará a comparação dos diferentes candidatos. Posteriormente, a equipa, com o conhecimento da gestão de topo, será capaz de selecionar aquela que melhor se enquadra no contexto da empresa, que melhor responde às necessidades e que se insere dentro do orçamento estipulado.

Atividade 4: Selecionar Solução

Posto isto, como *output* desta etapa, espera-se a identificação do fornecedor que mais se adequa à implementação da solução MES levando em consideração as necessidades da empresa. A empresa deverá informar o fornecedor e alinhar os próximos passos.

ETAPA 3: CUSTOMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO

A *Customização da Solução* representa a terceira etapa do processo e é uma das mais morosas da preparação da implementação do sistema MES por implicar um estudo exaustivo e detalhista dos processos que ocorrem na empresa. Uma das tarefas que integra esta etapa corresponde à customização da arquitetura do sistema que será implementado na empresa e é realizada em conjunto com o fornecedor da solução. Para além disso, a equipa de implementação é responsável pela execução de mais três importantes subatividades, nomeadamente (Figura 30):



Figura 30- Principais atividades a considerar na Etapa de *Customização da Solução*

- **O levantamento e mapeamento dos processos na situação atual da empresa (estado As-Is)** – representa de que forma é que os processos existentes acontecem no momento presente. Estes processos têm de abranger todos os requisitos definidos na etapa 1;
- **Mapeamento dos processos na situação futura da empresa (estado To-Be)** – representa de que forma devem ser alterados/ adaptados os processos atuais da empresa para alcançar o estado pretendido. Estes processos têm de abranger, da mesma forma, todos os requisitos definidos na etapa 1;
- **Definição de indicadores (KPIs) e métricas** para acompanhamento do processo – devem ser definidas as métricas e os indicadores que quantifiquem o desempenho da empresa e permitam mensurar e analisar a sua evolução.

Contudo, é de salientar que, paralelamente às atividades descritas, deve ser designada outra equipa responsável por realizar um Estudo de Métodos e Tempos que auxiliará a implementação e suportará muitas das decisões futuras. A implementação de um Estudo de Métodos e Tempos é o alicerce necessário para maximizar a produtividade da empresa de forma que esta seja capaz de suportar tecnologias de última geração. A definição de métodos de trabalho e tempos padrões para a fabricação de um produto *standard*, oferece a uma empresa não só melhorias ao nível de

rentabilidade, como também uma melhoria contínua através da criação de indicadores de desempenho.

Atividade 1: Realizar reunião de *Kick Off* e customização da arquitetura

Uma vez selecionado o fornecedor da solução, a equipa responsável deve agendar uma reunião de *kick off* que estabeleça um vínculo entre as equipas de implementação (do fornecedor e da empresa). Esta reunião tem com principal objetivo alinhar todos os temas envolventes no projeto, assim como colocar a par todos os participantes da implementação. A reunião deverá seguir, novamente, quatro importantes passos (Figura 31):

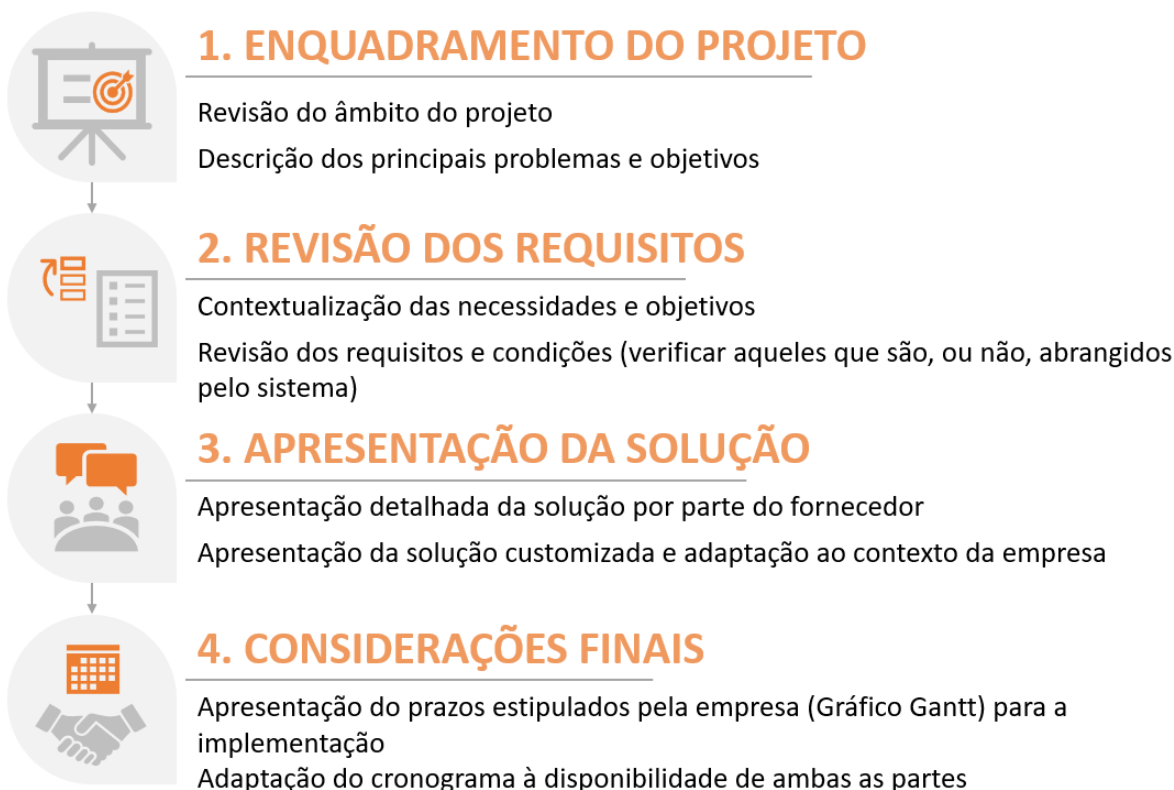


Figura 31- Quatro passos para uma reunião de kick off com o fornecedor da solução

Atividade 2: Mapear processos *As-Is*

A equipa responsável deve iniciar este procedimento com o levantamento rigoroso dos processos atuais da empresa de forma a alcançar uma visão abrangente e transparente sobre toda a indústria. Nesse seguimento, obterá uma perceção clara e detalhada sobre o que realmente acontece em cada processo, possíveis gargalos, de que forma são realizadas todas as operações e permitirá até mesmo classificar as ações dos trabalhadores de acordo com a sua importância e impacto no processo.

Assim sendo, no sentido de alcançar a transparência da forma mais realista possível, o levantamento de cada processo deve ser realizado baseado no relato e descrição de quem o executa: o(s) operador(es). Os operadores são os utilizadores finais e, por esse motivo, têm um impacto elevado na implementação do sistema. Dessa forma, devem ser envolvidos novamente no processo da implementação.

Para o mapeamento, recomenda-se que a equipa responsável se guie por um procedimento de três subatividades onde, cada uma delas, tem como *output* um documento imprescindível para o processo, particularmente (Figura 32):

- **Uma matriz de identificação de processos existente:**
 - É o documento chave para o mapeamento dos processos visto que associa um processo a um requisito e identifica aqueles que, seja de forma manual ou automática, são executados na empresa.
- **Um manual da situação *As-Is* que descreve detalhadamente os processos:**
 - Este documento descreve cada um dos processos que foi identificado como existente (na matriz de identificação de processos) e engloba toda a informação que lhe está associada, nomeadamente, quem executa (intervenientes), de que forma executa (procedimento), tempo despendido na operação (tempo de ciclo), o que entra na operação e o que sai, entre outros.
- **Mapeamento de cada processo utilizando uma notação de modelação de processos (BPMN):**
 - Este documento deve incluir, da mesma forma, todos os processos que foram identificados como existente na matriz, mas em formato de fluxo, ou seja, com início, fim e com as atividades chaves de cada um, gerando mapas de processo.

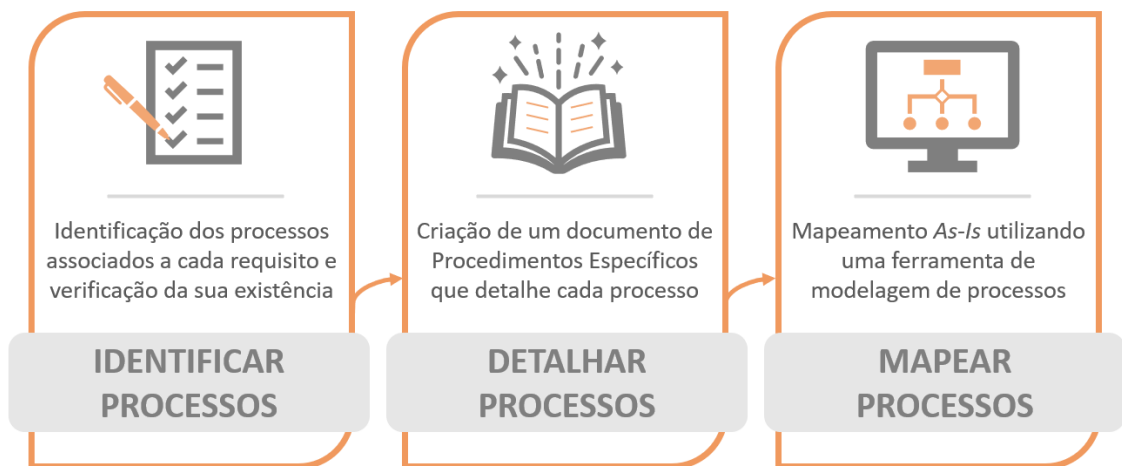


Figura 32- Três fases para o mapeamento dos processos *As-Is*

Atividade 3: Mapear processos *To-Be*

Terminada a atividade de levantamento e mapeamento da situação *As-Is*, a equipa responsável deverá dar início ao mapeamento dos processos *To-Be*. Este procedimento requer uma visão do futuro, daquilo que se quer e procura atingir. A equipa tem de assegurar que a reformulação de cada processo origine a alternativa mais eficiente e que, para além disso, esteja alinhada com o planeamento estratégico e os objetivos da empresa.

O mapeamento *To-Be* deve incluir as três fases referidas no mapeamento *As-Is*, contudo, cada um dos documentos terá já como base o da situação atual, de forma a que seja adaptado e atualizado à nova realidade que se pretende conquistar. Nesta fase, é importante que cada um dos elementos da equipa responsável faça uma análise individual com o propósito de, posteriormente, apresentar

possíveis sugestões de melhoria à restante equipa. Deve existir um primeiro esforço individual de cada participante para que as sugestões propostas sejam as mais diversificadas possíveis e que, posteriormente, sejam desenvolvidas em grupo, recorrendo à técnica *brainstorming*.

É de realçar que, durante a partilha de sugestões em reunião, é imperativa a presença dos operadores que intervêm no processo não só para exporem, da mesma forma, as suas ideias e opiniões, mas também para que identifiquem aquelas que serão exequíveis e aquelas que poderão desencadear outros problemas. Esta decisão deve-se ao facto de não existir ninguém na empresa que melhor conheça os processos do que os próprios operadores.

Atividade 4: Definir Indicadores

Ainda na etapa de Customização da Solução, são definidos os indicadores de desempenho (KPIs) e métricas necessárias para monitorizar o comportamento da empresa. Existem vários tipos de indicadores direcionados para diferentes fatores. Contudo, não existem duas empresas iguais, cada empresa tem os seus próprios objetivos, estratégias e processos e, por isso, é importante estabelecer e definir KPIs específicos que se adequem ao contexto da própria organização e sejam apropriados para o estudo que se pretende realizar.



Figura 33- Subatividades para a definição de KPIs

Inicialmente, a equipa responsável deverá identificar os objetivos comerciais da empresa. Por outras palavras, devem ser estabelecidos os resultados mensuráveis que se ambiciona alcançar num horizonte temporal. Esta atividade é muito importante para compreender claramente onde é que a empresa se encontra e onde é que quer chegar. Normalmente, os objetivos comerciais podem relacionar-se com a qualidade do produto fornecido, com a receita gerada, diminuição de custos, com a satisfação do cliente, com a capacidade produtiva, entre outros.

Face aos objetivos comerciais definidos, é necessário dar resposta a duas questões essenciais:

- Que fatores influenciam cada um dos objetivos estipulados?
- Onde é que esses fatores têm lugar?

Esta análise identifica as situações mais críticas, aquelas que deverão ser melhoradas o quanto antes para que sejam alcançados os resultados que irão impulsionar a empresa para o sucesso. Assim que os fatores são identificados, é possível definir os indicadores de desempenho que fornecem informação relevante para alcançar os objetivos comerciais.

A Tabela 10 evidencia um conjunto de exemplos de indicadores gerais que, nas empresas produtivas, podem ser essenciais na monitorização do desempenho da produção e na gestão da qualidade.

Tabela 10- Exemplos de indicadores de desempenho para uma Indústria

INDICADOR	
Tempo de Ciclo	Tempo média para a produção de uma máquina ou equipamento
Eficiência (OEE)	Desempenho de um equipamento ou de um conjunto de equipamentos
Disponibilidade	Relação entre a capacidade utilizada de uma máquina produtiva, de um posto de trabalho ou da Indústria e a capacidade disponível
Qualidade	Conformidade de Máquinas e Equipamentos produzidos no total da produção
Desempenho	Relação entre a capacidade produtiva real de uma máquina, de um posto de trabalho ou da Indústria e a capacidade produtiva teórica
MTTR	Tempo médio para reparar uma máquina produtiva, um componente ou uma peça
MTBF	Tempo médio entre falhas de uma máquina produtiva

ETAPA 4: Implementação da Solução

A quarta etapa é a etapa principal de todo o projeto uma vez que é o momento em que o fornecedor implementa o sistema MES na empresa. Assim sendo, a equipa responsável, mais especificamente, o *Business Analytics* deverá acompanhar todo o procedimento de forma a garantir que tudo decorre como acordado, documentar toda a evolução e fornecer toda a formação e suporte aos colaboradores da empresa. (Figura 34)



Figura 34- Principais atividades a considerar na Etapa de *Implementação da Solução*

Atividade 1: Colaborar e Acompanhar

Como já referido, durante a implementação, o colaborador com o cargo de *Business Analytics* tem a responsabilidade de executar e coordenar todas as tarefas que a envolvem. Nesse sentido, é o principal meio de comunicação entre a organização e o fornecedor da solução pelo que, inicialmente, deverá alinhar, com o fornecedor, a sequência de atividades que irão executar. Para isso,

tem a responsabilidade de receber e reunir com a equipa de implementação do fornecedor para assegurar que dispõem de todos os recursos necessários (documentação, material, acessos à rede, entre outros).

Uma vez iniciada a implementação, o colaborador deverá supervisionar, de uma forma atenta e intensiva, todas as atividades durante a implementação do sistema e respetivos dispositivos de forma a garantir que recolhe o máximo de conhecimento acerca da sua utilização. Para além disso, deve assegurar a instalação e configuração de acordo com as especificações, fornecendo informação necessária ao fornecedor.

Adicionalmente, sugere-se que ambas as equipas responsáveis pela implementação (da empresa e do fornecedor), reúnam diariamente, com uma duração de quinze a vinte minutos, para realizar um ponto de situação, expor dificuldades e esclarecer dúvidas necessárias. Em situações em que surjam dificuldades e problemas associados à organização, o *Business Analytics* deve colaborar com o fornecedor da solução no sentido de os resolver.

Atividade 2: Verificar Conformidade

Com o propósito de assegurar que a configuração dos dispositivos e respetivo sistema, se encontra de acordo com os requisitos e especificações definidas inicialmente, este deverá estar o máximo possível envolvido nos testes de qualidade do sistema. Por outras palavras, deverá realizar todas as atividades que se destinem à verificação do funcionamento, como pretendido, do sistema MES. Nesse sentido, assim que termina a instalação numa máquina / posto de trabalho, o colaborador deverá, em conjunto com um responsável da solução, efetuar testes de qualidade e validar a sua conformidade, tanto ao nível do funcionamento do equipamento bem como na correta recolha de dados para o sistema. Finalmente, é encarregue de garantir que todas as normas estão a ser cumpridas durante a implementação, seja de qualidade ou de segurança.

Atividade 3: Documentar Evidências

Paralelamente às atividades já mencionadas, o colaborador deve recolher e documentar, detalhadamente, os vários resultados dos testes realizados, garantindo que é elaborado um relatório capaz de corroborar a conformidade do sistema. Adicionalmente, se a gestão de topo assim o pretender, deverá documentar todos os passos e procedimentos da instalação bem como as dificuldades encontradas ao longo de toda a implementação. Toda a informação recolhida deverá ser apresentada, semanalmente, à gestão do topo.

Atividade 4: Fornecer Formação e Suporte

Considerando que o colaborador esteve envolvido e acompanhou, exaustivamente, todo o procedimento, adquirindo toda a informação necessária, estará apto para fornecer sessões de formação bem como dar suporte aos colaboradores (utilizadores finais) na utilização e manutenção dos equipamentos.

ETAPA 5: Monitorização e Avaliação da Solução

A etapa de *Monitorização e Avaliação da Solução* é a etapa final do processo de implementação do sistema MES e é onde se verificam os primeiros resultados derivados do sistema MES e, normalmente, aqueles que serão mais significativos. A análise de dados, em tempo real,

provenientes do chão de fábrica, permite que a equipa responsável identifique a raiz da grande parte dos problemas, promovendo a prática de melhoria contínua.

Atividade 1: Analisar o Impacto do Sistema MES

Nesta etapa a equipa é responsável por monitorizar o desempenho da solução e garantir que cumpre os requisitos definidos inicialmente e que alimenta, corretamente, os KPIs. Paralelamente, analisa os dados recolhidos pelo sistema MES de forma a identificar oportunidades de melhoria e, a par com os colaboradores dessa área, implementar ações de melhoria com vista nos objetivos comerciais já definidos.

3.4. Especificação das Ferramentas de Análise

A metodologia proposta sugere um conjunto de normas, princípios e ações a seguir para alcançar o objetivo final: a implementação de um sistema MES numa indústria. No subcapítulo 3.3 é apresentada a descrição detalhada de cada etapa e atividade que compõem o processo de implementação, contudo, não são detalhadas algumas das ferramentas que a equipa responsável deve utilizar em cada uma das etapas envolvidas. Assim sendo, numa primeira fase, serão identificadas as ferramentas de análise (Tabela 11) capazes de suportar cada uma das etapas e, posteriormente, aprofundadas aquelas que deverão seguir um procedimento específico de utilização durante a implementação de um sistema MES, nomeadamente: Relatório A3 e a Matriz GUT.

Tabela 11- Identificação das ferramentas de análise utilizadas na metodologia proposta

ETAPAS	FERRAMENTAS ATIVIDADES	Relatório A3	Brainstorming	Observação	Entrevista	Reunião	Workshop	Matriz GUT	BPMN	Gráfico Gantt
		1	Identificar Necessidades	X	X	X	X	X	X	
Definir Requisitos	X		X			X				X
Estabelecer Prioridades	X					X		X		
Verificar Requisitos	X					X				
2	Identificar Fornecedores		X			X				
	Analisar Propostas		X		X	X				
	Comparar Ofertas					X				
	Selecionar Solução					X				
3	Reunião de <i>Kick Off</i>					X				X
	Processos <i>As-Is</i>			X					X	
	Processos <i>To-Be</i>								X	
	Definir KPIs					X				
4	Colaborar e Acompanhar			X						
	Verificar Conformidade			X						
	Documentar Evidências			X						
	Formação e Suporte						X			
5	Analisar Impacto do Sistema MES			X						

De seguida, serão especificadas as ferramentas que deverão seguir um procedimento específico assim como recorrer aos *templates* fornecidos pela metodologia.

RELATÓRIO A3

Conforme referido no capítulo anterior, o diagnóstico de necessidades compreende o estudo das necessidades da empresa, a identificação de problemas e as respetivas soluções. Nesse sentido, é essencial a utilização de um relatório A3 que acompanhe a etapa inicial da implementação e avalie o parâmetro de eficiência de cada funcionalidade.

De facto, esta ferramenta será utilizada com o objetivo de assegurar que toda a informação é recolhida e analisada seguindo uma abordagem estruturada. Assim, pretende-se obter uma visão geral das oportunidades ou ineficiências da empresa para que as partes interessadas visualizem, de forma rápida e eficiente, o problema e a respetiva solução que se propõe. A utilização desta ferramenta irá permitir que a equipa de implementação assegure que a solução informática selecionada satisfaça as necessidades, evitando informação incorreta ou equívocos.

A folha A3 (Apêndice B) deverá conter toda a informação necessária de forma clara e explícita e, por esse motivo, propõe-se a divisão do documento em cinco secções, nomeadamente:

- **Objetivo(s)** – Define a meta ou objetivo que a solução informática deverá atender;
- **Problema ou Oportunidade** – Descreve os principais problemas e oportunidades identificados que exigiram a implementação do sistema MES;
- **Background** – Apresenta, de forma resumida, mas clara, qual é a solução que se propõe para resolver o problema da empresa;
- **Condições Atuais** – Na presente secção, é recomendado que sejam identificadas as necessidades da empresa como funcionalidades e que sejam pontuadas de acordo com a sua eficiência (Figura 35). Por outras palavras, pretende-se apresentar todas as funcionalidades que a empresa ambiciona aprimorar ou alcançar com a implementação do sistema e classificá-las numa escala de 0-5 de acordo com o seu grau de eficiência atualmente na empresa. À vista disso, a pontuação zero deverá demonstrar que essa funcionalidade não existe e o cinco que se trata de uma funcionalidade completamente automática.
- **Condições Alvo/ Objetivos Específicos** – As condições alvo representam a situação futura que se pretende alcançar e, nesse sentido, as funcionalidades devem ser novamente classificadas para que se identifique o impacto, ou seja, a eficiência de cada funcionalidade com a implementação do sistema de informação. Esta secção é uma espécie de atualização da secção *Situações Atuais* que descreve os resultados esperados assim como as condições impostas.

- **Tendência** – A avaliação da tendência deve considerar a probabilidade de mudança no futuro, ou seja, os requisitos que têm uma elevada tendência, ou seja, que devem ser classificados com uma pontuação de 5, são aqueles que estão sujeitos a alterações ou modificações no futuro, e que, portanto, precisam de ser implementados tendo em mente a flexibilidade e a escalabilidade.

CÓD. REQ.	REQUISITO	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				

GRAVIDADE		URGÊNCIA		TENDÊNCIA	
1	Não tem impacto	1	Pode esperar	1	Não vai piorar
2	Pouco impacto	2	Pouco urgente	2	Vai piorar a longo prazo
3	Impacto	3	Urgente	3	Vai piorar a médio prazo
4	Muito impacto	4	Muito urgente	4	Vai piorar a curto prazo
5	Extremo impacto	5	Extremamente urgente	5	Está a piorar

Figura 36- Excerto da tabela 1 do documento *Matriz GUT - Priorização dos Requisitos* e parâmetros de avaliação

Numa segunda fase de priorização, deverá ser preenchida a segunda tabela (Figura 37) com o valor GUT (GxUxT) de cada um deles, ou seja, devem ser multiplicadas os valores dos três parâmetros e, posteriormente, preenchido o valor final obtido na coluna respetiva.

CÓD- REQ.	REQUISITO	GRAU DE GRAVIDADE (GxUxT)
Req-nf		
Req-nf		
Req-nf		
Req-nf		
Req-nf		

Figura 37- Excerto da tabela 2 do documento *Matriz GUT - Priorização dos Requisitos*

Finalmente, com o valor GUT calculado, a equipa responsável deverá passar para a última tabela (Figura 38) e aquela que será decisiva na priorização dos requisitos. Assim, os requisitos deverão ser ordenados por ordem decrescente de acordo com o valor GUT correspondente e selecionada a cor da priorização. Aqueles que apresentam um valor GUT muito alto devem estar associados à cor vermelha que significa “Muito Prioritário”, os que apresentam um valor intermédio devem ser associados à cor amarela que significa “Prioritário” e, por último, todos os requisitos com um valor baixo devem estar associados à cor verde que significa “Pouco Prioritário”. Para a associação da cor propõe-se um intervalo entre 1-30 para a cor verde, de 31-70 para a cor amarelo e de 71-125 para a cor vermelha.

CÓD. REQ.	SEQ. PRIORIZAÇÃO	REQUISITO	COR PRIORIDADE
Req-nf-XX	XX		
Req-nf-XX	XX		
Req-nf-XX	XX		

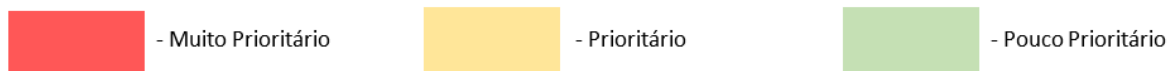


Figura 38- Excerto da tabela 3 do documento *Matriz GUT - Priorização dos Requisitos* e respetiva legenda

4. CASO DE ESTUDO

O presente capítulo destina-se exclusivamente ao caso de estudo desenvolvido na empresa ADIRA *Metal Forming Solutions*. A primeira fase do capítulo, pretende introduzir o objetivo do caso de estudo no contexto da empresa e clarificar o fator motivador para a implementação de um sistema MES. De seguida, será descrito todo o processo de implementação da solução orientado pela metodologia proposta no capítulo 3, nas várias etapas e atividades que o integram.

4.1. Contextualização do Estudo em Contexto ADIRA

Conforme descrito no capítulo 1, a *ADIRA Metal Forming Solutions* é uma empresa que fornece soluções para indústrias de processamento de chapa metálica do setor da MM (Metalúrgica e Metalomecânica)). É uma empresa que conta com mais de 60 anos de história. Anos que testemunham a capacidade de resiliência, adaptabilidade e flexibilidade da empresa face às diversas transformações sucedidas tanto no próprio setor como no setor cliente.

A ADIRA tem como cliente uma indústria indispensável para a economia a nível nacional, representando uma percentagem significativa das exportações e o setor que mais contribui para o Produto Interno Bruto (PIB) desde 2011. (Comércio, 2021) De acordo com a *Associação das Industriais Metalúrgicas, Metalomecânicos e Afins de Portugal* (AIMMAP), apesar do impacto negativo no crescimento do setor por efeito da crise pandémica seguida de uma crise de contentores, em 2021, revelou-se um crescimento de 1,5% relativamente ao ano de pré-pandemia (2019) e um crescimento de 16,2% perante o ano anterior. Por outro lado, trata-se de uma atividade, frequentemente, confrontada com constrangimentos relacionados com custos de combustíveis, energia e falta de matéria-prima (MP). Face ao panorama atual, por consequência do conflito da Ucrânia, AIMMAP afirma que, se nada mudar, o impacto negativo no setor metalomecânica em Portugal será, seguramente, superior ou da pandemia. (Comércio, 2021; Luso, 2022)

Tendo em conta os dados estatísticos, a ADIRA tem como principal cliente um setor que é, constantemente, confrontado com mudanças imprevisíveis. Para além disso, insere-se num grupo específico – a fabricação de máquinas-ferramentas – que detém de um leque considerável de indústrias concorrentes. Nesse sentido, para que se mantenha, diferencie e evolua sempre um passo à frente das restantes, é importante que se mantenha a par das tendências atuais, focada na inovação constante.

Nos tempos que correm, a digitalização da indústria é uma necessidade. Com a evolução tecnológica no setor industrial, é possível automatizar e elevar os métodos tradicionais a um nível muito superior, garantindo uma utilização eficaz e de simples manutenção ao longo do tempo. Por esse motivo, o desafio da ADIRA reside na implementação de uma solução informática que revolucione a visibilidade e transparência dos processos, a produtividade e eficiência das operações, a qualidade e preço dos próprios produtos e, conseqüentemente, a flexibilidade e desempenho da própria empresa.

A transparência clara que se pretende obter sobre o chão de fábrica da ADIRA, aliada a ferramentas de suporte da metodologia *Lean* capazes de eliminar a *muda*, são um primeiro passo para que uma

organização se mantenha na corrida da competitividade. A utilização de IoT e a integração de sistemas (o chão de fábrica, ERP e MES) deverá proporcionar uma capacidade de resposta mais eficiente a qualquer adversidade, permitindo uma tomada de decisão mais ponderada e sustentada em análises de dados reais e fidedignos.

Considerando o que foi dito, o objetivo do capítulo 4 é descrever as várias etapas da implementação de um sistema MES na ADIRA, seguindo a metodologia proposta, para, posteriormente, analisar e avaliar o desempenho da empresa através de indicadores KPI. Deste modo, pretende-se beneficiar das capacidades do MES, devidamente integrado com o ERP e o chão de fábrica, para analisar os dados e informação gerados, estudar os métodos e o trabalho, quantificar os tempos padrão, assim como alimentar as ferramentas *Lean* para garantir a melhoria contínua das operações.

4.2. Implementação da Metodologia Proposta na Empresa ADIRA

O processo de digitalização da empresa ADIRA através da implementação de um sistema MES, foi orientado pela metodologia proposta no capítulo 3 e será descrito no presente subcapítulo. Dada a dimensão da empresa e as características que lhe estão intrínsecas, algumas situações foram adaptadas ao contexto e descritas conforme a realidade.

Numa fase anterior à implementação do sistema de informação, a gestão de topo da ADIRA começou por eleger os próprios colaboradores responsáveis por integrar aquela que seria a equipa de implementação. Contudo, é de realçar que, numa fase posterior, a equipa não será constituída apenas por elementos da ADIRA (designada também por equipa interna) mas também por colaboradores da empresa fornecedora da solução (designada também por equipa parceira). Ainda assim, cada uma das equipas, tanto a interna como a parceira, é constituída por elementos com funções idênticas, mas de responsabilidades diferentes.

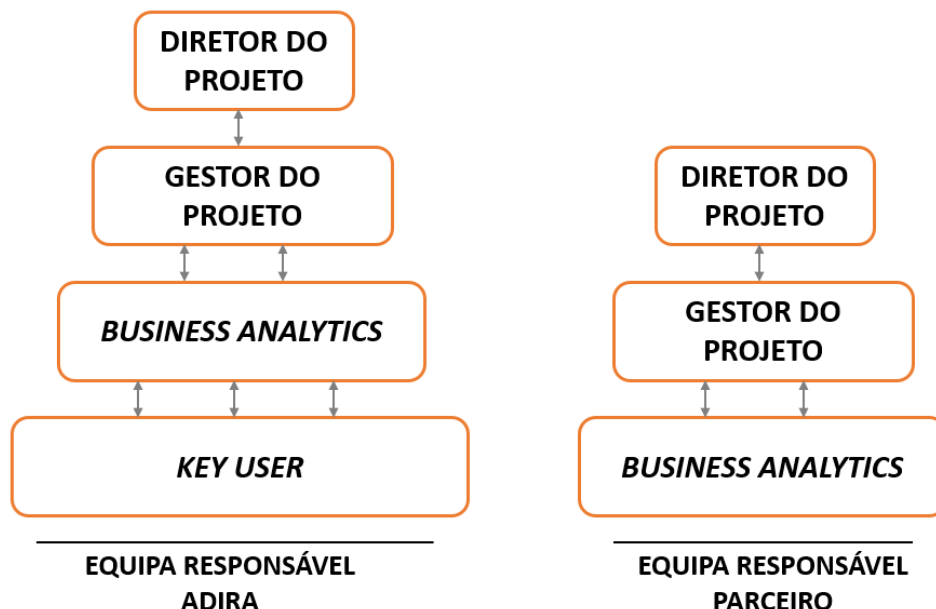


Figura 39- Elementos da equipa de implementação do sistema MES

Conforme proposto na metodologia, a equipa interna da ADIRA é constituída por quatro elementos, nomeadamente, o CEO (diretor do projeto), um colaborador do departamento de IT (Gestor do projeto), um colaborador do departamento Industrial (*Key User*) e um colaborador intermediário (*Business Analytics*) que realiza a ligação entre o departamento IT e Industrial.

ETAPA 1: DIAGNÓSTICO DE NECESSIDADES

A etapa de *Diagnóstico de Necessidades* iniciou-se com o levantamento e identificação das necessidades da empresa que constitui uma das atividades mais relevantes do processo de pré-implantação e cuja responsabilidade de orientar recaiu, maioritariamente, sobre o elemento intermediário (*Business Analytics*).

Atividade 1: Identificar Necessidades da Empresa

Numa fase inicial, designadamente na análise da documentação existente, foi perceptível a falta de histórico de informação relevante sobre as atividades internas da organização, nomeadamente no que diz respeito à descrição dos processos e detalhe das operações. A pouca informação documentada não seria suficiente para gerar um documento base que sustentasse as atividades seguintes e, por esse motivo, optou-se por iniciar a etapa pela recolha de informação através da observação dos processos. É de salientar que a ausência de uma base de informação no momento da observação, tornou o processo mais difícil e moroso, causando dificuldades numa fase tão incipiente do projeto.

Considerando que o colaborador intermediário ainda não possuía um conhecimento sólido acerca da dinâmica da fábrica, a etapa de diagnóstico de necessidades estendeu-se por mais tempo que o esperado.

Assim, o estudo permitiu que o responsável intermediário identificasse e recolhesse as ineficiências/necessidades existentes no mesmo. Este reconhecimento foi desde as necessidades gerais de cada área do chão de fábrica até às necessidades particulares do sistema de informação. Nesse contexto, de forma a facilitar a identificação das necessidades da produção, foram estipuladas, inicialmente, ações gerais que deveriam ser garantidas em cada uma das áreas de produção envolvidas. Essas ações incluem:

- registo de tempos, seja por atividades, operação ou processo;
- registo de paragens, seja da máquina ou do operador;
- registo de motivos de paragens;
- registo das quantidades produzidas;
- registo de quantidades rejeitadas;
- visualização de documentação suporte;
- *checklist* de execução de operação;
- envio de qualquer tipo de alarmes.

Assim, da observação assistemática, resultou a seguinte matriz onde a marcação (X) transmite a existência da respetiva ação na respetiva área, independentemente do seu carácter: manual ou automático (Tabela 12).

Tabela 12- Matriz de identificação de ineficiências

		AÇÕES					
		Registrar tempos	Registrar paragem	Registrar motivo de paragem	Registrar quantidade (aceites/rejeitadas)	Visualizar documentos	Check list
ÁREA	Pintura					X	
	Maquinagem	X	X		X	X	
	Pré-montagem	X	X		X	X	
	Montagem		X	X	X	X	X

De forma a tornar a informação mais completa e coesa, durante a observação foi documentado o procedimento de cada funcionalidade mencionada na Tabela 12. Este documento, nomeado de *Procedimentos Específicos - Levantamento de Necessidades*, identifica, da mesma forma, as ineficiências/ necessidades do sistema produtivo, mas de uma forma mais pormenorizada, descrevendo o processo daquelas que existem, o seu nível de eficiência, entre outra informação. A Figura 40 demonstra um excerto do documento na área de pintura e de maquinagem.

1 OBJETIVO

Criar uma descrição de alguns processos que integram, atualmente, o processo de produção de uma máquina. O presente documento facilita a identificação das ineficiências e necessidades e de que forma acontecem ao longo do processo bem como de possíveis desperdícios de recursos (tempo, material...) gerados ao longo de cada atividade.

2 ÂMBITO

Este procedimento contribui para o processo de preparação da implementação do software MES fornecendo uma visão geral das atividades atuais da empresa.

3 PROCEDIMENTO

3.1. ÁREA PINTURA

3.1.1. Visualizar documentos

- Os operadores que trabalham na área de pintura têm acesso aos documentos;
- O departamento Industrial é responsável por afixar os layouts na parede do posto de trabalho (PT) da pintura e, normalmente, não necessitam de os pedir (vão à parede visualizar);
- Contudo, no caso do departamento Industrial não os ter atualizado quando necessário, os operadores dirigem-se ao escritório para pedir o respetivo desenho ou que atualizem os layouts afixados
 - Trata-se de um procedimento extremamente manual que envolve desperdício de material (papel, tinta de impressão, fita cola, etc) e desperdício de tempo quando os layouts não estão prontamente atualizados

3.2. ÁREA MAQUINAGEM

3.2.1. Registrar os tempos de cada atividade da maquinagem

- Como cada colaborador está associado a uma só máquina de cada vez, ele apenas tem de identificar o centro de trabalho e selecionar no inforln a única máquina que lhe foi atribuída pelo departamento Industrial.

3.2.3. Registrar paragens ao longo da operação na área de maquinagem

- No caso de existir necessidade de fazer uma paragem, o Operador tem a opção de, no inforln, identificar essa paragem. Quando a ordem de produção é iniciada, o operador tem a opção de "Parar" a produção assim como, iniciar, novamente a produção selecionando "Executar".
- Contudo, os colaboradores não o fazem com regularidade, não existindo qualquer histórico de paragens para analisar.
- É de salientar que o operador tem a possibilidade de marcar as paragens durante a produção mas não tem onde identificar o motivo da respetiva paragem, impossibilitando a identificação dos motivos que geram as paragens para, posteriormente, serem tratados e eliminados - INEFICIÊNCIA.

3.2.4. Registrar as quantidades produzidas por operação na área de maquinagem

- Para que as quantidades produzidas fiquem registadas, o operador deve completar a operação no inforln e registar as quantidades produzidas:
 - "Completar Operação" > abre pop-up > registar as quantidades feitas
- Quando o Operador completa a OP, ela tem de ser ainda completa pelo departamento Industrial;
- O departamento Industrial tem de ir completar a ordem (voltar a colocar as quantidades), passar para stock e "gastar" a MP uma vez que ainda não tinha sido dada como utilizada;
- Contudo, não existe nenhum aviso prévio, o departamento industrial acede ao Ln porque identificou que uma OP foi terminada ou apenas para verificar se existe alguma que já foi terminada.
 - Na tab "Ordens de produção" seleciona "action">"Completar Operação" e verifica as OP com "Status: Completa" (estas devem ser dadas por terminadas pelo departamento industrial)

3.2.5. Visualizar documentos

- Na maquinagem não existe nenhum suporte digital para visualizar os documentos e, por esse motivo, o departamento industrial fornece, diariamente, os desenhos aos operadores (levando-os ao posto de trabalho de cada operador);
 - No caso de isso não acontecer, o operador desloca-se ao escritório para pedir o documento necessário;

Figura 40- Excerto do documento *Procedimentos Específicos – Levantamento de Necessidades*

Adicionalmente, dada a importância (anteriormente já mencionada) do envolvimento dos *Key User* ao longo da implementação da solução, a ADIRA optou por desenvolver o *workshop* proposto na metodologia. Para isso, dividiram-se os colaboradores em grupos (cada turno em dois grupos) de forma a evitar a paragem total da produção. Já a preparação e organização do *workshop* foi da responsabilidade do *Business Analytics* e a sua execução da responsabilidade do gestor de projetos.

Inicialmente o *workshop* incidiu na consciencialização dos colaboradores acerca do projeto e o principal objetivo da implementação. Este momento teve como propósito transmitir que a implementação do sistema MES na empresa ADIRA seria focada não só em melhorar o desempenho da indústria, mas, também, focada em melhorar as condições e métodos de trabalho de todos os

elementos da organização. O decorrer da apresentação foi suportado por uma apresentação em *powerpoint*, criando uma dinâmica e interação entre todos os presentes.

Posteriormente, a equipa responsável desenvolveu um conjunto de questionários (Figura 41) adequados a cada uma das áreas com o propósito de realizar as entrevistas aos operadores. Assim sendo, cada um dos documentos reúne um conjunto de questões formuladas através do estudo realizado ao processo produtivo. As questões estão focadas nas ineficiências encontradas com o propósito de corroborar informação, esclarecer dúvidas e identificar outras necessidades não identificadas. Esta micro-atividade pretende envolver os operadores da ADIRA na implementação do sistema MES, uma vez que serão parte dos utilizadores chave do sistema.



QUESTIONÁRIO DE NECESSIDADES

1 OBJETIVO

O documento tem como objetivo reunir um conjunto de questões que foram formuladas pela equipa responsável através do estudo realizado ao processo produtivo. As questões estão focadas nas ineficiências encontradas com o propósito de corroborar informação, esclarecer dúvidas e identificar outras necessidades não identificadas. Este questionário pretende envolver os operadores na implementação do sistema MES uma vez que serão utilizadores chave do sistema. O presente questionário foi realizado na área da produção da maquinagem.

2 PROCEDIMENTO

Área	Maquinagem
Operador	Pedro Gomes
Responsável	Leonor Costa
Data	15/11/2022

QUESTÃO	SIM	NÃO
A autenticação na plataforma é demorada acarretando desperdício de tempo?	X	
A autenticação na plataforma encontra-se sempre operacional?	X	
O operador regista tempos por cada uma das tarefas que executa?		X
O operador regista tempos por cada uma ordem de produção que executa?		X
O operador regista tempos por cada turno que executa?	X	
Regista as próprias paragens (do operador) durante uma ordem de produção?		X
Regista as paragens da máquina, durante uma ordem de produção?		X
O registo de paragens durante uma ordem de produção é eficiente?		X
Regista as quantidades produzidas durante uma ordem de produção?	X	
Regista a matéria prima rejeitada devido a não conformidade?		X
Regista os motivos associados à matéria prima rejeitada?		X
Regista as peças rejeitadas devido a não conformidade?		X
Regista os motivos associados às peças rejeitadas?		X
A visualização de documentos necessários à produção é eficiente?		X
A visualização de documentos necessários à produção está sempre disponível?		X

Figura 41- Exemplo de questionário realizado a um Operador da área da maquinagem

Terminados todos os passos de recolha de informação, a equipa responsável optou por elaborar um relatório A3. Na Figura 42 é possível verificar, rapidamente, a eficiência atual de algumas funcionalidades da empresa e a eficiência que se pretende atingir com a implementação. É de notar o baixo nível de automação dos processos, sendo que, atualmente, pelo menos nove funcionalidades não existem ao longo da produção.

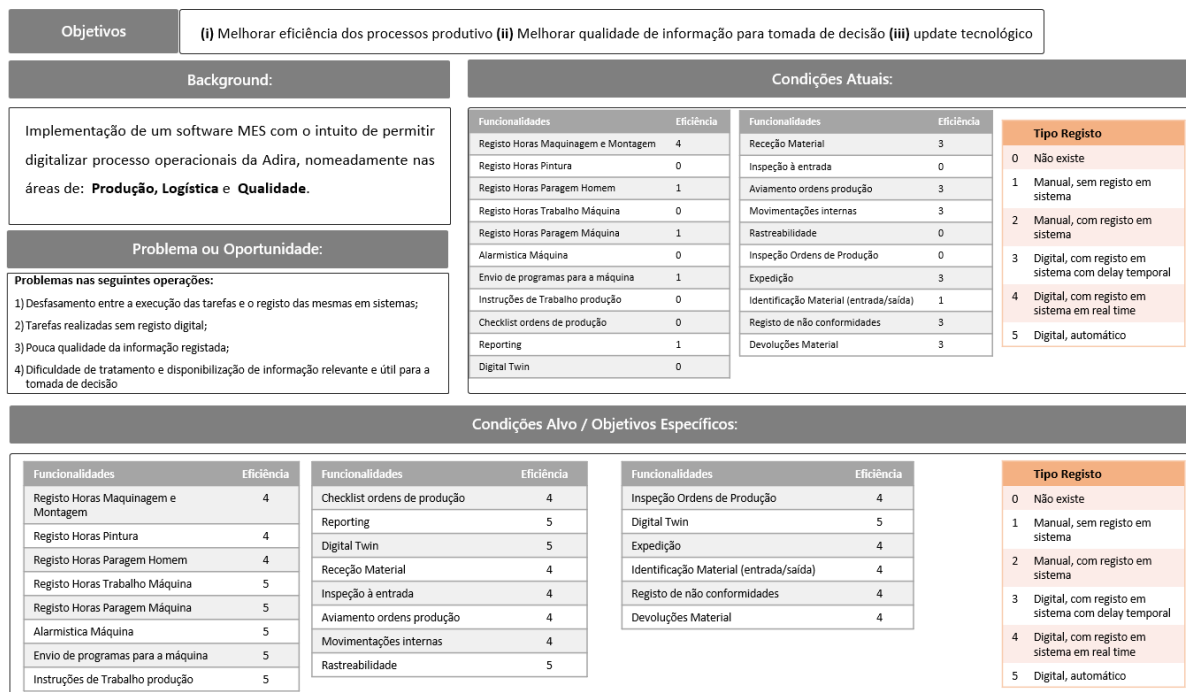


Figura 42- Relatório A3 das ineficiências do sistema produtivo (Situação As-Is e To-Be das funcionalidades)

Atividade 2: Definir Requisitos

Após reunir um conjunto de informação que realça as principais ineficiências do processo de produção da ADIRA, estipularam-se os principais objetivos da implementação de um sistema MES que serviram de guia para a definição dos requisitos da solução, nomeadamente (Figura 43):

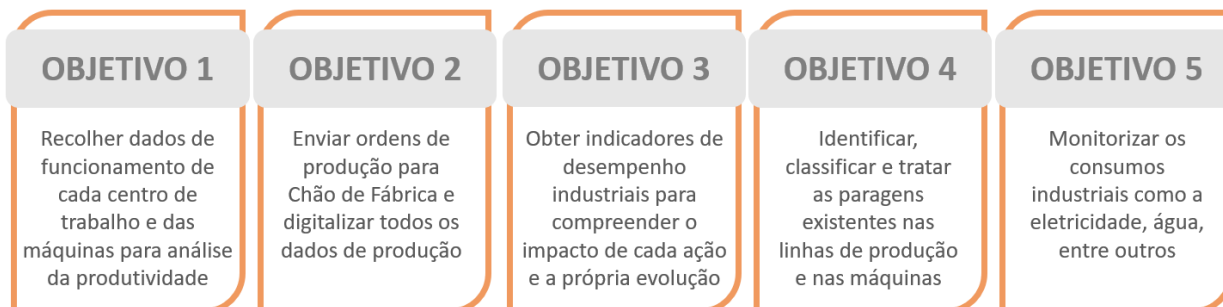


Figura 43- Objetivos principais da implementação do sistema MES

Com os objetivos definidos, a equipa responsável procedeu com a formulação dos requisitos utilizando a técnica do *brainstorming*. Do momento de análise resultaram as funcionalidades necessárias para dar resposta às necessidades particulares da ADIRA. Assim, na Figura 45 é apresentada a lista de requisitos com o respetivo código e o tipo associados.

CÓD. REQ.	TIPO REQ.	Requisito
Req-nf	Não funcional	Alojamento <i>Cloud</i>
Req-nf	Não funcional	Comunicação da máquina com a <i>Cloud</i> fora da rede corporativa da <i>Adira</i>
Req-nf	Não funcional	Isolar rede das máquinas da rede corporativa da <i>Adira</i>
Req-nf	Não funcional	Equipamento para recolha dos sinais da máquina
Req-nf	Não funcional	Comunicação entre equipamento de recolha de sinais e plataforma
Req-nf	Não funcional	Segurança protocolos de comunicação, equipamentos a instalar e plataforma
Req-f	Funcional	Método de autenticação expedito
Req-f	Funcional	Reporte de ordens de produção expedito (Start/Stop)
Req-f	Funcional	Reporte de paragens colaboradores com motivos associados: Paragem associada à ordem de produção ou paragem associada ao centro de trabalho
Req-f	Funcional	Imputação de incidências (paragens) da máquina. Possibilidade do operário registar motivo de paragem da máquina
Req-f	Funcional	Possibilidade de registar tempos de setup/setout
Req-f	Funcional	Checklist associada à operação de setup, início de operação ou final de operação
Req-f	Funcional	Imputação das quantidades fabricadas à ordem de produção
Req-f	Funcional	Imputação de quantidades fabricadas rejeitadas à ordem de produção com indicação do motivo
Req-f	Funcional	Imputação de matéria-prima rejeitada à ordem de produção com indicação do motivo
Req-f	Funcional	Possibilidade de registar tempos para um grupo de ordens e fazer a respetiva distribuição do tempo registado pelas várias ordens de produção
Req-f	Funcional	Armazenamento dos programas CNC's a utilizar em cada produto
Req-f	Funcional	Visualização de documentação associada ao artigo a produzir
Req-f	Funcional	Gestão dos skills do funcionário
Req-f	Funcional	Envio de alarmes, decorrentes de parâmetros do código CNC
Req-f	Funcional	Envio de alarmes, decorrentes de informação registada no sistema
Req-f	Funcional	Envio de alarmes por e-mail e sms
Req-f	Funcional	Rastreabilidade do produto: Controlo de nº de séries e lotes de produção
Req-f	Funcional	Monitorização da chão de fábrica: Digital Twin da fábrica
Req-nf	Não funcional	Integração com o ERP Dados mestre: <ul style="list-style-type: none"> • Ordens de fabrico Operações
Req-nf	Não funcional	Integração com o ERP Imputações de Tempo: <ul style="list-style-type: none"> • Tempo Setup • Tempo de Produção Quantidades Produzidas
Req-nf	Não funcional	Integração com o ERP Logística: Movimentações Internas
Req-f	Funcional	Digitalização de Documento de Inspeção e Registo
Req-f	Funcional	Criação de etiqueta para identificação dos artigos
Req-f	Funcional	Monitorização dos consumos energéticos da máquina
Req-f	Funcional	Alarmística e monitorização via Mobile APP
Req-f	Funcional	O colaborador pode estar associado a mais do que uma máquina em simultâneo

Figura 44- Versão final dos requisitos definidos para a solução MES

Posteriormente, esboçou-se um cronograma que transmitisse, visualmente, a duração de cada etapa do projeto assim como a data de início e fim para a implementação. É de realçar que se trata de uma primeira versão que foi ajustada considerando a vontade da ADIRA e a disponibilidade do fornecedor da solução. (Figura 46) Esta primeira versão foi elaborada apenas com o objetivo de especular um horizonte temporal para a ADIRA.

Assim, a equipa responsável da ADIRA iniciou o processo de implementação em outubro de 2022 com o objetivo de o concluir no ano seguinte pela mesma altura, já incluindo a etapa de implementação, acompanhamento e análise de resultados.

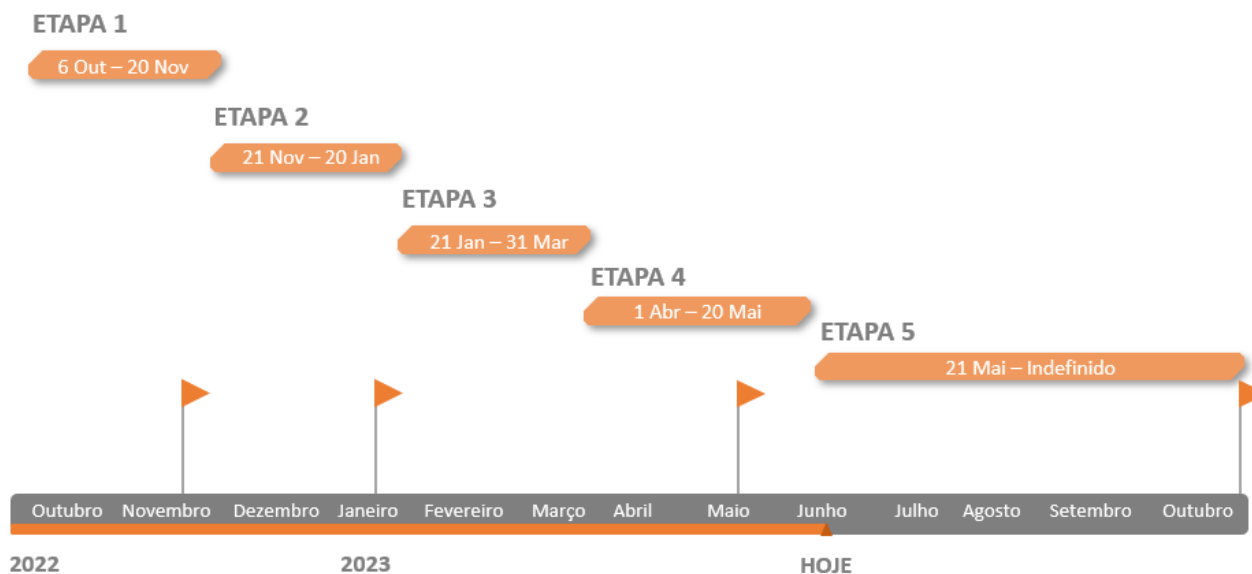


Figura 46- Primeira versão de um cronograma (gráfico GANTT) da implementação

Atividade 3: Estabelecer Prioridades

Para a atividade de priorização dos requisitos, a equipa responsável recorreu à ferramenta *Matriz GUT* apresentada no capítulo anterior. Da sua aplicação resultaram oito requisitos (Figura 47) com um grau de prioridade muito elevado e que, por esse motivo, tinham, obrigatoriamente, que ser considerados no momento da seleção da solução, ou seja, qualquer solução que não apresentasse um dos requisitos classificados como muito prioritário, seria excluída. É de salientar que os requisitos com a pontuação mais alta são requisitos não funcionais que se relacionam com a integração do sistema MES ao ERP assim como requisitos de infraestrutura (uma vez que sem eles não será possível alcançar outros requisitos).

Dos restantes requisitos, foram ainda classificados como prioritários um conjunto de dez. Estes requisitos deveriam também estar presentes na solução selecionada, contudo, considerando que poderia não ser possível, a equipa responsável estipulou que pelos menos 80% dos requisitos prioritários da solução deveriam estar incluídos no momento da implementação e os restantes seriam considerados para um futuro próximo. Finalmente, os restantes catorze requisitos considerados como pouco prioritários (face à dimensão do projeto) representavam todas as funcionalidades que a ADIRA gostaria de incluir na sua solução, mas que a sua aplicabilidade deveria ser avaliada em conjunto com o fornecedor.

CÓD- REQ.	SEQ. PRIORIZAÇÃO	REQUISITO	COR PRIORIDADE
Req-nf-01	01	Alojamento <i>Cloud</i>	125
Req-nf-02	02	Comunicação da máquina com a <i>Cloud</i> fora da rede corporativa da <i>Adira</i>	125
Req-nf-03	03	Segurança protocolos de comunicação, equipamentos a instalar e plataforma	125
Req-nf-04	04	Integração com o ERP Dados mestre: <ul style="list-style-type: none"> • Ordens de fabrico Operações	125
Req-nf-05	05	Integração com o ERP Imputações de Tempo: <ul style="list-style-type: none"> • Tempo Setup • Tempo de Produção Quantidades Produzidas	125
Req-f-06	06	Reporte de ordens de produção expedito (Start/Stop)	100
Req-f-07	07	Reporte de paragens colaboradores com motivos associados: Paragem associada à ordem de produção ou paragem associada ao centro de trabalho	80
Req-f-08	08	Rastreabilidade do produto: Controlo de nº de séries e lotes de produção	60

Figura 47- Requisitos identificados como muito prioritários

Req-nf-09	09	Equipamento para recolha dos sinais da máquina	48
Req-nf-10	10	Comunicação entre equipamento de recolha de sinais e plataforma	48
Req-f-11	11	Imputação das quantidades fabricadas à ordem de produção	48
Req-f-12	12	Método de autenticação expedito	36
Req-f-13	13	Visualização de documentação associada ao artigo a produzir	27
Req-nf-14	14	Integração com o ERP Logística: Movimentações Internas	27
Req-f-15	15	Criação de etiqueta para identificação dos artigos	27
Req-f-16	16	Possibilidade de registar tempos de setup/setout	24
Req-f-17	17	Checklist associada à operação de setup, início de operação ou final de operação	24
Req-f-18	18	Monitorização da chão de fábrica: Digital Twin da fábrica	24

Figura 48- Requisitos identificados como prioritários

Req-f-19	19	Imputação de quantidades fabricadas rejeitadas à ordem de produção com indicação do motivo	18
Req-f-20	20	Digitalização de Documento de Inspeção e Registo	18
Req-nf-21	21	Isolar rede das máquinas da rede corporativa da <i>Adira</i>	16
Req-f-22	22	Imputação de incidências (paragens) da máquina. Possibilidade do operário registar motivo de paragem da máquina	16
Req-f-23	23	O colaborador pode estar associado a mais do que uma máquina em simultâneo	12
Req-f-24	24	Envio de alarmes, decorrentes de parâmetros do código CNC	9
Req-nf-25	25	Imputação de matéria-prima rejeitada à ordem de produção com indicação do motivo	8
Req-nf-26	26	Monitorização dos consumos energéticos da máquina	8
Req-nf-27	27	Armazenamento dos programas CNC's a utilizar em cada produto	6
Req-f-28	28	Possibilidade de registar tempos para um grupo de ordens e fazer a respetiva distribuição do tempo registado pelas várias ordens de produção	4
Req-f-29	29	Alarmística e monitorização via Mobile APP	2
Req-f-30	30	Gestão dos skills do funcionário	1
Req-f-31	31	Envio de alarmes, decorrentes de informação registada no sistema	1
Req-f-32	32	Envio de alarmes por e-mail e sms	1

Figura 49- Requisitos identificados como pouco prioritários

Atividade 4: Verificar Requisitos

Para concluir a etapa de diagnóstico de necessidades, a equipa responsável reuniu com os principais *Key User* com o propósito de apresentar uma versão final dos requisitos assim como a classificação de cada um face à sua prioridade. Esta reunião permitiu que todos os elementos presentes partilhassem a sua opinião sobre os requisitos definidos e realizassem pequenos ajustes. Esta verificação demonstrou resultados bastantes positivos de onde se depreendeu que todos os elementos se encontravam direcionados para os mesmos objetivos e dispostos a participar na implementação do sistema MES.

ETAPA 2: ADJUDICAÇÃO DA PROPOSTA

Atividade 1: Identificar Fornecedores

Com os requisitos da solução definidos, o próximo passo incidiu-se na adjudicação da proposta. Na etapa de adjudicação da proposta, a equipa responsável da ADIRA optou por realizar um estudo do mercado de soluções MES considerando que, tal como qualquer sistema de informação, estes também se encontram em constante transformação. O estudo permitiu compreender que tipos de

sistemas são, atualmente, desenvolvidos em Portugal e, baseando-se nos fatores-chave apresentados na metodologia proposta, identificar aquilo que os diferencia no próprio mercado. Por consequência do estudo, resultaram três candidatos a fornecedores da solução (Figura 50):



Figura 50- Principais candidatos à implementação de um sistema MES na empresa ADIRA

Estas três empresas dispõem, cada uma delas, de uma solução para implementação de um sistema MES, contudo, o estudo realizado para a seleção não foi suficientemente aprofundado para garantir que seriam capazes de dar resposta a todas as exigências da ADIRA. Nesse sentido, a equipa responsável contactou cada uma das empresas a fim de agendar uma reunião com o propósito de apresentar o problema da organização e as respetivas exigências para a solução e, consequentemente, obter uma proposta.

Atividade 2: Analisar Propostas

Cada uma das empresas apresentou disponibilidade para uma reunião de introdução. Nas reuniões estiveram presentes dois elementos da equipa interna e apenas um colaborador da possível empresa fornecedora. Em cada uma delas foram apresentados os requisitos definidos anteriormente e apresentadas possíveis funcionalidades que respondessem às necessidades. Finalmente, das reuniões resultaram três propostas, por escrito, de uma solução adaptada à ADIRA, envolvendo todos os detalhes essenciais (mas que não poderão ser apresentados por motivos de confidencialidade), nomeadamente:

- A divisão de responsabilidades entre cada um dos elementos que integra a equipa de implementação;
- As ofertas de funcionalidades a nível de *software*;
- O *hardware* incluído na oferta;
- A proposta de uma arquitetura geral de funcionamento do sistema de informação.

Assim que a equipa responsável adquiriu todas as propostas, iniciou a fase de comparação.

Atividade 3: Comparar Ofertas

A comparação das propostas dividiu-se em duas partes onde, em cada uma das partes, foi excluído um candidato. Para a primeira parte recorreu-se ao documento fornecido na metodologia proposta de onde resultou uma matriz de comparação de requisitos (Figura 51). A matriz demonstra quais

os requisitos abrangidos por cada solução de onde é perceptível que a solução OLANET não oferece dois requisitos classificados como muito prioritários e, por esse motivo, foi excluída automaticamente do processo de implementação. É de salientar que para além do motivo mencionado, também é a solução que responde a menos funcionalidades (cerca de 28% dos requisitos definidos não são correspondidos). Assim sendo, a primeira solução excluída foi a OLANET por não garantir a cobertura de tantos requisitos como as restantes.

CÓDIGO	TIPO	REQUISITO	OLANET	MUVU	Think Digital
Req-nf-01	Infraestrutura	Alojamento <i>Cloud</i>	-	X	X
Req-nf-02	Infraestrutura	Comunicação da máquina com a <i>Cloud</i> fora da rede corporativa da <i>Adira</i>	-	X	X
Req-nf-03	Infraestrutura	Segurança protocolos de comunicação, equipamentos a instalar e plataforma	X	X	X
Req-nf-04	Software	Integração com o ERP Dados mestre: Ordens de fabrico e Operações	X	X	X
Req-nf-05	Software	Integração com o ERP Imputações de Tempo: Tempo Setup e Tempo de Produção Quantidades Produzidas	X	X	X
Req-f-06	Software	Reporte de ordens de produção expedito (Start/Stop)	X	X	X
Req-f-07	Software	Reporte de paragens dos colaboradores com o motivo associado e associar paragem à ordem de produção ou ao centro de trabalho	X	X	X
Req-f-08	Software	Rastreabilidade do produto (controlo de número de séries e lotes de produção)	X	X	X
Req-nf-09	Infraestrutura	Equipamento para recolha dos sinais da máquina	X	X	X
Req-nf-10	Infraestrutura	Comunicação entre equipamento de recolha de sinais e plataforma <i>Cloud</i>	X	X	X
Req-f-11	Software	Imputação das quantidades fabricadas à ordem de produção	X	X	X
Req-f-12	Software	Método de autenticação expedito	X	X	X
Req-f-13	Software	Visualização de documentação associada ao artigo a produzir	-	X	X
Req-nf-14	Software	Integração com o ERP Logística: Movimentações Internas	-	-	-
Req-f-15	Software	Criação de etiqueta para identificação dos artigos	-	X	X
Req-f-16	Software	Possibilidade de registar tempos de setup/setout	X	X	X
Req-f-17	Software	Checklist associada à operação de setup, início de operação ou final de operação	X	X	X
Req-f-18	Software	Monitorização da chão de fábrica (Digital Twin da fábrica)	X	X	X
Req-f-19	Software	Imputação de quantidades fabricadas rejeitadas à ordem de produção com indicação do motivo	X	X	X
Req-f-20	Software	Digitalização de Documento de Inspeção e Registo	-	-	-
Req-f-21	Infraestrutura	Isolar rede das máquinas da rede corporativa da <i>ADIRA</i>	X	X	X
Req-f-22	Software	Imputação de incidências (paragens) da máquina com a possibilidade do operário registar motivo	X	X	X
Req-f-23	Software	O colaborador pode estar associado a mais do que uma máquina em simultâneo	X	X	X
Req-f-24	Software	Envio de alarmes, decorrentes de parâmetros do código CNC	X	X	X
Req-f-25	Software	Imputação de matéria-prima rejeitada à ordem de produção com indicação do motivo	X	X	X
Req-nf-26	Software	Monitorização dos consumos energéticos da máquina	-	X	X
Req-nf-27	Software	Armazenamento dos programas CNC's a utilizar em cada produto	Envio para a máquina não será feito de forma automática		
Req-nf-28	Software	Possibilidade de registar tempos para um grupo de ordens e fazer a respetiva distribuição do tempo registado pelas várias ordens de produção	-	X	X
Req-f-29	Software	Alarmística e monitorização via Mobile APP	-	X	+/- (webapp dashboard com histórico de alarmes)
Req-f-30	Software	Gestão dos skills do funcionário	X	X	X
Req-f-31	Software	Envio de alarmes, decorrentes de informação registada no sistema	X	X	X
Req-f-32	Software	Envio de alarmes por e-mail e SMS	X	X	X

Figura 51- Comparação da existência de requisitos em cada uma das propostas

A segunda parte da comparação incidiu na análise financeira entre as restantes duas soluções candidatas: a solução RAILES fornecida pela empresa *MUVU technologies* e a solução *Smart Factory* fornecida pela empresa *Think Digital*.

A análise financeira entre as restantes soluções teve em consideração dois indicadores-chave na análise de investimentos:

- **Capex (Capital Expenditure)** que corresponde a todas as despesas de capital, ou seja, a todos os recursos e bens intangíveis. Estes gastos são, normalmente, únicos e, nessa visão, a equipa responsável considerou como despesas de capital os serviços de implementação e todos os equipamentos disponibilizados (*Hardware* de suporte ao MES).
- **Opex (Operational Expenditure)** que diz respeito às despesas operacionais. Estes gastos não são únicos, mas sim contínuos e, normalmente, podem ter o propósito de manter algo. Por esse motivo, a equipa considerou como despesa operacional apenas a subscrição da *Cloud*.

Assim sendo, na Tabela 13 está representada a análise financeira realizada entre ambos os fornecedores.

Tabela 13- Análise financeira entre as propostas da MUVU e da Think Digital

	MUVU	Think Digital
CAPEX	A + C	B
Serviços Implementação	A	B
Equipamentos	C	Incluído no serviço de implementação
OPEX	D	E
Subscrição <i>Cloud</i>	D	E

O documento de comparação de soluções encontra-se completo no Apêndice E.

Atividade 4: Selecionar Solução

Dado os resultados da análise, a solução selecionada para a implementação foi a *Smart Factory* da empresa *Think Digital*. Contudo, é de frisar que, em contrato escrito, se estabeleceu que o projeto iniciar-se-ia com uma prova de conceito (na zona da maquinaria e numa box da área de montagem) e no caso da prova de conceito não ser aceite, por qualquer que seja o motivo, o projeto seria cancelado sem custos para a empresa ADIRA.

Assim sendo, dos trinta e dois requisitos propostos, a solução não respondia a apenas três, todavia, mais nenhuma das restantes soluções incluía essas três funcionalidades (Figura 52).

REQUISITOS EXCLUÍDOS POR TODAS AS SOLUÇÕES					
CÓDIGO	TIPO	REQUISITO	OLANET	MUVU	Think Digital
Req-f-27	Software	Armazenamento dos programas CNC's a utilizar em cada produto	-	-	-
Req-nf-14	Software	Integração com o ERP Logística: Movimentações Internas	-	-	-
Req-f-20	Software	Digitalização de Documento de Inspeção e Registo	-	-	-

Figura 52-Requisitos excluídos por todas as soluções

No que diz respeito ao *Hardware* incluído na solução, a *Think Digital* propôs-se a fornecer:

- Quatro equipamentos para recolha de sinais das máquinas;
- Dezasseis *tablets* para introdução de dados pelos operadores.

Finalmente, a *Think Digital* propôs um cronograma para a implementação do sistema de informação. Assim sendo, o projeto inclui sete etapas (Figura 53) que, de acordo com o contrato, após a aprovação das especificações, iriam decorrer durante vinte e quatro semanas até à ativação do serviço.



Figura 53- Cronograma de implementação do sistema MES proposto pela Think Digital

ETAPA 3: CUSTOMIZAÇÃO DA SOLUÇÃO

A customização da solução foi a etapa mais trabalhosa e demorada no que respeita à preparação da implementação do sistema na empresa ADIRA. Nesta fase, a equipa responsável reiniciou o processo de conhecer, de forma mais detalhada e pormenorizada, a dinâmica da empresa e os processos que a compõem na sua situação atual (Situação *As-Is*). Identificada, mapeada e descrita a situação atual da ADIRA, procedeu-se com a projeção da situação futura (situação *To-Be*) que se ambiciona alcançar com a implementação do sistema MES e de que forma a organização se deverá comportar. Posteriormente foram definidos os indicadores que iriam converter os dados em informação fidedigna para comparar o pré e o pós da implementação no que respeita ao desempenho da empresa.

Atividade 1: Customizar Arquitetura

A customização da arquitetura do sistema de informação, é uma das atividades a realizar na reunião de *kick-off* com o fornecedor da solução. Devido à incompatibilidade entre o tempo disponível (duração de estágio) e o tempo despendido em cada uma das etapas da implementação do sistema MES na ADIRA, não foi possível presenciar a presente atividade.

Atividade 2: Mapear processos *As-Is*

O mapeamento dos processos *As-Is* seguiu uma sequência de execução para que não existisse o risco de perder informação necessária sobre a situação atual da empresa. Nesse sentido, esta atividade foi dividida em três partes:

- Mapeamento do Processo de *Realizar uma Venda*;
- Mapeamento do Processo de *Efetuar Ordem de Produção*;
- Mapeamento do Processo de *Criar Requisição*.

Inicialmente, foi mapeado todo o processo que acontece desde o momento em que é realizada uma venda de uma máquina da ADIRA, ou seja, foram identificadas as atividades principais e mapeadas, num só processo (Figura 54 e Apêndice F), de acordo com a sua sequência de acontecimento e com departamento responsável pela sua execução. Posteriormente, cada uma dessas atividades foi ainda decomposta em micro-atividades. Todo esse procedimento realizado em BPMN está registado no Apêndice G, no documento de procedimentos específicos.

O documento de procedimentos específicos engloba não só os processos em BPMN, mas também uma descrição detalhada de todos os passos realizados no ERP da empresa, o inforLN. Contudo, considerando que o principal foco é a implementação de um *software* de recolha e análise de dados retirados do chão de fábrica (um sistema MES), existiu um maior foco no processo de *Efetuar Ordem de Produção*. (Figura 54)

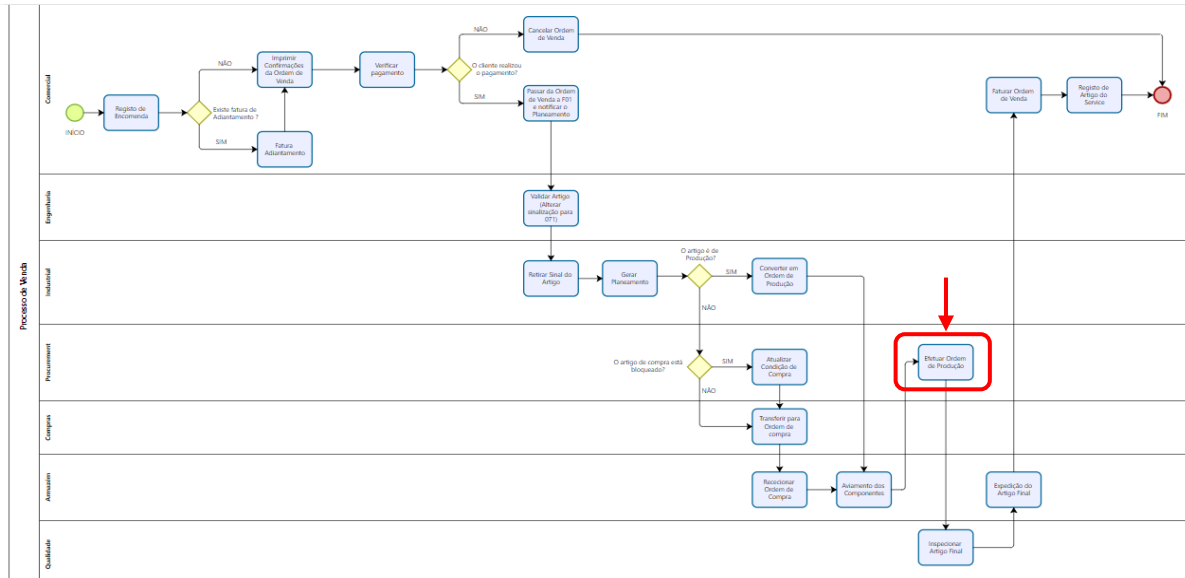


Figura 54- Mapeamento As-Is do Processo de Venda de um Produto

Nesse contexto, foi elaborada uma matriz de identificação de processos existentes no chão de fábrica utilizando um *excel* e que pode ser consultada no Apêndice H. Este documento foi desenvolvido para identificar os microprocessos que existem dos que não existem atualmente na ADIRA, considerando os requisitos definidos. Por outras palavras, cada um dos requisitos representa um macroprocesso que, posteriormente, foi dividido pelas áreas existentes na empresa, criando microprocessos. A Tabela 14 demonstra de que forma foram criados e associados aos requisitos utilizando o exemplo do *req-f-06*.

Tabela 14- Exemplo formação dos microprocessos associados ao requisito Req-f-06

REQUISITO	MACROPROCESSO	ÁREA	MICROPROCESSO
Req-f-06	Reporte de ordens de produção expedito	1. Pintura	Registo de tempos na pintura
		2. Maquinagem	Registo de tempos na maquinagem
		3. Pré-montagem	Registo de tempos na pré-montagem
		4. Montagem	Registo de tempos na montagem

De forma a identificar rapidamente os microprocessos, foi criada uma nomenclatura constituída por “**Fluxograma + Número de Requisito.Número da Área**” (Tabela 15). Todos os microprocessos que não existem ou que não são praticados na ADIRA foram identificados como não aplicáveis (NA).

Tabela 15- Exemplo da identificação de um microprocesso

REQUISITO	NÚMERO	MACROPROCESSO	ÁREA	MICROPROCESSO	AS-IS
Req-f-06	1	Reporte de ordens de produção expedito	2. Maquinagem	Registo de tempos na maquinagem	Fluxograma 1.2

Esta reconhecimento permitiu compreender, de uma forma geral, o estado atual do fluxo de informação e o nível de automatização dos processos, concluindo-se que apenas catorze de cento e quatro microprocessos são praticados, atualmente, na empresa. Este valor representa cerca de apenas 13,46% do total dos microprocessos que se pretende atender com o MES.

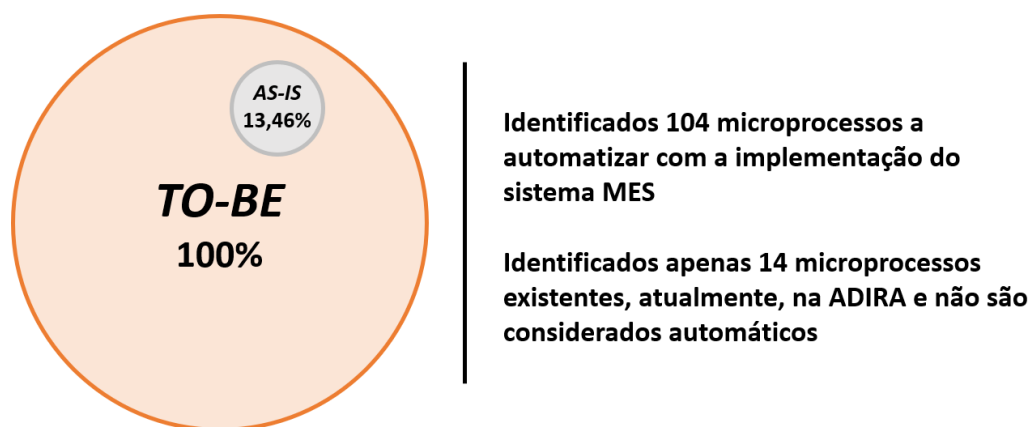


Figura 55- Estado atual dos microprocessos na ADIRA

Na Tabela 16 é possível verificar os microprocessos que existem, atualmente, na empresa ADIRA face aos requisitos estipulados. Cada um dos microprocessos identificados seguiu o mesmo procedimento anterior, gerando um documento de procedimentos específicos com o mapeamento em BPMN por cada um e uma descrição em InforLN. O documento encontra-se no Apêndice I.

Tabela 16- Microprocessos identificados como existentes

MACROPROCESSO	MICROPROCESSO	NOMENCLATURA
Reporte de ordens de produção expedito (Start/Stop)	Registo de tempos na maquinagem	Fluxograma 1.2
	Registo de tempos na pré-montagem	Fluxograma 1.3
Reporte de paragens colaboradores com motivos associados	Registo de paragens e motivos na maquinagem	Fluxograma 2.2
	Registo de paragens e motivos na pré-montagem	Fluxograma 2.3
	Registo de paragens e motivos na montagem	Fluxograma 2.4
Imputação de incidências (paragens) da máquina	Registo de motivos de paragem na montagem	Fluxograma 3.4
Checklist associada à operação de setup, início de operação ou final de operação	Verificação com <i>checklists</i> na montagem	
Imputação das quantidades fabricadas à ordem de produção	Registo das quantidades na maquinagem	Fluxograma 6.2
	Registo das quantidades na pré-montagem	Fluxograma 6.3
	Registo das quantidades na montagem	Fluxograma 6.4
Visualização de documentação associada ao artigo a produzir	Visualização de documentação (desenho) na pintura	Fluxograma 11.1
	Visualização de documentação (desenho) na maquinagem	Fluxograma 11.2
	Visualização de documentação (desenho) na pré-montagem	Fluxograma 11.3
	Visualização de documentação (desenho) na montagem	Fluxograma 11.4

De seguida será apresentado o procedimento realizado para o mapeamento dos microprocessos associados à área da maquinagem. Esta área executa quatro das funcionalidades pretendidas, nomeadamente, o registo de tempos, o registo de paragens, o registo de quantidades e a possibilidade de visualizar desenhos/documentos.

Inicialmente, procedeu-se com o mapeamento do microprocesso de registo de tempos na maquinagem, recorrendo à informação já documentada (Figura 56). É de realçar que, apesar da existência da funcionalidade nesta área, os operadores, nem sempre, realizam o registo em sistema.

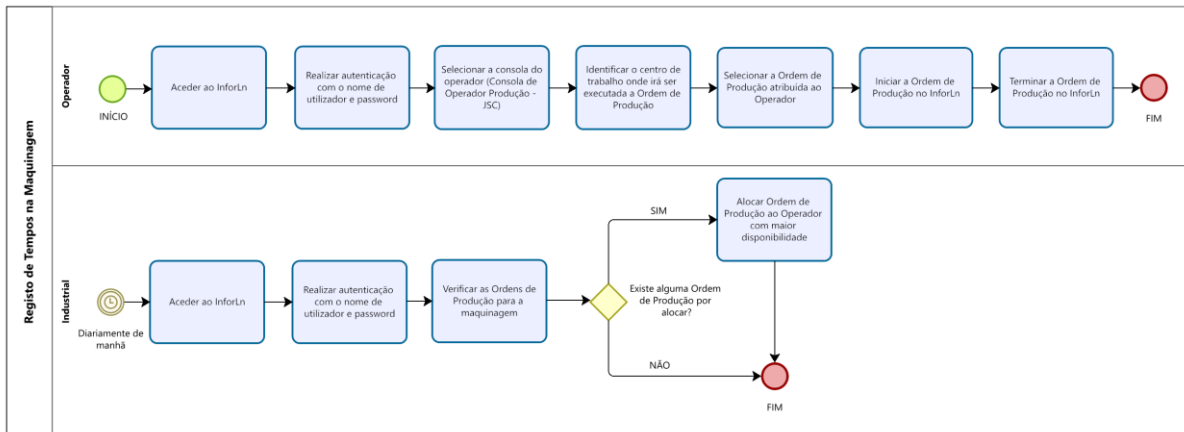


Figura 56- Mapeamento *As-Is* do microprocesso *Registar Tempos* na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

Neste caso em específico, são realizados dois processos paralelos onde um é executado pelo operador e o outro pelo departamento industrial. Quando é lançada, em sistema, uma nova ordem de produção (OP) para a área da maquinagem, o departamento industrial é responsável por alocar a OP a um dos operadores da área que apresente maior disponibilidade. Contudo, não existe qualquer tipo de notificação ou alarme que informa o colaborador industrial e, por isso, realiza, diariamente, uma verificação no sistema, provocando perdas de tempo.

Já no momento de iniciar a produção, o operador acede à plataforma do *InforLn*, com a autenticação pelo nome de utilizador e respetiva *password* de acesso. Posteriormente, para consultar a OP que lhe foi atribuída, acede à consola do operador e seleciona o centro de trabalho respetivo. (Figura 57)

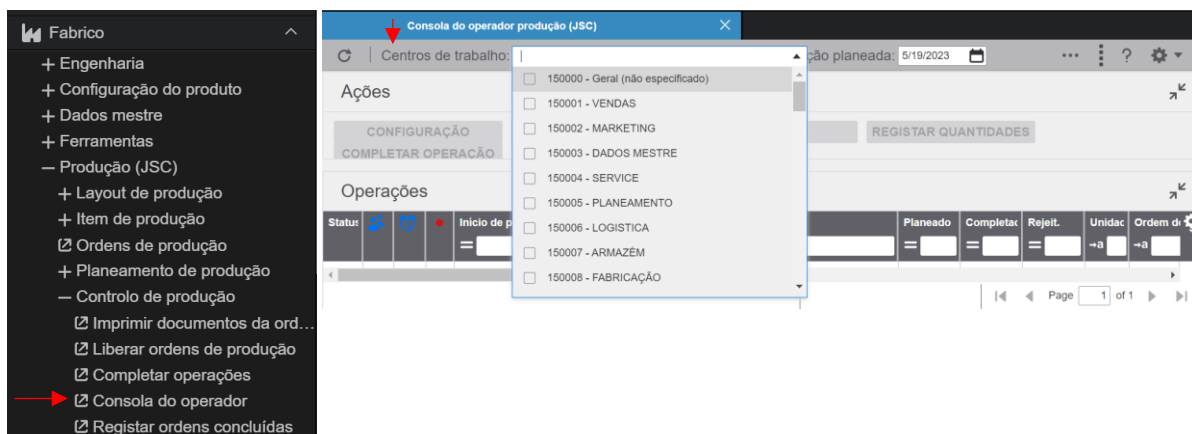


Figura 57- Aceder à Ordem de Produção atribuída ao operador

Identificada a OP, inicia a produção no separador de “Ações”, selecionando o botão de “Executar”. Assim que termina a produção, completa a OP no mesmo separador selecionando o botão “Completar Operação”. Assim, será registado o período de tempo despendido para a produção.

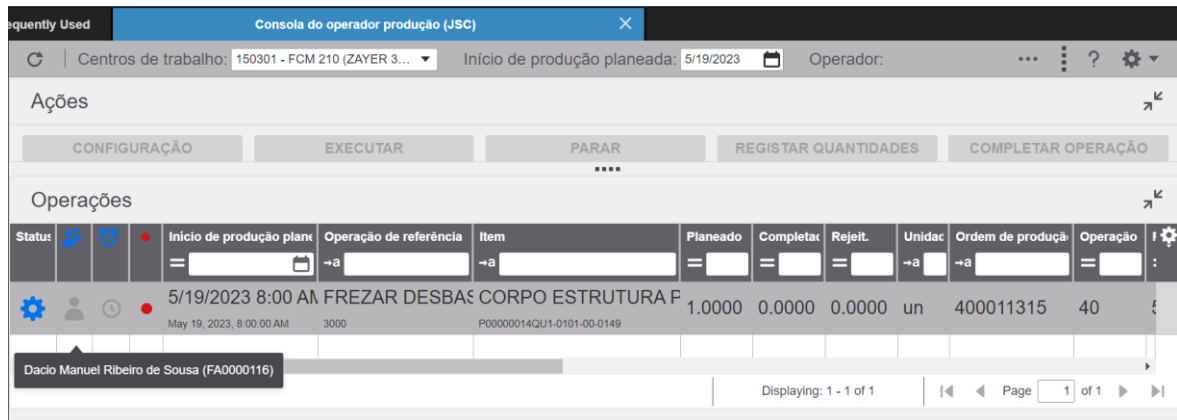


Figura 58- Consola do operador para iniciar e terminar Ordens de Produção

No caso de existir necessidade de fazer uma ou mais paragens durante a produção (Figura 59), o operador seleciona, ainda no mesmo ecrã (Figura 58), o botão de “Parar”. É de realçar que, se esta funcionalidade fosse utilizada corretamente e de forma exata, permitiria estudar as causas das paragens e, conseqüentemente, reunir um conjunto de ações para o respetivo tratamento. Porém, o sistema não fornece a possibilidade de registar um motivo associado à paragem, o que dificulta possíveis análises importantes para uma melhoria contínua. Para reiniciar o registo de tempo de produção, o operador seleciona, novamente, o botão de “Executar”.

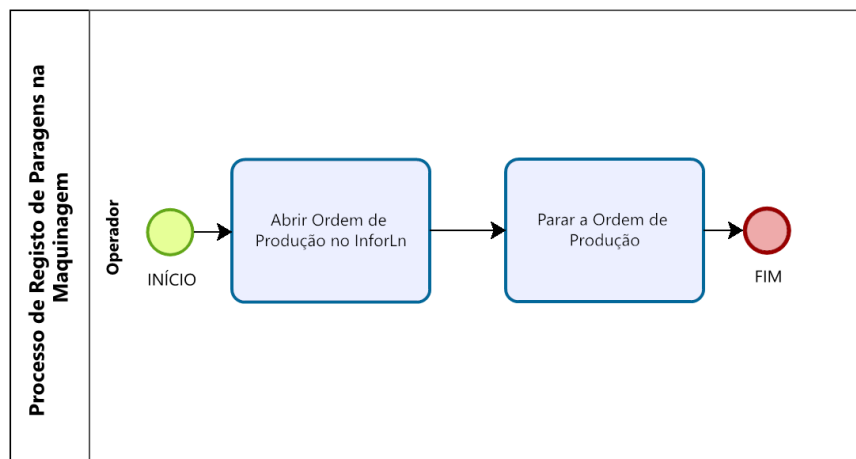


Figura 59-Mapeamento *As-Is* do microprocesso *Registar Paragens* na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

Para além destas funcionalidades, o operador tem a possibilidade de registar as quantidades fabricadas em sistema (Figura 62). O registo de quantidades pode ser realizado de duas formas diferentes: apenas uma vez ou por cada vez que é produzida uma unidade. Assim sendo, se o operador preferir registar as quantidades produzidas de uma só vez, é no momento em que completa a OP. Por outras palavras, assim que selecionar o botão de “Completar operação” será, automaticamente, aberta uma janela *pop-up*. Esta janela permite que o operador especifique as quantidades produzidas face às quantidades que seriam esperadas e que termine a OP. (Figura 61)

No caso em que o operador registra as quantidades cada vez que é produzida uma, deve seleccionar o botão “Registrar Quantidades” e especificar uma única quantidade sem terminar a OP. (Figura 60)

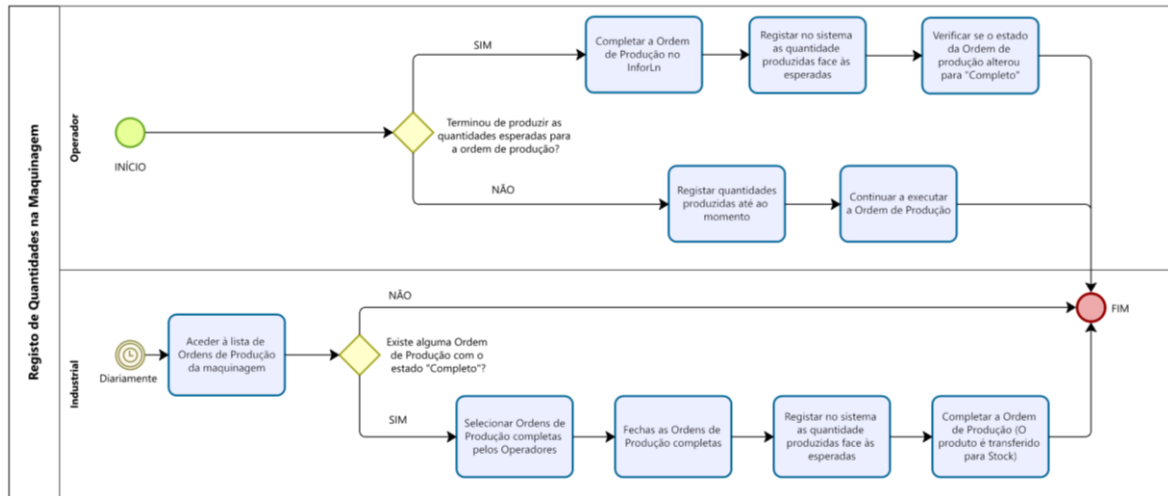


Figura 62- Mapeamento As-Is do microprocesso Registrar Quantidades na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

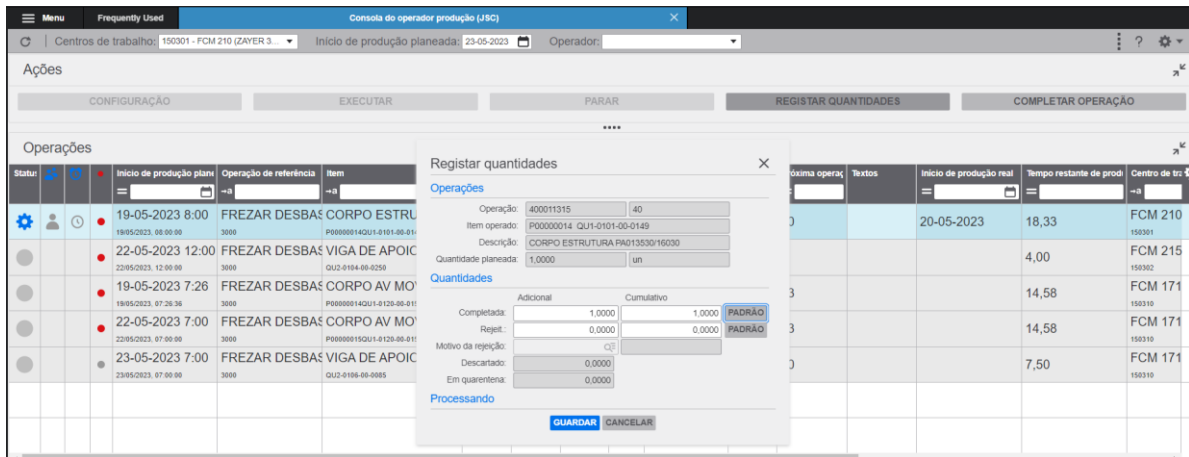


Figura 61- Janela (pop-up) para Especificar Quantidades Produzidas por cada unidade produzida

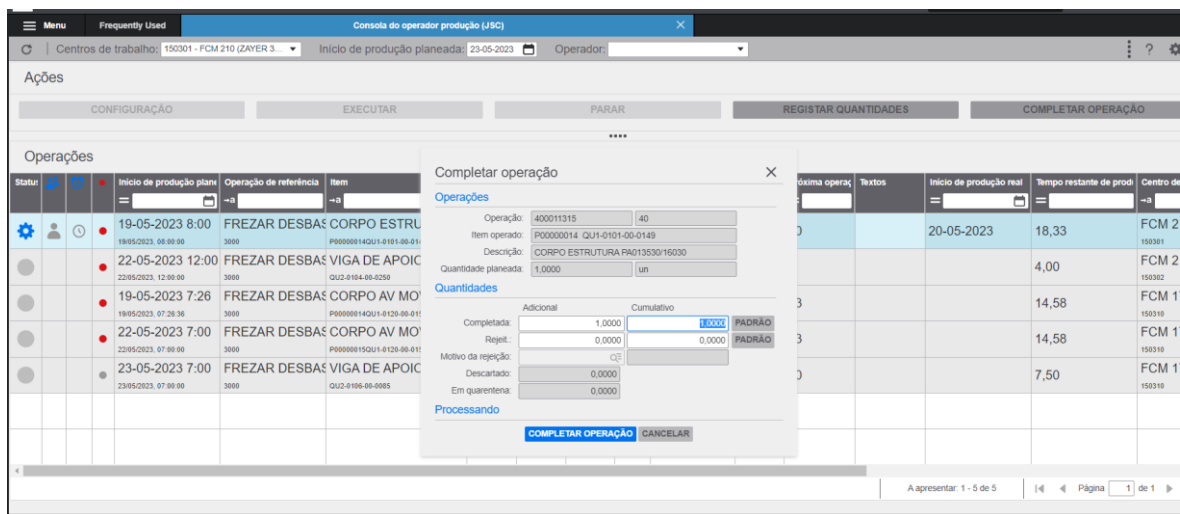


Figura 60- Janela (pop-up) para Especificar Quantidades Produzidas por Ordem de Produção e Completar Operação

Finalmente, para que o operador consulte os documentos de suporte à produção, sejam desenhos, fichas técnicas ou outro tipo de documentos, procura-os no próprio PT (em formato físico). Contudo, sempre que a informação necessária para a OP é alterada, como as especificações do produto, um responsável do departamento industrial deve imprimir e deveria garantir que os documentos são entregues no PT antes de iniciar a OP, evitando esperas ou deslocamentos. Caso contrário, o operador desloca-se até ao escritório e requisita os documentos necessários. (Figura 63)

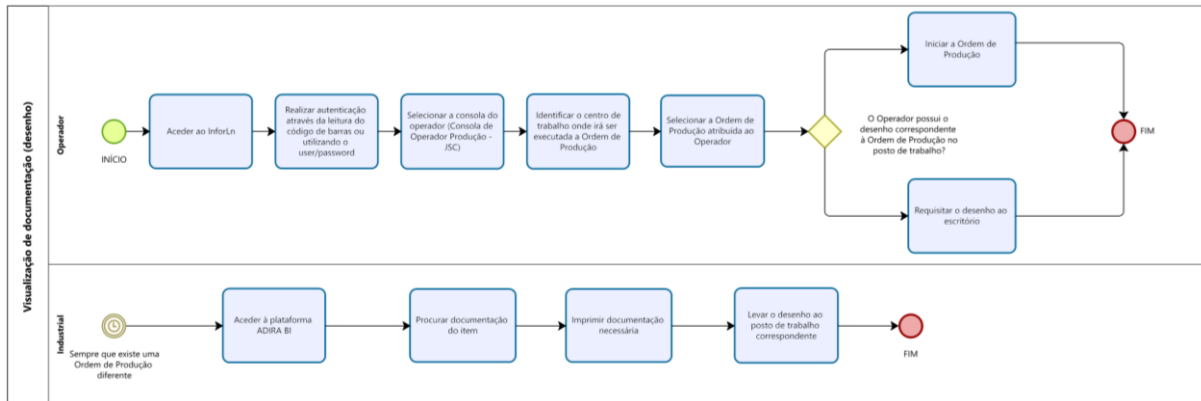


Figura 63- Mapeamento As-Is do microprocesso *Visualizar Documentação* na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

Assim sendo, foram identificadas diversas ineficiências associadas a cada um dos microprocessos, permitindo visualizar, de forma detalhada, os principais problemas que o sistema MES deve tratar e simplificar. Nesse sentido, a atividade seguinte, Mapear Processos *To-Be*, destina-se à atualização dos microprocessos atuais com a implementação do sistema, reduzindo essas ineficiências e tornando-os o mais automáticos possível.

Paralelamente a esta atividade, uma equipa do departamento da produção, realizou um Estudo de Métodos e Tempos nas várias áreas da empresa no sentido de analisar e otimizar os processos de produção da organização. Por outras palavras, a análise realizou-se com o intuito de compreender, numa fase anterior à implementação do sistema MES, de que forma é que as tarefas são executadas atualmente, quando tempo demoram, identificar as ineficiências, desperdícios e gargalos durante todo o processo de produção.

No decorrer do estudo de Métodos e Tempos, foi possível identificar e selecionar a sequência de práticas mais eficiente (e com as melhores práticas ergonómicas) para cada situação e padronizar as tarefas e operações recorrendo à ferramenta *Lean: o Standard Work*. Contudo, trata-se de um procedimento manual que não garante fiabilidade e que, para além disso, requer demasiado tempo de execução, impossibilitando uma atualização constante da ferramenta. A Figura 64 demonstra um excerto de um documento realizado pela respetiva equipa durante o Estudo de Métodos e Tempos na atividade de Nivelamento de uma quinadora.

Cód. Macro Tarefa	Posto	Descrição da Macro Tarefa	Tarefa (Micro)	Tempo Tarefa	Quant. Pessoas	Nomes das Pessoas	Data	Início	Fim	Mudas
	Production Box 4	Nivelamento	Passa o rebolo nso rasgos da máquina	0:10:00	1	Guilherme	06/02/2023	14:30:00		
			Começa a limpar a máquina e passa a lixa, seguidamente a lima	0:15:00	1	Guilherme	06/02/2023			
			Passa machos	0:05:00	1	Guilherme	06/02/2023	14:57:00		
			Passa machos M6 o Adesive enginering e outros(M8/M10/M12/M16/M24	1:10:00	1	Guilherme	06/02/2023			
		Aplicação de Fulcros e Sectors	Lima o Fulcro (casquilho) X2	0:12:00	1	Guilherme	07/02/2023	08:30:00		
			Lima e limpa os excéntricos X2	0:05:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Aplica óleo Hidráulico nos excéntricos X2	0:04:00	1	Guilherme	07/02/2023	09:01:00		
			Coloca rolamento na excéntrica X2	0:03:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Limpa o Fulcro	0:02:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Bufo a zona onde é aplicado o fulcro	0:01:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Aplica o fulcro para visualizar faceamento	0:01:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Aplica o fulcro do lado esq.	0:02:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Deslocação ao supermercado buscar parafusos	0:02:00	1	Guilherme	07/02/2023	09:15:00		
			lima as meias luas	0:02:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Aplica Fulcro lado esq. Com parafusos M10x30 x2	0:04:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Coloca excéntrica no fulcro	0:03:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Coloca óleo no Fulcro	0:02:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Aplica o Fulcro no lado direito	0:01:00	1	Guilherme	07/02/2023	09:27:00		
			Passa massa consistente no local onde é aplicado o Fulcro	0:02:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Passa rebolo no local do fulcro	0:01:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Passa novamente massa consistente	0:01:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Aplica Parafusos M6x75	0:03:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Coloca Adesive Engineering nos Parafusos	0:01:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Passa massa consistente no Setor	0:01:00	1	Guilherme	07/02/2023			
			Enquanto um colaborador segura no Setor o outro aperta Parafusos M6	0:06:00	2	Guilherme/Casais	07/02/2023			
			Passa rebolo no lado Esq	0:01:00	1	Casais	07/02/2023			
			Bufo o local	0:01:00	1	Casais	07/02/2023			

Figura 64- Excerto de um documento suporte no Estudo de Métodos e Tempos

Finalmente, nesta fase, foi, ainda, elaborado o documento de procedimentos específicos para a criação de uma requisição de compra de produtos (Apêndice J). Este processo acontece quando é necessário encomendar produtos para *stock* e é necessária fazer a compra a um respetivo fornecedor.

Atividade 3: Mapear processos *To-Be*

Conforme mencionado anteriormente, a presente atividade, teve como propósito atualizar e simplificar os microprocessos atuais da empresa com a implementação do sistema MES utilizando, novamente, a notação BPMN. É de salientar que o mapeamento dos processos futuros, envolve os novos equipamentos como *tablets* e dispositivos IoT. Considerando o que foi dito, de seguida serão apresentados exemplos de alguns microprocessos *To-Be* da maquinaria com as respetivas alterações.

O mapeamento *To-Be* do microprocesso de registo de tempos inicia-se com autenticação expedita no *tablet*, utilizando o cartão de identificação do operador. Pretende-se que esta autenticação seja realizada através da tecnologia NFC (Near Field Communication) presente nos cartões, permitindo um acesso rápido na aplicação.

Posteriormente, o operador deverá aceder à consola de produção seguindo o fluxo representado na Figura 65. O processo de alocar ordens de produção por parte do departamento industrial (utilizando o *InforLn*) manteve-se na dinâmica do processo, contudo, pretende-se que o utilizador

consiga trabalhar em mais do que uma OP simultaneamente. Nesse sentido, o sistema deve permitir que o utilizador inicie várias OP ao mesmo tempo, evitando as paragens longas de espera.

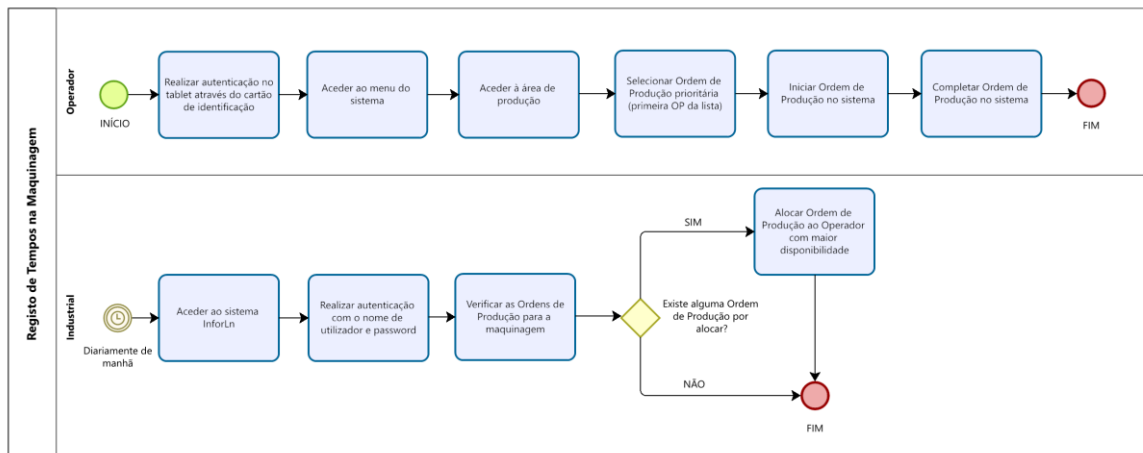


Figura 65- Mapeamento *To-be* do microprocesso *Registo de Tempos* na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

No que diz respeito ao microprocesso de registar paragens, dividiu-se em dois processos diferentes uma vez que se pretende registar dois tipos de paragens: as paragens do operador e as paragens da Máquina. O registo de paragens do operador seria realizado do mesmo modo, contudo, utilizando o *tablet*. Neste caso, o operador acede à OP, seleciona o botão de “Parar” e será aberta, automaticamente, uma pop-up onde terá de associar, obrigatoriamente, o motivo dessa paragem. (Figura 66)

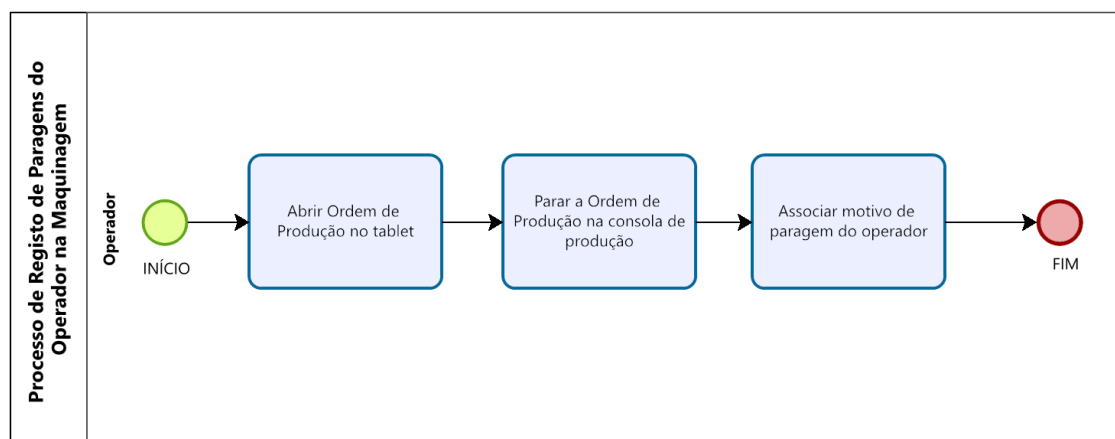


Figura 66- Mapeamento *To-be* do microprocesso *Registo de Paragens do Operador* na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

O registo de paragens das máquinas já seria suportado por dispositivos IoT, ou seja, cada vez que a máquina se encontra parada, o dispositivo deteta e envia uma mensagem para a plataforma MES com as horas de início e de fim associadas. Assim, o sistema regista, criando um histórico de paragens dessa OP. No final de cada ordem de produção, o operador é responsável por associar os motivos às paragens. (Figura 68)

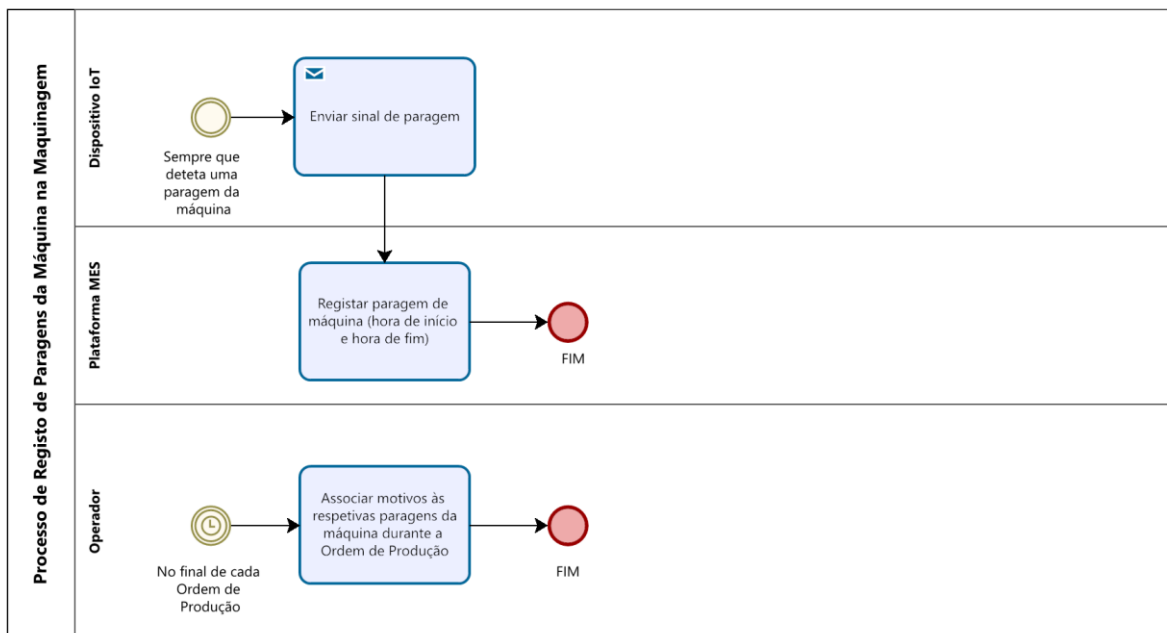


Figura 68- Mapeamento *To-be* do microprocesso *Registo de Paragens da Máquina* na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

Finalmente, o microprocesso de visualizar documentos necessários para a produção. Pretende-se automatizar completamente este microprocesso, tornando-o muito mais eficiente. Nesse contexto, o acesso à documentação será disponibilizado através de um botão na consola de produção, dispensando a participação do departamento industrial para a disponibilizar (Figura 67).

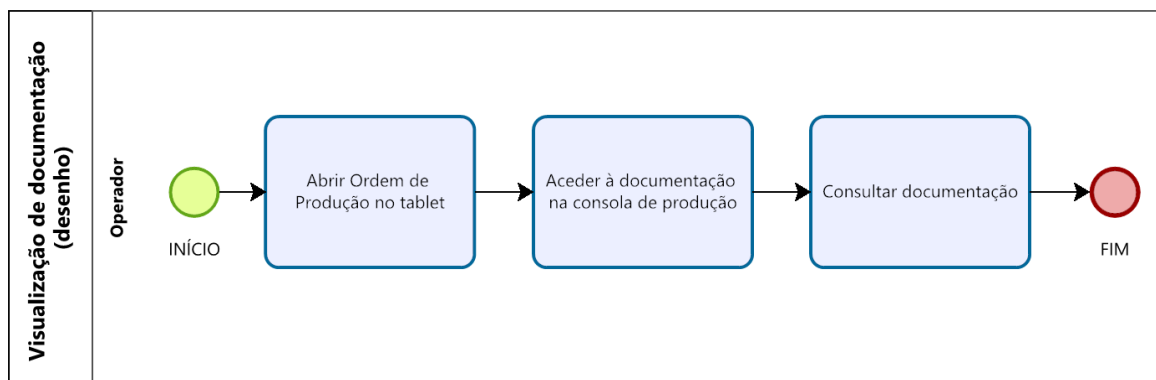


Figura 67- Mapeamento *To-be* do microprocesso *Visualização de Documentação (desenho)* na área da Maquinagem (utilizando a notação BPMN)

Atividade 4: Definir Indicadores

A definição dos indicadores de desempenho, assim como a customização da arquitetura do sistema de informação, é uma das atividades a realizar na reunião de *kick-off* em colaboração com o fornecedor da solução. Devido à incompatibilidade entre o tempo disponível (duração de estágio) e o tempo despendido em cada uma das etapas da implementação do sistema MES na ADIRA, o desenvolvimento do caso de estudo terminou na presente atividade e sem presenciar a reunião de *kick-off*.

Contudo, foram estabelecidos alguns indicadores importantes e adaptados aos requisitos que poderão ser considerados e discutidos quando a mesma se realizar (Tabela 17). É de salientar que os indicadores serão a chave para monitorizar a ADIRA. Pretende-se, com a implementação, obter um *dashboard* capaz de os traduzir em gráficos de análise e que permita filtrar os resultados tanto por áreas da produção como por diferentes períodos temporais, impulsionando tomadas de decisão mais conscientes.

Tabela 17- Indicadores e métricas para a monitorização da empresa ADIRA

INDICADOR	MÉTRICA	
Eficiência geral das Máquinas e Equipamentos da ADIRA e da empresa	OEE	$Disponibilidade \times Qualidade \times Desempenho$
	Disponibilidade	$\frac{\text{Tempo real de produção}}{\text{Tempo programado para produzir}} \times 100$
	Qualidade	$\frac{\text{Quantidade de produtos conformes}}{\text{Quantidade produzida}} \times 100$
	Desempenho	$\frac{\text{Quantidade de produção real}}{\text{Quantidade de produção teórico}} \times 100$
Tempo médio decorrido entre duas falhas consecutivas num equipamento	MTBF	$\frac{\text{Tempo disponível produção} - \text{Tempo de paragens}}{\text{Número de paragens}} \times 100$
Tempo utilizado pelos operadores em tarefas produtivas	Rácio de Produtividade	$\frac{\text{Tempo total registado}}{\text{Tempo total disponível}}$
Capacidade para efetuar os trabalhos realizados em condições ideais	Rácio de Capacidade	$\frac{\text{Tempo teórico de produção}}{\text{Capacidade}}$

4.3. Conclusões sobre a Implementação

A implementação do sistema MES em contexto ADIRA exigiu mudanças significativas nos processos, transformando uma abordagem tradicional numa abordagem altamente orientada à digitalização. Com a presente lógica de implementação, existiu a necessidade de atualizar e adaptar os processos a uma realidade digital: a introdução do MES. Esta transição permitiu simplificar tarefas que, numa situação *As-Is*, eram realizadas envolvendo grandes esforços. A título de exemplo, tem-se a questão da manutenção da ferramenta *standard work*, o cálculo de indicadores de desempenho, em tempo real, o registo automático de paragens na produção, entre várias outras situações que se tornaram automatizadas e, exponencialmente, mais eficientes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente subcapítulo destina-se à apresentação e discussão dos resultados preliminares obtidos através de entrevistas realizadas no âmbito do caso de estudo aos principais *stakeholders*. Numa fase inicial do projeto, quando se considerou o tempo programado para a implementação do sistema MES na empresa ADIRA, foram idealizados resultados relacionados com a etapa de monitorização da implementação. Contudo, por motivos externos, não foi possível acompanhar as duas últimas etapas. Nesse sentido, foi desenvolvido um protótipo de um sistema MES semelhante ao que se esperava da implementação e cedido aos utilizadores finais da aplicação com o propósito de validar o estado *To-Be*. Neste capítulo, é apresentado o protótipo e, posteriormente, são discutidos os resultados obtidos através da experiência dos utilizadores.

5.1. Apresentação de resultados

A implementação de um sistema MES numa indústria, exige um grande investimento não só monetários, mas também de tempo e recursos. A validação prévia, por parte dos utilizadores finais, é imprescindível para garantir que o sistema corresponde às necessidades identificadas e que oferece melhorias significativas para o trabalho de cada um. Nesse sentido, para garantir a simplificação e otimização dos processos inerentes à produção, recorreu-se à modelação de um protótipo da aplicação MES, adaptado e personalizado de acordo com as necessidades de cada utilizador final, simulando, efetivamente, o sistema. Foram, então, selecionados dois utilizadores finais responsáveis para avaliar o sistema, nomeadamente:

- Operador da área de Maquinagem;
- Responsável do Planeamento e Gestão da produção.

A aplicação será o principal condutor para a recolha e registo de dados em sistema, será através dela que os operadores registarão os dados necessários para controlar o desempenho da empresa em tempo real, permitindo uma tomada de decisão mais consciente sobre os processos. Por esse motivo, propõe-se uma aplicação *user-friendly* que facilite o trabalho de cada utilizador final e que esteja adaptada ao dispositivo utilizado.

5.1.1. Utilizador Final: Operador da área da Maquinagem

O operador da maquinagem terá na sua posse um *tablet* como dispositivo de suporte, contudo, antes de iniciar a modelação do protótipo, foi elaborado um Diagrama de Caso de Uso que permitisse visualizar todos os requisitos funcionais da aplicação. (Figura 69)

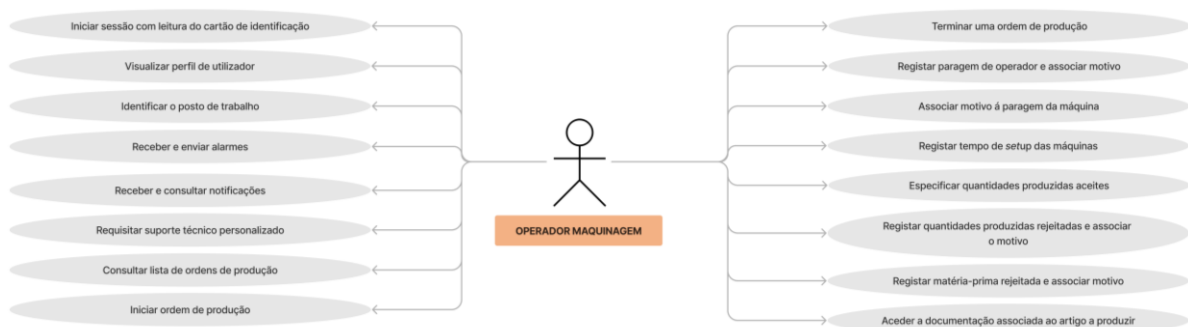


Figura 69- Diagrama de Caso de Uso para o Operador da área da Maquinagem

Posteriormente, foram modeladas as *mockups* para o utilizador final de forma a dar resposta a todas as funcionalidades mencionadas no diagrama. O protótipo elaborado encontra-se totalmente responsivo, contudo, no Apêndice K encontram-se as interfaces que o integram. Finalmente, a Tabela 18 reúne a informação necessária para utilizar a aplicação.

Tabela 18- Especificações e funcionalidades do protótipo do sistema

Utilizador Final	Operador da Maquinagem
Dispositivo	Tablet
Descrição do sistema para iniciar uma Ordem de Produção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar a autenticação no sistema através da leitura do cartão de identificação 2. Na página inicial (o menu do utilizador) aceder ao botão de <i>Produção</i> para visualizar a lista de OP 3. Selecionar a OP prioritária que lhe foi atribuída, ou seja, aquela que se posiciona no início da lista <ol style="list-style-type: none"> a. O utilizador tem permissão para iniciar mais do que uma OP ao mesmo tempo se possuir capacidade produtiva que lhe permita 4. Selecionar o ícone de maximizar (à frente da OP) para visualizar as especificações da OP 5. Selecionar o botão de <i>Iniciar Produção</i> para registar o início da produção 6. Selecionar o botão <i>Registar Quantidades</i> se pretender registar as quantidades por cada vez que uma unidade é produzida <ol style="list-style-type: none"> a. Será aberta uma pop-up para registar as quantidades produzidas aceites ou rejeitadas até ao momento 7. Selecionar o botão de <i>Documentação</i> para visualizar os documentos necessários à produção 8. Selecionar o botão de <i>Lista de Material</i> para visualizar o material necessário à produção 9. Em casos de <i>Setup</i>, selecionar o botão <i>Registar Setup</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Será aberta uma <i>pop-up</i> para iniciar e terminar a atividade de <i>setup</i> e o tempo despendido será registado em sistema 10. Em casos de paragem do Operador, selecionar o botão de <i>Parar Produção</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Será aberta, automaticamente, uma pop-up para associar o motivo de paragem e só será possível prosseguir quando foi selecionado 11. Quando o Operador voltar, deverá dar continuidade da produção em sistema selecionando o botão <i>Continuar Produção</i> 12. Selecionar o botão <i>Terminar Produção</i> para completar a operação <ol style="list-style-type: none"> a. Será aberta, automaticamente, uma <i>pop-up</i> para registar o total de quantidades produzidas, aceites e rejeitadas, bem como a quantidade esperada 13. No caso de existirem peças produzidas rejeitadas, aceder à página principal e aceder ao botão <i>Qualidade</i> 14. Selecionar a OP terminada e especificar o motivo associada à rejeição das peças
Funcionalidades extra	<p>Aceder à página inicial</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Encontrar, rapidamente, o separar que procura utilizando a barra de pesquisa 2. Selecionar o botão <i>Perfil</i> para consultar os dados do utilizador 3. Selecionar o botão <i>Histórico de Paragens</i> para consultar as paragens do operador e da máquina 4. Selecionar o botão <i>Notificações</i> para consultar avisos e alertas recebidos 5. Selecionar o botão <i>Suporte Técnico</i> para contactar qualquer departamento que lhes forneça suporte na resolução de problemas <p>No cabeçalho de qualquer página</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Voltar para a página anterior 2. (Atalho) Consultar as notificações de forma expedita 3. (Atalho) Contactar, de forma expedita, qualquer departamento

5.1.2. Utilizador Final: Responsável do Planeamento e Gestão da Produção

O responsável de Planeamento e Gestão de Produção terá, da mesma forma, na sua posse um *tablet* como dispositivo de suporte. Neste caso, foi também elaborado um Diagrama de Caso de Uso (antes de iniciar a modelagem do protótipo) que permitisse visualizar todos os requisitos funcionais da aplicação. (Figura 70)



Figura 70- Diagrama de Caso de Uso do Responsável do Planeamento e Gestão de Produção

De seguida, foram modeladas as *mockups* específicas para o utilizador final com o objetivo de dar resposta a todas as funcionalidades mencionadas no diagrama. Assim como o protótipo do operador, o presente protótipo foi desenvolvido de forma totalmente responsiva. No Apêndice L encontram-se as interfaces que o compõem e, na Tabela 19, encontra-se reunida toda a informação necessária para utilizar a aplicação.

Tabela 19- Especificações e funcionalidades do protótipo do sistema

Utilizador Final	Responsável do Planeamento de Gestão da Produção
Dispositivo	<i>Tablet</i>
Descrição do sistema para visualizar o dashboard do desempenho geral da empresa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar a autenticação no sistema através da leitura do cartão de identificação 2. Na página inicial (o menu do utilizador) aceder ao botão de <i>Dashboard</i> 3. Selecionar o botão <i>Geral</i> para abrir o <i>dashboard</i> com os indicadores relativos ao desempenho da Indústria 4. Selecionar a data de início do período de tempo para o qual quer visualizar os dados 5. Selecionar a data de fim do período de tempo para o qual quer visualizar os dados 6. Selecionar o gráfico que pretende consultar para ampliar
Descrição do sistema para visualizar o Digital Shadow	<ol style="list-style-type: none"> 1. Na página inicial (o menu do utilizador) aceder ao botão de <i>Digital Shadow</i> para visualizar o estado atual do chão de fábrica 2. Selecionar um centro de trabalho para visualizar mais informação, em tempo real, sobre a OP e sobre a máquina produtiva
Funcionalidades extra	<p>Aceder à página inicial</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Encontrar, rapidamente, o separar que procura utilizando a barra de pesquisa 2. Selecionar o botão <i>Perfil</i> para consultar os dados do utilizador 3. Selecionar o botão <i>Notificações</i> para consultar avisos e alertas recebidos 4. Selecionar o botão de Produção e visualizar o gráfico <i>Gantt</i> da produção 5. Selecionar o botão de Produção e visualizar o plano de produção <p>No cabeçalho de qualquer página</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Voltar para a página anterior 2. (Atalho) Consultar as notificações de forma expedita

5.2. Discussão de resultados

Após realizar uma breve demonstração aos utilizadores finais do protótipo desenvolvido, foi-lhes disponibilizado um *tablet*, com o sistema no formato responsivo, para que explorassem as opções que lhes são oferecidas. Não foi realizada qualquer intervenção ou suporte neste momento para que fosse possível avaliar o nível de usabilidade do sistema.

No sentido de reunir um conjunto de informação que transmitisse o *feedback* do utilizador final sobre o protótipo do sistema desenvolvido, foram elaborados dois questionários adaptados, utilizando a ferramenta *Google Forms*.

Cada formulário reúne um conjunto de questões relacionadas com a eficiência, a usabilidade e aplicabilidade do sistema apresentado no sentido de compreender o nível de satisfação do utilizador. Nesse sentido, será composto por um conjunto de onze questões, sete questões fechadas, onde o utilizador deverá avaliar numa escala de um a cinco (não concorda e concorda totalmente, respetivamente) e quatro questões abertas de escrita.

Neste caso, foram, novamente, considerados os operadores da maquinagem (oito colaboradores) e os responsáveis de planeamento (dois colaboradores) para testar o protótipo e responder ao questionário. As questões realizadas estão apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20- Questões fechadas utilizadas no questionário sobre o protótipo do sistema MES

	QUESTÕES	Operador Maquinagem	Responsável de Planeamento
	Considera que, de uma forma geral, se trata de um sistema intuitivo?	X	X
	O fluxo de ações proposto para o registo de uma OP é eficiente?	X	
	O fluxo de ações proposto para o registo de uma OP é lógico?	X	
	A acessibilidade à documentação de suporte ajuda na execução das tarefas?	X	
	A lista de OP (que lhe foram atribuídas) com a respetiva informação individual, é útil para compreender o progresso do trabalho?	X	
	A disponibilização de um processo rápido para solicitar suporte técnico facilitaria a resolução de problemas?"	X	
FECHADAS	A receção de notificações e alarmes permite controlar melhor as tarefas?	X	X
	A disponibilização de um gráfico <i>gantt</i> , atualizado em tempo real, permitiria um maior controlo sobre as OP?		X
	O protótipo apresenta a informação e os dados necessários para realizar uma análise abrangente do desempenho da produção?		X
	A representação (geral e por área) dos indicadores de desempenho em gráficos de análise, num único <i>dashboard</i> , facilita a monitorização?		X
	A possibilidade de filtrar qualquer <i>dashboards</i> por um período de tempo com a especificação da data de início e a data de fim, permite uma análise mais concreta?		X
	A possibilidade de visualizar, em tempo real, informação sobre o chão de fábrica, no formato de um <i>Digital Shadow</i> semelhante ao do protótipo, facilita o trabalho a executar?		X

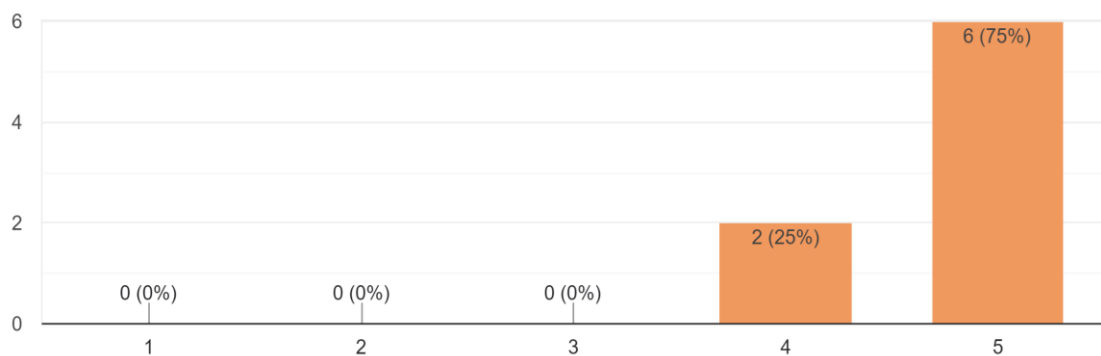
Tabela 21- Questões abertas utilizadas no questionário sobre o protótipo do sistema MES

	QUESTÕES	Operador Maquinagem	Responsável de Planeamento
ABERTAS	Há alguma informação ou dado específico que gostaria que fosse destacado ou apresentado de forma diferente?	X	X
	Quais são as principais preocupações ou desafios que encontrou ao interagir com o protótipo?	X	X
	Com base na sua experiência, acredita que um sistema, baseado neste protótipo, atenderia às suas necessidades e às demandas do seu trabalho? Porquê?	X	X
	Tem alguma sugestão ou identificou alguma melhoria que gostaria de mencionar para tornar o protótipo no sistema ideal com que gostaria de trabalhar?	X	X

De uma forma geral, todos os utilizadores finais, tanto os operadores da maquinaria como os responsáveis do planeamento e produção, consideraram o sistema intuitivo. Pelos gráficos apresentados na Figura 71, é perceptível que, apenas dois operadores da maquinaria, identificaram, ainda, oportunidade de melhoria para que se tornasse um sistema mais *user-friendly*.

Considera que, de uma forma geral, se trata de um sistema intuitivo?

8 respostas



2 respostas

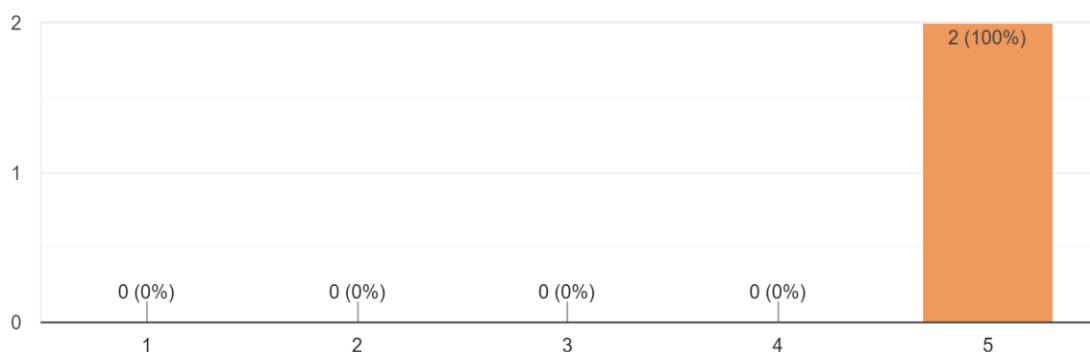


Figura 71- Opinião dos utilizadores finais sobre o carácter *user-friendly* do protótipo desenvolvido

No que diz respeito às questões direcionadas apenas para os operadores, foi essencial compreender se o fluxo de ações estabelecido para registar/gerir uma OP é não só lógico, mas também eficiente no ponto de vista de quem a executa.

Nesse sentido, através do gráfico apresentado na Figura 72, é possível depreender que a maioria dos operadores concordam que se trata de um processo lógico. Contudo, existe um operador com uma opinião inferior às restantes que deverá ser considerada e analisada para entender e colmatar os problemas que o impedem de ser um sistema lógico perante quem o utilizada.

O fluxo de ações proposto para o registo de uma OP é lógico?

8 respostas

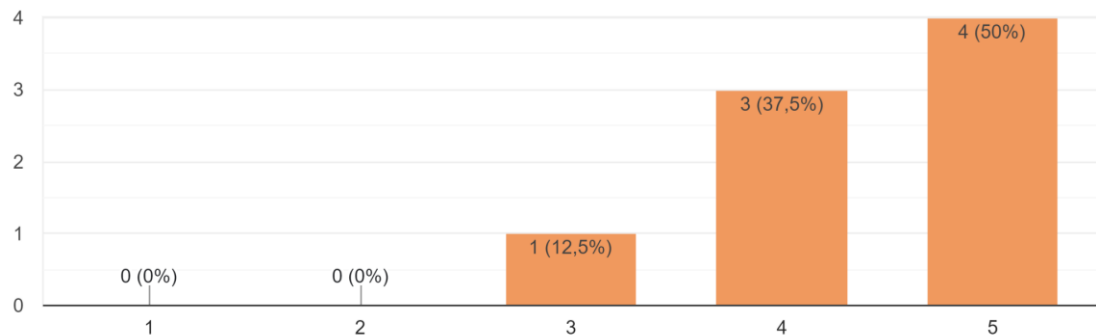


Figura 72- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente ao carácter lógico do fluxo de ações do processo de registar uma OP

Relativamente à eficiência do processo de registar a OP, as opiniões são positivas e não variaram muito (Figura 73). Torna-se, então, possível concluir o protótipo deve ser considerado como ponto de partida para alcançar o sistema desejado capaz de dar resposta às expectativas dos operadores, considerando que a satisfação dos mesmos é um fator chave para o sucesso da implementação.

O fluxo de ações proposto para o registo de uma OP é eficiente?

8 respostas

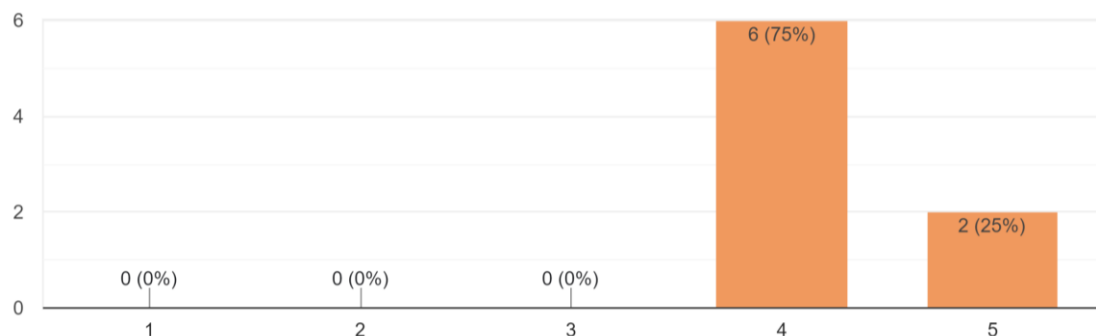


Figura 73- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à eficiência do fluxo de ações do processo de registar uma OP

Posteriormente, pretende-se entender a opinião dos operadores face à acessibilidade aos documentos de suporte no protótipo e, conseqüentemente, a sua opinião sobre a total transformação digital dos documentos. A disposição do botão na consola de produção foi um ponto positivo pela rápida acessibilidade (Figura 74), contudo, foi mencionado algum receio e preocupação no que diz respeito à transformação digital dos documentos.

Os operadores acreditam na utilidade de possuir os documentos no *tablet* para consultar algumas informações, mas não se sentem confortáveis para abdicar, totalmente, dos desenhos em papel.

Todavia, considerando que se tratou de uma primeira abordagem sobre o assunto, deverá ser encarado como uma oportunidade de envolver mais os operadores neste processo.

A acessibilidade à documentação de suporte ajuda na execução das tarefas?

8 respostas

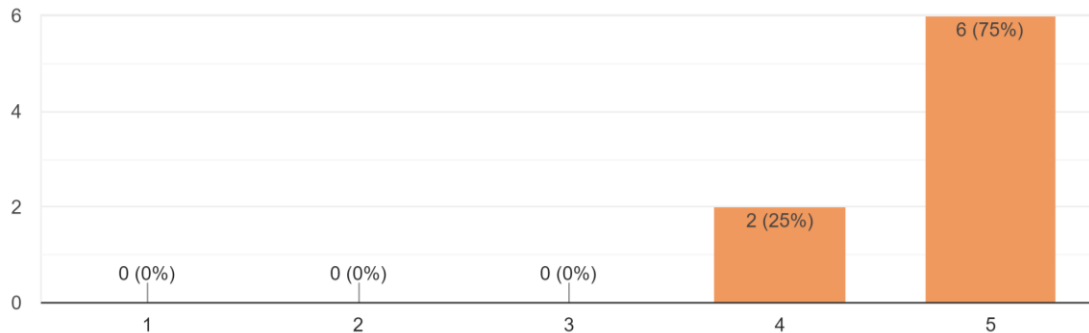


Figura 74- Opinião dos operadores de montagem relativamente à acessibilidade à documentação de suporte

De seguida, pretende-se entender a utilidade de uma lista com todas as OP que foram atribuídas ao operador e a representação do respetivo progresso numa gráfico circular.

A opinião dos utilizadores variou (Figura 75), contudo, acredita-se que a incerteza reside no facto de, atualmente, não existir a possibilidade de iniciar mais do que uma OP ao mesmo tempo. Nesse sentido, não sentem a necessidade de obter uma visão geral sobre o progresso de cada uma, assim como sobre as OP que se encontram em fila de espera. Para além disso, a opinião não deixa ser positiva.

A lista de OP (que lhe foram atribuídas) com a respetiva informação individual, é útil para compreender o progresso do trabalho?

8 respostas

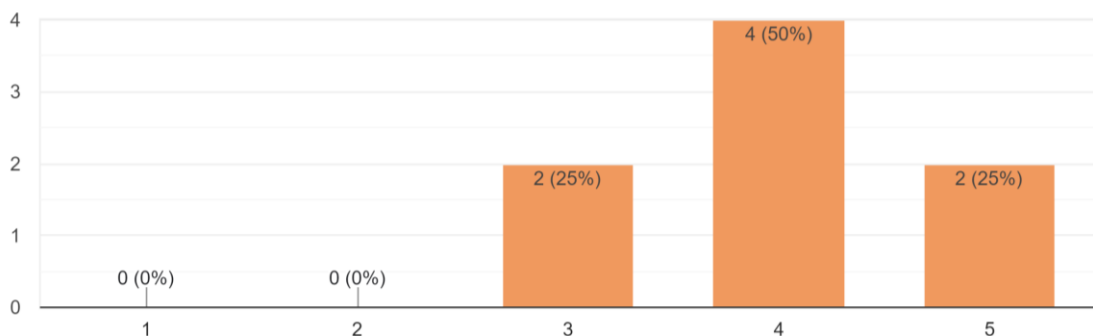


Figura 75- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à utilidade da lista de OP e respetivo progresso de produção

No que concerne à opinião dos utilizadores, face ao processo expedito de solicitação de suporte técnico para tornar a resolução de problemas mais eficiente, também demonstrou ser positiva, mas com alguma variação (Figura 76). Contudo, trata-se apenas de uma funcionalidade extra que evitaria deslocamentos desnecessários até ao escritório e, por esse motivo, não trouxe grande preocupação.

A disponibilização de um processo expedito para solicitar suporte técnico, permite uma resolução de problemas mais eficiente?

8 respostas

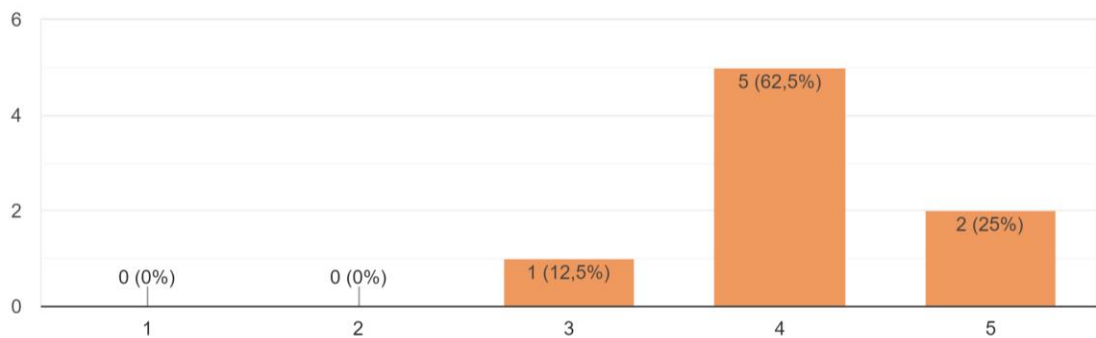
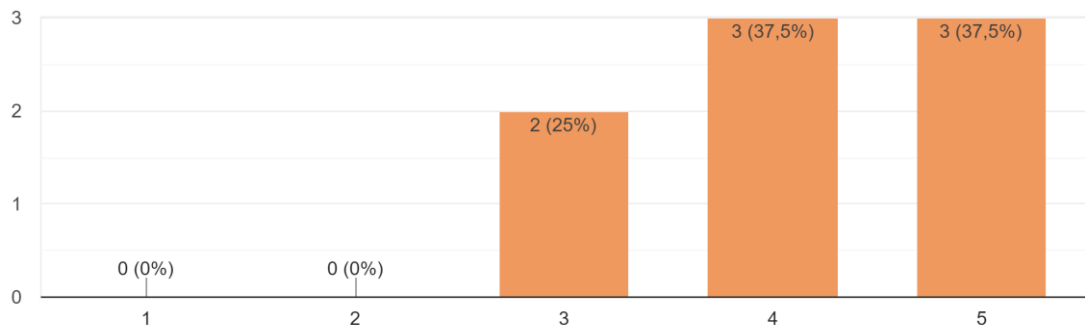


Figura 76- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à disponibilização de um processo expedito de solicitar suporte técnico

Finalmente, no que diz respeito à receção de notificações e alarmes, os resultados foram bastantes positivos para ambos (Figura 77) considerando que, para os operadores, seria uma funcionalidade completamente inovadora. Receava-se que poderia não ser encarada como uma funcionalidade de suporte para controlar o próprio trabalho, mas que a vissem como um controlo aos próprios operadores.

A receção de notificações e alarmes permite controlar melhor as tarefas?

8 respostas



2 respostas

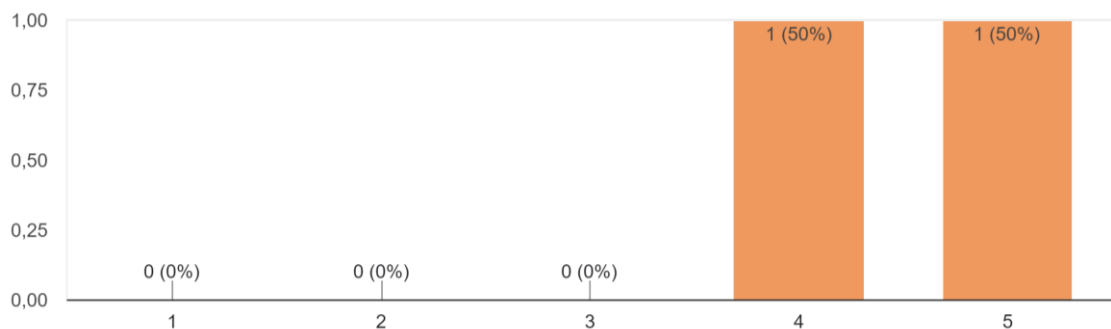


Figura 77- Opinião dos operadores da maquinagem relativamente à receção de notificações e alarmes como forma de gerir as tarefas

As restantes questões direcionadas para os responsáveis de planeamento, obtiveram opiniões consensuais, em quase todas, demonstrando que ambos estariam em sintonia.

A disponibilização de um gráfico *gantt* para acompanhar, em tempo real, as OP mostrou ser interessante para obter uma visão geral sobre a produção (Figura 78).

A disponibilização de um gráfico gantt, atualizado em tempo real, permite um maior controlo sobre as OP?

2 respostas

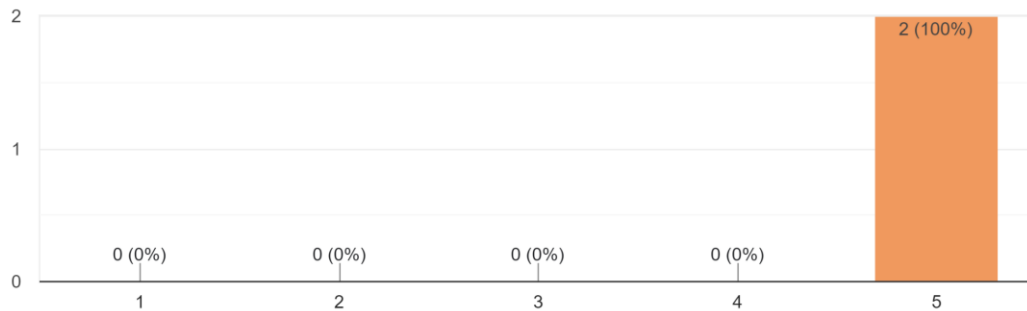
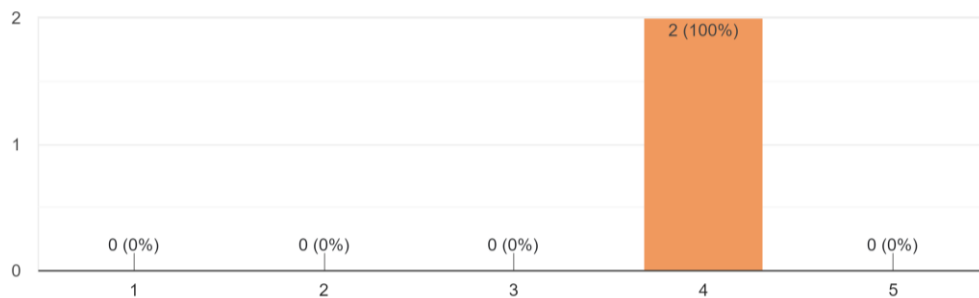


Figura 78- Opinião dos responsáveis de planeamento e gestão da produção relativamente à disponibilização de um gráfico Gantt para controlo das OP

No que diz respeito às informações e dados necessários para analisar o desempenho da empresa, é verificada alguma satisfação, contudo, acredita-se que há espaço para melhoria na definição dos indicadores de desempenho. Já a escolha dos gráficos para o efeito, demonstrou ser adequada (Figura 79).

O protótipo apresenta a informação e os dados necessários para realizar uma análise abrangente do desempenho da produção?

2 respostas



A representação (geral e por área) dos indicadores de desempenho em gráficos de análise, num único dashboard, facilita a monitorização?

2 respostas

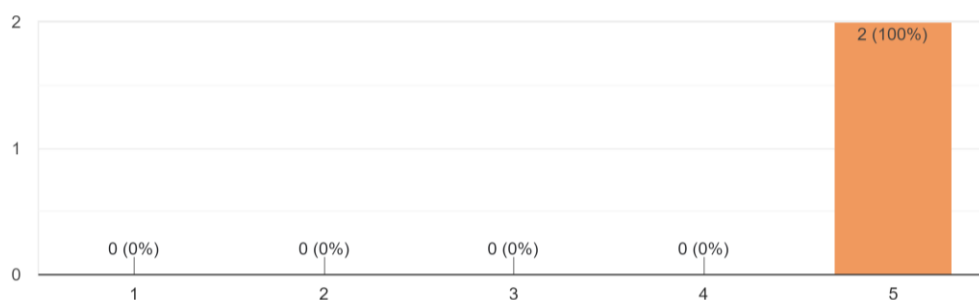


Figura 79- Opinião dos responsáveis de planeamento e gestão da produção relativamente à informação disponibilizada no *dashboard* e o próprio formato

Por último, questionou-se a utilidade de um *Digital Shadow* para o trabalho a executar. Ambos os responsáveis concordam que, de alguma forma, será útil, mas percebe-se que fornecerá mais suporte a um dos utilizadores finais do sistema. (Figura 80)

A possibilidade de visualizar, em tempo real, informação sobre o chão de fábrica, no formato de um digital shadow semelhante ao do protótipo, facilita o trabalho a executar?

2 respostas

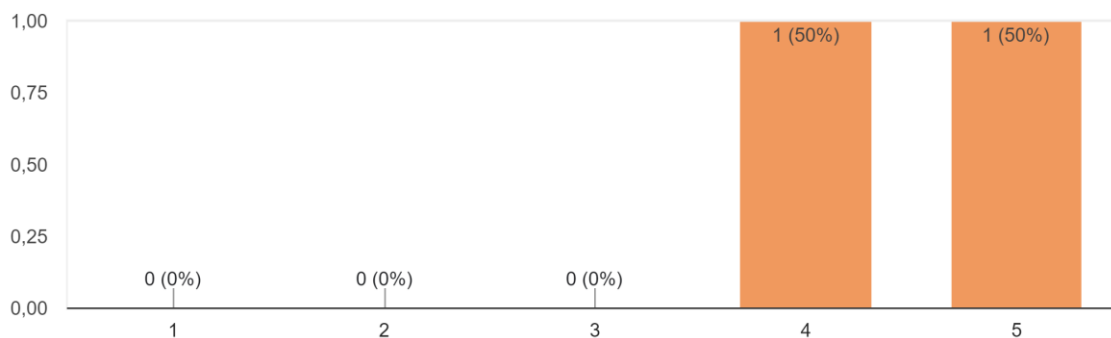


Figura 80- Opinião dos responsáveis de planeamento e gestão da produção relativamente à utilidade do Digital Shadow proposto no protótipo

De seguida, na Tabela 22, serão apresentadas as respostas às questões abertas. A inclusão de questões abertas no formulário teve como propósito obter opiniões mais concretas e abrangentes dos utilizadores face ao protótipo desenvolvido. Todavia, principalmente os operadores da maquinaria, não se sentiram confiantes para formular uma opinião específica sobre o assunto. Acredita-se que isso se deve ao facto de ter sido o primeiro contacto que lhes foi proporcionado com esta tema, não tendo existido qualquer consciencialização do sistema anteriormente. Por esse motivo, é possível verificar a preocupação excessiva no controlo dos operadores sendo que não é esse o principal objetivo da implementação.

No que diz respeito aos responsáveis de planeamento, foi visível uma certa preocupação no que se refere à aceitação do sistema por parte dos operadores, contudo, obteve-se um *feedback* muito positivo acerca do protótipo.

Tabela 22- Respostas às questões abertas dos utilizadores finais

Questões abertas	Utilizador final	Respostas
	Operador	Não
Há alguma informação ou dado específico que gostaria que fosse destacado ou apresentado de forma diferente?	Responsável	Atualmente não, no entanto pode haver pequenos ajustes no protótipo a par da implementação, uma vez que podem surgir necessidades não contempladas inicialmente, devido ao carácter dinâmico dos processos
	Operador	Controlo excessivo do operador
		Querem controlar tudo o que o operador faz
Quais são as principais preocupações ou desafios que encontrou ao interagir com o protótipo?	Responsável	Nenhum, é bastante simples e intuitivo
		Em relação à interação com o protótipo acho bastante intuitivo e completo, pelo que a principal preocupação e desafio será a posterior aceitação do projeto por parte dos operadores
	Operador	Sim
		Sim, evita algumas deslocações ao escritório
Com base na sua experiência, acredita que um sistema, baseado neste protótipo, atenderia às suas necessidades e às demandas do seu trabalho? Porquê?	Responsável	Sim, capacidade de obter e enviar informação do posto de trabalho do operador registando os passos na sua totalidade
		Sim, para facilitar algumas comunicações com a fábrica e perceber o que está a acontecer em tempo real no chão de fábrica, colmatando o atual problema da forma demasiado manual de controlar os processos de fabrico
	Operador	Separador da qualidade, devia ser utilizado só pelo departamento da qualidade
		Não
Tem alguma sugestão ou identificou alguma melhoria que gostaria de mencionar para tornar o protótipo no sistema ideal com que gostaria de trabalhar?	Responsável	Adaptaria o <i>dashboard</i> à área a que diz respeito utilizando um filtro
		Acrescentaria as operações passo-a-passo para serem controlados

6. CONCLUSÃO

No capítulo final do trabalho serão apresentadas as conclusões finais obtidas durante a realização do presente trabalho, respondendo, devidamente, às questões de investigação estabelecidas inicialmente. Em seguida, serão abordadas as principais limitações identificadas no decorrer do projeto de estágio e serão mencionadas possíveis trabalhos futuros a serem considerados.

6.1. Conclusões finais

1º. De que forma é que a digitalização dos processos pode impulsionar e manter a adoção das ferramentas *Lean*?

Numa fase inicial do projeto, foi realizada uma pesquisa, detalhada, às ferramentas *Lean* utilizadas na empresa ADIRA, com o objetivo de reconhecer e analisar a situação em que se encontrava. Foram identificadas ferramentas como os 5S, o *kanban*, o JIT e o VSM.

Primeiramente, foi perceptível a quantidade de ferramentas que se encontravam desatualizadas e que, com o passar do tempo, entraram, inevitavelmente, em desuso na dinâmica da fábrica. Esse problema surgiu, maioritariamente, devido aos longos períodos de tempo entre as atualizações das ferramentas. Isto significa que, mesmo utilizando corretamente as ferramentas, não conseguiam garantir a precisão necessária das análises realizadas, principalmente considerando o contexto volátil onde seriam aplicadas.

A inexistência de dados atualizados e, devidamente, tratados, influencia qualquer análise realizada ao desempenho da empresa, sofrendo repercussão no diagnóstico e classificação de problemas, ineficiências ou desperdícios e, portanto, na tomada de decisão consciente. De forma a garantir uma análise eficiente e precisa ao desempenho da ADIRA, é crucial que os dados recolhidos, a partir do chão de fábrica, sejam tratados, em tempo real, assegurando a implementação de soluções responsáveis.

Em resposta à problemática identificada, foi proposta uma solução digital capaz de proporcionar visibilidade e transparência sobre o chão de fábrica com a integração, gestão e controlo das operações: um MES. Este sistema permite recolher e modelar a informação, em tempo real, garantindo a manutenção correta das ferramentas *Lean* da empresa.

As informações produzidas pelo sistema MES desempenham um papel fundamental no incentivo à melhoria contínua dos processos da ADIRA. A recolha de quantidades, exorbitantes, de dados provenientes do chão de fábrica e, posterior, tratamento dos mesmos, é uma excelente alternativa para o problema das ferramentas obsoletas.

A título de exemplo, no decorrer do caso de estudo na ADIRA, foi implementada uma ferramenta *Lean*, o *Standard Work*, que demonstrou muito exigência na sua execução, principalmente pelo tempo despendido na observação das operações. Foi perceptível que, qualquer atualização na ferramenta, seria uma tarefa árdua, complexa e ineficiente. Assim, com a implementação do sistema MES, o *Standard Work*, será mantido e atualizado, constantemente, de uma forma rápida e precisa, tornando toda e qualquer informação gerada, em conhecimento.

2º. Quais são as principais etapas a considerar para a implementação, com sucesso, de um sistema MES numa indústria de Máquinas e Equipamentos?

Ao longo da investigação tornou-se evidente que a integração de um sistema MES na ADIRA representa um passo significativo para alcançar uma melhoria contínua e, portanto, o desempenho global que ambiciona. Todavia, foi perceptível a importância de garantir um planeamento cuidadoso e rigoroso que desse resposta à complexidade associada a um projeto desta dimensão e assegurasse o alto investimento depositado.

Em resposta a essa reflexão, foi estruturada e proposta uma metodologia abrangente e adequada para a implementação de um sistema MES em indústrias de Máquinas e Equipamentos. Esta metodologia sistematiza e identifica a sequência das principais etapas e atividades a considerar durante a implementação do sistema e as respetivas ferramentas de apoio a utilizar.

A aplicação prática da metodologia, no caso de estudo da ADIRA, permitiu fundamentar que a estrutura proposta é adequada e viável para atingir os resultados pretendidos em cada uma das etapas. É de salientar que devido ao tempo de estágio, não foi possível acompanhar todas as etapas da implementação.

Nesse contexto, como resultado da implementação e para validar a metodologia proposta, foi desenvolvido um protótipo que respondesse às necessidades identificadas e que fosse de acordo com as expectativas da empresa.

O protótipo final, destinado à área da maquinagem e à área de planeamento e gestão da produção, foi validado, de forma muito positiva, pelos utilizadores finais do sistema. Contudo, à vista dos resultados obtidos, recomenda-se uma reformulação à metodologia proposta no sentido de reforçar a inclusão dos utilizadores finais durante a implementação. É imprescindível que os colaboradores reconheçam o propósito do sistema bem como os benefícios associados e que colaborem, constantemente, com a equipa responsável. Sugere-se, então, uma etapa inicial destinada à consciencialização e, no mínimo, uma atividade por cada etapa principal que assegure a participação dos utilizadores.

3º. De que forma a implementação do *Digital Shadow* permite um maior controlo do chão de fábrica? Qual é o impacto na prevenção de futuros problemas?

O *feedback* relacionado com a integração de um *Digital Shadow* no protótipo do sistema, permitiu depreender que o DS seria uma mais valia para suportar o trabalho de controlo dos responsáveis de planeamento e gestão da produção.

O DS proporciona uma visão mais abrangente, e em tempo real, das operações do chão de fábrica com a recolha e análise de dados valiosos para compreender o estado do desempenho da indústria. É uma ferramenta que permite um acompanhamento imediato de todas as atividades e operações, identificando possíveis problemas ou anomalias no chão de fábrica. O conhecimento, em tempo real, dos acontecimentos permite a implementação de medidas corretivas de forma ágil e eficaz.

Para além disso, o histórico de dados recolhidos pelos dispositivos do sistema MES, permite realizar análises que identifiquem tendências, padrões e, conseqüentemente, as principais causas dos problemas recorrentes. À vista disso, os responsáveis de planeamento e gestão de produção, têm a capacidade de utilizar essa informação para suportar ações de prevenção que tenham impacto no desempenho futuro, reduzindo ou até eliminando problemas posteriores.

Contudo, considerando que o período de estágio não permitiu acompanhar todo o processo de implementação, a presente, e última, questão de investigação entende-se como trabalho futuro e será abordada no subcapítulo destinado.

6.2. Limitações e trabalhos futuros

A implementação de um sistema de informação numa indústria é um projeto cujo desenvolvimento é, muitas vezes, confrontado com situações inesperadas que dificultam a evolução do mesmo e, por consequência, retardam a chegada do resultado final. Neste contexto, o presente trabalho foi limitado pela incompatibilidade entre o período de tempo estipulado para a concretização e o período de tempo efetivo.

O tempo proposto para implementação do sistema MES estendeu-se mais do que o esperado derivado de atrasados incontáveis e externos à ADIRA. Por esse motivo, não foi possível implementar, na totalidade, a metodologia proposta e, assim, verificar o impacto do sistema na empresa ADIRA.

Como trabalho futuro, recomenda-se a continuação da implementação do sistema MES através da metodologia proposta. Primeiramente, após a integração da solução, deve ser garantido o acompanhamento e a monitorização do sistema através dos indicadores de desempenho já definidos, avaliando, assim, o seu desempenho. Posteriormente, assim que o sistema estabilizar, propõe-se uma avaliação ao impacto do *Digital Shadow* na prevenção de futuros problemas, com o propósito de concluir a investigação realizada.

Contudo, sugere-se como ponto de partida, que a equipa de implementação dê continuidade à elaboração de *mockups* para posterior validação dos principais utilizadores finais. Deve ser, também, realizada uma revisão às ferramentas *Lean* da empresa no sentido de atingir, com ajuda do MES, a máxima eficiência de cada uma delas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdur Razzaq, M., Abdul Latif University Khairpur, S., Sajid Habib Gill, P., Rahim Yar Khan Campus Rahim Yar Khan, E., Muhammad Ali Qureshi, P., Ullah, S., & Yar Khan, R. (2017). Security Issues in the Internet of Things (IoT): A Comprehensive Study. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 8, Issue 6). www.ijacsa.thesai.org
- Aggarwal, R., & Lal Das, M. (2012). *RFID Security in the Context of "Internet of Things"* (pp. 51–56).
- Akkermans, H. A., Bogerd, P., Yucesan, E., & van Wassenhove, L. N. (2003). The impact of ERP on supply chain management: Exploratory findings from a European Delphi study. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 146). www.elsevier.com/locate/dsw
- Akkoni, P. R., Kulkarniand, V. N., & Gaitonde, V. N. (2019). Applications of work study techniques for improving productivity at assembly workstation of valve manufacturing industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 561(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/561/1/012040>
- Aksar, O., Elgun, D., Beldek, T., Konyalıoğlu, A., & Camgöz-Akdağ, H. (2020). *An Integrated Value Stream Mapping and Simulation Approach for a Production Line: A Turkish Automotive Industry Case* (pp. 357–371).
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Almada-Lobo, F. (2015). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES). *Journal of Innovation Management Almada-Lobo JIM*, 3, 16–21. <http://www.open-jim.org><http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>
- Amado, J., & De, M. (2014). *INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO 2ª EDIÇÃO*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0879-2>
- Amini, M., Abukari, A. M., & Amini Valashani, M. (2020). *ERP SYSTEMS ARCHITECTURE FOR THE MODERN AGE: A REVIEW OF THE STATE OF THE ART TECHNOLOGIES*. <https://doi.org/10.22034/jaisis.2020.232506.1009>
- Barnes, R. M. (1977). *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. Editora Blucher.
- Baysan, S., Kabadurmus, O., Cevikcan, E., Satoglu, S. I., & Durmusoglu, M. B. (2019). A simulation-based methodology for the analysis of the effect of lean tools on energy efficiency: An application in power distribution industry. *Journal of Cleaner Production*, 211, 895–908. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.217>
- Bergs, T., Gierlings, S., Auerbach, T., Klink, A., Schraknepper, D., & Augspurger, T. (2020). The concept of digital twin and digital shadow in manufacturing. *Procedia CIRP*, 101, 81–84. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.02.010>
- Blackstock, M., & Lea, R. (2014). IoT interoperability: A hub-based approach. *2014 International Conference on the Internet of Things, IOT 2014*, 79–84. <https://doi.org/10.1109/IOT.2014.7030119>
- Blackstone, A. (2018). *Principles of sociological inquiry: Qualitative and quantitative methods*. Saylor Academy Open Textbooks.
- British Standards Institution. (1992). *Glossary of terms used in management services*. British Standards Institution.
- CECIMO. (2011). *Study on competitiveness of the european machine tool industry: Where manufacturing begins* (Gökalp Gümüsdere & Marek Gerczynski, Eds.; CECIMO). Filip Geerts, Secretary General.
- Centro Tecnológico do Calçado de Portugal. (2020). *Métodos e Tempos - Guia do Empresário*.

- Comércio, C. (2021). *NEWSLETTER INTERNACIONAL: Metalúrgica e Metalomecânica*.
<https://www.ccip.pt/pt/newsletter-internacional/2335-cluster-metalurgia-e-metalomecanica>
- Costa, E., Bragança, S., Sousa, R., & Alves, A. (2013). Benefits from a SMED Application in a Punching Machine. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering*.
- Demchenko, Y., de Laat, C., & Membrey, P. (2014). Defining architecture components of the Big Data Ecosystem. *2014 International Conference on Collaboration Technologies and Systems, CTS 2014*, 104–112. <https://doi.org/10.1109/CTS.2014.6867550>
- Dennis, P. (2015). *LEAN PRODUCTION SIMPLIFIED*.
- Duan, L., & Xiong, Y. (2015). Big data analytics and business analytics. *Journal of Management Analytics*, 2(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/23270012.2015.1020891>
- Duran, C., Cetindere, A., & Aksu, Y. E. (2015). Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company. *Procedia Economics and Finance*, 26, 109–113. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00887-4](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00887-4)
- Estudo de Caso: O Que É, Exemplos e Como Fazer*. (2022). <https://neilpatel.com/br/blog/como-fazer-um-estudo-de-caso/>
- Exertus, Lda. (2003). *Manual Pedagógico PRONACI Métodos e Tempos*.
- Fatorachian, H., & Kazemi, H. (2018). A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: Theoretical operationalization framework. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1424960>
- Freitas, F., Da, G., Batista, S., Pires, A., & De Vasconcellos, V. (2017). *MATRIZ GUT COMO ALTERNATIVA PARA PRIORIZAÇÃO DE REQUISITOS NO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE*. <https://www.researchgate.net/publication/320072274>
- Friess, P., Guillemin, P., Gusmeroli, S., di Milano, P., & Sundmaeker, H. (2009). *Internet of Things Strategic Research Roadmap*. <https://www.researchgate.net/publication/267566519>
- Garcia-Sabater, J. J., & Marin-Garcia, J. A. (2011). Can we still talk about continuous improvement? Rethinking enablers and inhibitors for successful implementation. *International Journal of Technology Management*, 55(1–2), 28–42. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2011.041678>
- Gartner. (2022). *Definition of System Integration - IT Glossary*. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/system-integration>
- Gaspar, V. (2016). *Análise de Tempos e Métodos numa Linha de Produção de Autocarros*. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.
- Govindaraju, R., & Putra, K. (2016). A methodology for Manufacturing Execution Systems (MES) implementation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 114(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/114/1/012094>
- Gunturi, M., Kotha, H. D., & Reddy, M. S. (2018). An overview of internet of things. In *Article in Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems* (Vol. 10). <https://www.researchgate.net/publication/332710382>
- Huang, C. C., & Kusiak, A. (1996). Overview of kanban systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 9(3), 169–189. <https://doi.org/10.1080/095119296131643>
- Isravel, D. P., Arulkumar, D., Raimond, K., & Issac, B. (2020). Chapter 4 - A novel framework for quality care in assisting chronically impaired patients with ubiquitous computing and ambient intelligence technologies. In J. D. Peter & S. L. Fernandes (Eds.), *Systems Simulation and Modeling for Cloud Computing and Big Data Applications* (pp. 61–79). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819779-0.00004-6>
- Jadhav, S. S., Sharma, G. S., Daberao, A. M., & Gulhane, S. S. (2017). Improving Productivity of Garment Industry with Time Study. In *International Journal on Textile Engineering and Processes* (Vol. 3). <https://www.researchgate.net/publication/322656789>
- Kamble, R., & Kulkarni, V. (2014). PRODUCTIVITY IMPROVEMENT AT ASSEMBLY STATION USING WORK STUDY TECHNIQUES. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03(09), 480–487. <http://www.ijret.org>

- Kang, Y., & Zhongyi, Z. (2012). Summarize on Internet of Things and exploration into technical system framework. *Proceedings - 2012 IEEE Symposium on Robotics and Applications, ISRA 2012*, 653–656. <https://doi.org/10.1109/ISRA.2012.6219274>
- Kayar, M., & Akalin, M. (n.d.). A RESEARCH ON THE EFFECT OF METHOD STUDY ON PRODUCTION VOLUME AND ASSEMBLY LINE EFFECIENCY METOT ANALİZİNİN ÜRETİM HACMİ VE MONTAJ HATTI VERİMLİLİĞİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI. In *TEKSTİL ve KONFEKSİYON* (Vol. 24, Issue 2).
- Khandve, N. J. (2017). Productivity Improvements through Work Study Methods. In *IJSRD- International Journal for Scientific Research & Development* (Vol. 5). www.ijsrd.com
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). What is ERP? In *Information Systems Frontiers* (Vol. 2, Issue 2).
- Kletti, J. (eds). (2007). New ways for the effective factory. *Manufacturing Execution Systems — MES*, 1–39. https://doi.org/10.1007/978-3-540-49744-8_1
- Kosmatos, E. A., Tselikas, N. D., & Boucouvalas, A. C. (2011). Integrating RFIDs and Smart Objects into a Unified Internet of Things Architecture. *Advances in Internet of Things, 01(01)*, 5–12. <https://doi.org/10.4236/ait.2011.11002>
- Kulkarni, P., & Lahiri, G. (2020). Improving Productivity using SMED. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 9(3), 1889–1892. <https://doi.org/10.35940/ijitee.B6319.019320>
- Law, A. M. (2015). *Simulation Modeling & Analysis* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., & Kao, H. an. (2013). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manufacturing Letters*, 1(1), 38–41. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2013.09.005>
- Leyh, C., Martin, S., & Schaffer, T. (2017). Industry 4.0 and Lean Production-A matching relationship? An analysis of selected Industry 4.0 models. *Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2017, 11*, 989–993. <https://doi.org/10.15439/2017F365>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (1st ed.). McGraw-Hill. <https://search.library.wisc.edu/catalog/9910122658702121>
- Lim, E. P., Chen, H., & Chen, G. (2013). Business intelligence and analytics: Research directions. In *ACM Transactions on Management Information Systems* (Vol. 3, Issue 4). <https://doi.org/10.1145/2407740.2407741>
- Liu, Q., Chen, J., Liao, Y., Mueller, E., Jentsch, D., Boerner, F., & She, M. (2015). An Application of Horizontal and Vertical Integration in Cyber-Physical Production Systems. *Proceedings - 2015 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery, CyberC 2015*, 110–113. <https://doi.org/10.1109/CyberC.2015.22>
- Longo, F., Nicoletti, L., & Padovano, A. (2019). Ubiquitous knowledge empowers the Smart Factory: The impacts of a Service-oriented Digital Twin on enterprises' performance. *Annual Reviews in Control*, 47, 221–236. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.01.001>
- Luso, A. (2022, February 10). *Exportações de metalurgia e metalomecânica batem recorde em 2021 para quase 20 mil milhões de euros – Observador*. <https://observador.pt/2022/02/10/exportacoes-de-metalurgia-e-metalomecanica-batem-recorde-em-2021-para-quase-20-mil-milhoes-de-euros/>
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 03(05), 164–173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Mahmood, W. H. W., Rahman, M. N. A., Deros, B. M., & Jaharah, A. G. (2011). Improving production line performance: A case study. *Applied Mechanics and Materials*, 44–47(November 2014), 4136–4140. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.44-47.4136>

- Manjunath M., Shiva Prasad H. C., Keerthesh Kumar K. S., & Puthran, D. (2014). *Value Stream Mapping : A Lean Tool*. www.theijbm.com
- Mantravadi, S., & Møller, C. (2019). An overview of next-generation manufacturing execution systems: How important is MES for industry 4.0? *Procedia Manufacturing*, 30, 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.083>
- Mattern, F., & Floerkemeier, C. (2010). From the Internet of Computers to the Internet of Things. *From Active Data Management to Event-Based Systems and More*.
- McClellan, M. (2000). *Introducing To Manufacturing Execution Systems*.
- MESA International. (1997). *MES Explained: A High Level Vision*.
- Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2001). *Motion and Time Study for Lean Manufacturing* (Third Edition).
- Nascimento, C. M., Netto, A. V. S., Villanueva, J. M. M., & Macêdo, E. C. T. (2022). *Metodologia Aplicada ao Desenvolvimento de Gêmeo Digital de Sistemas de Bombeamento de Água*.
- Negash, S., & Gray, P. (2008). *Handbook on Decision Support Systems 2*. Springer.
- Negri, E., Fumagalli, L., & Macchi, M. (2017). A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems. *Procedia Manufacturing*, 11, 939–948. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.198>
- Noto, G., & Cosenz, F. (2021). Introducing a strategic perspective in lean thinking applications through system dynamics modelling: the dynamic Value Stream Map. *Business Process Management Journal*, 27(1), 306–327. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2020-0104>
- Nur Hanis, H., Mohd Amran, M. D., Mohamad Ikbar, A. W., Rahmat, R. B., & Khairanum, S. (2020). Success factors of value stream mapping utilization in manufacturing industry. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(6), 1841–1850. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12I2/S20201388>
- Palade, D., Moller, C., Li, C., & Mantravadi, S. (2021). An Open Platform for Smart Production: IT/OT Integration in a Smart Factory. *International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS - Proceedings*, 2, 707–714. <https://doi.org/10.5220/0010436807070714>
- Paulo Ávila, Ismael Cavaco, & João Bastos. (2022). *Planeamento e Controlo da Produção*. GestBook.
- Pellegrini, S., Shetty, D., & Manzione, L. (2012). Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen. In *Industrial Engineering and Operations Management Istanbul*.
- Prakash, C., Rao, B. P., Shetty, D. V., & Vaibhava, S. (2020). Application of time and motion study to increase the productivity and efficiency. *Journal of Physics: Conference Series*, 1706(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1706/1/012126>
- Radouan Ait Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 77–101. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
- Riesener, M., Schuh, G., Dölle, C., & Tönnies, C. (2019). The digital shadow as enabler for data analytics in product life cycle management. *Procedia CIRP*, 80, 729–734. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.083>
- Ríos, J., Hernández, J. C., Oliva, M., & Mas, F. (2015). Product avatar as digital counterpart of a physical individual product: Literature review and implications in an aircraft. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 2, 657–666. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-544-9-657>
- Romdhani, I., Tandjaoui, D., Riyadh Abdmeziem, M., Tandjaoui, D., Boumedienne, H. B., Alia Bab Ezzouar, E., & rabdmeziem, A. (2015a). *Architecting the Internet of Things: State of the Art*. <https://www.researchgate.net/publication/274718805>
- Romdhani, I., Tandjaoui, D., Riyadh Abdmeziem, M., Tandjaoui, D., Boumedienne, H. B., Alia Bab Ezzouar, E., & rabdmeziem, A. (2015b). *Architecting the Internet of Things: State of the Art IoT Security Risks Analysis View project LifeBox: Smart Telemedicine System View project Architecting the Internet of Things: State of the Art*. <https://www.researchgate.net/publication/274718805>

- Rother, M., & Shook, J. (1998). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
- Russom, P. (2011). *BIG DATA ANALYTICS*.
- Samuel, K. M. H. (1999). 5-S practice: The first step towards total quality management. *Total Quality Management*, 10(3), 345–356. <https://doi.org/10.1080/0954412997875>
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811–833. <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
- Schipper, T., & Swets, M. (2012). *Innovative lean development: how to create, implement and maintain a learning culture using fast learning cycles*. CRC Press.
- Schuh, G., Güzlaff, A., Schmidhuber, M., & Maibaum, J. (2021). Development of Digital Shadows for Production Control. *CONFERENCE ON PRODUCTION SYSTEMS AND LOGISTICS*. <https://doi.org/10.15488/11251>
- Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. In *Journal of Electrical and Computer Engineering* (Vol. 2017). Hindawi Publishing Corporation. <https://doi.org/10.1155/2017/9324035>
- Shafto, M., Rich, M. C., Glaessgen, D. E., Kemp, C., Lemoigne, J., & Wang, L. (2010). *DRAFT Modeling, Simulation, informationTechnology & Processing Roadmap*.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315136479>
- Siddheshwar, P., Abhijit, P., Abhay, G., Pandurang, T., Umesh, F., Omkar, B., Krushna, W., Ramjan, R., & Kulkarni, V. P. (2008). Paper on Time and Method Study Productivity Improvement in Machining Industry by using Time Study and Method Study Techniques. *Certified Journal / Page, 9001*. www.irjet.net
- Sisinni, E., Saifullah, A., Han, S., Jennehag, U., & Gidlund, M. (2018). Industrial internet of things: Challenges, opportunities, and directions. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(11), 4724–4734. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2852491>
- Smith A, T. Y. (2015). Lean Thinking: An Overview. *Industrial Engineering and Management*, 04(02). <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>
- Tao, F., Sui, F., Liu, A., Qi, Q., Zhang, M., Song, B., Guo, Z., Lu, S. C. Y., & Nee, A. Y. C. (2019). Digital twin-driven product design framework. *International Journal of Production Research*, 57(12), 3935–3953. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1443229>
- Tiwari, S., Dubey, R., & Tripathi, N. (2011). THE JOURNEY OF LEAN. *Internationally Indexed Journal*, 200–208. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26800.97284>
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>
- ur Rehman, A., Ramzan, M. B., Shafiq, M., Rasheed, A., Naeem, M. S., & Savino, M. M. (2019). Productivity improvement through time study approach: A case study from an apparel manufacturing industry of Pakistan. *Procedia Manufacturing*, 39, 1447–1454. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.306>
- Urban, W., & Rogowska, P. (2020). Methodology for bottleneck identification in a production system when implementing TOC. *Engineering Management in Production and Services*, 12(2), 74–82. <https://doi.org/10.2478/emj-2020-0012>
- van der Veer, H., & Wiles, A. (2008). *Achieving Technical Interoperability-the ETSI Approach*.
- Vieira, A., Nunes, E., & Sousa, S. (2018). Key inefficiencies and improvement opportunities in the textile sector: A case study. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 7, 993–1002. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-898-3-993>

- Whitmore, A., Agarwal, A., & da Xu, L. (2015). The Internet of Things - A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 261–274. <https://doi.org/10.1007/s10796-014-9489-2>
- Womack, J., Jones, D., Roos, D., & Institute of Technology, M. (1991). *The machine that changed the world: The story of lean production*. Harper Collins.
- Yang, Y., Yin, C., & Li, X. (2017). A XML Based Information Integration for Field Layer, MES and ERP. *Proceedings - 2017 5th International Conference on Enterprise Systems: Industrial Digitalization by Enterprise Systems, ES 2017*, 46–51. <https://doi.org/10.1109/ES.2017.15>
- Yazdi, P. G., Azizi, A., & Hashemipour, M. (2018). An empirical investigation of the relationship between overall equipment efficiency (OEE) and manufacturing sustainability in industry 4.0 with time study approach. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093031>
- Zhou, Z.-H., V. Chawla, N., Jin, Y., & J. Williams, G. (2014). *Big Data Opportunities and Challenges: Discussions from Data Analytics Perspectives*. <https://doi.org/10.1109/MCI.2014.2350953>
- Zwolińska, B., Tubis, A. A., Chamier-Gliszczyński, N., & Kostrzewski, M. (2020). Personalization of the MES system to the needs of highly variable production. *Sensors (Switzerland)*, 20(22), 1–25. <https://doi.org/10.3390/s20226484>

APÊNDICE B

Requisitos Desenvolvimento

Document status	
Document owner	
Designer	
Tech lead	
Technical writers	
QA	

Âmbito

Especificar o âmbito do projeto.

Objetivos

- Objetivo 1;
- Objetivo 2.

KPI

Métrica	Objetivo
Métrica 1	
Métrica 2	
Métrica 3	
Métrica 4	

Pressupostos

Especificar os pressupostos.

Milestones (Template de um gráfico Gantt)

REQUISITO

CÓD. REQ.	TIPO REQ.	Requisito
Req-nf		
Req-nf-XX		
Req-nf-XX		
Req-nf-XX		
Req-nf-XX		
Req-nf-XX		
Req-nf-XX		
Req-nf-XX		
Req-n-XX		
Req-n-XX		
Req-n-XX		
Req-n-XX		
Req-n-XX		
Req-n-XX		
Req-n-XX		
Req-n-XX		

APÊNDICE C

MATRIZ GUT: Priorização de Requisitos

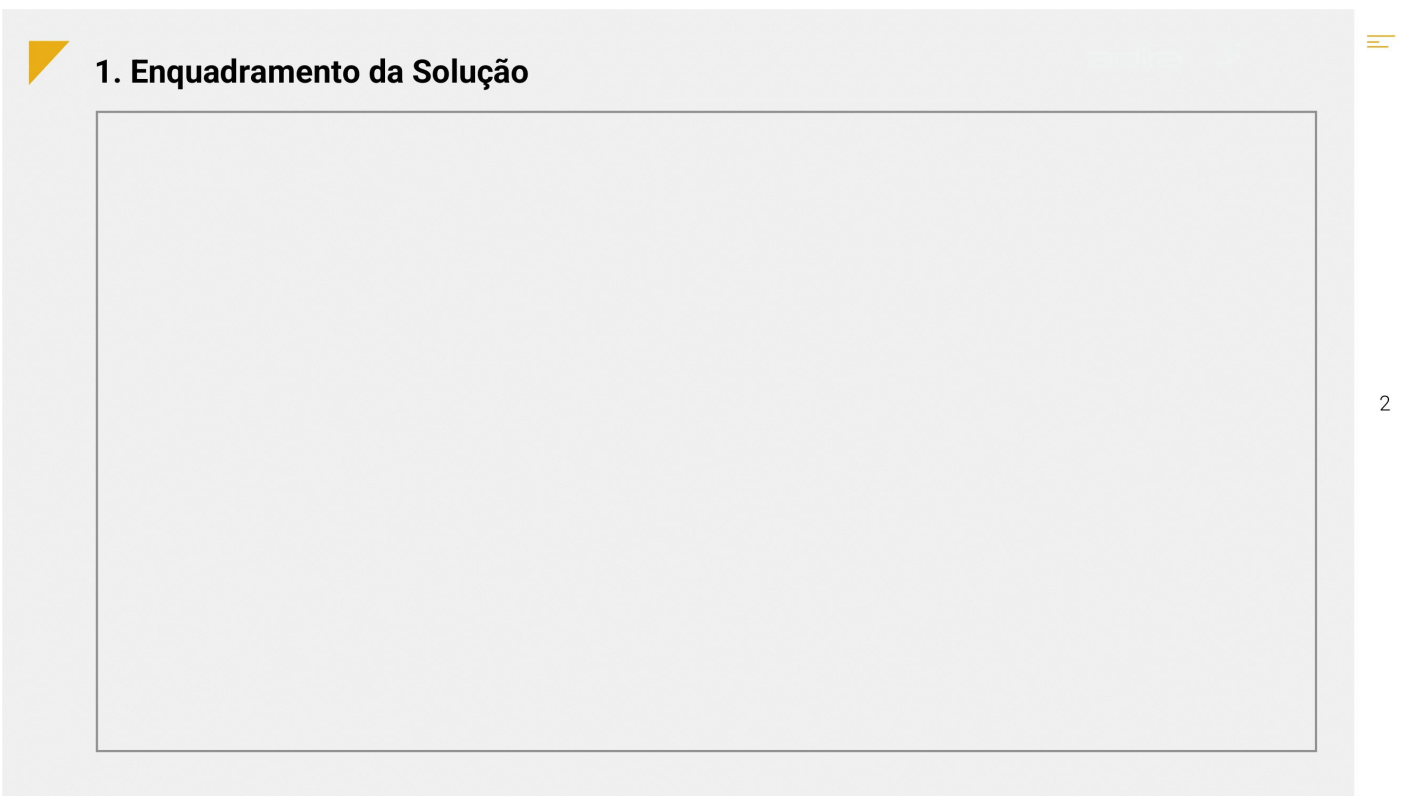
CÓD. REQ.	REQUISITO	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				
Req-nf				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-f				
Req-nf				

APÊNDICE D



Implementação MES
IT

15 May 2023



1. Enquadramento da Solução

1	Enquadramento da Solução
2	2

2. Requisitos

CÓDIGO	TIPO	REQUISITO	Solução 1	Solução 2	Solução 3	Solução 4
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						

3

2. Requisitos

REQUISITOS EXCLUÍDOS POR TODAS AS SOLUÇÕES

CÓDIGO	TIPO	REQUISITO	Solução 1	Solução 2	Solução 3	Solução 4
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-nf-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						
Req-f-XX						

CONCLUSÕES INICIAIS

4

3. Análise Financeira

	SOLUÇÃO 1	SOLUÇÃO 2
Capex	-- €	-- €
-	-- €	-- €
-	-- €	-- €
-	-- €	-- €
Opex	-- €	-- €
-	-- €	-- €
-	-- €	-- €
-	-- €	-- €

5

4. Decisão Final

6

APÊNDICE E



1. Enquadramento do Problema e da Solução

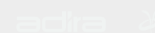
A ADIRA Metal Forming Solutions é um fornecedor global de soluções de engenharia especializado na produção de quinadoras hidráulicas, elétricas e híbridas, guilhotinas, células robotizadas e impressoras 3D de metal.

Atualmente, a ADIRA procura implementar uma solução de digitalização, nomeadamente um sistema MES, capaz de monitorizar o chão de fábrica em tempo real e que, integrado com o ERP já existente, proporcione transparência e visibilidade sobre toda a organização.

Nesse sentido, o objetivo deste projeto é implementar uma solução de digitalização de processos que responda a um conjunto objetivos, nomeadamente:

- Recolha de dados de funcionamento dos centros de trabalho das máquinas;
- Digitalização da gestão de produção, e envio de ordens de Fabrico para Chão de Fábrica;
- Obtenção de indicadores de performance industriais (OEE, entre outros);
- Classificação de paragens nas linhas/máquinas;
- Monitorização de consumos industriais.

2. Requisitos



CÓDIGO	TIPO	REQUISITO	OLANET	MUVU	Think Digital
Req-nf-01	Infraestrutura	Alojamento <i>Cloud</i>	-	X	X
Req-nf-02	Infraestrutura	Comunicação da máquina com a <i>Cloud</i> fora da rede corporativa da <i>Adira</i>	-	X	X
Req-nf-03	Infraestrutura	Segurança protocolos de comunicação, equipamentos a instalar e plataforma	X	X	X
Req-nf-04	Software	Integração com o ERP Dados mestre: Ordens de fabrico e Operações	X	X	X
Req-nf-05	Software	Integração com o ERP Imputações de Tempo: Tempo Setup e Tempo de Produção Quantidades Produzidas	X	X	X
Req-f-06	Software	Reporte de ordens de produção expedito (Start/Stop)	X	X	X
Req-f-07	Software	Reporte de paragens dos colaboradores com o motivo associado e associar paragem à ordem de produção ou ao centro de trabalho	X	X	X
Req-f-08	Software	Rastreabilidade do produto (controlo de número de séries e lotes de produção)	X	X	X
Req-nf-09	Infraestrutura	Equipamento para recolha dos sinais da máquina	X	X	X
Req-nf-10	Infraestrutura	Comunicação entre equipamento de recolha de sinais e plataforma <i>Cloud</i>	X	X	X
Req-f-11	Software	Imputação das quantidades fabricadas à ordem de produção	X	X	X
Req-f-12	Software	Método de autenticação expedito	X	X	X
Req-f-13	Software	Visualização de documentação associada ao artigo a produzir	-	X	X
Req-nf-14	Software	Integração com o ERP Logística: Movimentações Internas	-	-	-
Req-f-15	Software	Criação de etiqueta para identificação dos artigos	-	X	X
Req-f-16	Software	Possibilidade de registar tempos de setup/setout	X	X	X
Req-f-17	Software	Checklist associada à operação de setup, início de operação ou final de operação	X	X	X

3



2. Requisitos



CÓDIGO	TIPO	REQUISITO	OLANET	MUVU	Think Digital
Req-f-18	Software	Monitorização da chão de fábrica (Digital Twin da fábrica)	X	X	X
Req-f-19	Software	Imputação de quantidades fabricadas rejeitadas à ordem de produção com indicação do motivo	X	X	X
Req-f-20	Software	Digitalização de Documento de Inspeção e Registo	-	-	-
Req-f-21	Infraestrutura	Isolar rede das máquinas da rede corporativa da <i>ADIRA</i>	X	X	X
Req-f-22	Software	Imputação de incidências (paragens) da máquina com a possibilidade do operário registar motivo	X	X	X
Req-f-23	Software	O colaborador pode estar associado a mais do que uma máquina em simultâneo	X	X	X
Req-f-24	Software	Envio de alarmes, decorrentes de parâmetros do código CNC	X	X	X
Req-f-25	Software	Imputação de matéria-prima rejeitada à ordem de produção com indicação do motivo	X	X	X
Req-nf-26	Software	Monitorização dos consumos energéticos da máquina	-	X	X
Req-nf-27	Software	Armazenamento dos programas CNC's a utilizar em cada produto	Envio para a máquina não será feito de forma automática		
Req-nf-28	Software	Possibilidade de registar tempos para um grupo de ordens e fazer a respetiva distribuição do tempo registado pelas várias ordens de produção	-	X	X
Req-f-29	Software	Alarmística e monitorização via Mobile APP	-	X	+/- (webapp dashboard com histórico de alarmes)
Req-f-30	Software	Gestão dos skills do funcionário	X	X	X
Req-f-31	Software	Envio de alarmes, decorrentes de informação registada no sistema	X	X	X
Req-f-32	Software	Envio de alarmes por e-mail e SMS	X	X	X

4



2. Requisitos

REQUISITOS EXCLUÍDOS POR TODAS AS SOLUÇÕES

CÓDIGO	TIPO	REQUISITO	OLANET	MUVU	Think Digital
Req-f-27	Software	Armazenamento dos programas CNC's a utilizar em cada produto	-	-	-
Req-nf-14	Software	Integração com o ERP Logística: Movimentações Internas	-	-	-
Req-f-20	Software	Digitalização de Documento de Inspeção e Registo	-	-	-

CONCLUSÕES INICIAIS

- A **MUVU** e a **Think Digital** cumprem praticamente os mesmos requisitos;
- Nenhum dos requisitos excluídos por todas as soluções tem muita prioridade;
- A **OLANET** é o parceiro que responde a menos requisitos e, por esse motivo, será o parceiro excluído durante a primeira fase de avaliação
- Relativamente ao requisito **Req-f-31**, a **Think Digital** não disponibiliza uma aplicação que permita gerar notificações. No entanto disponibiliza uma *WebApp Dashboard* onde se poderá consultar o histórico dos alarmes gerados.

3. Análise Financeira

	MUVU	Think Digital
Capex	A + C €	B €
Serviços Implementação	A €	B €
Equipamentos	C €	Incluído no serviço de implementação
Opex	D €	E €
Subscrição	D €	E €

5. Decisão Final

A ADIRA irá avançar com o **Think Digital**

- O projeto iniciar-se-á com uma prova de conceito:
 - uma zona de maquinaria e 1 box de montagem.
- Se a prova de conceito não for aceite o projeto será cancelado sem custos para a ADIRA.
- Estão incluídos:
 - 4 equipamentos para recolha de sinais das máquinas;
 - 16 tablets para introdução de dados pelos operadores;
 - Serviços de implementação do software.

Proposta de cronograma por parte do fornecedor da solução:



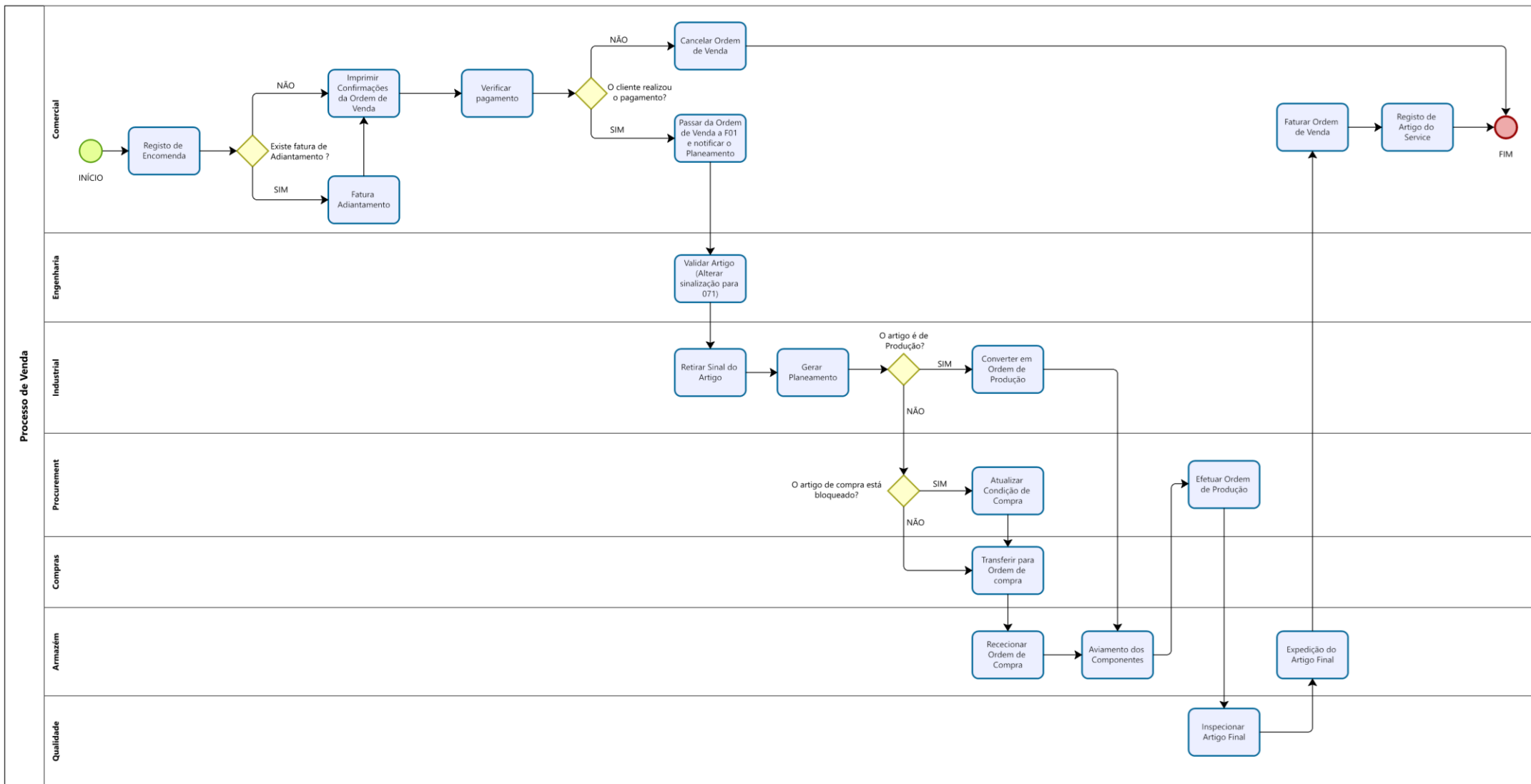
Prazos Globais: Após aprovação das especificações, o projecto irá decorrer durante 24 semanas até à ativação do serviço (salvo roturas de stock de equipamentos)

8

adira

adira Shaping the Future

APÊNDICE F



APÊNDICE G



MANUAL GERAL DE PROCEDIMENTOS

DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO: PROCESSO DE VENDA DE UMA MÁQUINA

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS**REVISÕES**

REV	DATA	DESCRIÇÃO ALTERAÇÃO	ELABORADO POR:	APROVADO POR:
1	30/01/2023	Versão inicial do mapeamento detalhado do processo de venda	Leonor Costa	Luís Reis
2	06/02/2023	Atualização do mapeamento detalhado do processo de venda	Leonor Costa	Luís Reis
3	10/02/2023	Atualização do mapeamento detalhado do processo de venda	Leonor Costa	Luís Reis
4	14/02/2023	Atualização do mapeamento detalhado do processo de venda	Leonor Costa	Luís Reis
5	20/02/2023	Versão final do mapeamento detalhado do processo de venda	Leonor Costa	Luís Reis



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

1 OBJETIVO

Criar uma descrição detalhada do "Processo de Venda" no sistema InforLN.

2 ÂMBITO

Este procedimento contribui para o processo de preparação da implementação do software MES fornecendo uma visão geral das atividades atuais da empresa.

3 PROCEDIMENTO

3.1. Processo de Venda

O processo de venda exige a participação de sete departamentos intervenientes, nomeadamente: Comercial, Engenharia, Produção-Planeamento, Procurement, Compras Armazém e Qualidade. A Figura 1 representa o mapeamento dos processos durante uma venda e os seus intervenientes.

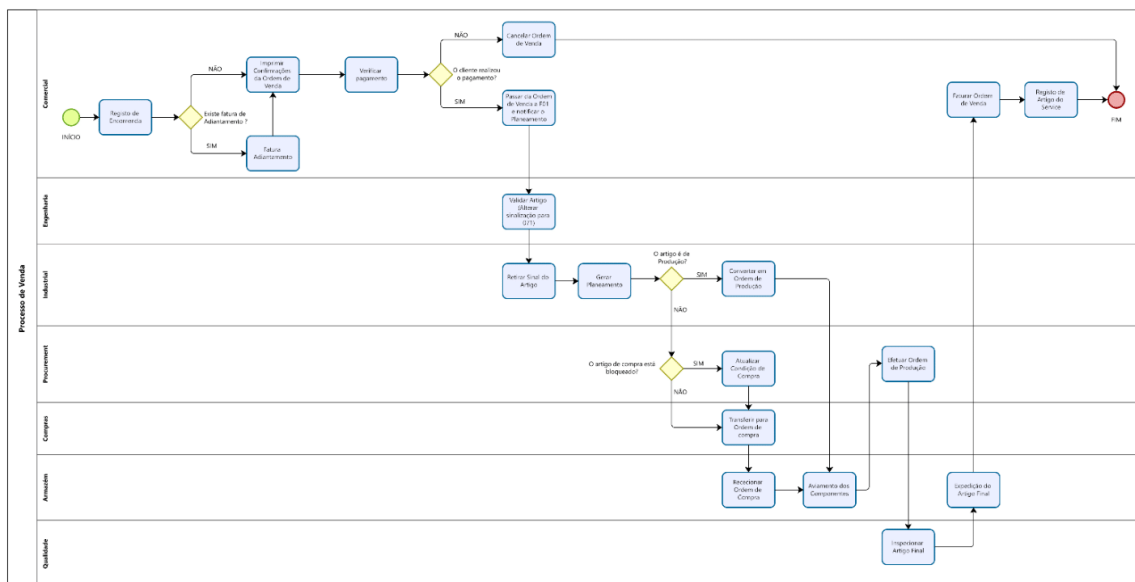


Figura 1- Mapeamento do Processo de Venda em Bizagi

3.1.1. 1ª ATIVIDADE: Registo de Encomenda

O primeiro passo para criar uma nova venda é o registo da encomenda. A Figura 2 representa o fluxo de acontecimentos (microprocessos) dentro do presente macroprocesso. Esta atividade é realizada pelo departamento Comercial e inclui ainda um subprocesso de Configuração do Artigo onde são descritas as especificidades do produto (Figura 3).

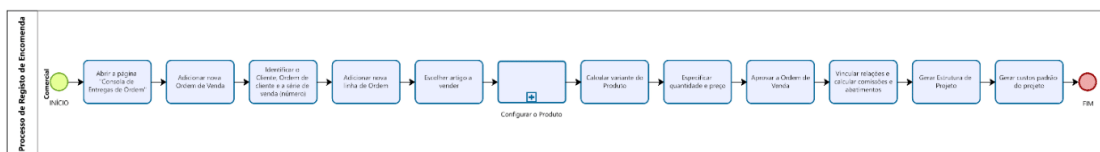


Figura 2- Mapeamento do Processo de Registo de Encomenda

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

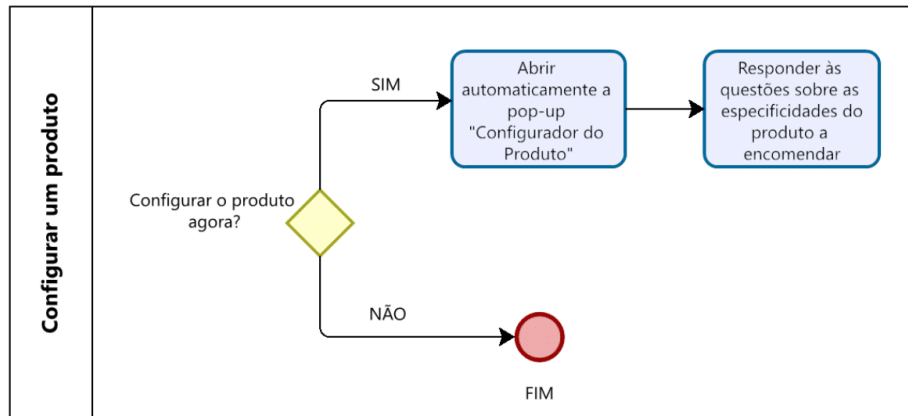


Figura 3- Mapeamento do subprocesso Configurar Produto

O registo de uma nova encomenda é realizado no sistema InforLN. Para aceder, o utilizador seleciona no menu "Vendas">"Ordens">"Consola de entregas de ordem" e adiciona uma **nova linha de ordem de venda** (Figura 4).

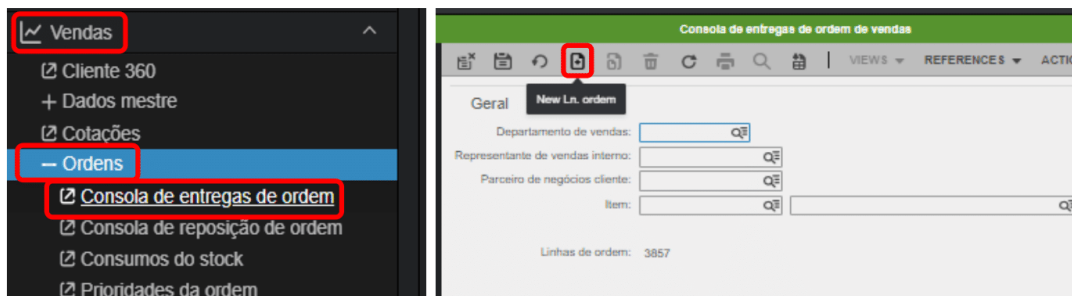


Figura 4- Iniciar o processo de venda no InforLN adicionando uma nova linha de Ordem de Venda

Posteriormente, abrirá uma nova página "Ordem de Venda" onde o utilizador deverá preencher os seguintes campos (Figura 5):

- **"PN cliente"** – este campo abrirá uma pop-up com a lista de todas as empresas cliente onde o utilizador tem a facilidade de filtrar a lista, nomeadamente, pelo nome da empresa, a rua, o respetivo código postal, a cidade, entre outros). Quando o cliente é selecionado, vários outros campos são preenchidos automaticamente como:
 - o endereço do cliente bem como o código postal;
 - o tipo de ordem de vendas;
 - o departamento de vendas;
 - as datas de entrega planeadas e a data de receção planeada (que deve ser ajustada pelo utilizador);
 - o PN recetor, o respetivo endereço bem como o código postal;
 - a moeda utilizada no financiamento.

- **“Número de Série”** – Este número representa a série de venda a ser feita e abrirá uma pop-up com a lista de tipo de vendas possíveis.

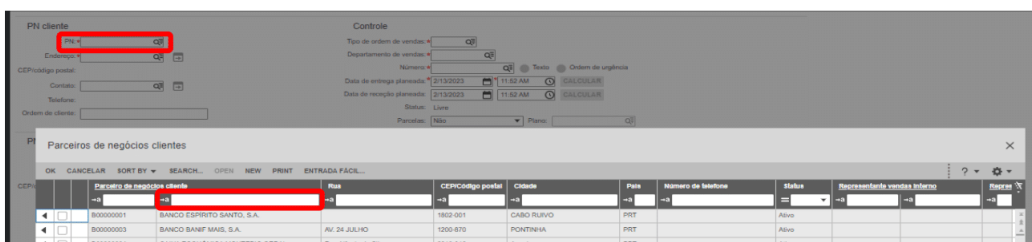
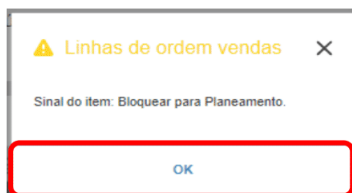


Figura 5- Especificar no InforLN o cliente que realizou a encomenda

De seguida, para especificar o artigo a vender, o utilizador adiciona uma linha de ordem nova e preenche a tabela com o item (o artigo que pretende encomendar), a quantidade a encomendar e o preço (Figura 6).



Figura 6- Especificação do item a encomendar no inforLN



Nota: Assim que o item é selecionado, é exibida uma pop-up onde o utilizador é informado que o sinal do respetivo Item foi bloqueado para o Planeamento (Figura 7).

Figura 7- Aviso de bloqueio para o departamento de planeamento

3.1.1.1. Configurar um produto

Os produtos a encomendar são, usualmente, de carácter configurável e, por esse motivo, será exibida, automaticamente, uma pop-up de *Configurador de Produto*. Esta janela permite que o utilizador personalize/



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

configure o produto a encomendar, de acordo com os requisitos do cliente, respondendo a uma lista de perguntas. (Figura 9) Após configurar o produto, a informação deve ser guardada e, após fechar a *pop-up* o utilizador vai ter a opção de calcular o preço de venda para variante de produto (Figura 8).

Sequência	Característica de produto	Opção	Descrição	Tipo
1	OPCAO	OP GAMA MAQUINA	OP_BASIC	OPCAO BASIC
2	CONF	CONFIGURAÇÃO	CONF_STD	CONFIGURAÇÃO BASE
10	MARCA	MARCA	MARCA_ADIRA	MÁQUINAS ADIRA
15	CH_IDIOMA	IDIOMA CHAPAS IDENTIFICATI	CH_IDIOMA_GBR	CHAPA INGLÊS
20	COM_NUM	COMANDO NUMÉRICO	COM_NUM_J25	ADCONTROL 25
30	SEGUR	SEGURANÇA	SEGUR_NCE	NCE
31	SEGUR_PLS	CELULAS PLS	SEGUR_PLS_L25	L25-L5 (STANDARD)
40	TENSAO	TENSAO MAQUINA	TENSAO_220_60	220V-60HZ
50	MESA	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO C	MESA_BMB	COM BOMBEADO (STD)
53	AP_MT	SISTEMA DE APERTO DE MATR	AP_MT_MC	MECÂNICO
54	AP_MT_MC	APERTO MEC MATRIZ	AP_MT_MC_K1	MESA 60 - KIT 1 (STD)
60	ESB	ESBARRO POSTERIOR	ESB_XR	XR
61	DEDO_ESBARRO	DEDOS ESBARRO	DEDO_ESB_STD	DEDOS DE ESBARRO STANDARD

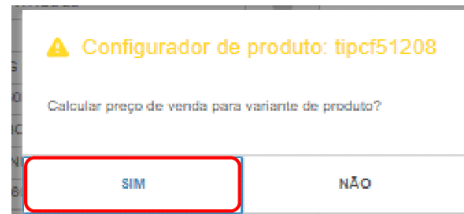


Figura 8- Calcular o preço de variante do produto no InforLN

Figura 9- Configuração do produto no InforLN

3.1.1.2. Gerar Estrutura de Projeto

Por fim, de forma a dar a encomenda como registada, o utilizador do departamento comercial deve gerar a estrutura de projeto tal como demonstram as Figura 11 e Figura 10.

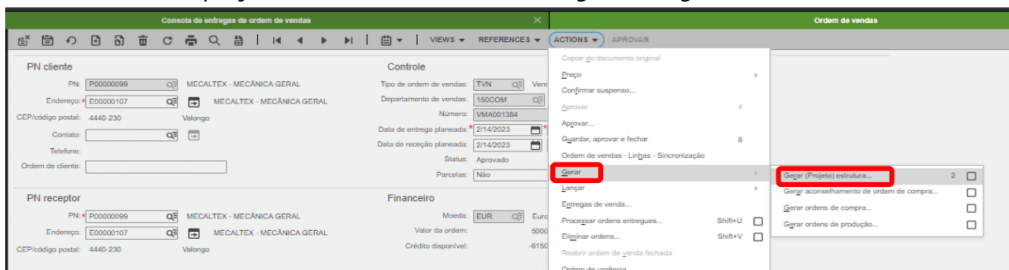


Figura 11- Gerar a estrutura do projeto no InforLN

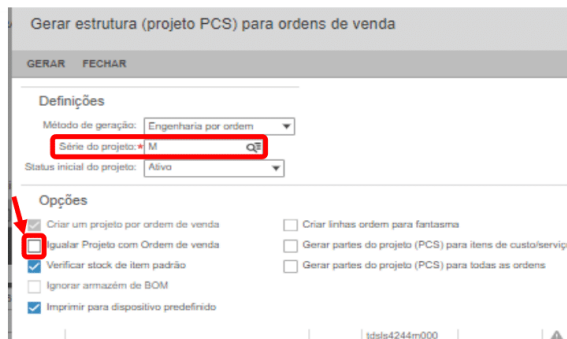


Figura 10- Gerar a estrutura do projeto no InforLN



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

3.1.2. 2ª ATIVIDADE: Lançar fatura de Adiantamento

A Figura 13 representa o processo de gerar fatura de adiantamento para uma encomenda e envolve ainda um subprocesso de *Confirmar conformidade da fatura de adiantamento* (Figura 12).

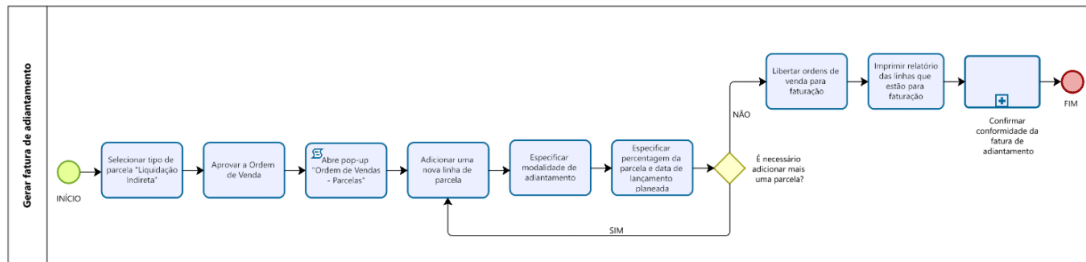


Figura 13- Mapeamento do processo de Gerar Fatura de Adiantamento

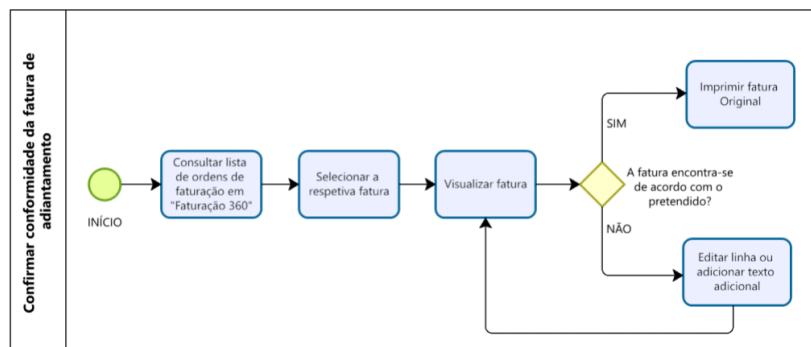


Figura 12- Mapeamento do subprocesso de Confirmar conformidade da fatura de adiantamento

Assim que o produto se encontra configurado e o preço de venda definido, o utilizador tem a opção de especificar as parcelas do pagamento, ou seja, dividir, se for necessário, em percentagens, o valor total da encomenda para que o pagamento seja realizado por fases. Na Figura 14, é possível ver a *dropdown* encarregue de guardar o tipo de parcela, contudo, neste caso, é utilizada sempre a "Liquidação Indireta".

Figura 14- Especificar tipo de pagamento

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Ao tentar aprovar a ordem de venda será aberta uma *pop-up* (Figura 17) (que também poderá ser acedida como demonstra a figura X) onde o utilizador tem a possibilidade de adicionar cada uma das parcelas, que são representadas por "Linhas de Parcela". Cada uma das linhas é composta pelo tipo de parcela, a percentagem a pagar (do valor total da venda), o estado do lançamento e a data de lançamento planeada. Este estado do lançamento pode ser do tipo:

- "Livre" – este é o estado de uma parcela que será lançada numa data futura que não o próprio dia (seja no dia de entrega da máquina, seja após x dias);
- "Lançar para faturação" – é o estado de uma parcela que vai ser lançada naquele exato momento para pagamento e que deve ser paga pelo cliente para dar continuidade à encomenda.

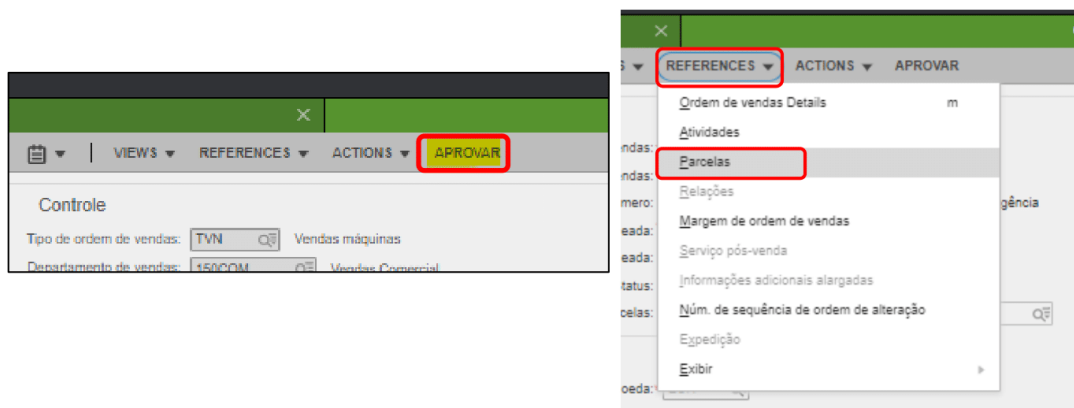


Figura 15- Duas formas de aceder à pop-up de especificação das parcelas de pagamento

Linhas de parcela	Descrição	Tipo de parcela	Unidade parcela original	Percentagem	Valor	Status de lançamento	Data de lançamento planeado	Texto
30% CI Aplicação	30% CI Aplicação	Normal	0	30,00	15000,00	EUR	Lançar para faturação	21/5/2023
30% CI Aplicação	30% CI Aplicação	Normal	0	30,00	15000,00	EUR	Livre	4/8/2023

Figura 17- Especificar o tipo de parcelas a pagar

De seguida, deve seleccionar "actions">"Lançar para faturação" e será aberta a seguinte *pop-up*. (Figura 16)



Figura 16- Libertar a ordem de venda para faturação



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

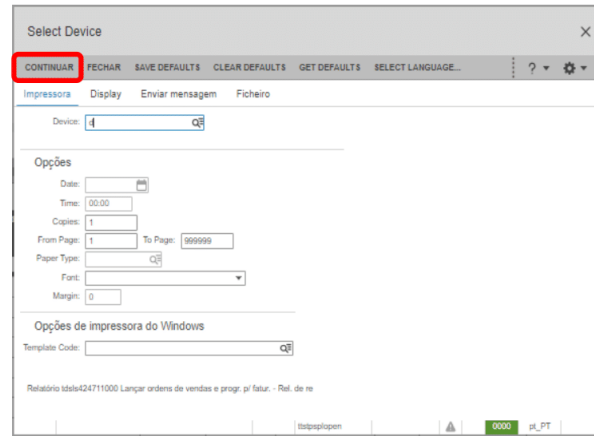


Figura 20- Imprimir relatório de parcelas

Data : 03-02-23 [14:37 , Eur]	Lançar ordens de vendas e progr. p/ futur. - Rel. de reg.	Página : 1
ADIRA		Companhia : 0150
Ordem	Parc.	Descrição
VMA001380	5	30% C/ Adjudicação Lançando para faturação.

Figura 19- Relatório de parcelas de pagamento

Posteriormente, o utilizador deve fazer uma verificação da fatura acedendo a "Faturação">"Faturação 360" que abrirá uma nova página com a lista de todas as faturas existentes. Para visualizar a respetiva fatura, deve ser selecionada a linha da fatura e escolher "Visualizar Fatura".

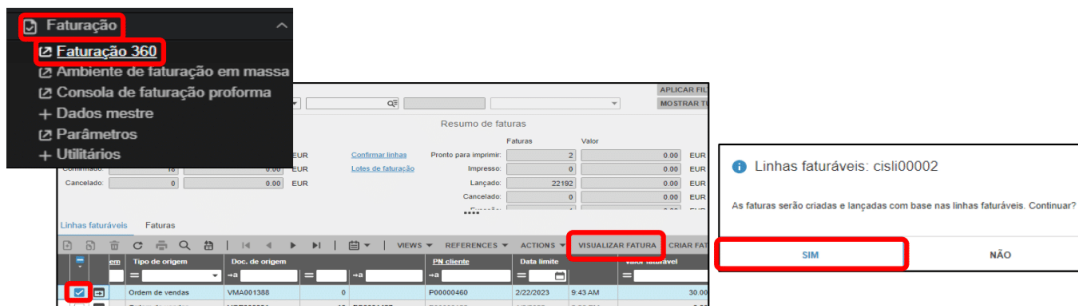


Figura 18- Visualizar fatura original

Por último, deve ser impressa a fatura original da encomenda selecionando "Criar Fatura".



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Lançado:	22192	0,00	EUR	Anular
Cancelado:	0	0,00	EUR	Cancelar
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> VIEWES REFERENCES ACTIONS VISUALIZAR FATURA CRIAR FATURA </div>				
PN cliente	Data limite	Valor faturável	Status da fatura	Text
0	P00000460	2/22/2023 9:43 AM	30,00 EUR	Confirmado

Figura 23- Criar fatura

download
1 / 4 - 74% +
📄 🖨️

1

2

3

Original Pág. 1 1

Fatura : VIT / 20000128	Cond de pag : 60 Dias	Original	
Data : 22-02-2023	Condição de entrega : EXW	SOLZAIMA - EQUIP. PARA	
N.º seu imposto : PT500780455		RUA DOS OUTARELOS 111	
G.I.F. processado pelo núm. de programa cert. 995/AT		3750-302 AQUEDEA	
		PORTUGAL	
		Parcela de negócios P00000460	
		Ema. Sra. Dta.	

Quantidade	Unid.	Item	Descrição	Preço	Cobertura	Val.entr.	EUR
0.0000		Ordem : VMAD01388	Tipo de fatura Parcela	0,00	0,00	30,00	
		Item : A0000001	Peso : 0,0000				
		Projeto : P00000017 SOLZAIMA - EQUIP. PARA ENERGIA					

RESUMO DE IMPOSTOS					
Código	Autoridade fiscal	Número da remissão	Val. tributável [EUR]	Taxa	Val. imposto [EUR]
PTREGNOM IVA			30,00	23,00%	6,90

Condição de entrega Ex - Works SOLZAIMA - EQUIP. PARA ENERGIAS

Mercadorias	Serviço	Custos	Outros	Desconto	Liquidações	Imposto em paga	Val. Iç.	Vt total imposto	Total
0,00	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00	30,00	6,90	36,90

Divisão	valor da fatura	Juros	Parcelas	Adiantamentos	Valor da retenção	Taxas e penalidades
	0,00	0,00	30,00	0,00	0,00	0,00

Conta bancária : Favor informar com o pagamento: VIT/20000128

Número conta bancária internacional

ID bancário nacional

ID bancário internacional 60 dias

Valor total	36,90
--------------------	--------------

Figura 22- Fatura original

Adicionalmente, será também impresso documento de "Lotes de lançamento criados" (Figura 21).

download
1 / 1 - 90% +
📄 🖨️

1

Data : 22-02-23 [10:01, Eur] **Lotes de lançamento criados** **Página** : 1
ADIRA Companhia: 0150

Número da fatura	Companhia financeira	Número do lote
0150 VIT 20000128	0150	4

Figura 21- Lotes de lançamento criados

Revisão: 5

ADIRA – P. 10/30

METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

3.1.3. 3º ATIVIDADE: Imprimir confirmações de ordens vendas/ RMAs

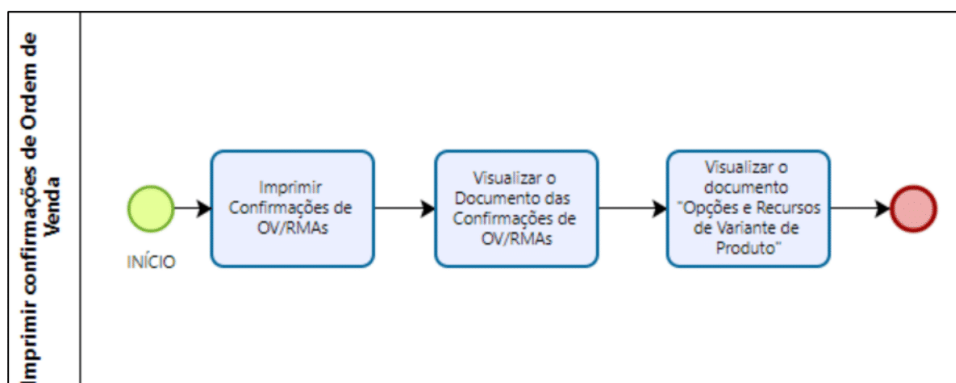


Figura 24- Processo de Imprimir confirmações de venda

De seguida, para que seja possível gerar (projeto) estrutura, o utilizador deve imprimir as confirmações de ordens de vendas seguindo os passos representado na Figura 25, ou seja, selecionar o ícone da impressora para abrir a pop-up de "Imprimir confirmações de ordens de vendas/ RMAs e fazer "Print".

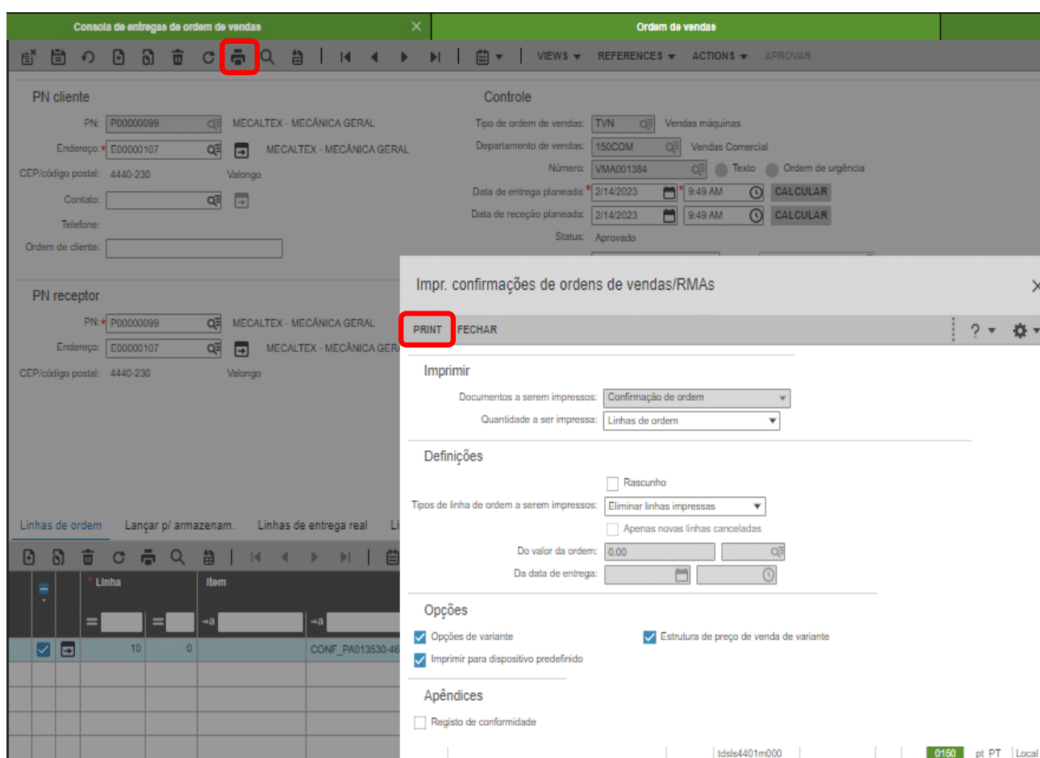


Figura 25- Pop-up para impressão das confirmações de ordens de venda

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Deste modo serão abertos dois documentos, nomeadamente:

- Confirmação de ordens de vendas/ RMAs

CONFIRMAÇÃO DE ORDENS		Original					
MICALTEX - MECÂNICA GERAL ZONA INDUSTRIAL DE CAMPO CAMPO VLS 4440-230 VALONGO PORTUGAL		MICALTEX - MECÂNICA GERAL ZONA INDUSTRIAL DE CAMPO CAMPO VLS 4440-230 VALONGO PORTUGAL					
Porto, 14-02-23							
Agradecemos sua ordem.		PN cliente : F09000009 MICALTEX - MECÂNICA GERAL Ordem : VMA001384 Depto vendas : 180000 Vendas Comercial Data da ordem : 14-02-2023 09:49 Referência A : Referência B : Ordem cliente :					
Posição	Item	Recob. planejado	Quantidade Un.	Preço Un.	Apl. imp.	Un. eflet. Desconto	Valor
10/	0	CONF_PA013530-480	1.0000 uni	5000.0000 EUR uni	LOGNOMIN		5000.00
		Cons. anexo VMA001384/		10			
Mercadorias				Imposto		Total EUR	
5000.00				1150.00		6150.00	
Entrega		: EXW Ex - Works MICALTEX - MECÂNICA GERAL					
Condições de pagamento:		002 Pronto Pagamento					
		Pronto pagamento					
Transportadora/PSL		:					

Figura 26- Confirmações de ordens de vendas/ RMAs



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

- Opções de recursos de variante de produto

Data : 15-03-2019 | **10:10** | **Usu:** Anexo de configuração de ordem de vendas VMA001866 / 10 | **Original** | **Página:** 1

Vendedor-p/F.N. : P0000040 DANEL - INDÚSTRIA METALÚRGICA, LDA
Ordem de vendas : VMA001866 10 / 0
Data de ordem : 15-03-2019 08:40

Item : CONF_PA018640-480 **CONF. AUTOMÁTICO PA018640-480**
Variante prod. : 1995 DANEL - INDÚSTRIA METALÚRGICA

Conjunto de opções : 0 **CONF_PA018640-480** **CONF. AUTOMÁTICO PA018640-480**

Recurso	Descrição de recurso	Opção	Descrição de opção
OPCAO	OP GAMA MAQUINA	OP_BASIC	OPCAO BASIC
CONF	CONFIGURAÇÃO	CONF_STB	CONFIGURAÇÃO BASE
MARCA	MARCA		
CH_IDIOMA	IDIOMA CHAPAS IDENTIFICATIVAS	CH_IDIOMA_GBR	CHAPA INGLÊS
COM_NUM	COMANDO NUMÉRICO		
SEGUR	SEGURANÇA		
SEGUR_PLS	CELULAS PLS		
TENSAO	TENSAO MÁQUINA	TENSAO_380_60	380V-60HZ
MESA	SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DA MESA		
AP_MT	SISTEMA DE APERTO DE MATRIZES		
AP_MT_MC	APERTO MEC MATRIZ		
ESB	ESBARRO POSTERIOR		
DEDO_ESBARRO	DEDOS ESBARRO		
DEDO_EXTRA	DEDOS EXTRA ESBARRO	DEDO_EXTRA_NL	NAO LEVA
DEDO_EXT_QT	QUANTIDADE DEDO EXTRA(1,2)	0	
BR_AP	SIST DE APOIO E ACOMP DE CHAPA		
BR_AP_AJUST_EXT	BRÇ EXT C/ AJT (QT= 0 ; 1 ; 2)	0	
BR_AP_SIMPL_EXT	BRÇ STD EXT (QT= 0 ; 1 ; 2)	0	
BR_AP_AQ_EXTRA	ACOMP QUINAGEM EXTRA (0 OU 1)	0	
AP_PC	SISTEMA DE APERTO PUNÇÕES		
AP_PC_MC	APERTO PUNCAO MECANICO		
AP_PC_MC_IN	INTERMEDIARIOS		
AP_PC_HD	APERTO PUNCAO HIDRAULICO		
FERR_QUI	FERRAMENTAS DE QUINAGEM	FERR_QUI_NL	NAO LEVA
FERR_QUI_EXTRA	FERR QUIN ADICIONAIS (TXT)	ferramenta x	
MED_ANG	MEDI DE ANG (SUTA DIGITAL)		
ADP_AMB_L_A_TMP	ADAPTAÇÃO ALTAS TEMPERATURAS		
ADP_AMB_L_B_TMP	ADAPTAÇÃO BAIXAS TEMPERATURAS		
ADP_AMB_L_AC_QE	AR CONDICIONADO QUADRO ELETRIC		
OP_2PED	PEDAL EXTRA		
OP_LED	LED (SMART PLACING)		
OP_INT_ROBT	INTERFACE ROBOT		
OP_TANDEM	LIGACAO 2 MÁQUINAS EM TANDEM		
OP_ADSENDPRO	OPÇÃO ADSENDPRO		
OP_PINTURA_ESP	PINTURA ESPECIAL (TXT)		

Figura 27- Opções de recurso de variante do produto

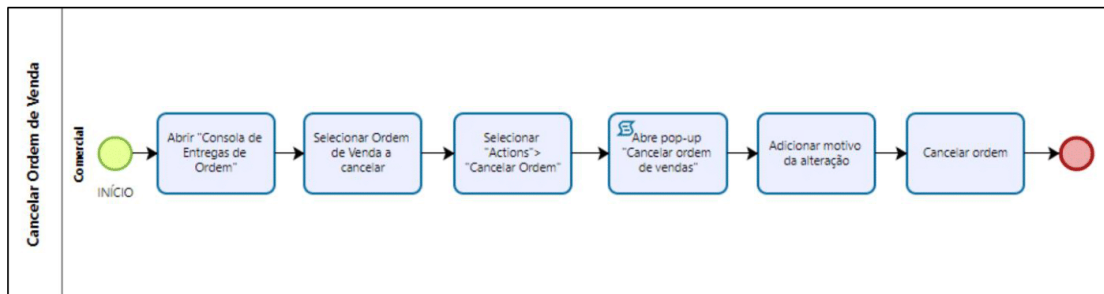
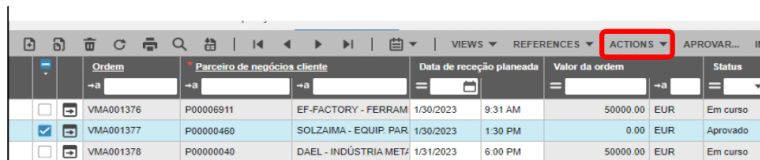
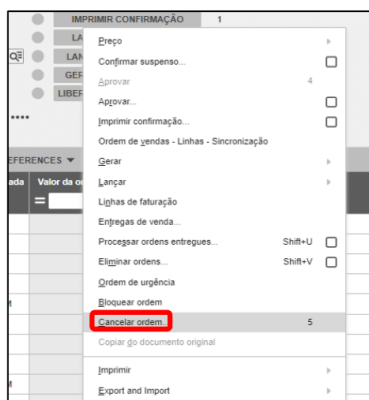
3.1.1. 4º ATIVIDADE: Cancelar Ordem de Venda


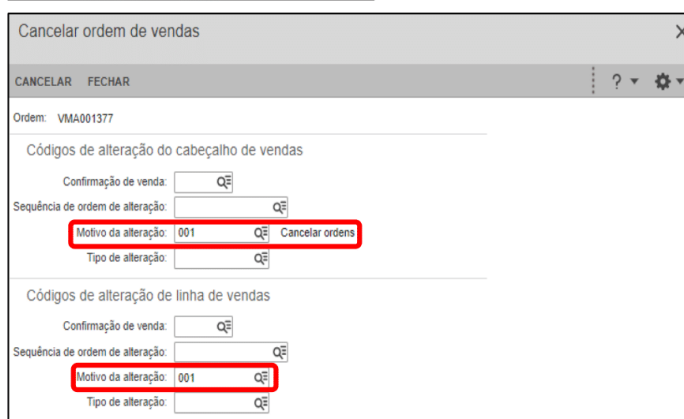
Figura 28- Processo de Cancelar Ordem de Venda



Ordem	Parceiro de negócios cliente	Data de receção planeada	Valor da ordem	Status
VMA001376	P00006911	EF-FACTORY - FERRAM	1/30/2023 9:31 AM	50000.00 EUR Em curso
VMA001377	P00000460	SOLZAIMA - EQUIP PAR	1/30/2023 1:30 PM	0.00 EUR Aprovado
VMA001378	P00000040	DAEL - INDÚSTRIA METZ	1/31/2023 6:00 PM	50000.00 EUR Em curso



Quando não se pretende que o estado de uma ordem de venda evolua (por motivos específicos), o departamento comercial deve cancelar a respetiva ordem de venda. Nesse sentido, na página da consola de Entregas de Ordem, é exibida a lista com todas as ordens existentes. Neste ecrã, o utilizador seleciona a ordem de venda respetiva e acede a "Actions">"Cancelar ordem". Esta ação abrirá uma pop-up "Cancelar Ordem de Vendas" onde deve ser descrito o motivo desta alteração. Finalmente, deve selecionar "Cancelar".



Cancelar ordem de vendas

CANCELAR FECHAR

Ordem: VMA001377

Códigos de alteração do cabeçalho de vendas

Confirmação de venda: QEI

Sequência de ordem de alteração: QEI

Motivo da alteração: 001 QEI Cancelar ordens

Tipo de alteração: QEI

Códigos de alteração de linha de vendas

Confirmação de venda: QEI

Sequência de ordem de alteração: QEI

Motivo da alteração: 001 QEI

Tipo de alteração: QEI

Figura 29- Cancelar Ordem de Venda no InforLN

3.1.2. 5ª ATIVIDADE: Passar da Ordem de Venda a F01 e notificar o Planeamento

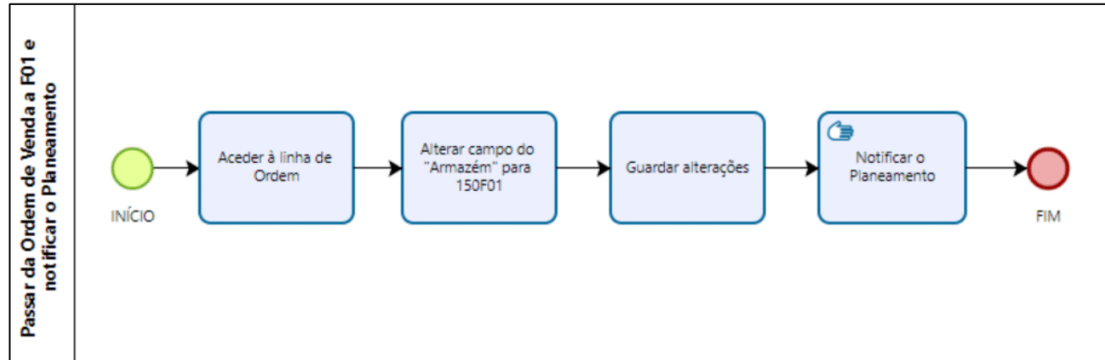


Figura 30- Processo de Passar de Ordem de Venda F01 e notificar Planeamento

Assim que o cliente realizar o pagamento, o departamento comercial transfere a ordem de venda a F01 e notifica, **manualmente** (via email), o planeamento. Para isso, basta aceder aos detalhes da linha de ordem de venda e alterar o campo "Armazém" de "150E01: Encomendas pendentes validar" para "150F01: Armazém de produto acabado". Por fim, o utilizador deve garantir que guardou as alterações realizadas de forma a garantir que a OV prossegue o fluxo.

3.1.3. 6ª ATIVIDADE: Validar o Artigo (Alterar Sinalização para 071)

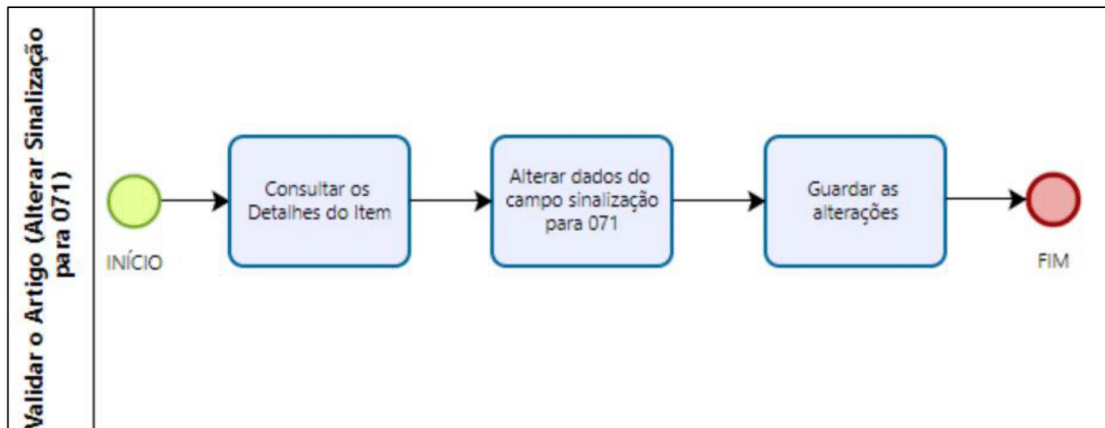
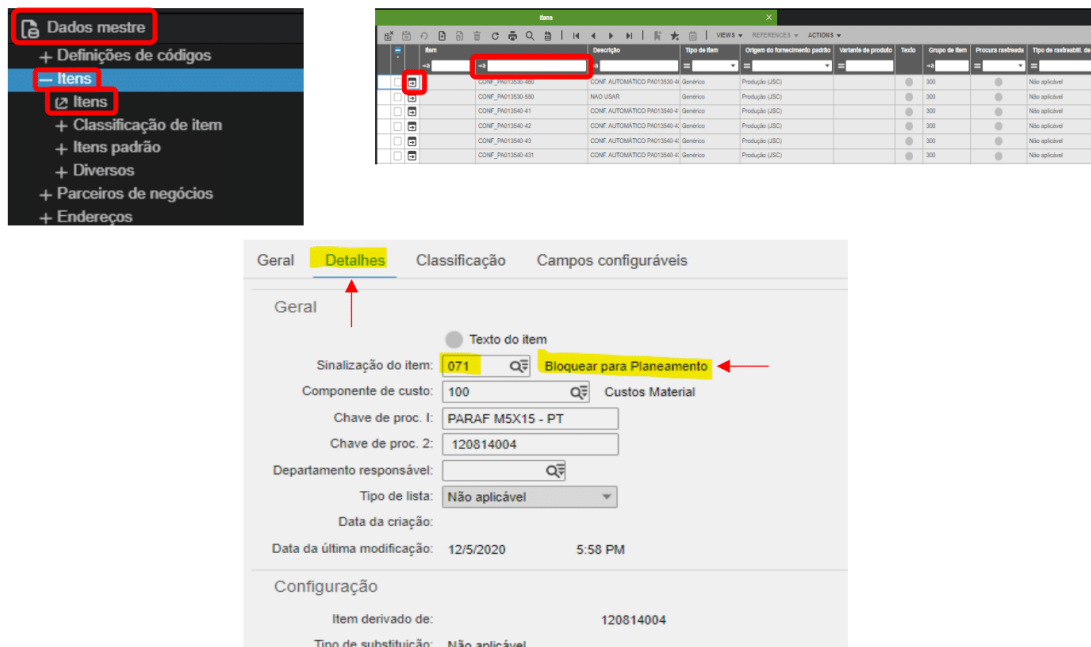


Figura 31- Processo de Validar o Artigo

A validação de um artigo é realizada por um utilizador do departamento de engenharia acedendo ao menu "Dados Mestres">"Itens">"Itens" para abrir a lista de todos os itens. De seguida, tem a possibilidade de filtrar a lista por qualquer dado do item (nome, descrição, tipo de item, origem do fornecimento padrão, entre outros). Quando seleccionar o item no ícone representado na Figura 32, abrirá uma nova página que contém todos os dados sobre o Item. Ao aceder à tab "Detalhes", o utilizador deve alterar o conteúdo da caixa de texto de "Sinalização do item" para "071: Bloquear para Planeamento" e guardar as alterações realizadas.



Ícone	Item	Descrição	Tipo de Item	Origem do fornecimento padrão	Unidade de produto	Tarifa	Grupo de Item	Processo controlado	Tipo de material de produção
	CONF_PA01580-01	CONF AUTOMÁTICO PA01580-01	Genérico						Não aplicável
	CONF_PA01580-02	NO USAR	Genérico						Não aplicável
	CONF_PA01580-01	CONF AUTOMÁTICO PA01580-01	Genérico						Não aplicável
	CONF_PA01580-02	CONF AUTOMÁTICO PA01580-02	Genérico						Não aplicável
	CONF_PA01580-03	CONF AUTOMÁTICO PA01580-03	Genérico						Não aplicável
	CONF_PA01580-04	CONF AUTOMÁTICO PA01580-04	Genérico						Não aplicável

Detalhes

Texto do item

Sinalização do item:

Componente de custo: Custos Material

Chave de proc. 1:

Chave de proc. 2:

Departamento responsável:

Tipo de lista:

Data da criação:

Data da última modificação: 12/5/2020 5:58 PM

Configuração

Item derivado de: 120814004

Tipo de substituição: Não aplicável

Figura 32- Validar o artigo no InforLN

3.1.4. 7ª ATIVIDADE: Retirar sinal do Artigo

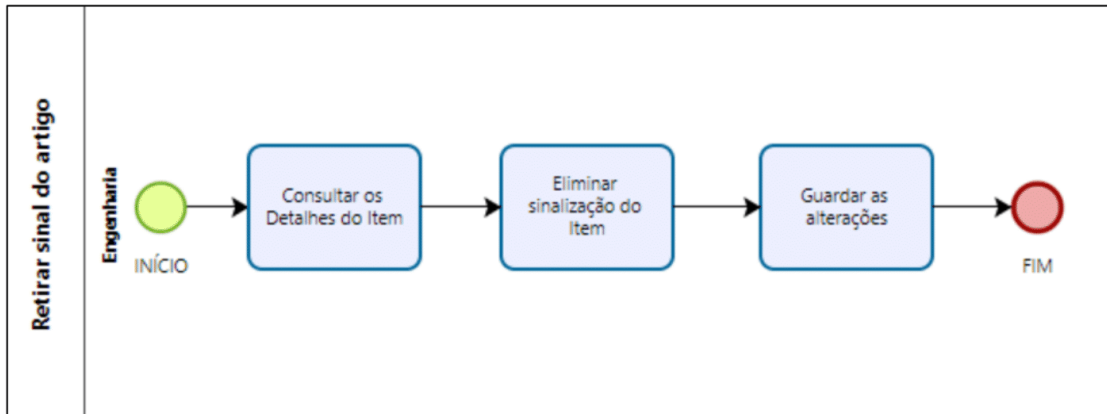


Figura 33- Processo de Retirar o Sinal do Artigo

Finalmente, para que seja possível gerar o planeamento é necessário retirar o sinal do artigo. Assim sendo, um utilizador do departamento do planeamento deve retirar o sinal acedendo ao menu "Dados Mestres">"Itens">"Itens" para abrir a lista de todos os itens. Nessa lista, tem a funcionalidade de filtrar a lista por qualquer dado do item (nome, descrição, tipo de item, origem do fornecimento padrão, entre outros). Quando selecionar o item no ícone representado na Figura 34, abrirá uma nova página que contém todos os dados sobre o Item. Ao aceder à tab "Detalhes", o utilizador deve apagar o conteúdo da caixa de texto da "Sinalização do item" e guardar as alterações realizadas.

Figura 34- Retirar Sinal do Artigo

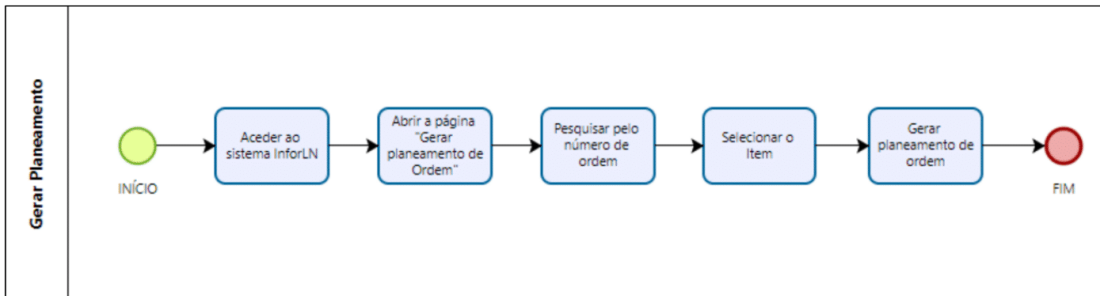
3.1.5. 8ª ATIVIDADE: Gerar Planeamento


Figura 35- Processo de Gerar Planeamento

O planeamento corre, todos os dias (duas vezes por dia), para todas as necessidades da empresa de forma a informar sobre o que é preciso comprar e o que é preciso produzir. No InforLN, o planeamento é gerado por um utilizador do departamento de produção acedendo ao menu e "Planeamento empresarial">"Planeamento de Ordem">"Gerar planeamento de ordem". Nesse seguimento, será aberta uma nova página onde deve ser selecionado o item de planeamento. Quando o utilizador selecionar o ícone da lupa (figura X) será aberta uma pop-up com a lista de itens existentes (com possibilidade de filtrar por qualquer dado).

Assim que o Item for selecionado o utilizador deve guardar as alterações selecionando "Gerar" para garantir que o planeamento é gerado corretamente.

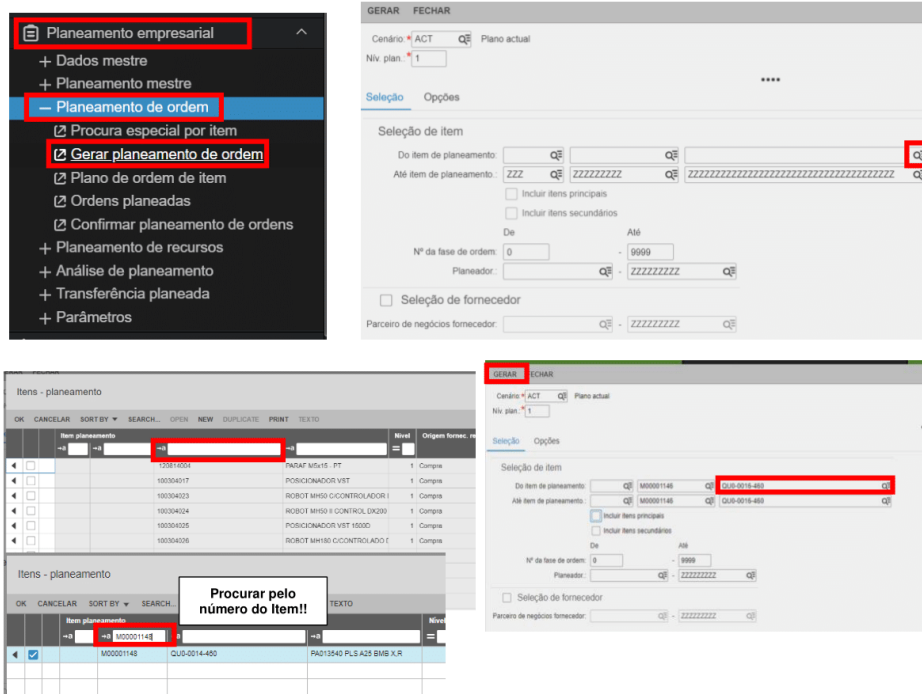


Figura 36- Gerar o Planeamento no InforLN

3.1.6. 9ª ATIVIDADE: Atualizar Condição de Compra

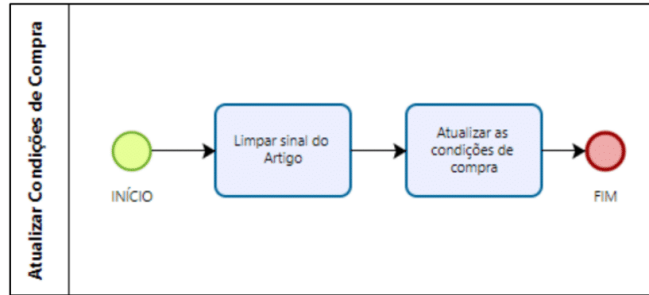


Figura 37- Processo de Atualizar Condição de Compra

Após gerar o planeamento, é necessário diferenciar os artigos que são de compra dos que são de produção para que, no caso de não ser de produção, o departamento de *procurement* inicie o processo de compra. Contudo, pode existir a necessidade de atualizar as condições de compra desse artigo, seja devido ao fornecedor ou por outras razões. Assim sendo, o utilizador acede a “Compra”>“Dados Mestres”>“Itens”>“Itens – Compra” (Figura 38) e abrirá uma nova página com a lista de todos os itens, com opção para filtrar pelo item desejado, onde poderá atualizar os campos do preço, do fornecedor e do lead time.

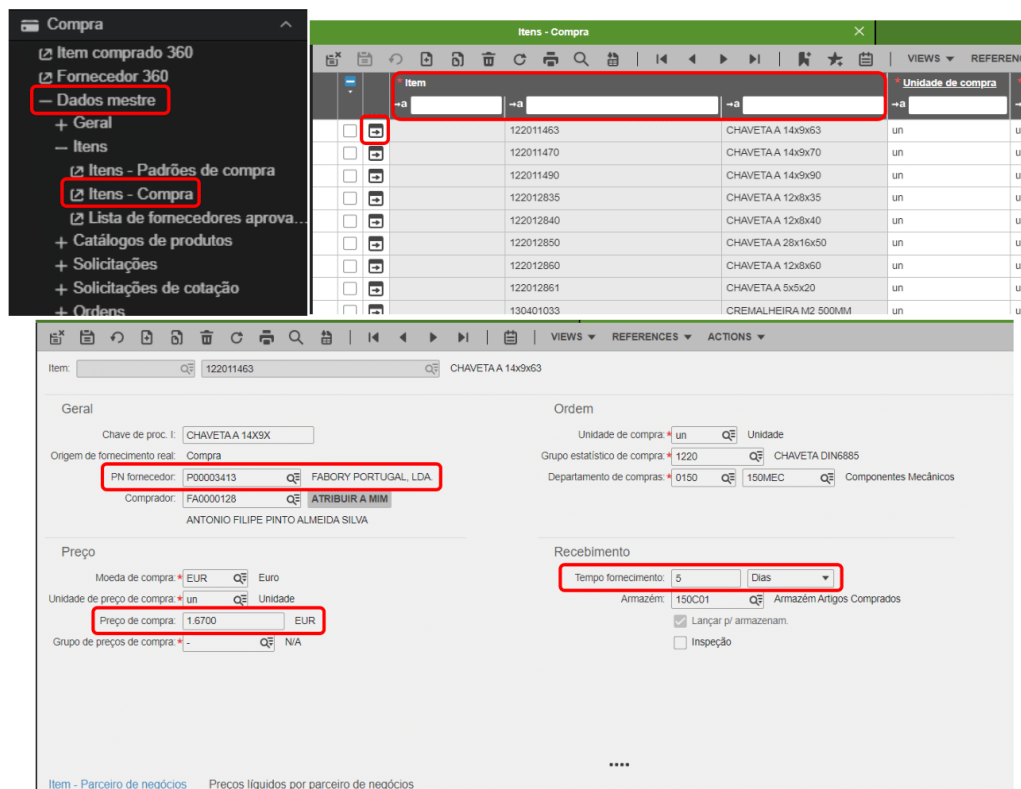


Figura 38- Atualizar condições de compra no InforLN

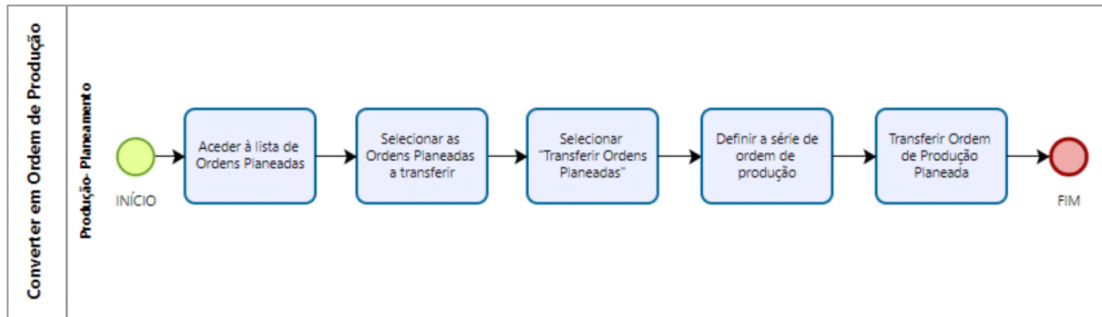
3.1.7. 10ª ATIVIDADE: Converter em Ordem de Produção


Figura 39- Processo de Converter em Ordem de Produção

O departamento de produção analisa as necessidade atuais e transfere as ordens planeadas para ordens de produção para iniciar a produção. Esta transferência acontece em **"Planeamento empresarial">"Planeamento de Ordem">"Ordens Planeadas"** onde o utilizador terá acesso a todas as ordens planeadas do momento. Para filtrar mostrar apenas as ordens de produção planeadas deve verificar se o tipo de ordem é "Ordem de produção planeada, caso contrário deve selecionar o ícone da pasta até aparecer (Figura 40)

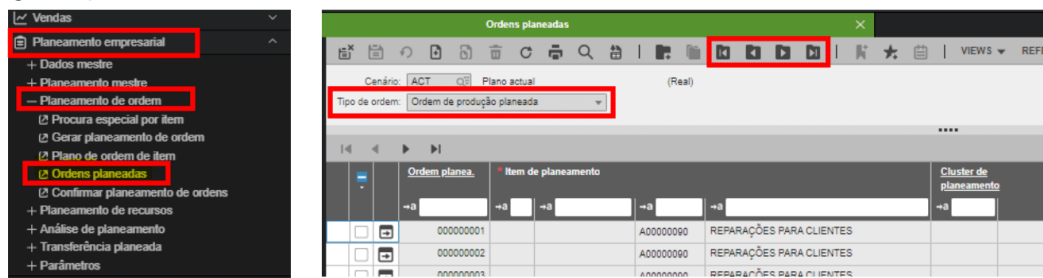


Figura 40- Visualizar as ordens de produção planeadas no inforLN

Posteriormente, para as converter basta selecionar **"Actions">"Transferir planeamento de ordens"** (Figura 41) e abrirá uma pop-up "Transferir planeamento de ordens" onde o utilizador deve especificar a série de ordem de produção (Figura 42).

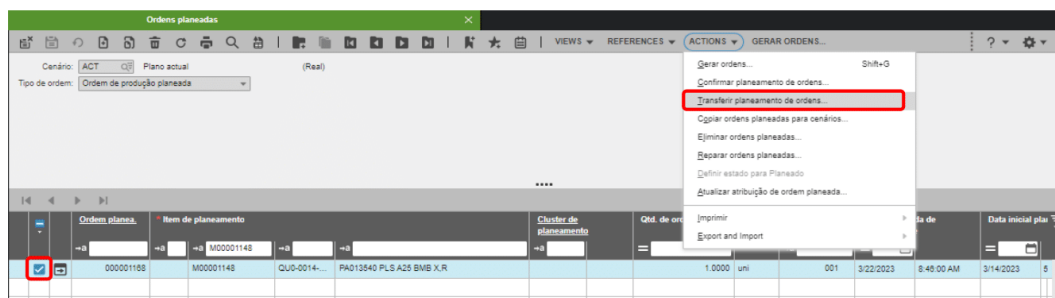


Figura 41- Transferir planeamentos de ordens de produção



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

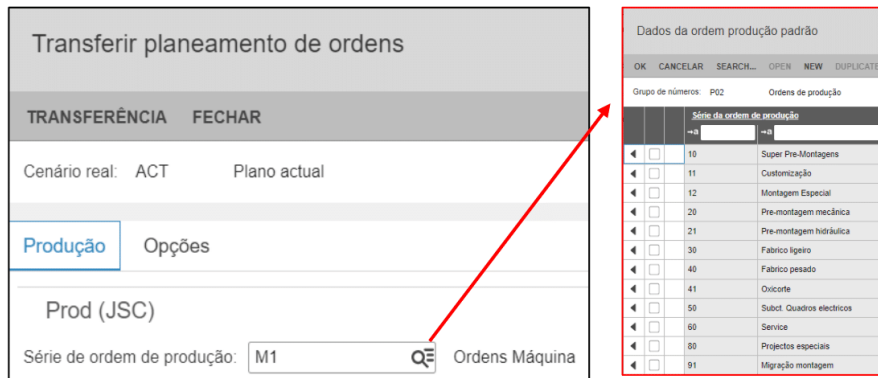


Figura 42- Pop-up de transferir ordem de produção e identificação de série de ordem de produção

3.1.8. 11ª ATIVIDADE: Transferir para Ordem de Compra

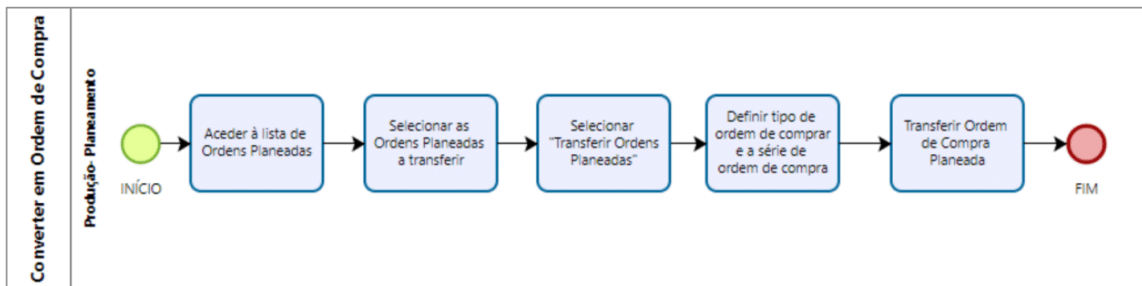


Figura 43- Processo de converter em ordem de compra

Para transferir as ordens de compra o utilizador segue os mesmos passos detalhados no processo de “Transferir para Ordem de Produção” mas seleciona as ordens que são de compra no tipo de ordem (Figura 44).

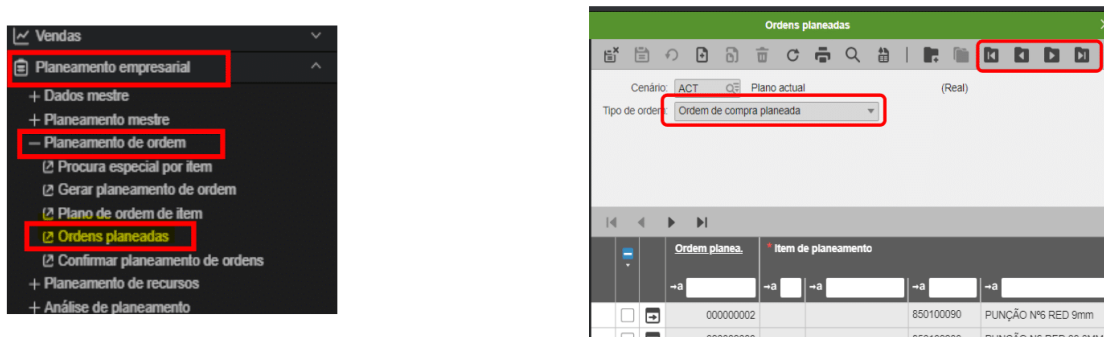


Figura 44- Visualizar ordens de compra planeadas

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

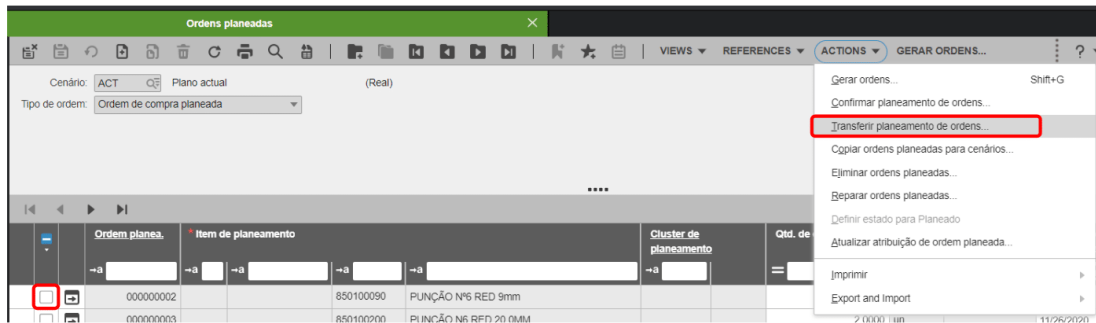


Figura 46- Transferir ordem de compra planeada

Após seleccionar "Actions">"Transferir planeamento de ordens" a *pop-up* que abrirá será diferente da *pop-up* aberta para itens de produção e serão requisitadas duas informações diferentes acerca do item, nomeadamente: o tipo de ordem de compra e a série da ordem de compra. (Figura 45)

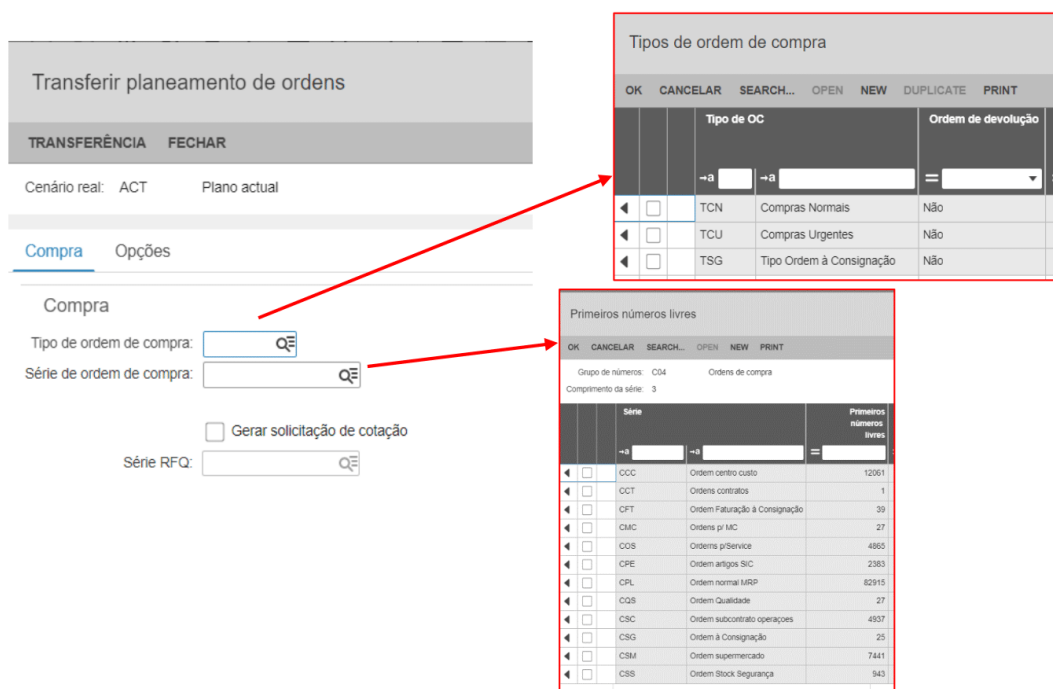


Figura 45- Pop-up de transferir ordem de compra

Assim que o utilizador seleccionar "Transferir", será aberta uma *pop-up* para imprimir o relatório de ordem de compra que se encontra na Figura 47.



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

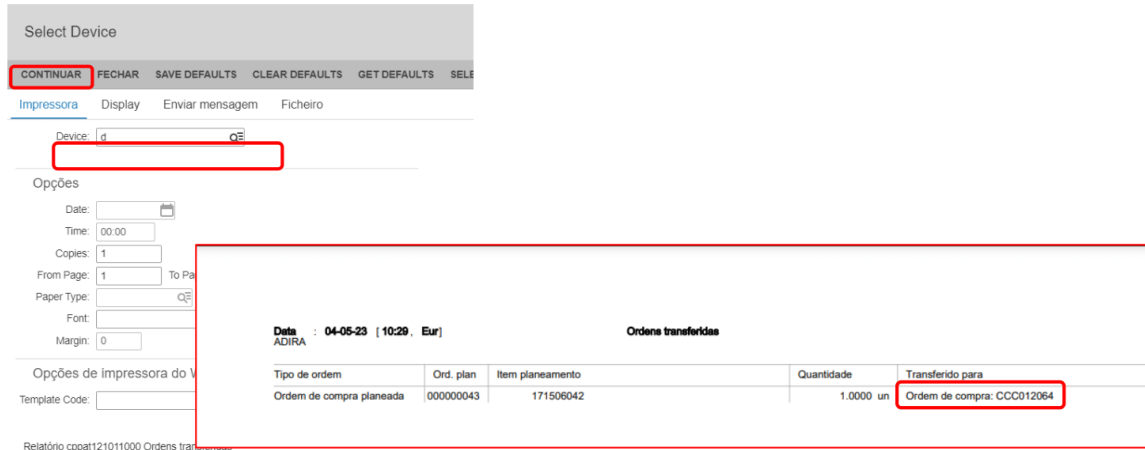


Figura 47- Relatório de ordem de compra no InforLN

Posteriormente, o utilizador deverá aceder a **"Compras">"Ordens">"Consola de Entregas de Ordem"** e procurar pela ordem de compra na lista (neste caso, a ordem de compra transferida é a CCC012064 tal como se encontra no relatório da Figura 47). De seguida, para aceder à ordem de compra deve seleccionar a seta rodeada a vermelho na Figura 49. Quando abrir uma nova página referente a essa ordem de compra, o utilizador deverá aprová-la no canto superior direito e imprimir o relatório de ordem de compra (Figura 48 e Figura 51).

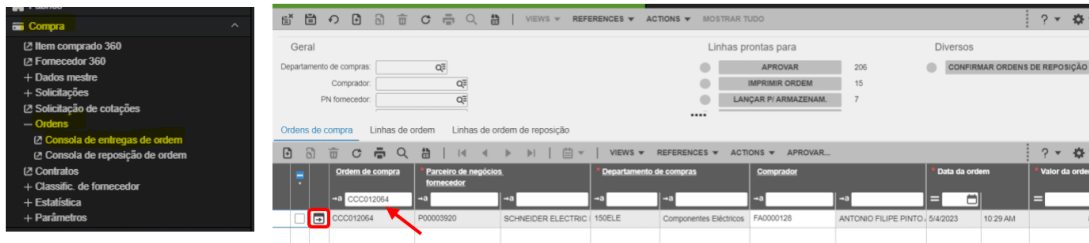


Figura 49- Aceder às ordens de compra no InforLN

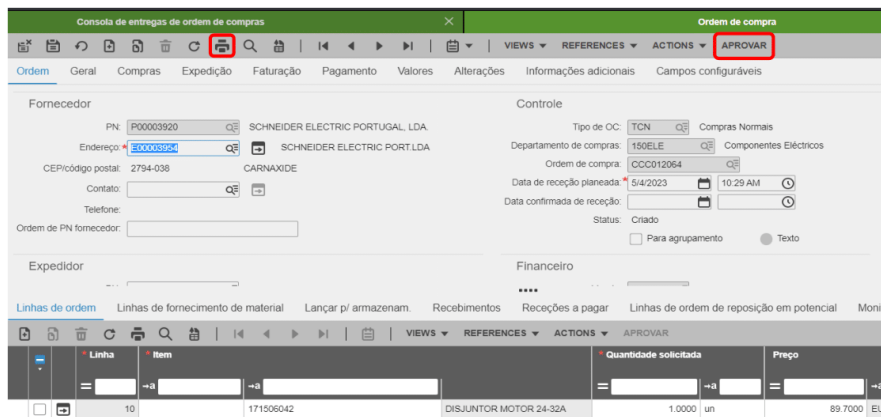


Figura 48- Aprovar a ordem de compra no InforLN



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Figura 51- Relatório final da ordem de compra aprovada no InforLN

3.1.9. 12º ATIVIDADE: Rececionar Ordem de Compra

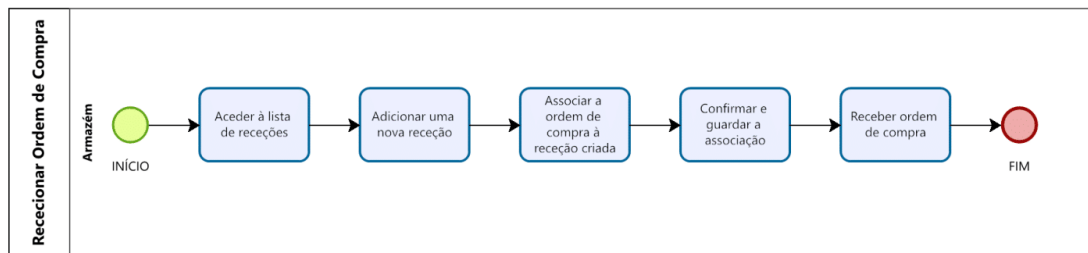


Figura 50- Processo de rececionar ordem de compra

Para rececionar uma ordem de compra, o armazém deve aceder ao InforLN e abrir **“Armazenamento > Recebimentos/inspeções > Visão Geral de Receções”** de onde abrirá uma nova página com a lista das receções. Posteriormente, deverá adicionar uma nova receção no ícõn selecionado na Figura 52.

Figura 52- Aceder à lista de receções



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Posteriormente, deverá associar a ordem de compra à receção, adicionando uma linha nova como demonstrado nas figuras Figura 53 e Figura 54.

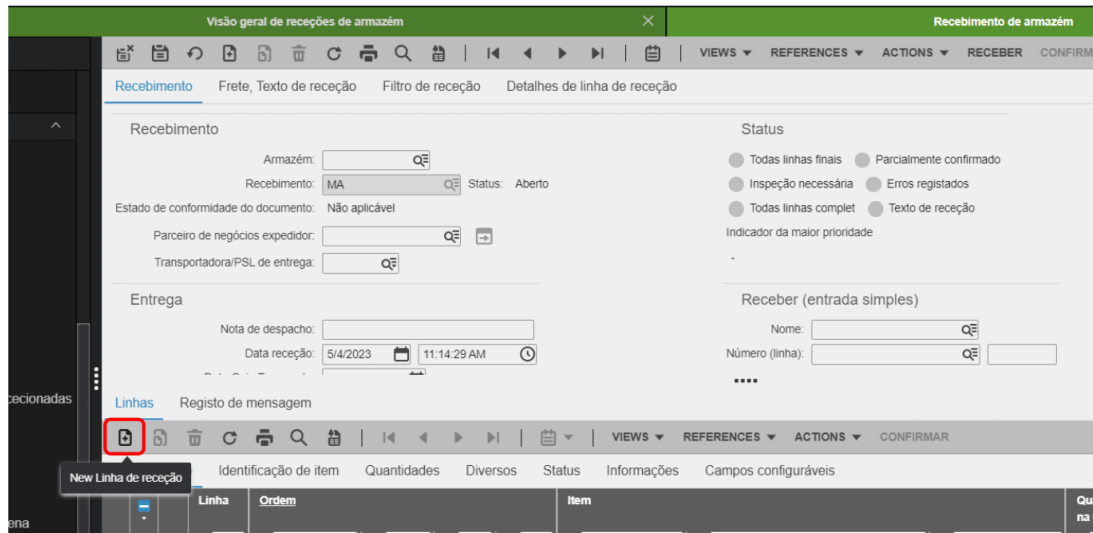


Figura 53- Adicionar uma nova linha de receção

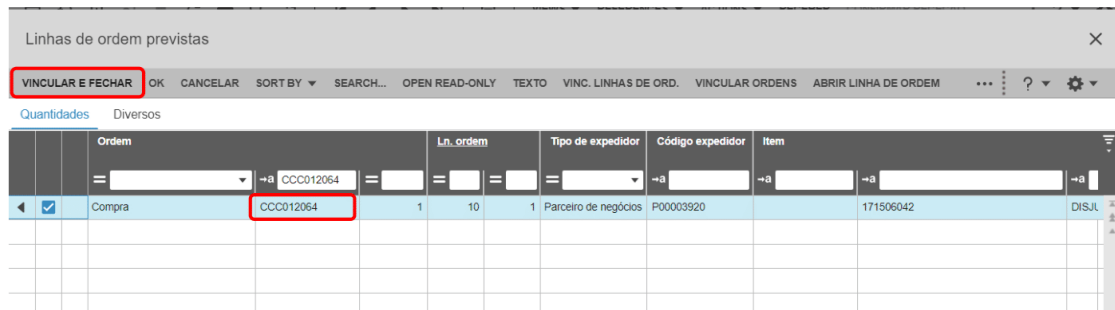


Figura 54- Vincular a ordem de compra à receção

3.1.10. 13º ATIVIDADE: Aviamento dos Componentes

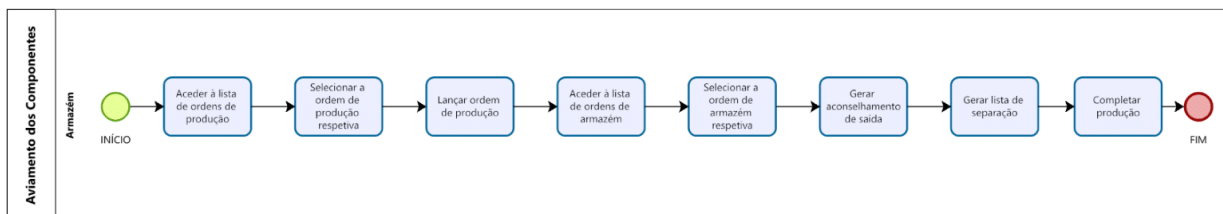
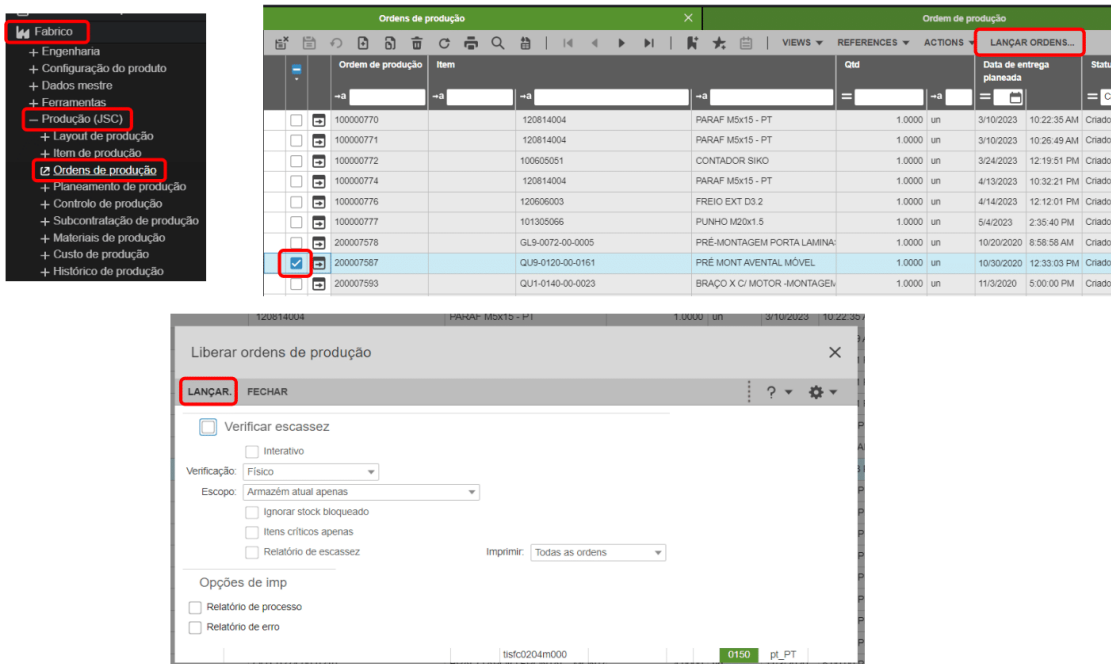


Figura 55- Processo de Aviamento de componentes

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

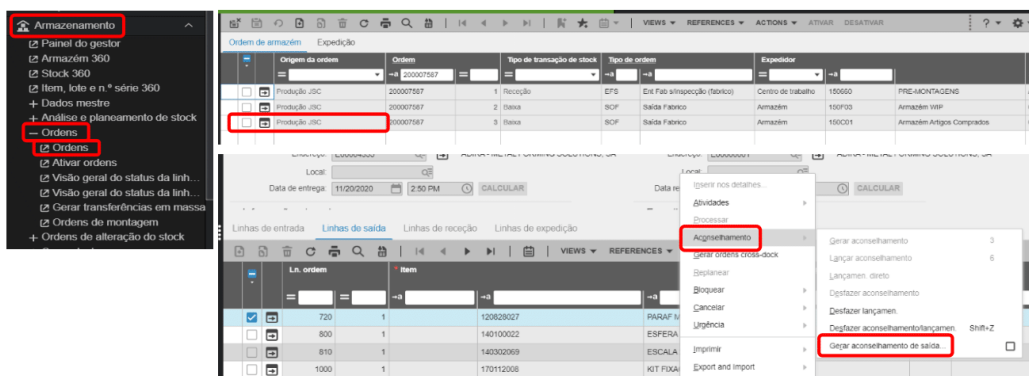
Um dos passos para realizar o aviamento dos materiais, é o lançamento das ordens de produção e para isso o utilizador deverá aceder a **"Fabrico">"Produção (JSC)">"Ordens de produção"** como demonstrado na Figura 56. De seguida, deverá seleccionar a ordem de produção respectiva e seleccionar "Lançar ordens de produção" no canto superior direito.



The screenshot shows the 'Ordens de produção' window. On the left, a navigation menu is visible with 'Ordens de produção' selected. The main window displays a table of production orders with columns for 'Ordem de produção', 'Item', 'Cód', 'Qtd', 'Data de entrega planeada', and 'Status'. The order with 'Ordem de produção' 200007587 is selected. In the top right corner of the table, the 'Lançar ordens de produção' button is highlighted with a red box.

Figura 56- Aceder à lista de ordens de produção e lançar ordem de produção

Assim que as ordens são lançadas, o armazém deverá aceder à lista de ordens de armazém em **"Armazenamento">"Ordens">"Ordens"** e procurar pela ordem de produção lançada. De seguida deverá seleccionar a linha de saída de "Armazém Artigos Comprados" uma vez que serão os materiais a aviar pelo armazém. A Figura 57 demonstra este procedimento passo a passo.



The screenshot shows the 'Ordens de produção' window. On the left, a navigation menu is visible with 'Ordens de produção' selected. The main window displays a table of production orders with columns for 'Ordem de produção', 'Item', 'Tipo de transição de stock', 'Tipo de ordem', and 'Expedidor'. The order with 'Ordem de produção' 200007587 is selected. In the top right corner of the table, the 'Ordens de produção' button is highlighted with a red box.

Figura 57- Aceder à lista de ordens lançadas e imprimir picking list de cada artigo



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Posteriormente, deve ser gerado o aconselhamento de saída como demonstrado na Figura 57 e na Figura 58.

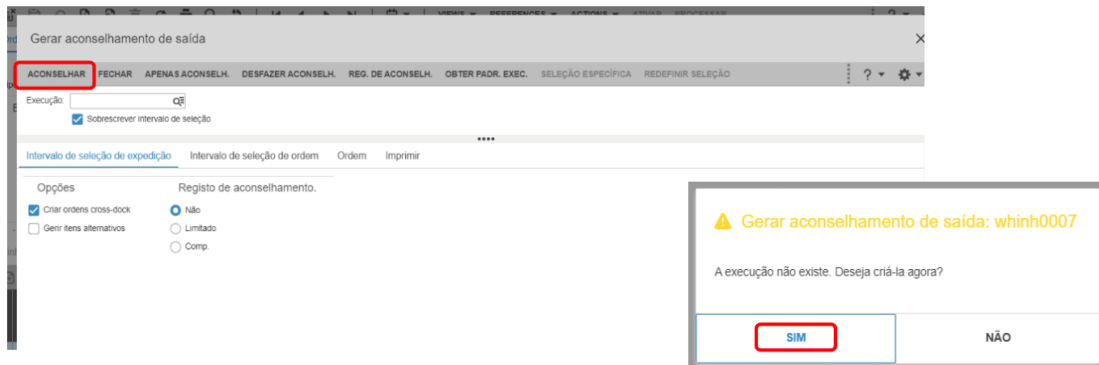


Figura 58- Gerar aconselhamento de saída

Finalmente, o utilizador deverá escolher o artigo do qual pretende obter a *picking list* e seleccionar **"Actions">"Lista de separação"** para obter a lista de material com a respetiva localização. Para gerar um relatório de todo o material que o colaborador do armazém irá necessita de reunir para a ordem de produção bem como a sua localização, deverá seleccionar o ícone de imprimir a lista (Figura 60) e será aberto o relatório (Figura 63). Caso existam faltas, será aberto outro relatório com a descrição das respetivas faltas.

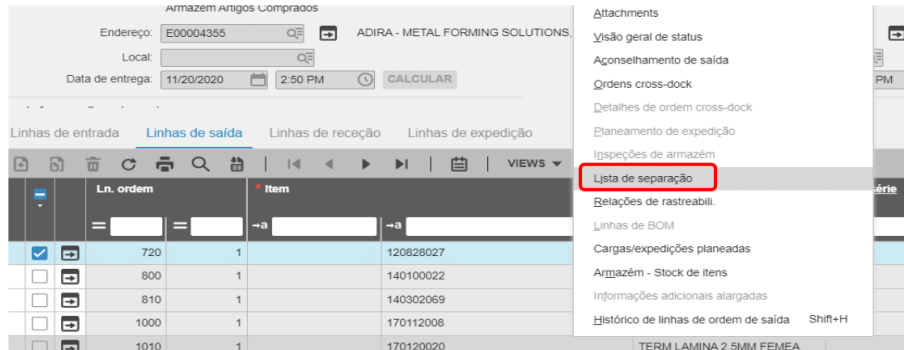


Figura 59- Aceder à lista de separação (picking list)

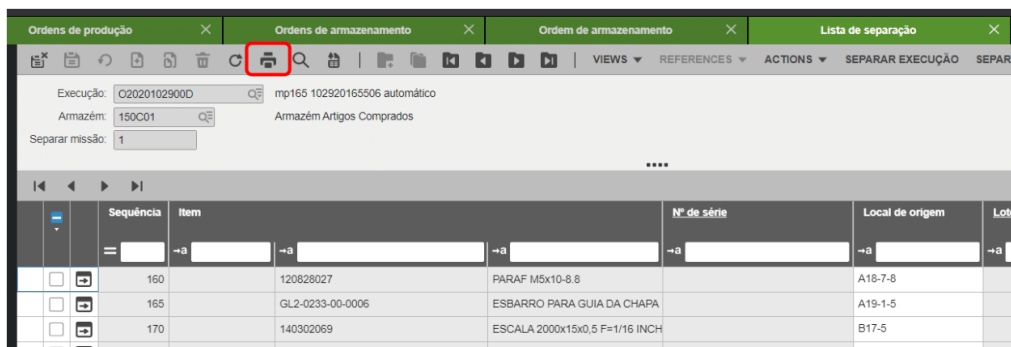


Figura 60- Imprimir lista de separação

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

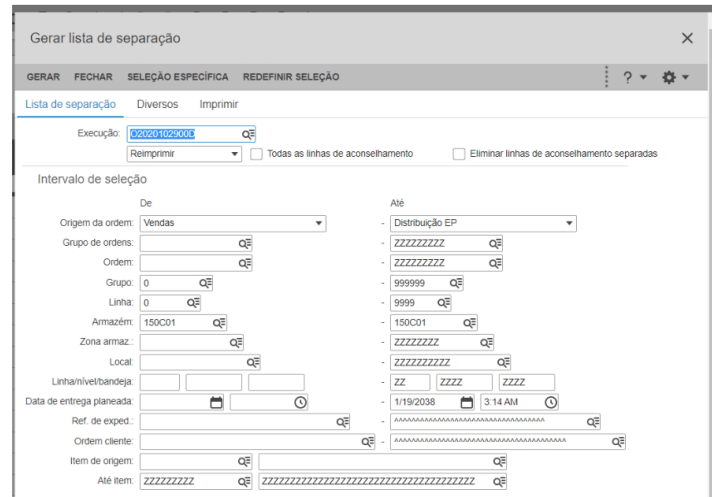


Figura 62- Gerar lista de separação

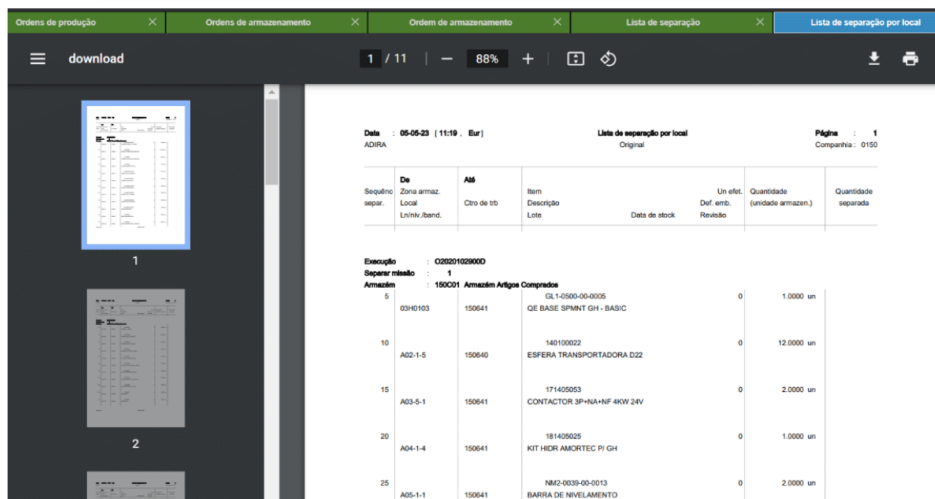


Figura 63- Excerto de um relatório de material necessário para o artigo em questão e respetiva localização

Por fim, o utilizador deverá selecionar "Separar execução" para dar baixa dos materiais em sistema e para que sejam alocados a uma ordem de produção.

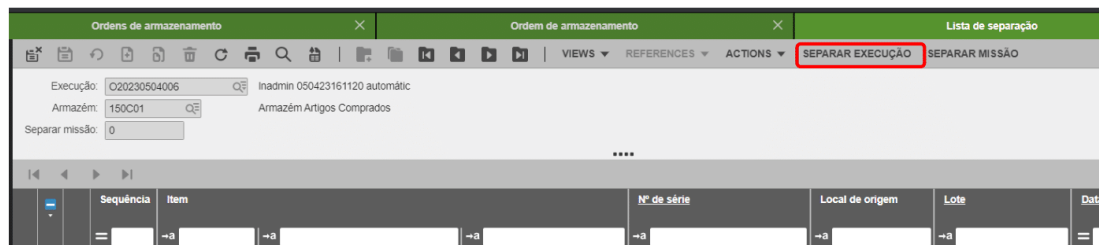


Figura 61- Dar baixa dos materiais em sistema



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Quando a ordem de produção é dada por terminada, o armazém deverá completar a operação acedendo novamente à página de ordens de produção "Fabrico">"Produção (JSC)">"Ordens de produção".

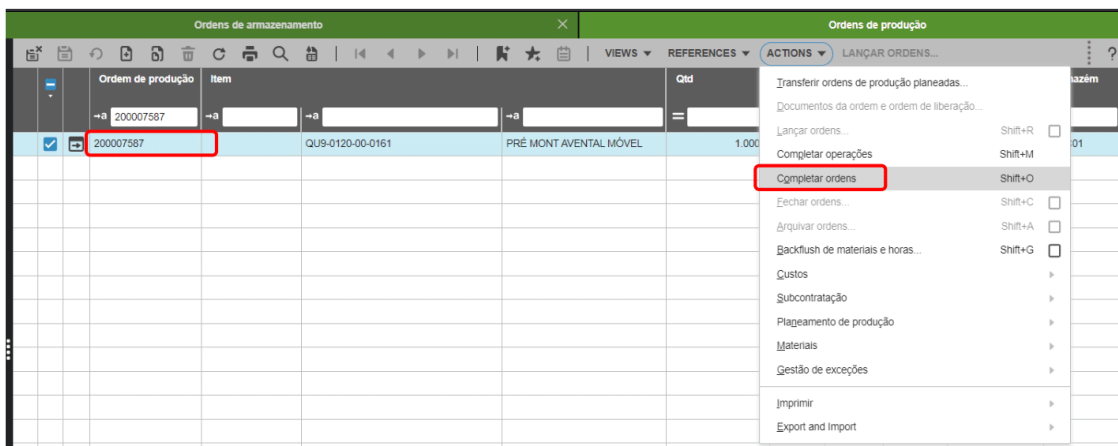


Figura 65- Completar ordem de produção

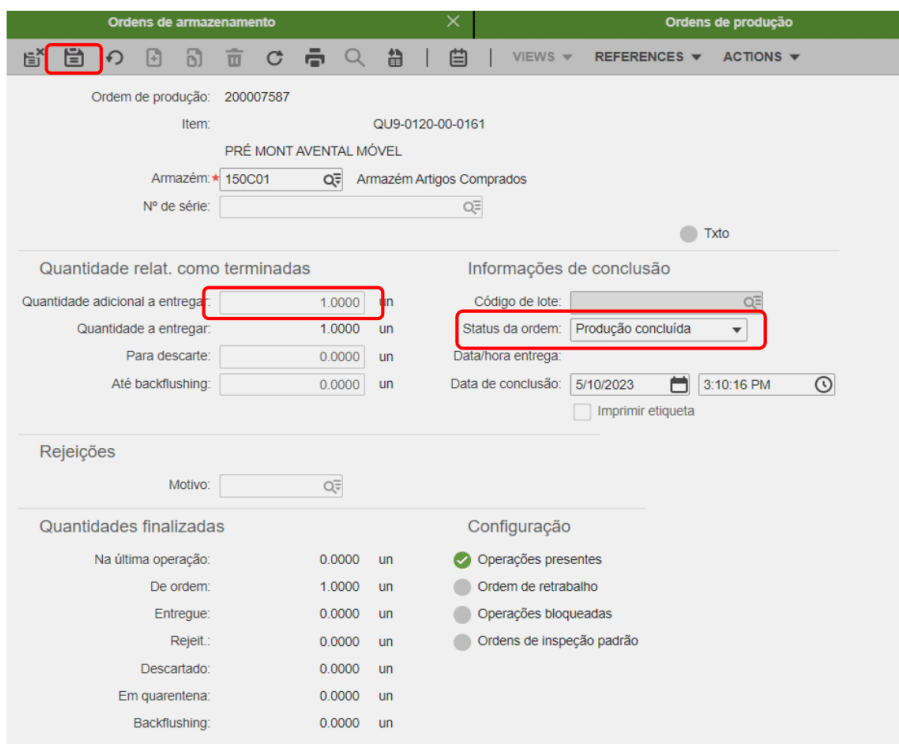


Figura 64- Completar ordem de produção

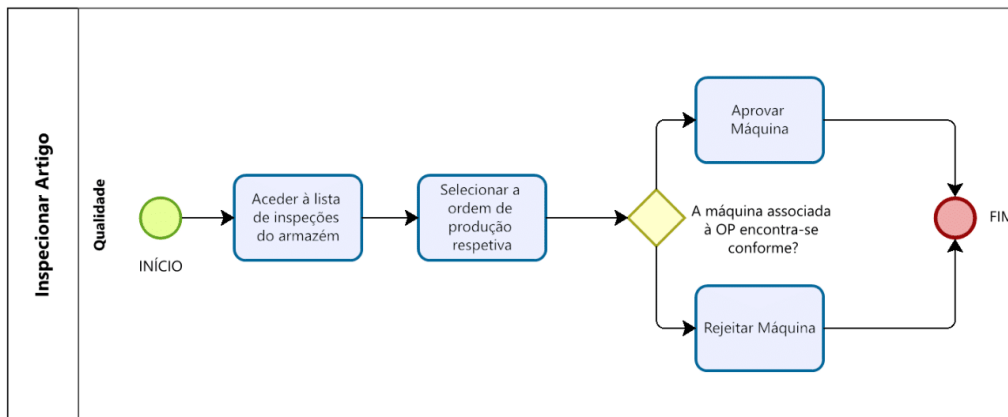
3.1.11. 14ª ATIVIDADE: Inspeccionar Artigo Final


Figura 66- Processo de Inspeccionar Artigo

A inspeção do produto final é realizada pelo departamento de qualidade. Para que o colaborador aprove ou rejeite a conformidade da máquina, deverá aceder a **“Armazenamento” > “Recebimentos/Inspeções” > “Visão geral de inspeções”**. Posteriormente, deverá procurar a ordem de produção respetiva e em **“Actions”** escolher **“Aprovar e processar”** ou **“Rejeitar e processar”**.

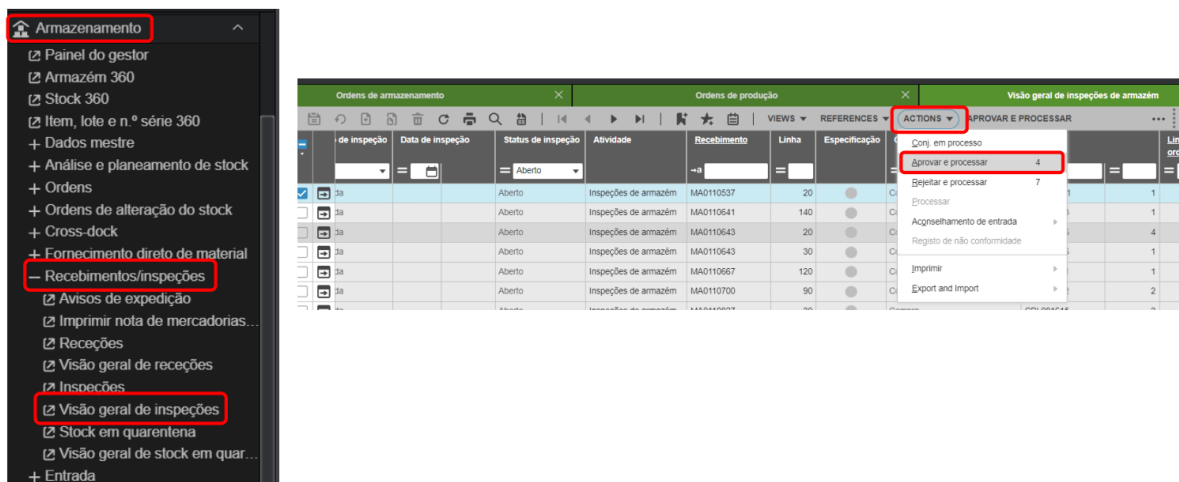


Figura 67- Aprovar ou rejeitar ordem de produção

APÊNDICE H

CÓD R	NÚMERO REC	MACROPROCESSO A MAPEAR	ÁRE	MICROPROCESSO A MAPEAR	AS-IS	LINHAS ORIENTADORAS E NOTAS	ESTADO ATUAL	POSSÍVEIS ESTADOC
Req-f-06	1	Reporte de ordens de produção expedito (Start/Stop)	1	Registo de tempos na pintura	NA	NA	NA	NA
			2	Registo de tempos na maquinagem	Fluxograma 1.2	Feito	Terminada e Validada	Por iniciar
			3	Registo de tempos na pré-montagem	Fluxograma 1.3	Feito	Terminada e Validada	Em curso
			4	Registo de tempos na montagem	NA	Não é feito o registo de tempos na montagem apesar de existir forma de o fazer no Ln. Neste momento não existe um registo de tempos. Contudo, está a ser implementado o Standard Work	NA	Terminada por Validar
Req-f-07	2	Reporte de paragens colaboradores com motivos associados	1	Registo de paragens na pintura	NA	NA	NA	Terminada e Validada
			2	Registo de paragens e motivos na maquinagem	Fluxograma 2.2	Tinhamos selecionado que não existia mas no Ln tem a opção de parar quando se inicia uma OP	Terminada e Validada	
			3	Registo de paragens e motivos na pré-montagem	Fluxograma 2.3	Tinhamos selecionado que não existia mas no Ln tem a opção de parar quando se inicia uma OP	Terminada e Validada	
			4	Registo de paragens e motivos na montagem	Fluxograma 2.4	É feito pelo departamento Industrial e não pelos operadores	Terminada e Validada	
Req-f-22	3	Imputação de incidências (paragens) da máquina. Possibilidade do operário registar motivo de paragem da máquina	1	Registo de motivos de paragem na pintura	NA	NA	NA	
			2	Registo de motivos de paragem na maquinagem	NA	NA	NA	
			3	Registo de motivos de paragem na pré-montagem	NA	NA	NA	
			4	Registo de motivos de paragem na montagem	Fluxograma 3.4	Está integrado no fluxograma 9.4	Terminada e Validada	
Req-f-16	4	Possibilidade de registar tempos de setup/seatout	1	Registo de tempos de setup/seatout na pintura	NA	NA	NA	
			2	Registo de tempos de setup/seatout na maquinagem	NA	NA	NA	
			3	Registo de tempos de setup/seatout na pré-montagem	NA	NA	NA	
			4	Registo de tempos de setup/seatout na montagem	NA	NA	NA	
Req-f-17	5	Checklist associada à operação de setup, início de operação ou final de operação	1	Checklists na pintura	NA	NA	NA	
			2	Checklist na maquinagem	NA	NA	NA	
			3	Checklist na pré-montagem	NA	NA	NA	
			4	Checklists na montagem	Existe um documento para verificar as especificações	Apenas no ensaio e na inspeção Desenvolvimento do documento em excel que contém todos os procedimentos a realizar durante o ensaio e a inspeção	Terminada e Validada	
Req-f-11	6	Imputação das quantidades fabricadas à ordem de produção	1	Registo das quantidades na pintura	NA	NA	NA	
			2	Registo das quantidades na maquinagem	Fluxograma 6.2	O dept. Industrial vê que já terminaram a OP (no chão de fábrica) ou em Ln vai consultar em "action > completar operações > status: Completa" Todas as OP com status "completa" já foram terminadas pelo Operador Não existe nenhuma forma de aviso ao dept. Industrial quando uma OP é terminada, esta consulta é feita como um processo distinto	Terminada e Validada	
			3	Registo das quantidades na pré-montagem	Fluxograma 6.3	Feito	Terminada e Validada	
			4	Registo das quantidades na montagem	Fluxograma 6.4	Feito	Terminada e Validada	
Req-f-19	7	Imputação de quantidades fabricadas rejeitadas à ordem de produção com indicação do motivo	1	Registo de quantidades na pintura	NA	NA	NA	
			2	Registo de quantidades na maquinagem	NA	NA	NA	
			3	Registo de quantidades na pré-montagem	NA	NA	NA	
			4	Registo de quantidades na montagem	NA	NA	NA	
Req-nf-25	8	Imputação de matéria-prima rejeitada à ordem de produção com indicação do motivo	1	Registo de MP rejeitada na pintura	NA	NA	NA	
			2	Registo de MP rejeitada na maquinagem	NA	NA	NA	
			3	Registo de MP rejeitada na pré-montagem	NA	NA	NA	
			4	Registo de MP rejeitada na montagem	NA	NA	NA	

Req-f-28	9	Possibilidade de registar tempos para um grupo de ordens e fazer a respetiva distribuição do tempo registado pelas várias ordens de produção	1	Registo de tempos na pintura	NA	NA	NA
			2	Registo de tempos na maquinagem	NA	NA	NA
			3	Registo de tempos na pré-montagem	NA	NA	NA
			4	Registo de tempos na montagem	NA	NA	NA
Req-nf-27	10	Armazenamento dos programas CNC's a utilizar em cada produto	1	Armazenamento na pintura	NA	NA	NA
			2	Armazenamento na maquinagem	NA	NA	NA
			3	Armazenamento na pré-montagem	NA	NA	NA
			4	Armazenamento na montagem	NA	NA	NA
Req-f-13	11	Visualização de documentação associada ao artigo a produzir	1	Visualização de documentação (desenho) na pintura	Fluxograma 11.1	Feito	Terminada e Validada
			2	Visualização de documentação (desenho) na maquinagem	Fluxograma 11.2	Feito	Terminada e Validada
			3	Visualização de documentação (desenho) na pré-montagem	Fluxograma 11.3	Raramente pedem o desenho porque já sabem, contudo, no caso de ser um novo, pedem no escritório ou consultam no computador do PT	Terminada e Validada
			4	Visualização de documentação (desenho) na montagem	Fluxograma 11.4	Pedem ao armazém ou no escritório	Terminada e Validada
Req-f-30	12	Gestão dos skills do funcionário	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-f-24	13	Envio de alarmes, decorrentes de parametros do código CNC	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-f-31	14	Envio de alarmes, decorrentes de informação registada no sistema	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-f-32	15	Envio de alarmes por e-mail, sms	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-f-08	16	Rastreabilidade do produto. (controlo de nº de séries e lotes de produção)	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA

Req-f-18	17	Monitorização da chão de fábrica (DigitalTwin da fábrica)	2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-nf-04	18	Integração com o ERP Dados mestre: Ordens de fabrico Operações	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-nf-05	19	Integração com o ERP Imputações de Tempo: Tempo Setup Tempo de Produção Quantidades Produzidas Operações	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-nf-14	20	Integração com o ERP Logística: Movimentações Internas	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-f-20	21	Digitalização de Documento de Inspeção e Registo	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-f-15	22	Criação de etiqueta para identificação dos artigos	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-nf-26	23	Monitorização dos consumos energéticos da máquina	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA
Req-f-29	24	Alarmística e monitorização via Mobile APP	1	NA	NA	NA	NA
			2	NA	NA	NA	NA
			3	NA	NA	NA	NA
			4	NA	NA	NA	NA

APÊNDICE I



MANUAL GERAL DE PROCEDIMENTOS

DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO: EFETUAR ORDEM DE PRODUÇÃO



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

REVISÕES

REV	DATA	DESCRIÇÃO ALTERAÇÃO	ELABORADO POR:	APROVADO POR:
1	02/03/2023	Versão inicial do mapeamento detalhado dos processos As-Is	Leonor Costa	Luís Reis
2	09/03/2023	Alteração do mapeamento detalhado dos processos As-Is	Leonor Costa	Luís Reis
3	16/03/2023	Versão final do mapeamento detalhado dos processos As-Is	Leonor Costa	Luís Reis

1 OBJETIVO

Criar uma descrição detalhada de alguns microprocessos que integram, atualmente, o processo de produção de uma máquina. Estes microprocessos dão resposta a alguns requisitos identificados para o software MES e que se pretendem aprimorar e automatizar com a sua implementação. A descrição facilita a identificação dos principais impedimentos à fluidez da produção bem como de possíveis desperdícios de recursos (tempo, material...) gerados ao longo de cada atividade.

2 ÂMBITO

Este procedimento contribui para o processo de preparação da implementação do software MES fornecendo uma visão geral das atividades atuais da empresa.

3 PROCEDIMENTO

3.1. PINTURA

3.1.1. Processo de visualização de documentação (desenho): Fluxograma 11.1

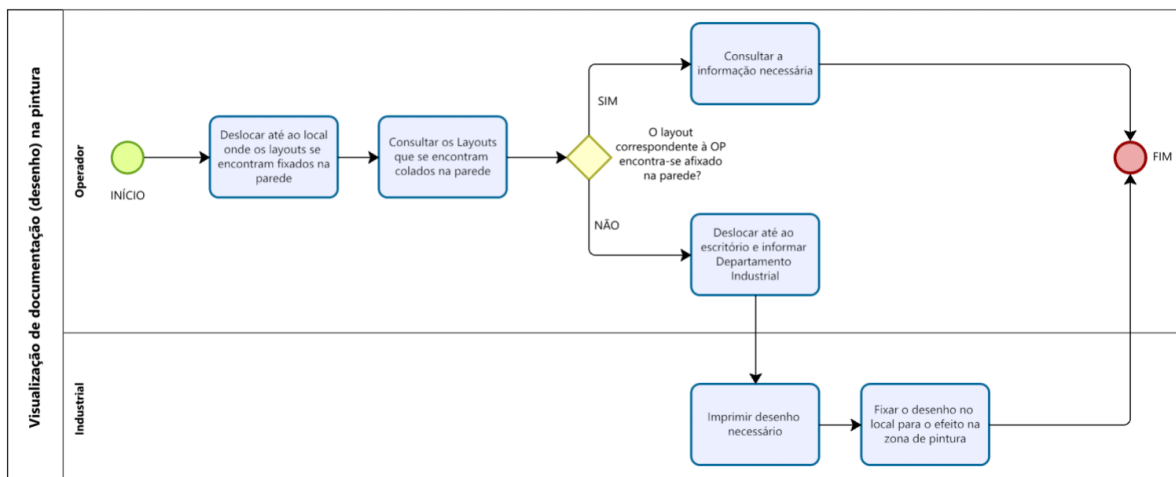


Figura 1- Processo de visualizar documentos (desenhos) na pintura

- Os operadores da pintura já têm, normalmente, os layouts afixados na parede por isso apenas se deslocam até à parede para visualizar só no caso de o departamento não os ter atualizado é que vão até ao escritório para o pedir;
- Os desenhos colocados na parede vão sendo atualizados pelo dept. Industrial apenas quando existirem alterações no mesmo desenho ou quando for um desenho novo.

3.2. MAQUINAGEM

3.2.1. Registo de Tempos: Fluxograma 1.2

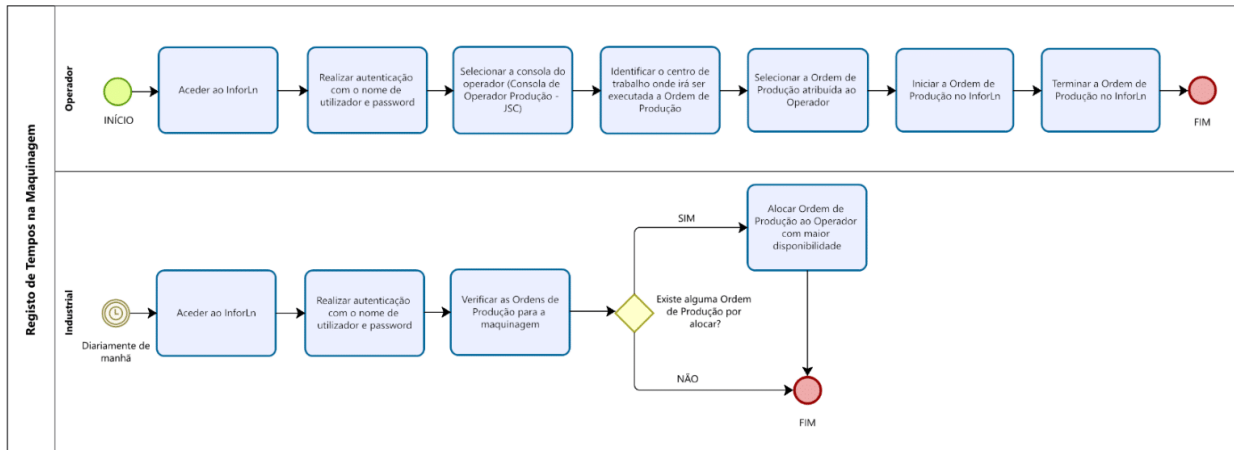


Figura 2- Processo de registar tempos na maquinaria

Na maquinaria, cada colaborador está associado a uma só máquina de cada vez. Assim sendo, para aceder à máquina que lhe foi atribuída pelo departamento Industrial, deverá aceder ao menu “Fabrico”> “Produção(JSC)”>”Controlo da produção”>”**Consola do Operador**”>**Selecionar o centro de trabalho (maquinagem: FCM)**. A atribuição da máquina ao operador pelo departamento Industrial, é o único controlo em “tempo real” que existe em sistema na área da maquinaria. Quando iniciarem a OP devem seleccionar “Executar” e iniciará o registo de tempo de fabrico da respetiva OP.

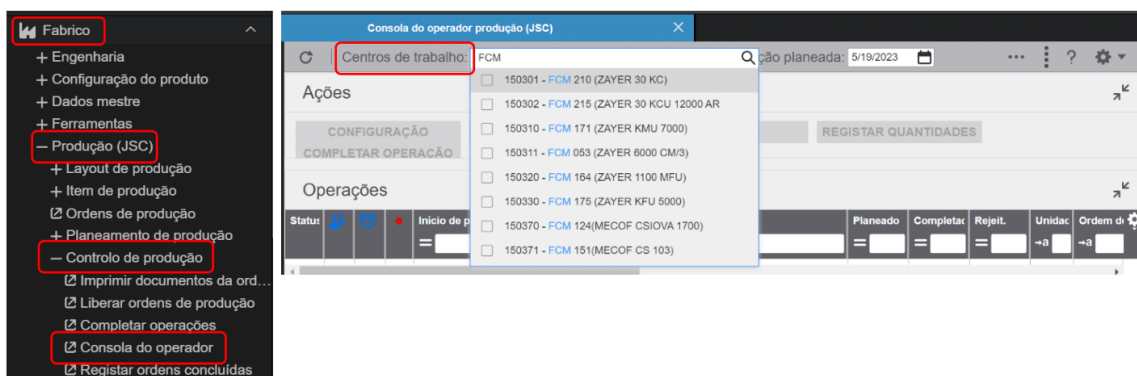


Figura 3- Passos a seguir no sistema InforLn para iniciar uma OP em sistema

3.2.2. Registo de Paragens: Fluxograma 2.2

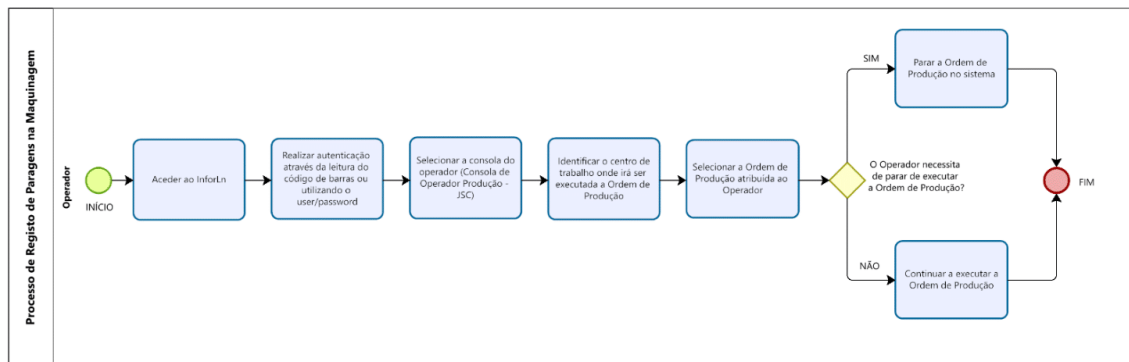


Figura 4- Processo de registar paragens na maquinaria

- No caso de existir necessidade de fazer uma paragem, o operador deve seleccionar “Parar” no InforLN e, quando iniciar, novamente, seleccionar “executar”.
 - Nota:** O Operador tem a possibilidade de marcar as paragens durante a produção mas não tem onde identificar o motivo dessa paragem. Contudo, os operadores, normalmente, não marcam as paragens.

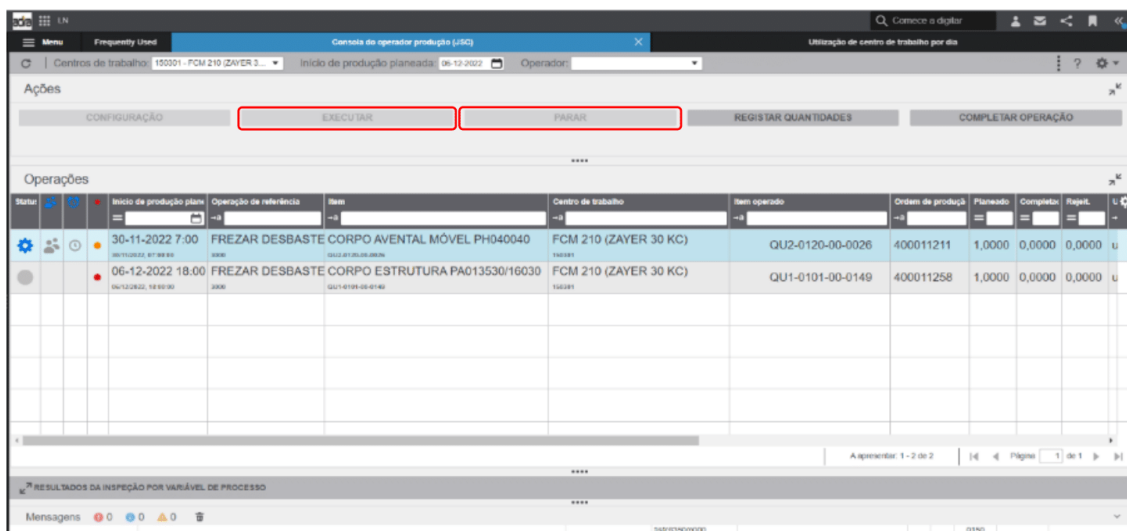


Figura 5- Parar uma OP no InforLN

3.2.3. Registo de Quantidades: Fluxograma 6.2

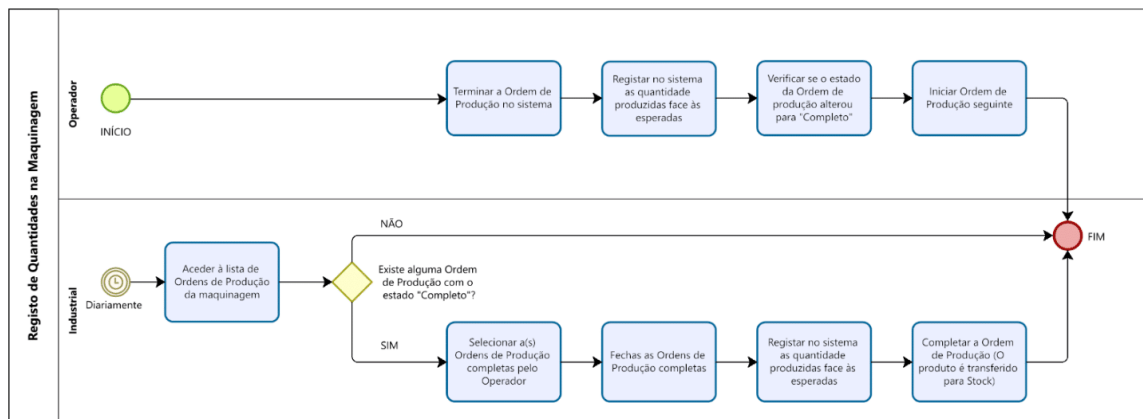


Figura 6- Processo de registo de quantidades na maquinagem

Para registar as quantidades produzidas por OP o operador da maquinagem deve completar a OP no informLN (Figura 7). Posteriormente, abrirá automaticamente uma pop-up onde deverá especificar as quantidades produzidas. (Figura 8)

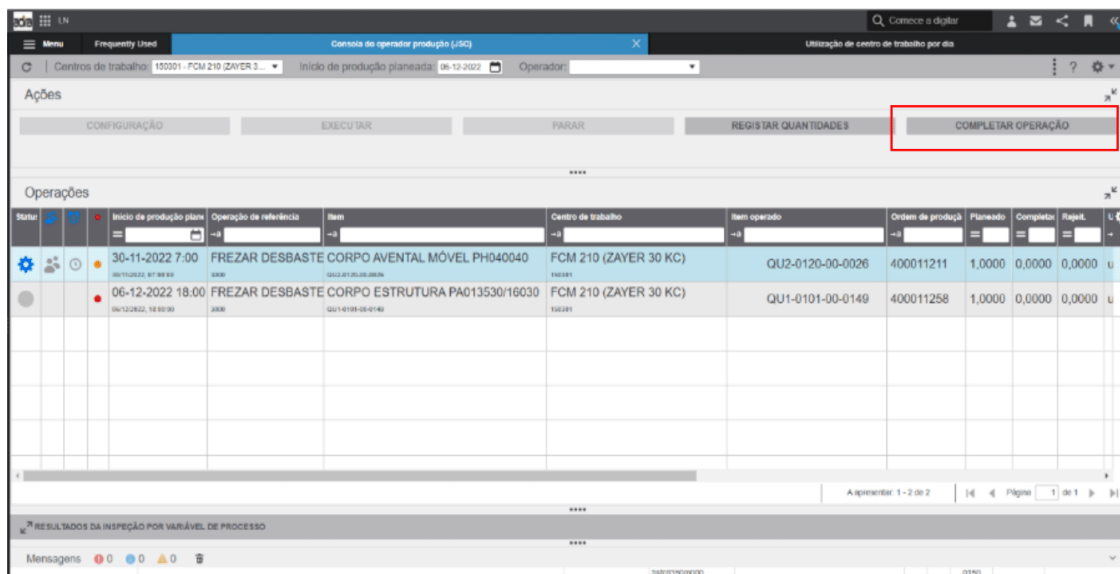


Figura 7- Completar operação como Operador

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

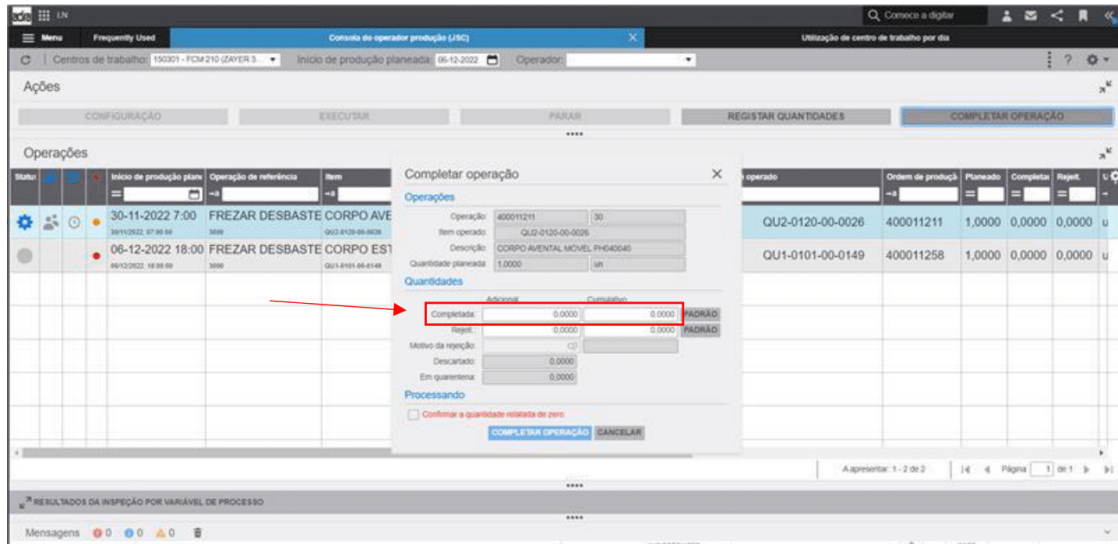
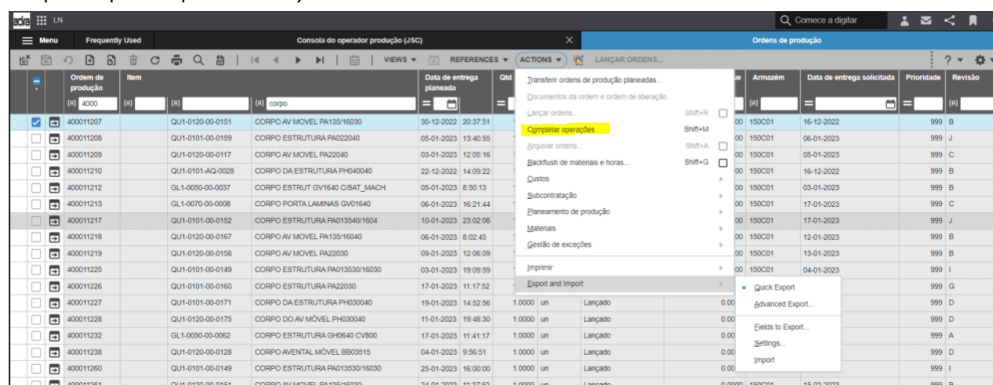


Figura 8- Inserir quantidades produzidas pelo Operador

Quando a OP é completa pelo operador, tem de ser, posteriormente, terminada pelo departamento Industrial; O departamento Industrial acede à lista de ordens de produção e deverá completar as ordens que já foram terminadas, colocando novamente as quantidades. Assim que as ordens de produção são completas pelo departamento industrial, a estrutura passa para *stock* e a matéria prima é dada como "gasta", uma vez que ainda não tinha sido dada como utilizada no sistema.

Numa visão mais prática, o departamento industrial acede ao InforLn meramente porque viu que uma estrutura foi terminada ou apenas para verificar se existe alguma OP que já foi terminada pelo operador, não existe qualquer aviso/alarme que o informe. Na página de "Ordens de produção" seleciona "action" > "Completar Operação" (Figura 9) e verifica a lista de OP com "Status: Completa" (Figura 10) (as que estão pendentes de serem completas pelo departamento)



Ordem de produção	Item	Data de entrega planeada	Status
40001207	QU1-0120-00-0151	30-12-2022 20:37:51	Lançado
40001208	QU1-0101-00-0159	05-01-2023 13:40:58	Lançado
40001209	QU1-0120-00-0117	03-01-2023 12:05:16	Lançado
40001210	QU1-0101-AQ-0028	23-12-2022 14:09:22	Lançado
40001212	GL-1-0050-00-3037	05-01-2023 8:30:13	Lançado
40001213	GL-1-0070-00-0008	06-01-2023 10:21:44	Lançado
40001217	QU1-0101-00-0152	10-01-2023 23:02:08	Lançado
40001218	QU1-0120-00-0167	06-01-2023 8:02:45	Lançado
40001219	QU1-0120-00-0158	09-01-2023 12:06:09	Lançado
40001225	QU1-0101-00-0149	03-01-2023 19:09:59	Lançado
40001226	QU1-0101-00-0160	17-01-2023 11:17:52	Lançado
40001227	QU1-0101-00-0171	19-01-2023 14:52:36	Lançado
40001228	QU1-0120-00-0175	11-01-2023 19:48:30	Lançado
40001232	GL-1-0050-00-0062	17-01-2023 11:41:17	Lançado
40001238	QU1-0120-00-0128	04-01-2023 9:36:51	Lançado
40001260	QU1-0101-00-0149	25-01-2023 16:00:00	Lançado
40001261	QU1-0120-00-0151	24-01-2023 11:37:52	Lançado

Figura 9- Visualizar a lista de OP que estão à espera de ser completas pelo departamento industrial



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

	Operação	Próxima operação	Tarefa	Centro de trabalho	Status da operação	Data inicial restante	Data de finalização	Quantidade planeada de saída	Adicional completo	Cumulativa completa	Adicional rejeitada	Cumulativa rejeitada
<input type="checkbox"/>	40	43	3000	150310	Pronto para iniciar	29-12-2022	16:55:50	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	43	46	3702	150100	Planeado	30-12-2022	14:30:50	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	46	50	3701	150510	Planeado	30-12-2022	15:18:42	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<input type="checkbox"/>	50	0	3700	150510	Planeado	30-12-2022	16:22:32	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Figura 11- Verificar status da operação

No caso de serem identificadas OP completas, o colaborador deve selecionar o ícone representado na Figura 11.

	Ordem de produção	Item	Data de entrega planeada	Qtd	Unidade	Status da ordem	Quantidade entregue	Armazém	Data de entrega solicitada	Prioridade	Revisão
<input checked="" type="checkbox"/>	400011211		06-12-2022	19:46:30	1.0000 un	Ativo	0.0000	150C01	11-01-2023	999	E

Figura 10- Completar OP (gastar MP e passar para stock)

3.2.4. Processo de visualização de documentação (desenho): Fluxograma 11.2

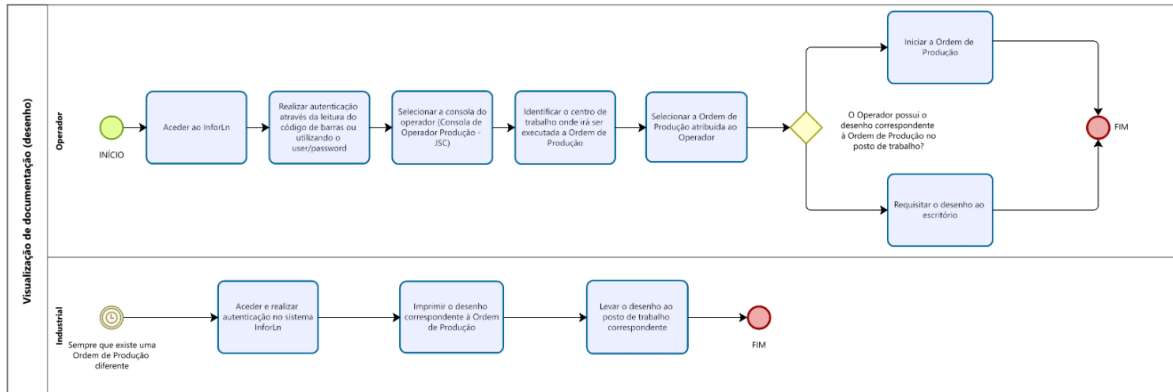


Figura 12- Processo de visualização de documentos na maquinagem

Têm de vir pedir o desenho em mão ao escritório ou o departamento Industrial leva logo o desenho ao posto de trabalho antes do Operador iniciar a OP;

Problema: Acumulação de desenhos no PT

- a. No processo da maquinagem, não existe folha de materiais uma vez que eles não precisam de material do armazém (só ferramentas e a estrutura)

3.3. PRÉ-MONTAGEM

3.3.1. Processo de Registo de Tempos: Fluxograma 1.3

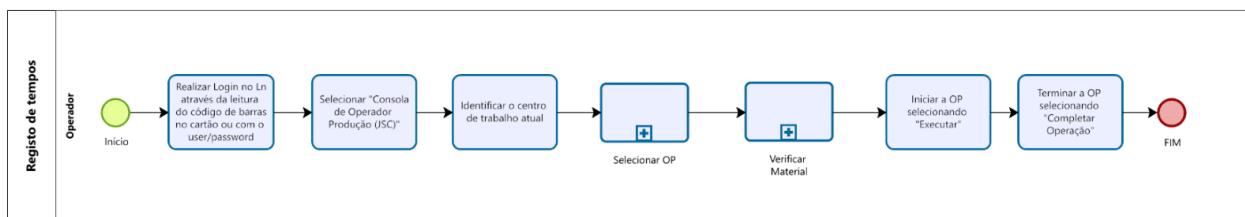


Figura 13- Processo de Registo de Tempos na Pré-Montagem

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

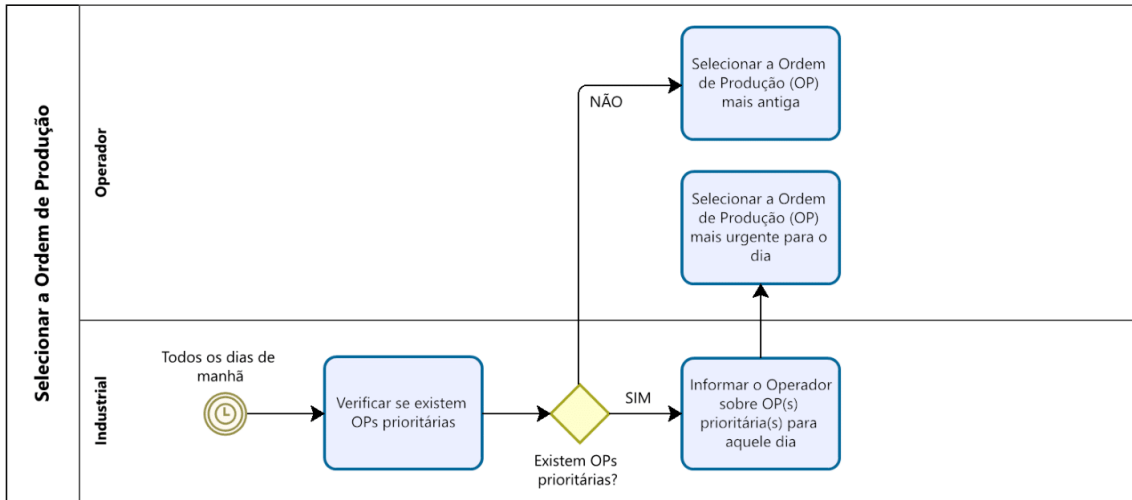


Figura 15- Subprocesso de selecionar ordem de produção

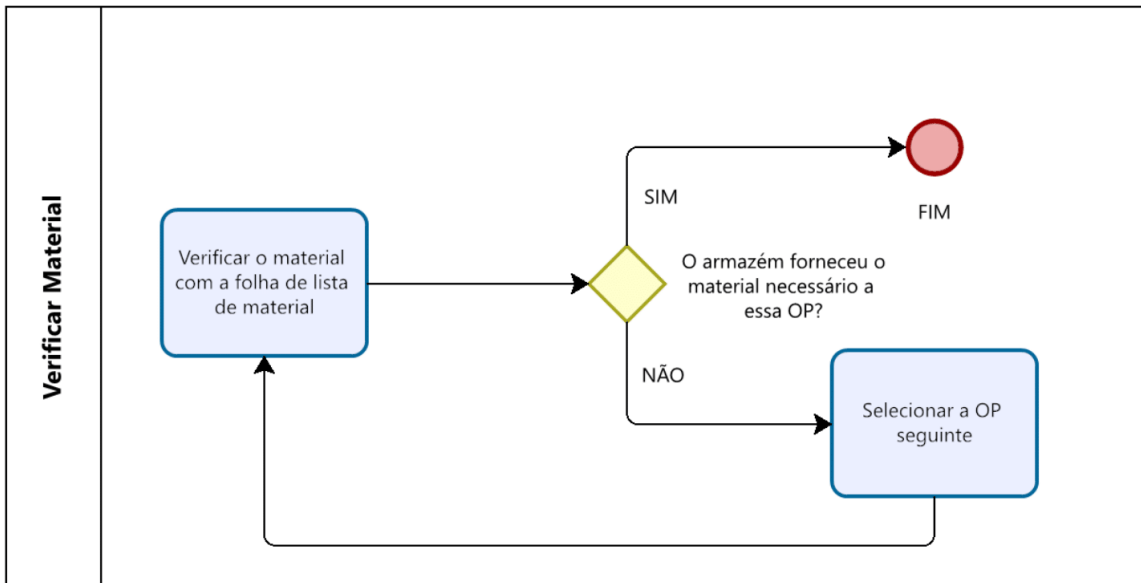


Figura 14- Subprocesso de verificar material

O processo de registrar tempos na área da pré-montagem (Figura 13) inclui dois subprocessos:

- Selecionar ordem de produção (Figura 15);
- Verificar material (Figura 14).

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Para iniciar sessão na plataforma do InforLN, os operadores fazem o scan do cartão (tem 2 códigos de barras como demonstrado na Figura 16). Contudo, também têm a opção de entrar apenas com o user e a password do próprio colaborador.

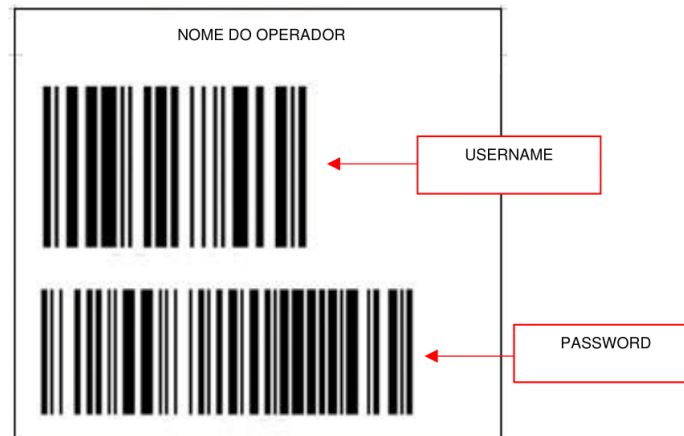


Figura 16- Código de barras para iniciar sessão na pré-montagem

O Armazém fornece à pré-montagem a folha de material necessário para as OP do dia com as respetivas quantidades:

1. **Selecionar "Consola do Operador" > No Centro de Trabalho selecionar uma das 3 pré-montagens disponíveis > Verificar qual tem OP por começar > Selecionar a OP mais antiga > Selecionar "Executar" (Figura 17)**

Nota: Normalmente o Operador deve iniciar a OP mais antiga se não lhe chegar informação contrária (como exceções) por parte do departamento Industrial (esta comunicação é feita verbalmente)

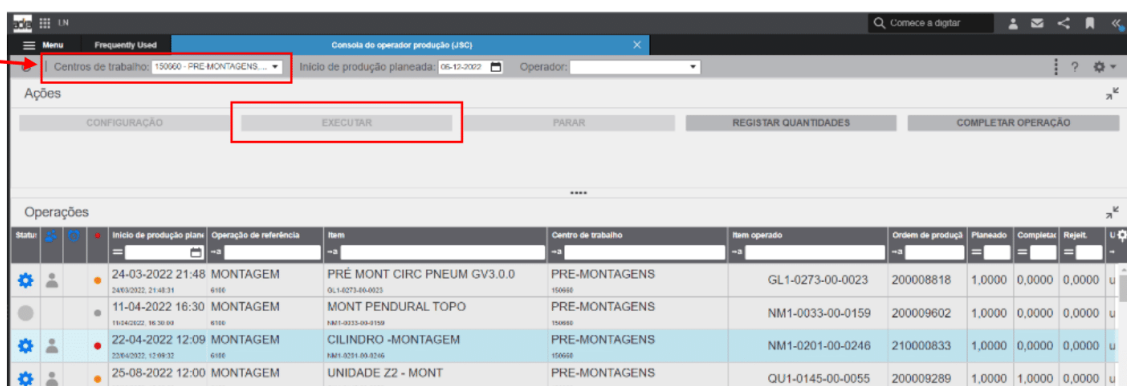


Figura 17- Iniciar uma ordem de produção na pré-montagem

3.3.2. Processo de Registo de Paragens: Fluxograma 2.3

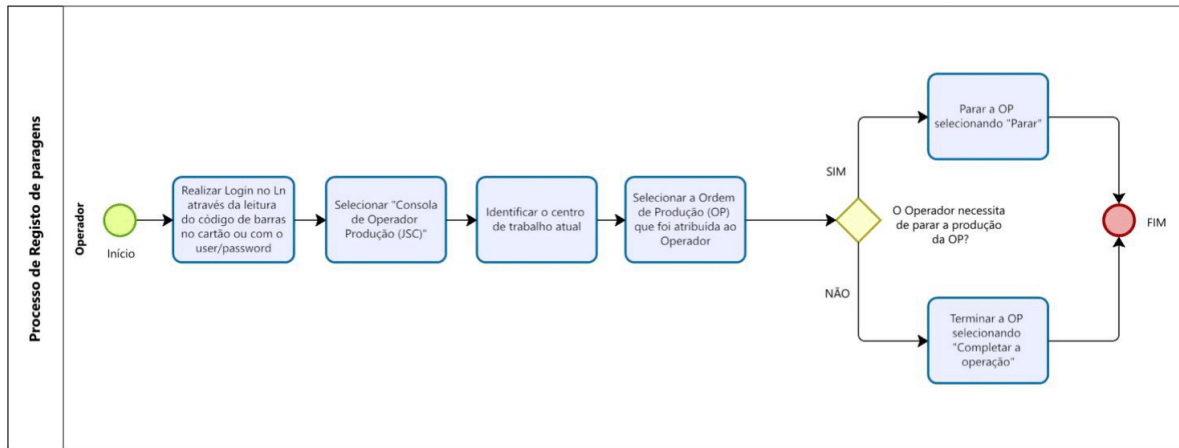


Figura 18- Processo de registo de paragens

1. No caso de existir necessidade de fazer uma paragem, o Operador deve seleccionar “Parar” e, quando iniciar, novamente, seleccionar “executar”

Nota 1: O Operador tem a possibilidade de marcar as paragens durante a produção mas não tem onde identificar o motivo dessa paragem;

Nota 2: Normalmente os operadores não o fazem apesar de existir essa funcionalidade;

Nota 3: Na pré montagem não é possível realizar o rastreamento do trabalho dos colaboradores uma vez que eles iniciam as OP dependendo da disponibilidade, não sendo associados a nenhuma

2. Assim que terminar a OP deve seleccionar “Completar operação”

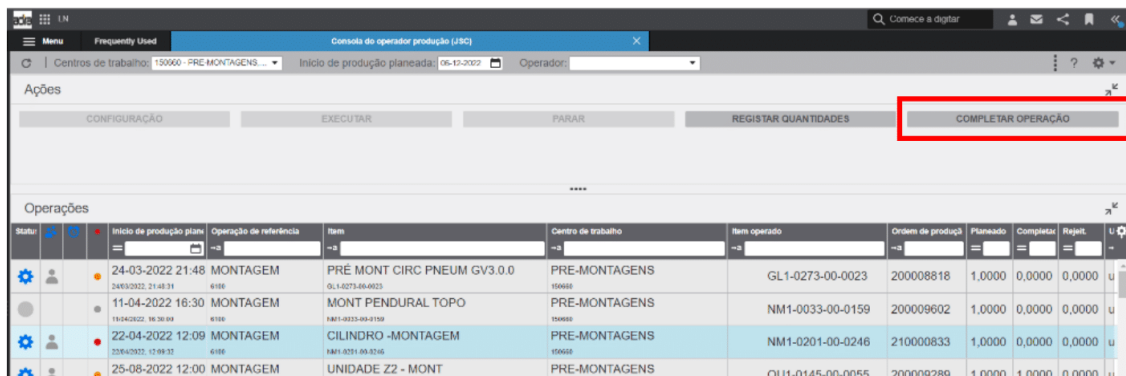


Figura 19- Completar OP na pré-montagem

3.3.3. Registo das quantidades na pré-montagem: Fluxograma 6.3

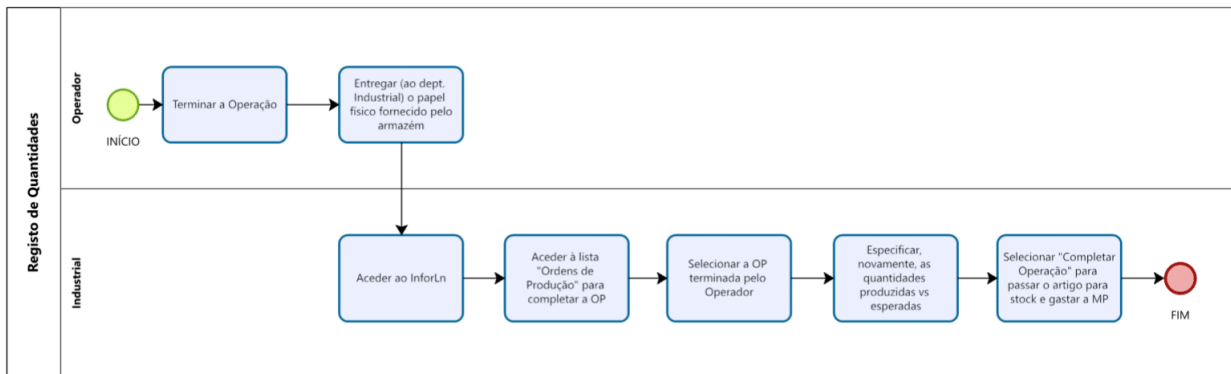


Figura 20- Processo de registo de quantidades na pré-montagem

Na pré-montagem é também o departamento que completa as ordens de produção dos operadores sendo que assim que o operador termina a OP no sistema, dirige-se ao escritório e entrega a folha de material fornecida pelo armazém.

Na prática, para completar a OP, o operador segue os mesmos passos que na maquinagem:

1. Seleciona "Completar Operação" e abrirá automaticamente uma pop-up para registar as quantidades produzidas;
2. Dirige-se ao escritório e entrega a folha do material.

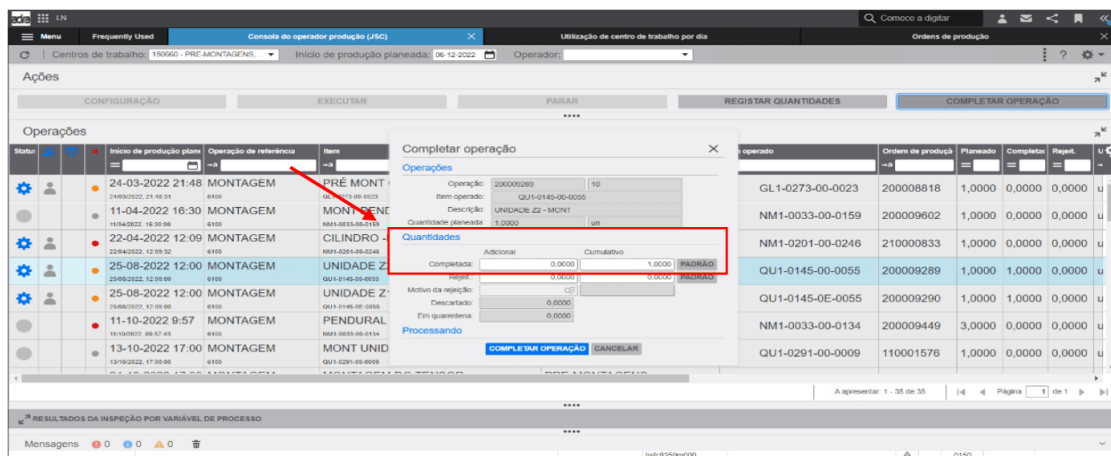
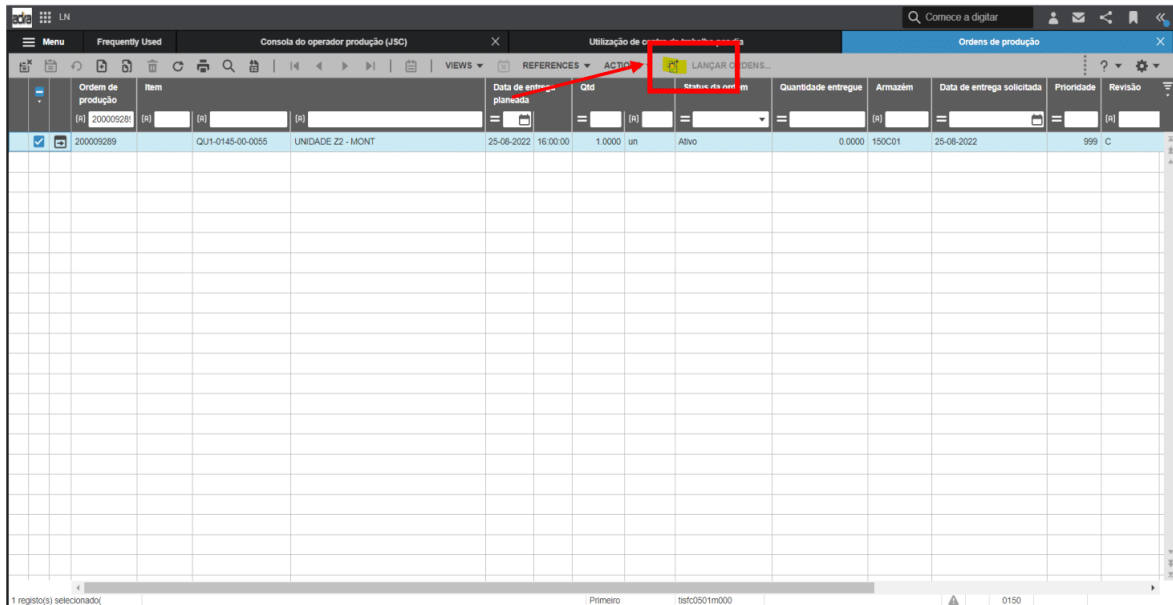


Figura 21- Registrar quantidades produzidas na pré-montagem



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

O departamento Industrial quando recebe a folha do material, acede ao InforLN e abre a lista de ordens de produção, completa a ordem e, conseqüentemente, entrega para stock e gasta a matéria-prima.



3.3.4. Visualizar desenho de Montagem: Fluxograma 11.3

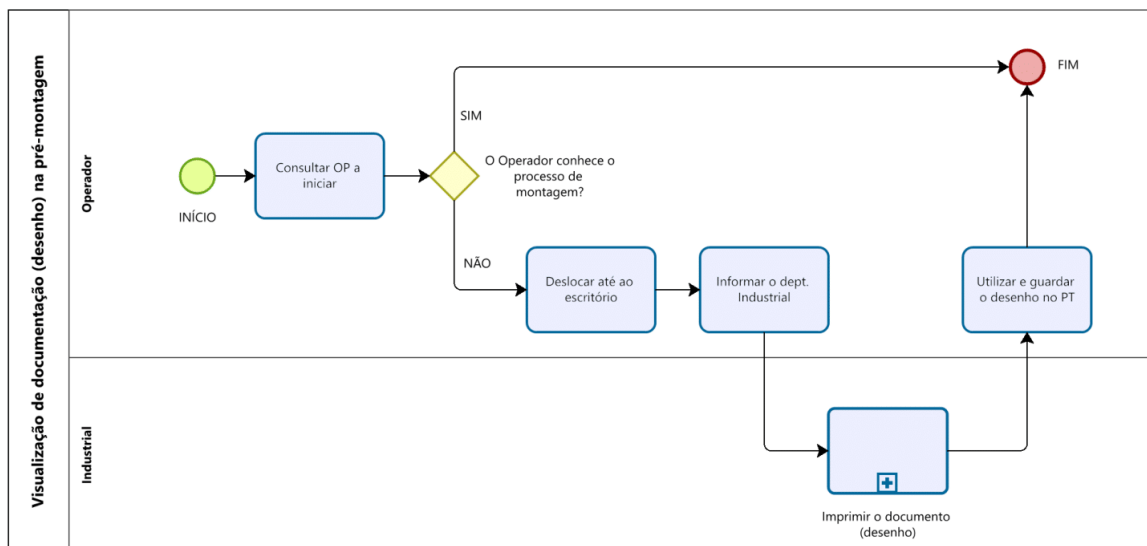


Figura 22- Processo de visualizar documentação na pré-montagem

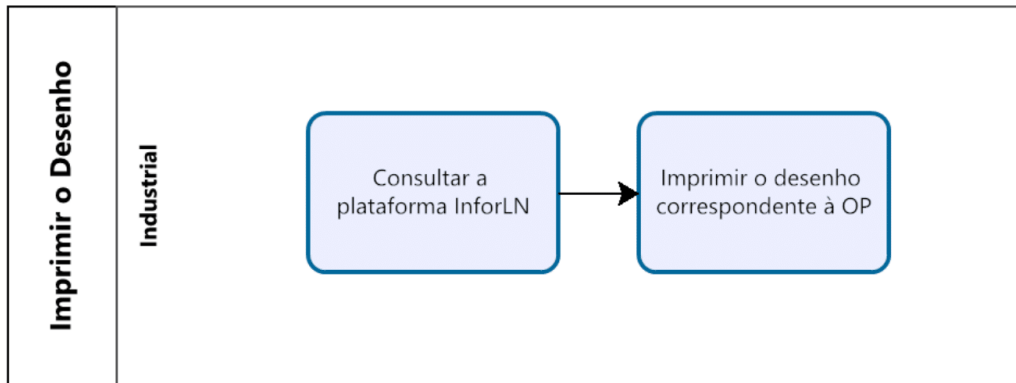


Figura 23- Subprocesso de imprimir o desenho na pré-montagem

Na pré-montagem é muito raro pedirem o desenho porque já sabem todos os passos a seguir para a produção. Contudo, no caso de ser um produto novo, pedem no escritório ou consultam no computador do posto de trabalho (normalmente pedem no escritório).

3.4. MONTAGEM

3.4.1. Registo de Tempos na Montagem (não utilizam apesar de existir a funcionalidade)

Na montagem, o sistema (software) é idêntico à pré-montagem mas os operadores não iniciam a OP em sistema, nem marcam as paragens, apenas consultam a lista das máquinas em operação.

- 1. Selecionar "Consola do Operador" > Centro de Trabalho: selecionar "montagem BOX"**

NOTA: Está a decorrer um Estudo de Tempos na área da montagem

3.4.2. Registo de paragens e motivos na Montagem: Fluxograma 2.4 e 3.4

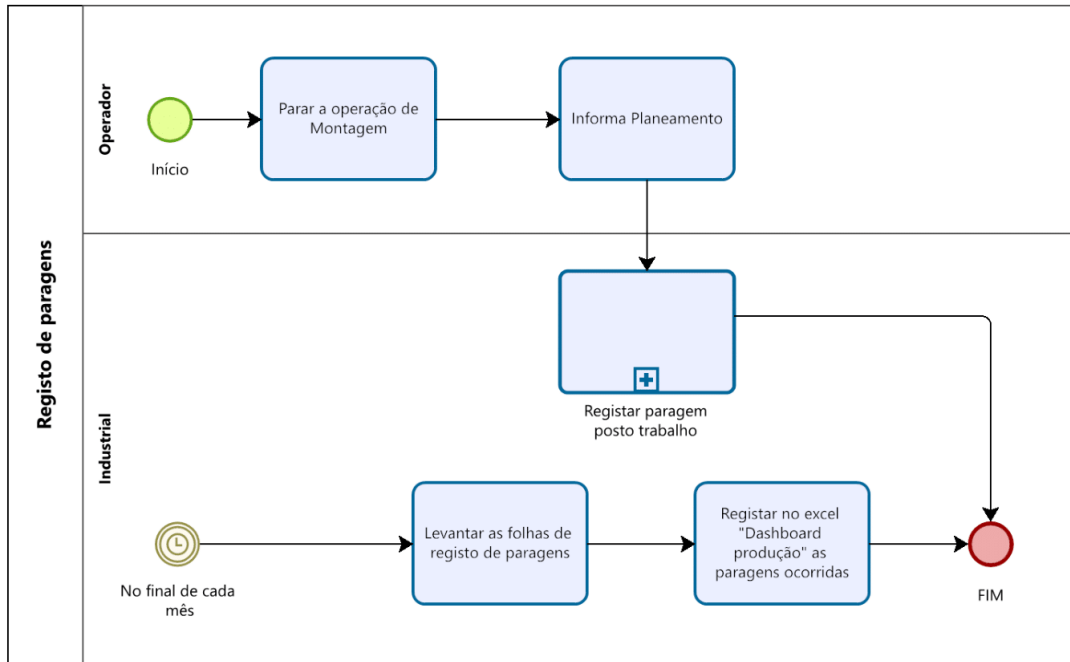


Figura 25- Registo de paragens na montagem

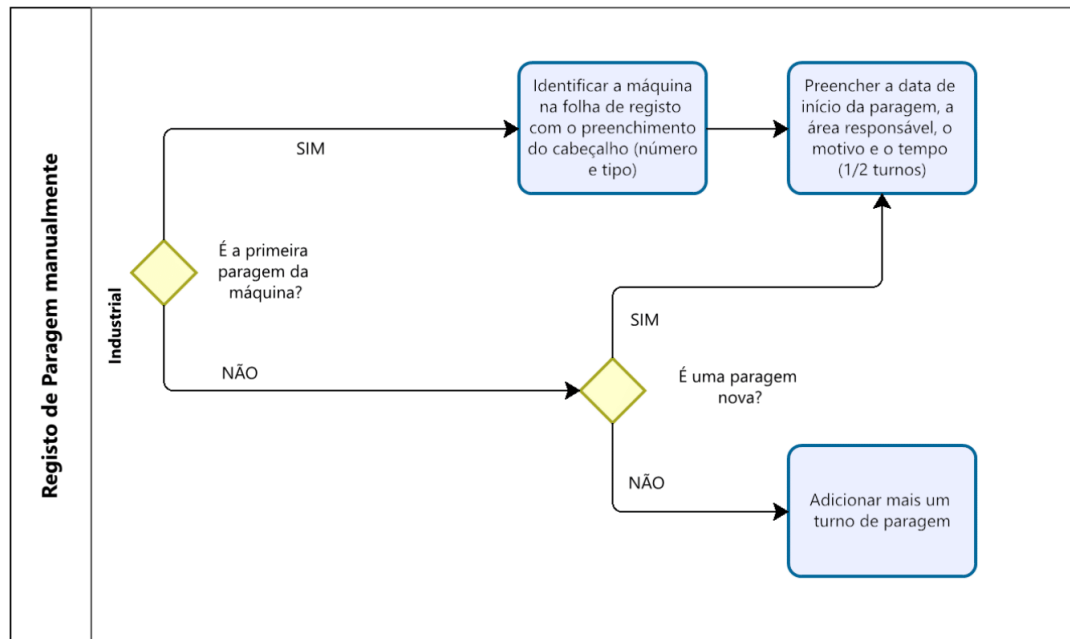


Figura 24- Subprocesso de registo de paragens manualmente



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

O departamento Industrial regista, diariamente, numa folha de registo, as paragens que ocorrem, nomeadamente: a data de início, o motivo (se é problema de produção, engenharia, etc), a descrição do erro e tempo de paragem em ½ turnos, ou seja, 1 dia de paragem tem 2 registos

NOTA: Posteriormente as paragens e os motivos são convertidos para o excel "Dashboard produção" na página "STOP" e originam gráficos de análise.

Data	M	Modelo	Cliente	STD/Es	Tr	Montagem	1/2 turno	Paragens	Motiv	Ano. M4	Descrição
29/06/2022	M00001295	PA013530 NCE A25 BMB X,R Tandem bsc	Italbus	ESP	PA	03/06/2022	4	C	ENG	202206	Programa tandem PLC
29/06/2022	M00001294	PA013530 NCE A25 BMB X,R Tandem bsc	Italbus	ESP	PA	02/06/2022	4	C	ENG	202206	Programa tandem PLC
01/07/2022	M00001295	PA013530 NCE A25 BMB X,R Tandem bsc	Italbus	ESP	PA	03/06/2022	8	C	ENG	202207	Programa tandem PLC
01/07/2022	M00001294	PA013530 NCE A25 BMB X,R Tandem bsc	Italbus	ESP	PA	02/06/2022	8	C	ENG	202207	Programa tandem PLC
11/07/2022	M00001290	BB005020 PLS VIS MST X,R Wila Pro	Precitol	ESP	BB	11/07/2022	4	C	PROD	202207	Formação + apoio service
14/07/2022	M00001276	PA013530 PLS A40 BMB X,R,Z12 bsc	MC MACHINERY SYSTEMS	STD	PA	28/06/2022	14	C	LOG	202207	Falta material schneider (servomotores Z)
14/07/2022	M00001277	PA013530 PLS A40 BMB X,R,Z12 bsc	MC MACHINERY SYSTEMS	STD	PA	04/07/2022	16	C	LOG	202207	Falta material schneider (servomotores Z)
11/07/2022	M00001293	PH030040 PLS A75 BMB X,R,Z12	MC MACHINERY SYSTEMS	ESP	PH	29/06/2022	22	C	LOG	202207	Falta cilindros
26/07/2022	M00001293	PH030040 PLS A75 BMB X,R,Z12	MC MACHINERY SYSTEMS	ESP	PH	29/06/2022	12	C	PROD	202207	Falta pessoal
22/07/2022	M00001308	PA013530 PLS A40 BMB X,R basic	Os Netos do Simão	STD	PA	22/07/2022	6	C	PROD	202207	Falta pessoal
24/08/2022	M00001242	GV001660 CE	ARABIAN INTERNATIONAL	ESP	GV	11/07/2022	6	C	PROD	202208	Avaria máquina de abocardar
26/08/2022	M00001293	PH030040 PLS A75 BMB X,R,Z12	MC MACHINERY SYSTEMS	ESP	PH	29/06/2022	13	C	NCFext	202208	NCF Intermediarios
22/08/2022	M00001291	PA016040 PLS VIS BMB X,R Wila Pro Plus	Precitol	ESP	PA	20/07/2022	16	C	PROD	202208	Falta de pessoal
16/09/2022	M00001329	BB003515 A75 XRZ12 MEC - ROBOT	GUIMADIRA - MÁQUINAS E FERRAMEN	ESP	BB	01/09/2022	20	C	LOG	202209	Falta peças do robo
29/09/2022	M00001316	GH001030 PLUS CE MACF	Electro Instaladora de Bairro	STD	GH	15/09/2022	4	C	PROD	202209	NCF da estrutura
27/10/2022	M00001278	PH050060/80 A61 BMB X,R, Z12 Wila Plus	NK Profil	ESP	PH	14/10/2022	6	C	PROD	202210	Equipa mobilizada para a desmontagem da Afri
02/11/2022	M00001278	PH050060/80 A61 BMB X,R, Z12 Wila Plus	NK Profil	ESP	PH	14/10/2022	10	C	PROD	202211	Equipa mobilizada para a desmontagem da Afri
10/11/2022	M00001332	PA016030 BASIC VPA MEC XR	SCHELLHARDT	ESP	PA	03/11/2022	3	C	PROD	202211	Falta régua de esbarro
16/11/2022	M00001278	PH050060/80 A61 BMB X,R, Z12 Wila Plus	NK Profil	ESP	PH	14/10/2022	2	C	PROD	202211	NCF da régua de esbarro
15/11/2022	M00001303	GH000640 PLUS CE MACF	MARCOARTES	STD	GH	26/10/2022	3	C	PROD	202211	NCF do calço da lamina
11/11/2022	M00001304	PA022040 PLS A25 BMB, X,R bsc	MARCOARTES	STD	PA	26/10/2022	10	C	ENG	202211	Pendente de inspeção
18/11/2022	M00001278	PH050060/80 A61 BMB X,R, Z12 Wila Plus	NK Profil	ESP	PH	14/10/2022	4	C	PROD	202211	Falta avental fixo
16/11/2022	M00001207	GV002030 CE MACHF 3.0	Adira	ESP	GV	22/09/2022	6	C	ENG	202211	Falta de anilhas para montagem do porta-lamir
28/11/2022	M00001207	GV002030 CE MACHF 3.0	Adira	ESP	GV	22/09/2022	6	C	PROD	202211	Equipa mobilizada para a montagem da M1319
28/11/2022	M00001319	PA013530/35 PLS D69 BMB X,R,Z12 AQ12 plus	MC MACHINERY SYSTEMS	ESP	PA	28/11/2022	2	C	PROD	202211	NCF da estrutura. Remaquinação


Figura 26- Excerto do documento "Dashboard produção"



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

3.4.3. Checklist: Fluxograma 5.4

A área da montagem é a única área que realiza o processo de checklist, contudo, apenas acontece nas fases de ensaio e de inspeção. Este documento apresenta um conjunto de especificações que a máquina deverá cumprir e que é da responsabilidade do colaborador do departamento de engenharia.



SONAE CAPITAL

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA MÁQUINA

Nº Encomenda

IDENTIFICAÇÃO DA MÁQUINA				
Modelo Máquina				
Cliente				
Projeto				
Nº série				
Ordem de Produção da Máquina				

ESTADO DE EXECUÇÃO / ENSAIO / INSPEÇÃO				
OPERAÇÃO	Data Início	Nº	Data Fim	Executou (Rúbrica)
INÍCIO DA MONTAGEM (Resp. Montagem)				
MONTAGEM MECÂNICA/HIDRÁULICA (Montador)				
POSTO DE TRABALHO – Super Pri-Montagem				
POSTO DE TRABALHO - Customização				
MONTAGEM ELÉTRICA (Eletricistas)				
ACERTOS BLINDAGENS (Serralheiros)				
ENSAIOS ELÉTRICOS E PROGRAMAÇÃO (Eletricistas)				
ENSAIOS MECÂNICOS (Assist. Técnica)				
PINTURA (Pintor)				
MONT. BLINDAGENS E ACABAMENTOS (Montador)				
INSPEÇÃO FINAL (Controlador)				
APROVAÇÃO (Direção Técnica)				
EXPEDIÇÃO (Expedição)				

INFORMAÇÃO PARA EXPEDIÇÃO (a preencher pela expedição)		
Expedição prevista para	Data:	Hora:
Empresa Transportadora		

OBSERVAÇÕES E NÃO CONFORMIDADES

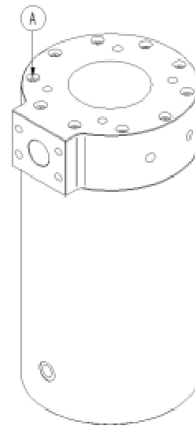
Figura 27- Excerto do documento de verificação



CILINDROS

NM1-0201-00-0246

NM1-0201-00-0254



Sequência	Operação	Ferramenta	Modo Operatório	Critério de Aceitação	Verificação/ Rúbrica
1	Verificar deslizamento da Haste		Recolher a Haste totalmente, suspendê-la com a ponte, levantá-la e verificar se desliza só com o peso do Corpo	Deslizamento em todo o curso do Cilindro	
2	Verificar o binário de aperto dos parafusos (A) M12	Chave dinamométrica 150Nm	Ajustar a chave para 130 Nm	130Nm - 10	

Figura 28- Excerto do documento de verificação

3.4.4. Registo de Quantidades: Fluxograma 6.4

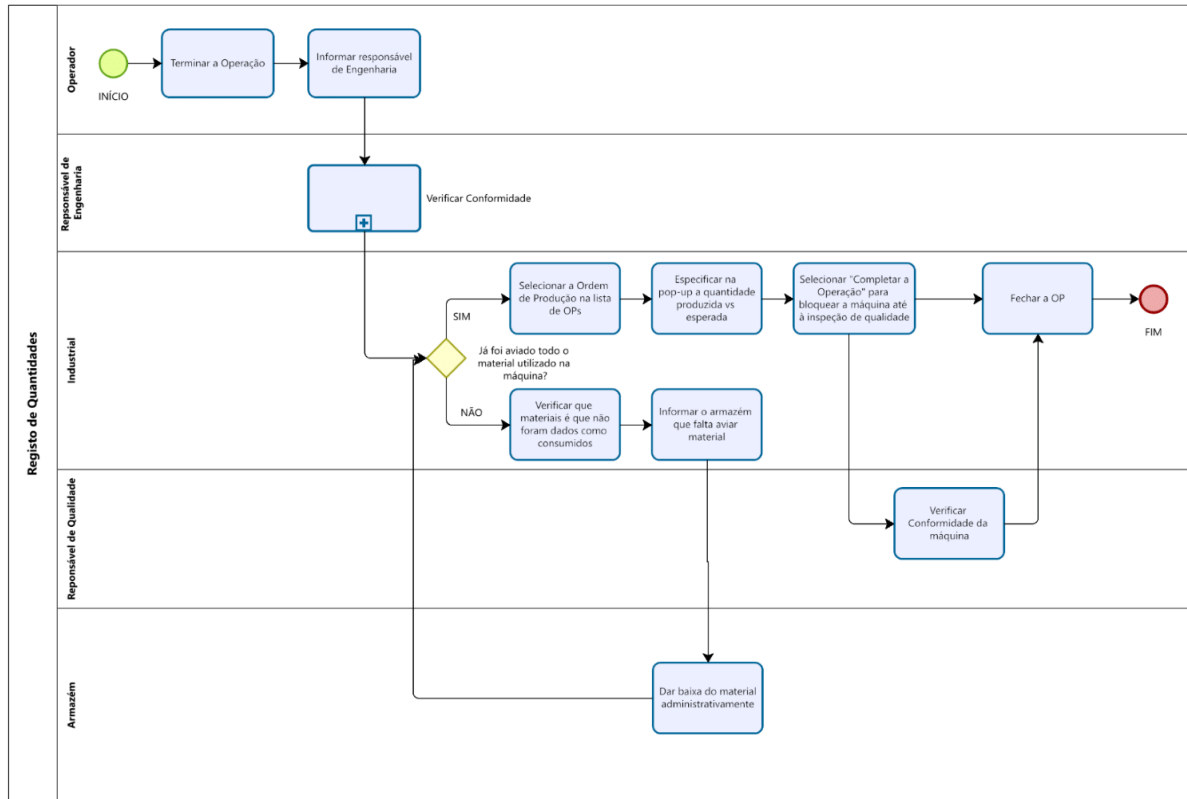


Figura 30- Registo de quantidades na montagem

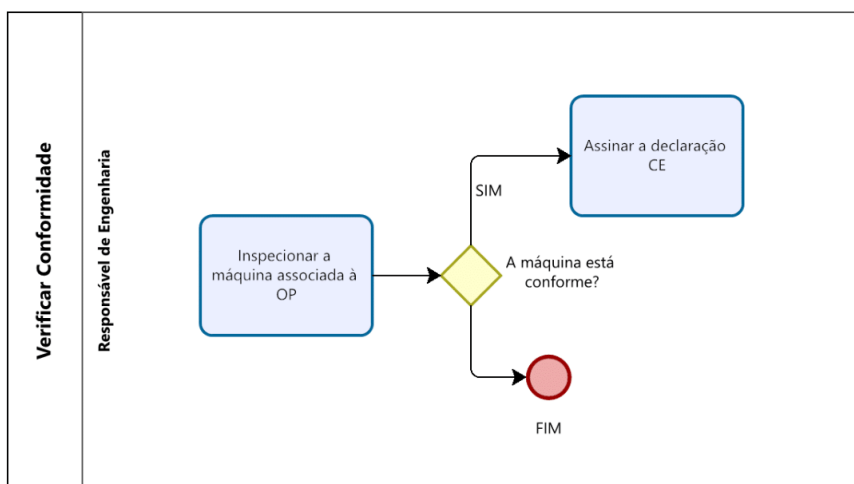



Figura 29- Subprocesso de verificar conformidade

O processo de montagem final da máquina só termina quando o responsável de Engenharia assina a declaração CE, assumindo a responsabilidade de que a máquina cumpre todos os requisitos de segurança e conformidade.



adira
inovação permanente >>>

EC Declaration of Conformity

(Directive 2006/42/CE, Appendix II, Chapter A)

Manufacturer **ADIRA Metal Forming Solutions S.A.**
Address Rua das Lages, 67
 4410-272 Canelas - VNG
 Portugal

Person Authorized to compose the technical file: António Alves
Address: Rua das Lages, 67
 4410-272 Canelas - VNG
 Portugal
 a.alves@adira.pt

declare that:


Machine designation: Hydraulic press brake
 Function: Cold conformation of metallic sheet plate
 Make: **ADIRA**
 Type: PA013530 PLS
 Serial nº(s): M00001208
 Year of constr. 2021

is in conformity with the following CE Directives:
 - Machine Directive -Directive 2006/42/CE) of 17th May
 - Low Voltage Directive – Directive 2014/35/UE of 26th February

We also declare that the following harmonized norm has been considered: EN 12622.

Name: Jorge Pereira Abrantes Borges de Almeida
Position: Technical Director

Canelas, 2021.09.29
Place, Date of issue



 Signature

ADIRA – Metal Forming Solutions S.A.
Instalações: Rua das Lages, 67 – CANELAS – 4410-272 VNG – PORTUGAL
 Apartado 561 > Telf. + 351 22 619 27 00 > E-mail: adira@adira.pt > www.adira.pt
Sede: Lugar do Espido, Via Norte – 4471-909 MAIA – Portugal
 Conser. Reg. Com. Via Nova de Gaia > Matrícula Nº 502120619 > Capital Social 4.150.000,00 Euros VND.004






Figura 31- Certificado de conformidade CE



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Para completar os processos de montagem todos os materiais utilizados na máquina devem estar consumidos, ou seja, o armazém entrega os materiais e dá baixa dos mesmos no sistema (materiais de venda). No que diz respeito às ordens de produção, à medida que estão prontas é realizado o aviamento por parte do departamento industrial. É de realçar que só é possível completar a operação de montagem quando a máquina já consumiu todos os materiais necessários em sistema.

2. Completar operação > Adicionar a quantidade

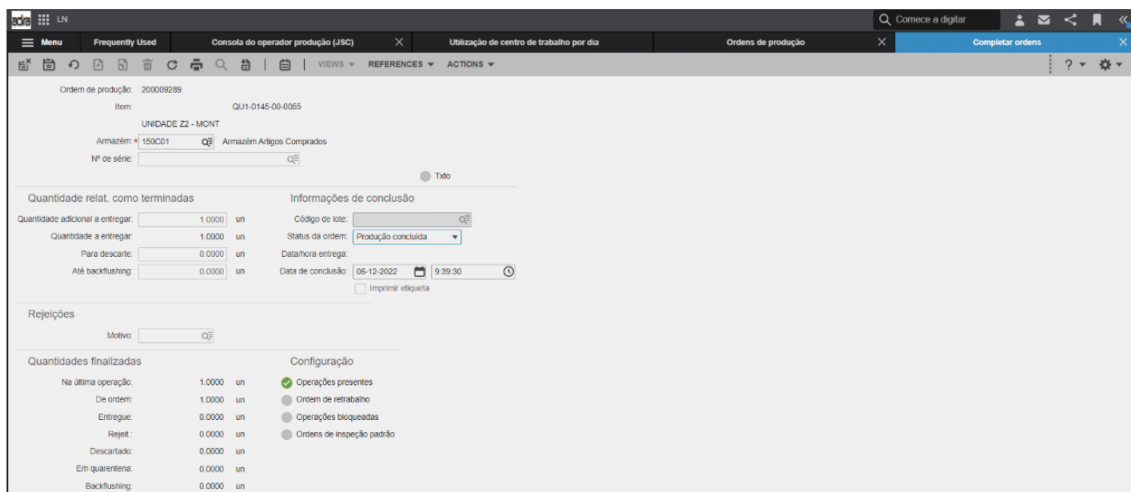


Figura 32- Completar ordem de montagem e adicionar quantidades no InforLN

Posteriormente, a máquina fica bloqueada e não terminada uma vez que o responsável de qualidade tem de verificar que a máquina está conforme. Só depois é que se poderá fechar a ordem de produção e faturar a máquina para sair no dia (Tem de estar tudo registado em sistema InforLN).

3.4.5. Visualizar desenho de Montagem: Fluxograma 11.4

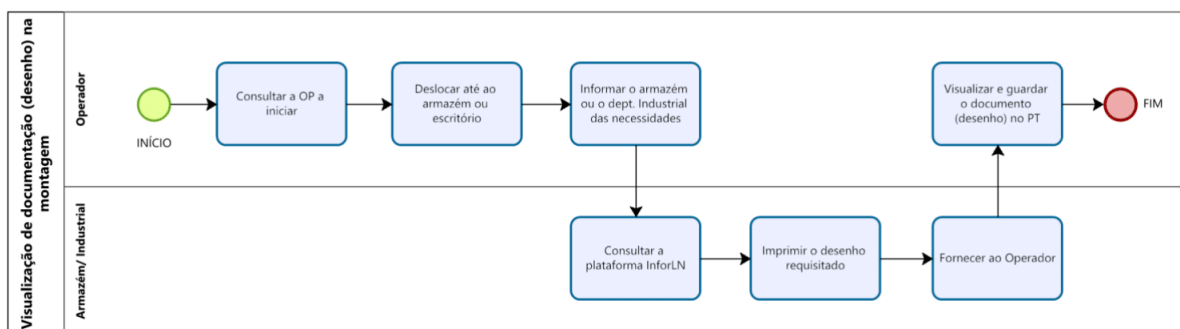


Figura 33- Processo de visualização de documentação na montagem

Na montagem os operadores têm de pedir os desenhos/ documentos no armazém ou no escritório e consultá-los, posteriormente, no sistema InforLN.

APÊNDICE J



MANUAL GERAL DE PROCEDIMENTOS

DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO: CRIAR REQUISIÇÃO



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

REVISÕES

REV	DATA	DESCRIÇÃO ALTERAÇÃO	ELABORADO POR:	APROVADO POR:
1	20/03/2023	Versão inicial do mapeamento detalhado dos processos As-Is	Leonor Costa	Luís Reis
2	23/03/2023	Alteração do mapeamento detalhado dos processos As-Is	Leonor Costa	Luís Reis
3	27/03/2023	Versão final do mapeamento detalhado dos processos As-Is	Leonor Costa	Luís Reis

1 OBJETIVO

Criar uma descrição detalhada do processo "Criar Requisição" no sistema InforLN.

2 ÂMBITO

Este procedimento contribui para o processo de preparação da implementação do software MES fornecendo uma visão geral das atividades atuais da empresa.

3 PROCEDIMENTO

3.1. Processo de Criar Requisição

O processo de criação de requisitos pode exigir a participação de quatro intervenientes, nomeadamente: O requisitante, o aprovador de nível 1, aprovador de nível 2 e o departamento de *procurement*.

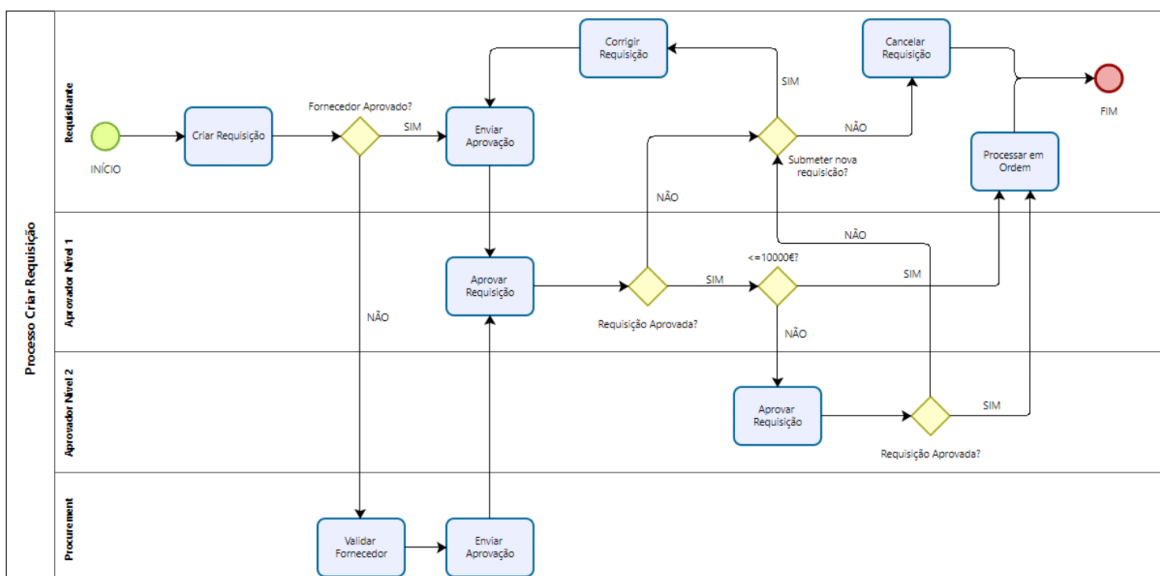


Figura 1- Mapeamento do processo "Criar Requisição" em Bizagi

3.1.1. Fornecer/ Retirar função de Comprador a um utilizador do departamento *Procurement*

A função de procurement permite ao utilizador adicionar fornecedores aprovados ao sistema e enviar requisições de compra para aprovação com fornecedores não aprovados. Para dar esta permissão é necessário seleccionar no Infor LN "Compra">"Dados Mestre">"Geral">"Perfis do Utilizadores" (1) que abrirá uma nova página de "Perfis de Utilizador de Compra". A Figura 2 (passo 3) mostra a lista de

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

perfis existentes onde o utilizador pode pesquisar pelo qual pretende dar/retirar permissão. Ao seleccionar o icon (2) será aberta uma nova página onde será dada (ou retirada) a permissão de comprador ao respetivo utilizador (3).

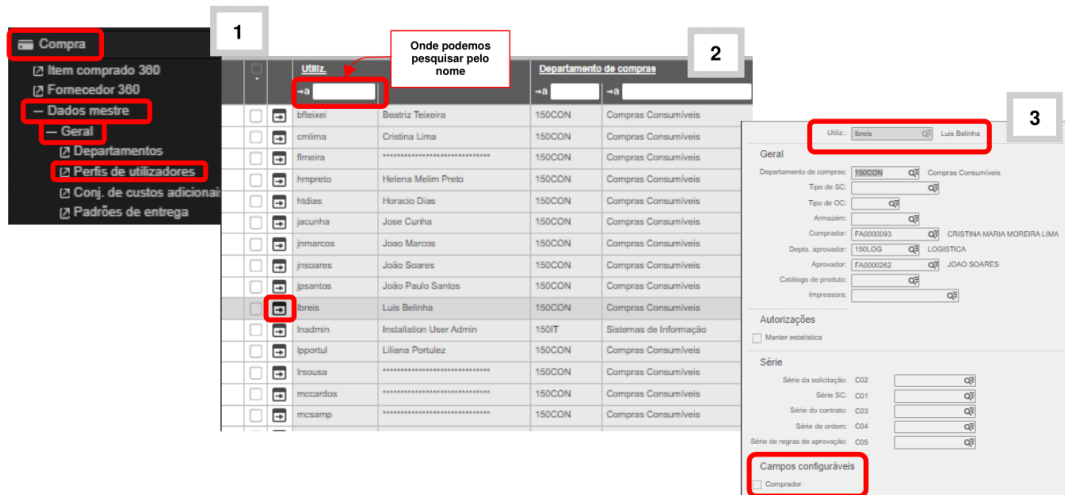
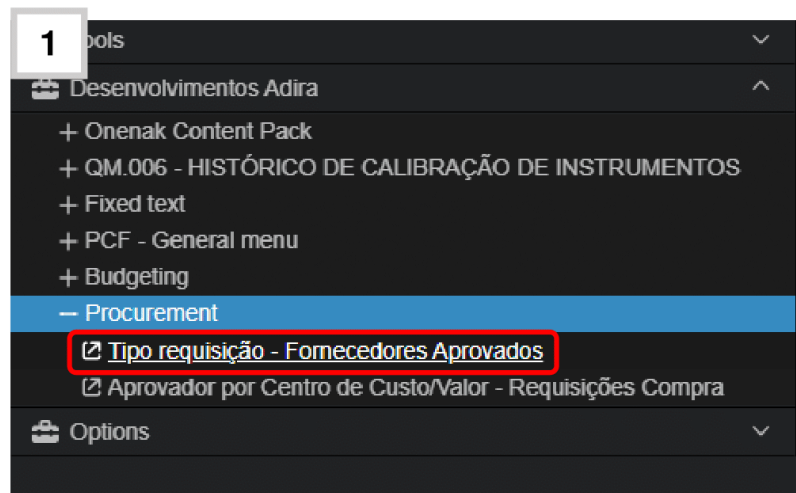


Figura 2- Parametrizar função de Comprador

3.1.2. Consultar/ Adicionar Fornecedores

Inicialmente, o requisitante deve aceder ao menu "Desenvolvimento da Adira">"Procurement">"Tipo requisição - Fornecedores Aprovados" e abrirá uma nova página que permite a utilizador verificar se o fornecedor ao qual pretende fazer uma compra, está disponível na lista de fornecedores e, possivelmente, verificar a que série pertence:



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Assim, o utilizador vai ter a possibilidade de consultar todos os fornecedores disponíveis por cada série, separados por pastas, e ainda adicionar novos fornecedores. A Figura 3 exibe o ecrã onde é possível seleccionar a série.

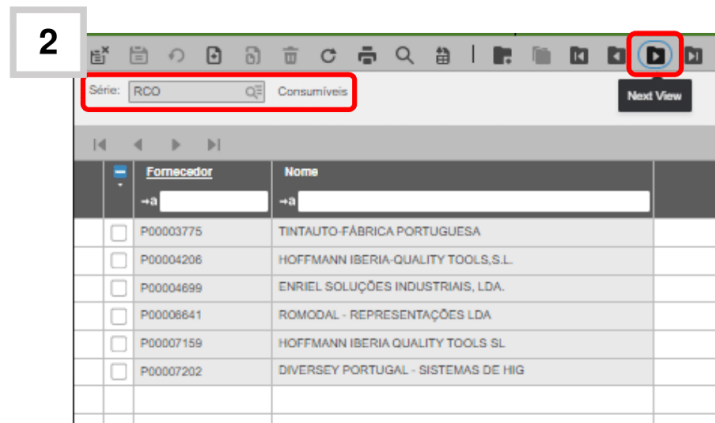


Figura 3- Lista de fornecedores por série

É de realçar que os fornecedores que se encontram disponíveis em cada uma das pastas são os fornecedores que já se encontram aprovados. Se a opção que o requisitante pretende escolher ainda não tem qualquer fornecedor associado, deve adicionar uma nova pasta (4) com essa série e, conseqüentemente, abrirá uma pop-up com todas as séries disponíveis (5). (Figura 4)

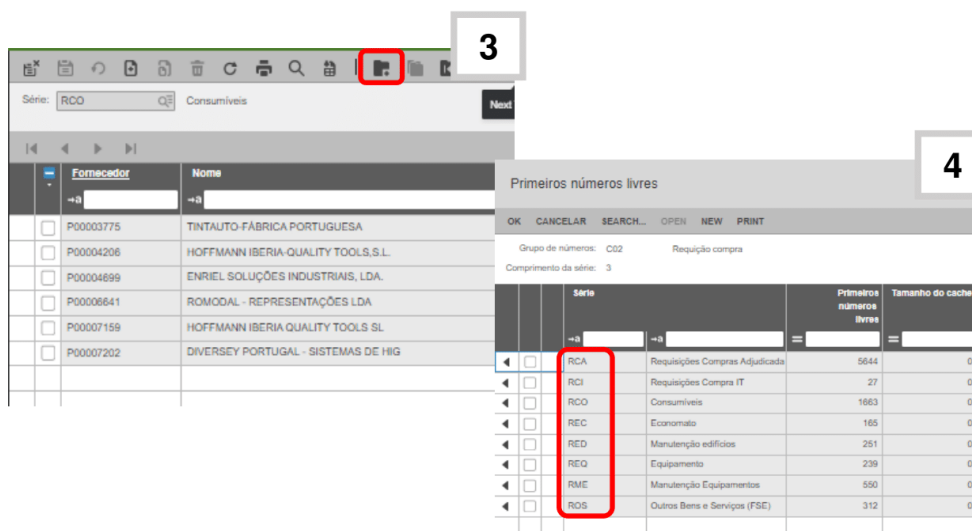


Figura 4- Criar uma série nova

No exemplo apresentado, está seleccionado o tipo de série "RCO" que representa todo o tipo de consumíveis que tem um total de seis fornecedores disponíveis e aprovados.

Finalmente, para adicionar um novo fornecedor, o utilizador deve seleccionar o icon representado na Figura 5, e pesquisar por aquele a que pretende fazer a compra (seja pelo nome, código, morada, entre outros):

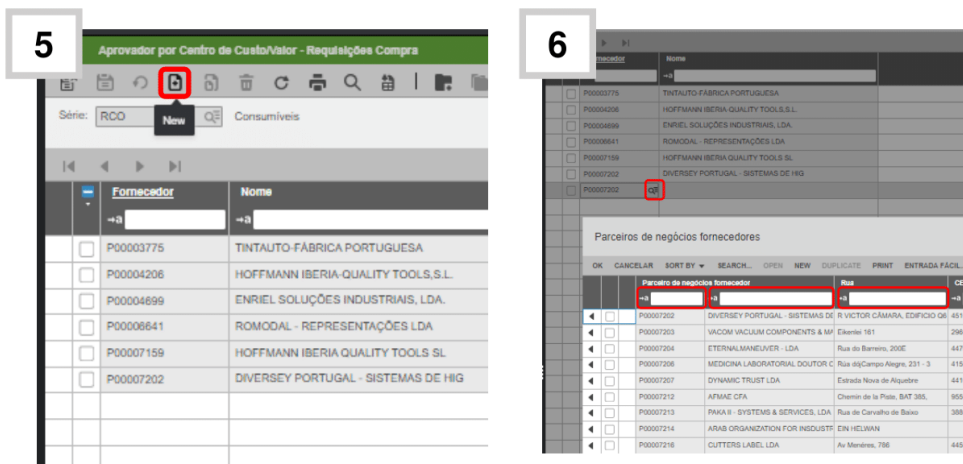


Figura 5- Adicionar um novo fornecedor

3.1.3. Definir Aprovadores de Requisições

A criação de qualquer requisição exige uma aprovação superior. A definição dos utilizadores com a função de aprovadores está disponível no InforLN em “Desenvolvimento da Adira”>“Procurement”>“Aprovador por Centro de Custo/Valor – Requisições Compra”. Ao seleccionar, o utilizador será redireccionado para a nova página “Aprovador por Centro de Custo/Valor – Requisições Compra” onde será exibida a lista de aprovadores disponíveis. Cada um desses utilizadores é limitado por uma restrição de valor, ou seja, o aprovador da requisição varia de acordo com o valor dessa compra.

A Figura 6 mostra um exemplo de uma lista de aprovadores de requisições, nomeadamente, o aprovador “FA0000273” para quando o valor é inferior ou igual a 10000€ e o aprovador “FA0000274” para quando o valor é superior a 50000€.

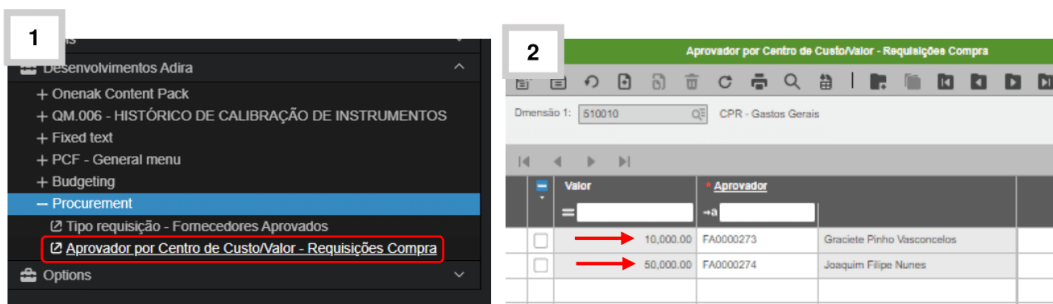


Figura 6- Lista de aprovadores de requisição



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

3.1.4. Criar Requisição

Os passos anteriores são cruciais para garantir que a criação de uma requisição é realizada com sucesso. Para criar a requisição de compra, o requisitante acede ao InforLN e seleciona "Compra">"Solicitações">"Solicitações" (1) que abrirá uma nova página "Solicitações de Compra" com o histórico de todas as requisições realizadas (2).

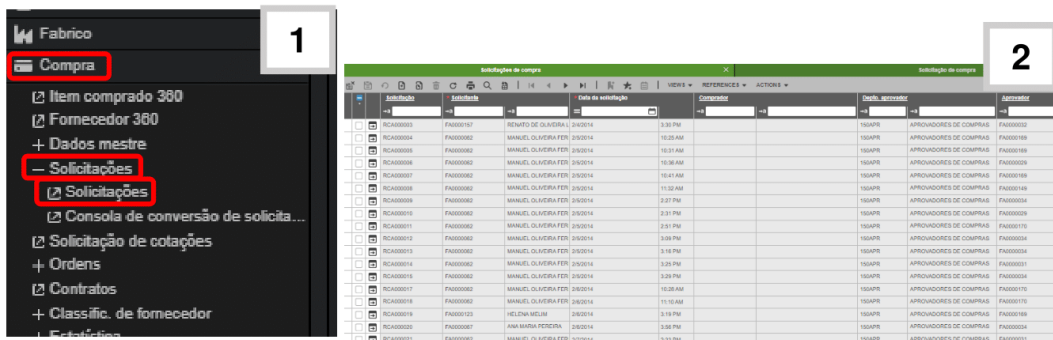


Figura 7-Lista de requisições

De seguida, para criar a nova requisição, o utilizador deve seleccionar o icon (3) que redirecciona o utilizador para uma nova página "Solicitação de Compra". Para identificar a o tipo de requisição e fornecedor, o utilizador seleciona a lupa (4) que abrirá uma nova pop-up onde se identifica a série da requisição, ou seja, o tipo de requisição a fazer e seleciona "ok" para a fechar.

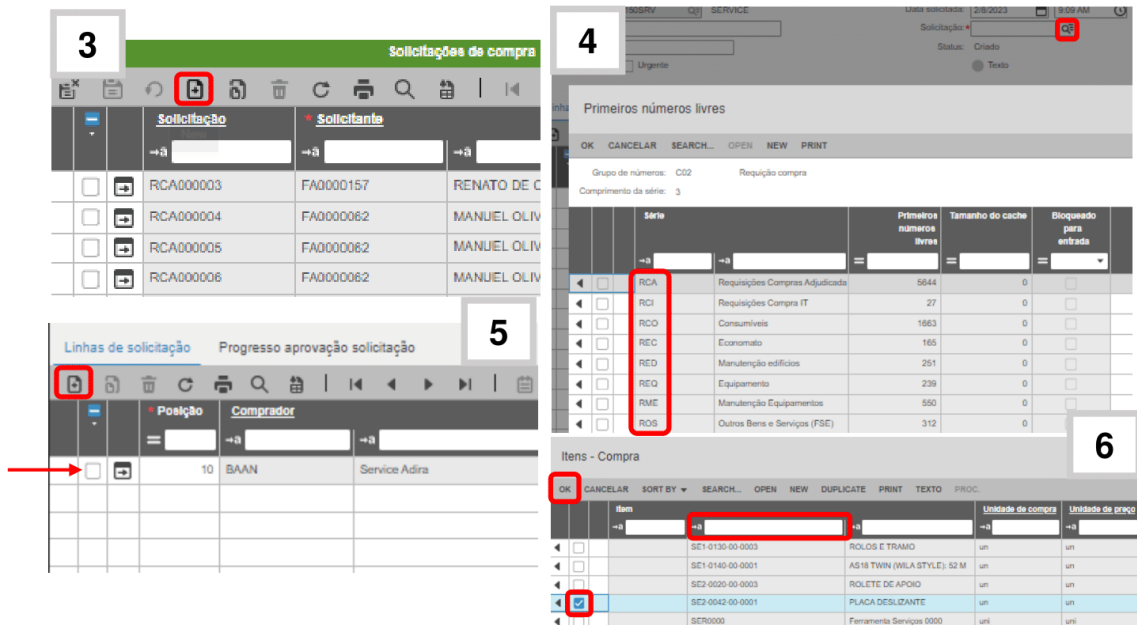


Figura 8- Criar uma nova requisição



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Posteriormente, adiciona-se uma nova linha de solicitação (5) que já será, automaticamente, da série escolhida em cima. Nesta linha deve definir o produto a comprar na coluna "Item" com a possibilidade abrir uma dropdown para pesquisar os produtos ou serviços (6).

Dependendo do item a comprar, a coluna "Centro do Custo" tem de ser (ou não) preenchida, ou seja, quando se trata de um produto para stock (físico), o sistema não pede que se preencha o centro de custo permitindo que qualquer aprovador que se encontre nessa dimensão aprove, tendo em conta os restrições. Por outro lado, quando se trata de um serviço ou matéria-prima, o centro de custos deve ser preenchido com o respetivo código. Por exemplo, na Figura 9, a solicitação de compra é de um produto para stock "RT2-0300-02-0019: Perfil da Guia" (7) e, por esse motivo, não se preenche o centro de custos e o sistema assume a dimensão vazia (8) (ver subcapítulo 3.1.3 para rever este ponto).

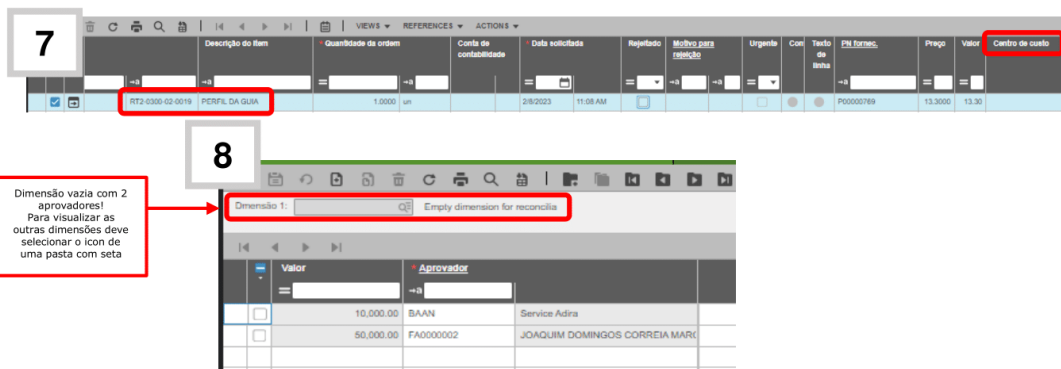


Figura 9- Exemplo de criação de requisição

A coluna "quantidade da ordem" deve ser preenchida pelo utilizador com a quantidade a comprar do produto ou serviço e o fornecedor verificado e, caso seja necessário, alterar para aquele a quem pretendemos fazer a compra.

3.1.5. Enviar Requisição

Após criar a requisição, no caso de o fornecedor estar aprovado, o requisitante envia a requisição para o aprovador de nível 1, ou seja, o utilizador que aprova a requisição quando o valor é menor ou igual a 10000€. Este utilizador aprova (ou não) a requisição. No caso de aprovar, se o valor for superior ao limite (10000€), esta requisição deve ser, da mesma forma, aprovada pelo aprovador de nível 2.

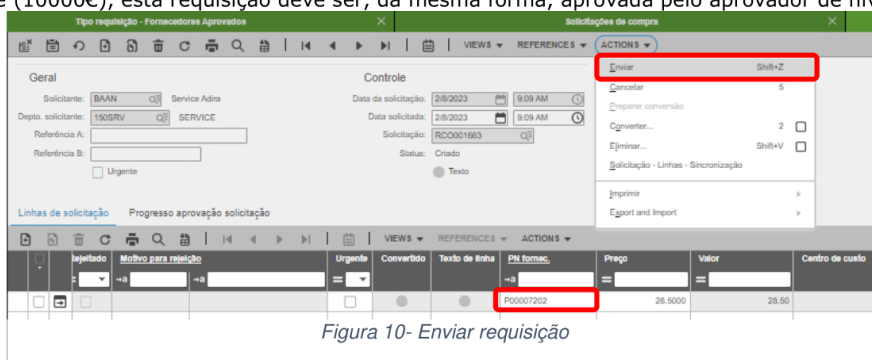


Figura 10- Enviar requisição

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

Para enviar essa solicitação, o utilizador necessita de possuir a função de comprador, caso contrário, não vai ser possível enviar a solicitação ao aprovador. Se tudo estiver alinhado, ao selecionar "Actions">"Enviar", a solicitação será enviada e altera o seu "status" para "Aprovação Pendente".

3.1.6. Aprovar Requisição

A aprovação da solicitação é feita pelos aprovadores designados, tendo em conta a restrição. Neste exemplo, o aprovador é o "FA0000273: Graciete Pinho Vasconcelos" por isso, a única forma de aprovar esta solicitação é entrar no sistema com esse utilizador.

- o **Nota:** No backoffice do InforLN, se utilizarmos o utilizador admin conseguimos alterar os detalhes desse utilizador e colocar O Logon do aprovador com aquele que estamos a utilizar.

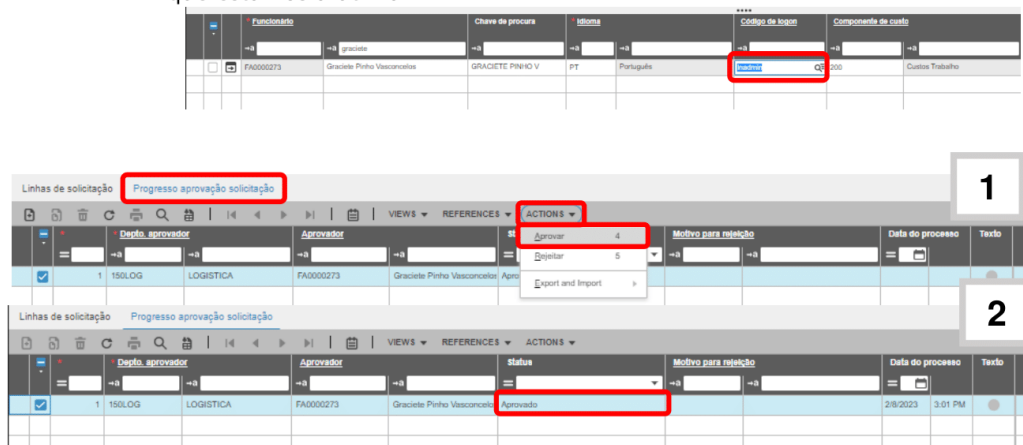


Figura 11- Aprovar requisição

3.1.7. Converter para Ordem de Compra (OC)

Finalmente, após a solicitação estar aprovada, é necessário convertê-la a Ordem de Compra (OC). Essa conversão é possível em "Action">"converter" (1) e depois aparecerá a pop-up de impressão da lista de conversão de solicitação. Quando selecionado "print" irá ser gerada a lista (3).

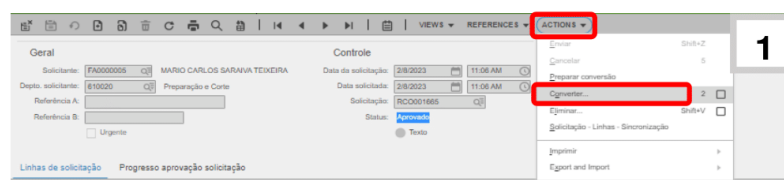


Figura 12- Converter requisição



DESCRIÇÃO DETALHADA DE MICROPROCESSOS

2

Converter solicitações de compra

CONVERTER FECHAR

Grupo de números: C04 Ordens de compra

Série de ordem: CCC

Tipo de OC: TCN

Série de ordem para subcontratação:

Tipo de ordem para subcontratação:

Série de ordem para subcontratação de serviço:

Tipo de ordem para subcontratação de serviço:

SCs de compra

Grupo de números: C01 Pedidos cotação

Série SC:

Tipo de SC:

Definições **Opções**

Agendamento Impr. relat. êxito

Eliminar solicitação após conversão Imprimir relatório de erros

Calcular novos preços e descontos

Moeda do parceiro de negócios

Tipos de ordem de compra

OK	CANCELAR	SEARCH...	OPEN	NEW	DUPLICATE	PRINT												
		Tipo de OC		Ordem de devolução		Entrega direta		Ordem de cobrança		Ordem de custo		Ordem de subord.						
4	<input checked="" type="checkbox"/>	TCN	Compras Normais	Não	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	TCU	Compras Urgentes	Não	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 13- Converter requisição

3

Select Device

CONTINUAR FECHAR SAVE DEFAULTS CLEAR DEFAULTS GET DEFAULTS SELECT LANGUAGE...

Impressora Display Enviar mensagem Ficheiro

Device:

Opções

Date:

Time: 00:00

Copies: 1

From Page: 1 To Page: 999999

Paper Type:

Font:

Margin: 0

Opções de impressora do Windows

Template Code:

Relatório tdpur220101000 Lista de conversão de solicitação

Data : 06-02-23 | 15:23 | Eur | ADIRA

Lista de conversão de solicitação **Página :** 1

Companhia : 0150

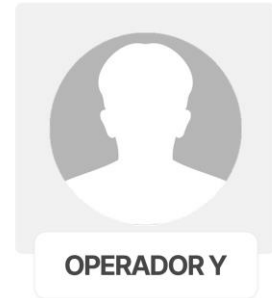
Solicitação	Linha	Item	Tipo de conversão	SC / ordem	Posição	Seq.
RC0001665	10	262210018	Ordem de compra	CCC012057	10	1

Figura 14- Ordem de Compra (OC)

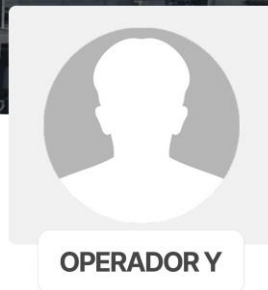
APÊNDICE K



INICIAR SESSÃO

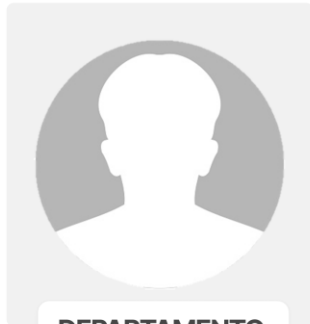


Por favor, faça a leitura do cartão de identificação

adira**adira**

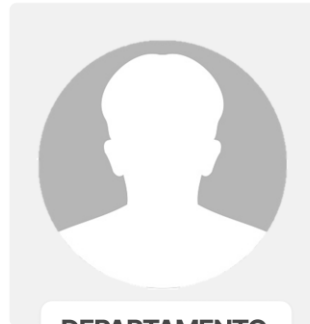


< **adira** | SUPORTE TÉCNICO



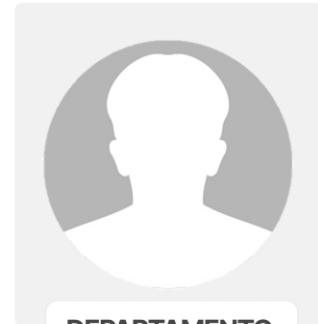
**DEPARTAMENTO
PRODUÇÃO**

Responsável X



**DEPARTAMENTO
QUALIDADE**

Responsável Y



**DEPARTAMENTO
ENGENHARIA**

Responsável Z

< **adira** | CENTRAL DE NOTIFICAÇÕES



M10001369 - Máquina Parada ⚠️

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149



M10001452 - Setup de Máquina Terminado

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149



< **adira** | **CENTRAL DE NOTIFICAÇÕES** 

M10001369 - Máquina Parada 

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149 


M10001452 - Setup de Máquina Terminado

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149 


OK


< **adira** | **LISTA DE ORDENS DE PRODUÇÃO**  

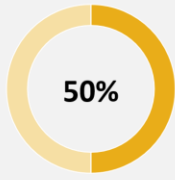
M10001369 

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030


QU1-0101-00-0149

 **Data Início:** 20/05/2023 11:07:23

 **Data Fim:** --/--/---- --:--:--





50%

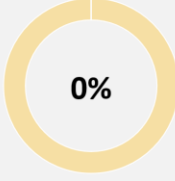
M40003765 

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030


QU1-0101-00-0149

 **Data Início:** --/--/---- --:--:--

 **Data Fim:** --/--/---- --:--:--



0%

M40003765 

< **adira** | CONSOLA DE PRODUÇÃO



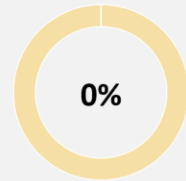
M10001369

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149

Data Início: --/--/---- --:--:--

Data Fim: --/--/---- --:--:--



CONSOLA DE PRODUÇÃO

INICIAR PRODUÇÃO

PARAR PRODUÇÃO

TERMINAR PRODUÇÃO

REGISTRAR QUANTIDADE

DOCUMENTAÇÃO

LISTA DE MATERIAL

REGISTRAR SETUP

< **adira** | CONSOLA DE PRODUÇÃO > Documentação



adira

SONAE CAPITAL

AMARRAÇÃO CILINDROS E AVENTAL

Sequência	Operação	Ferramenta	Modo Operatório	Critério de Aceitação	Verificação/ Rubrica
1	Medir	Papelmetro	Verificar carga nas moles corpo A1	Recomendado 41,6 mm	
2	Medir		Verificar carga nas moles corpo A	Recomendado 33,8 mm	
3	Verificar	Chave 5	Verificar bloqueio das pinças das moles com os parafusos 13.	Sem critério	
4	Verificar	Chave 5/8	Verificar bloqueio para das moles, color parafusos com chave.	Sem critério	
5	Medir	Apalpa folgas	Verificar aperto e afinação das Guarnas	Erro < 0,05 a 0,10 mm	

Centragem com Punção e Matriz

Figura 1

Sequência	Operação	Ferramenta	Modo Operatório	Critério de Aceitação	Verificação/ Rubrica
1	Verificar o paralelismo da régua relativamente à matriz/ punção	Compassador	Deslocar um dedo ou cabeça ao longo da régua e verificar se a distância (na horizontal) à matriz se mantém constante. (Figura 1)	Erro < 0,07 mm	

Figura 2

Sequência	Operação	Ferramenta	Modo Operatório	Critério de Aceitação	Verificação/ Rubrica
2	Verificar e alisar o paralelismo da régua relativamente à matriz/ punção	Apalpa folgas	Deslocar um dedo ao longo da régua e verificar se a distância (na vertical, altura) à matriz se mantém constante. (Figura 2)	erro < 0,10 mm	
3	Afiar e cortar dos dedos do ebarro	Dedo matriz Apalpa folgas	Encostar os dedos à face da matriz, de modo a sentir que a pressão dos dedos na rotação	erro < 0,07 mm	

OK

< **adira** | CONSOLA DE PRODUÇÃO > Lista de Material



ARTIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	OP
ARTIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	OP
ARTIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	OP
ARTIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	OP
ARTIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	OP
ARTIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	OP
ARTIGO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	OP

OK

< **adira** | CONSOLA DE PRODUÇÃO > Informação Adicional



M100

CORPO

QU1-C

ORDEM DE PRODUÇÃO: M10001369

0%

Descrição: CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

Código: QU1-0101-00-0149

Tempo de Ciclo: 48 horas

Data Início Prevista: 20/05/2023

Data de Fim Prevista: 22/05/2023


OK

REGISTAR QUANTIDADE

DOCUMENTAÇÃO


LISTA DE MATERIAL


REGISTAR SETUP

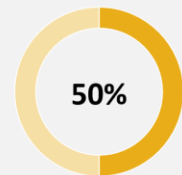
M10001369 

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149

 **Data Início:** 20/05/2023 11:07:23

 **Data Fim:** --/--/------:--



CONSOLA DE PRODUÇÃO

 INICIAR PRODUÇÃO

 PARAR PRODUÇÃO

 TERMINAR PRODUÇÃO

 REGISTRAR QUANTIDADE

 DOCUMENTAÇÃO

 LISTA DE MATERIAL

 REGISTRAR SETUP

M10001369
CORPO ESTRUTURA PA013530/16030
QU1-0101-00-0149

REGISTRAR QUANTIDADES PRODUZIDAS

Quantidades Produzidas:

Aceites

Rejeitadas

Qtd. Esperadas:

OK

50%

M100
CORPO
QU1-0

PARAGEM IDENTIFICADA

Selecione o motivo:

Falta de ferramentas ou componentes

Refeição

Problemas no programa da máquina

50%

REGISTAR QUANTIDADE
DOCUMENTAÇÃO
LISTA DE MATERIAL
REGISTAR SETUP

M100
CORPO
QU1-0

PARAGEM IDENTIFICADA

Selecione o motivo:

Falta de ferramentas ou componentes


Refeição

Problemas no programa da máquina

50%

OK


REGISTAR QUANTIDADE
DOCUMENTAÇÃO
LISTA DE MATERIAL
REGISTAR SETUP

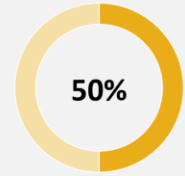
M10001369 

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149

 **Data Início:** 20/05/2023 11:07:23

 **Data Fim:** --/--/-----:--:--



CONSOLA DE PRODUÇÃO

 INICIAR PRODUÇÃO

 CONTINUAR PRODUÇÃO

 TERMINAR PRODUÇÃO

 REGISTRAR QUANTIDADE

 DOCUMENTAÇÃO

 LISTA DE MATERIAL

 REGISTRAR SETUP

M10001369

CORPO ESTRUTURA

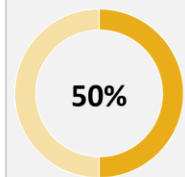
QU1-0101-00-0149



REGISTO DE SETUP



TEMPO DE SETUP: 00:00:00



CONSOLA DE PRODUÇÃO

 REGISTRAR QUANTIDADE

 DOCUMENTAÇÃO

 LISTA DE MATERIAL

 REGISTRAR SETUP



< **adira** | CONSOLA DE PRODUÇÃO 🔔 | 🧑

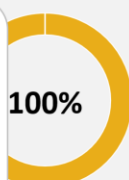
REGISTRAR QUANTIDADES PRODUZIDAS

Quantidades Produzidas:

Aceites	5	Rejeitadas	0
---------	---	------------	---

Qtd. Esperadas: 5

OK



100%

< **adira** | CONSOLA DE PRODUÇÃO 🔔 | 🧑

M10001369 

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149

📅 Data Início: 20/05/2023 11:07:23

📅 Data Fim: 20/05/2023 14:13:56



100%

CONSOLA DE PRODUÇÃO


 INICIAR PRODUÇÃO


 PARAR PRODUÇÃO


 TERMINAR PRODUÇÃO


 REGISTRAR QUANTIDADE


 DOCUMENTAÇÃO


 LISTA DE MATERIAL


 REGISTRAR SETUP

METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

<p>M10001369 </p> <p>CORPO ESTRUTURA PA013530/16030</p> <p>QU1-0101-00-0149</p>	<p>Quantidades Produzidas</p> <p>Aceites: 3</p> <p>Rejeitadas: 2</p>	<p>100%</p>
<p>M40003765 </p> <p>CORPO ESTRUTURA PA013530/16030</p> <p>QU1-0101-00-0149</p>	<p>Quantidades Produzidas</p> <p>Aceites: 5</p> <p>Rejeitadas: 0</p>	<p>100%</p>
<p>M40003765 </p>		

<p>M10001369 </p> <p>CORPO ESTRUTURA PA013530/16030</p> <p>QU1-0101-00-0149</p>	<p>Quantidades Produzidas</p> <p>Aceites: 3</p> <p>Rejeitadas: 2</p>	<p>100%</p>
--	---	-------------

NÃO CONFORMIDADES - MOTIVO

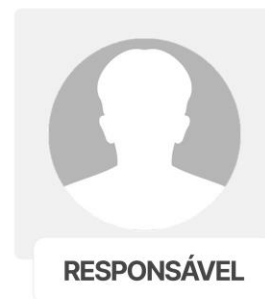
Peça rejeitada 1:

Peça rejeitada 2:

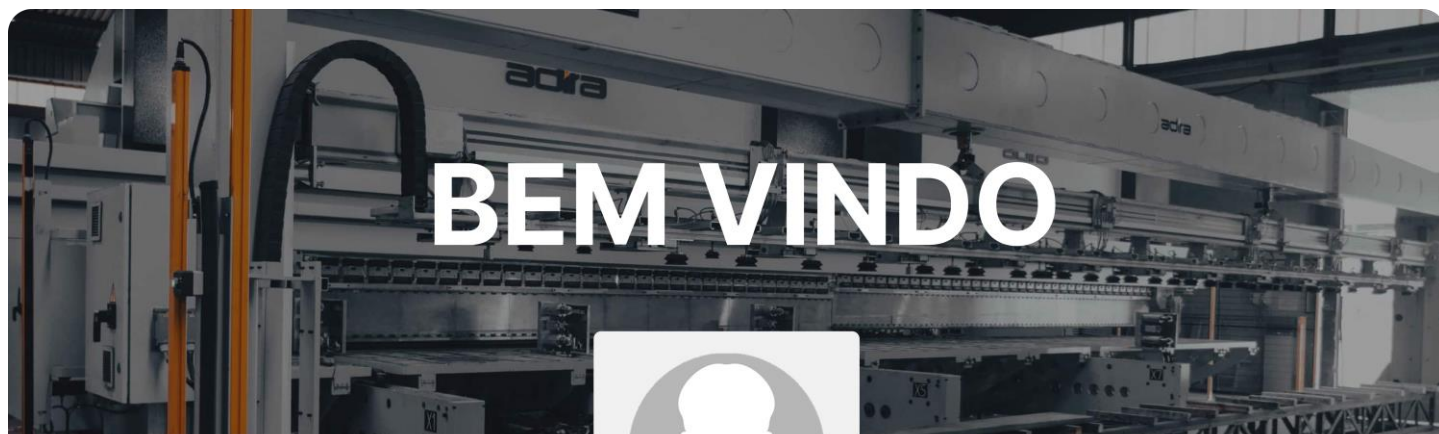
APÊNDICE L



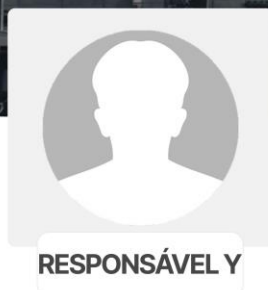
INICIAR SESSÃO

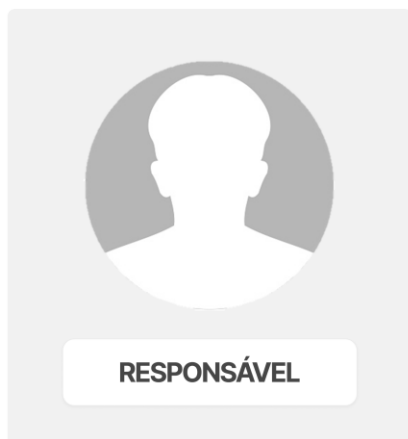
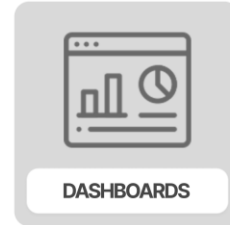


Por favor, faça a leitura do cartão de identificação



BEM VINDO





NOME COMPLETO

Responsável do Planeamento e Gestão da Produção

ÁREA

Industrial

FUNÇÃO

Função 1

Função 2

Função 3

< **adira** | CENTRAL DE NOTIFICAÇÕES



MENSAGENS POR LER

MENSAGENS LIDAS

M10001369 - Máquina parada ⚠️

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149



M10001452 - Problema no programa da máquina

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149



< **adira** | CENTRAL DE NOTIFICAÇÕES

MENSAGENS POR LER

MENSAGENS LIDAS

M10001369 - Máquina parada ⚠️

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149

M10001892 - Setup de máquina terminado

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149

< **adira** | CENTRAL DE NOTIFICAÇÕES

MENSAGENS LIDAS

M10001489 - Máquina Parada ⚠️

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

QU1-0101-00-0149



M10001452 - Setup de Máquina Terminado

CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

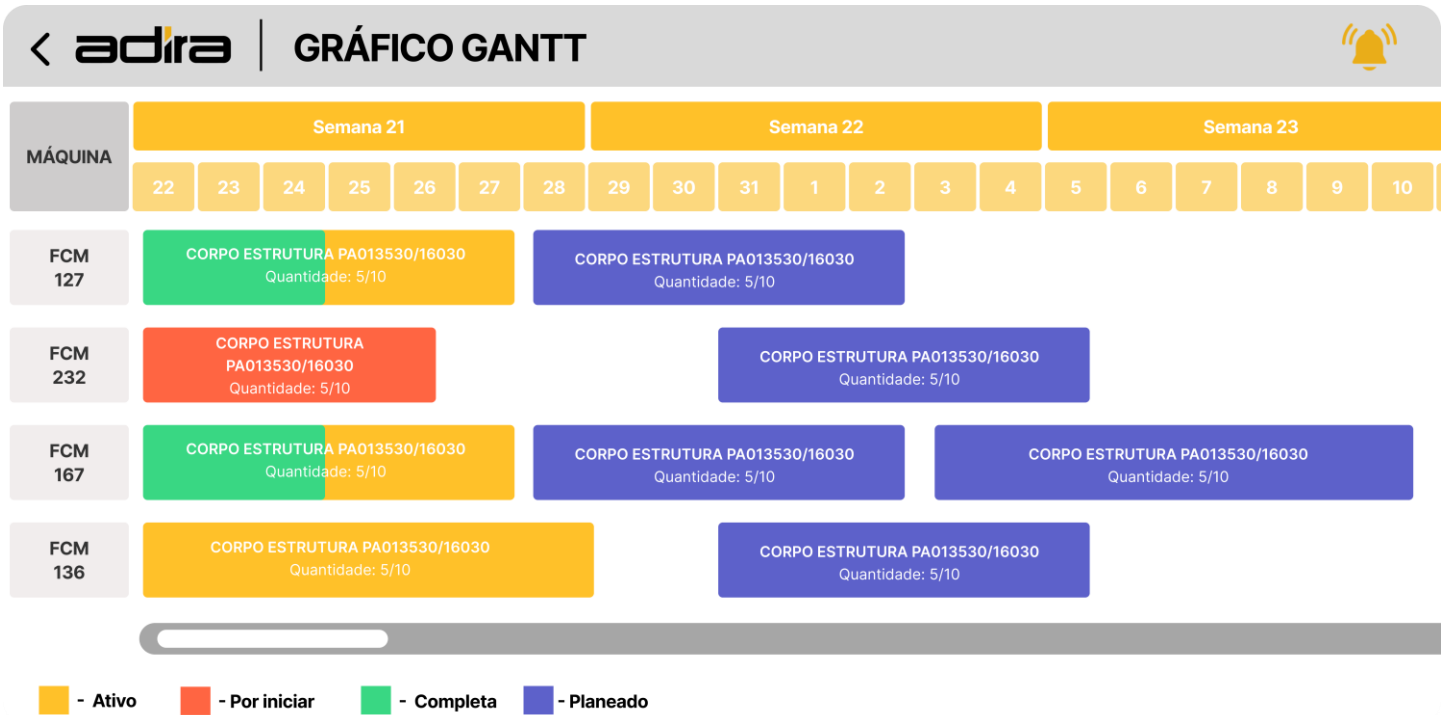
QU1-0101-00-0149



OK

< **adira** | PRODUÇÃO





< **adira** | PLANO DE PRODUÇÃO 🔔

FUNCIÓNARIO	OP	OPERAÇÃO	CENTRO TRABALHO	DATA DE INÍCIO	DATA PLANEADA FIM
João Silva	300305	300305	Maquinagem	31/04/2023	31/04/2023
Pedro Ferreira	300302	300302	Box de Montagem	27/04/2023	27/04/2023
Manuel Oliveira	-	-	-	-/-/-	-/-/-
José Campos	300310	300310	Pré-Montagem	04/05/2023	04/05/2023
João Silva	300340	300340	Maquinagem	23/04/2023	23/04/2023
Pedro Ferreira	300305	300305	Box de Montagem	08/05/2023	08/05/2023
José Campos	300302	300302	Pré-Montagem	01/05/2023	01/05/2023
Manuel Oliveira	300301	300301	Pré-Montagem	25/05/2023	25/05/2023

< **adira** | DIGITAL SHADOW 🔔

PINTURA -	FCM 164 100000773 Gonçalo Lopes	PRÉ MONTAGEM -	BOX 01 100000963 Pedro Ferreira	PRÉ-MONTAGEM 100000874 Carlos Manuel
	FCM 124 100000773 João Silva		BOX 02 -	
	ESTUFA 100000773 Fernando Costa		FCM 175 100000773 José Ferreira	
			BOX 04 -	
			BOX 05 100000963 Pedro Ferreira	
			BOX 06 100000963 Pedro Ferreira	
			BOX 07 100000963 Pedro Ferreira	
			BOX 08 -	

< **adira** | DIGITAL SHADOW 🔔

ORDEM DE PRODUÇÃO: M10001369 ⓘ

Descrição: CORPO ESTRUTURA PA013530/16030

Centro de trabalho: FCM 164

Operador: Gonçalo Lopes

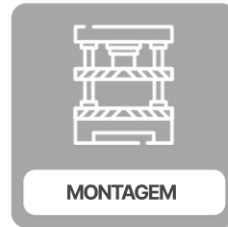
Data e Hora de Início Prevista: 20/05/2023 16:40

Data e Hora de Fim Prevista: 22/05/2023 19:42

OK

PINTURA -	FCM 164 100000773 Gonçalo Lopes	PRÉ MONTAGEM -	BOX 01 100000963 Pedro Ferreira	PRÉ-MONTAGEM 100000874 Carlos Manuel
	FCM 124 100000773 João Silva		BOX 02 -	
ESTUFA 100000773 Fernando Costa	FCM 175 100000773 José Ferreira		BOX 03 100000963 Pedro Ferreira	PRÉ-MONTAGEM 100000874 Carlos Manuel
			BOX 04 -	
			BOX 05 100000963 Pedro Ferreira	
			BOX 06 100000963 Pedro Ferreira	
			BOX 07 100000963 Pedro Ferreira	
			BOX 08 -	

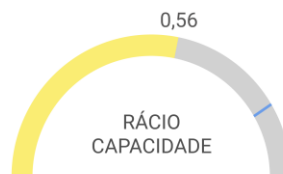
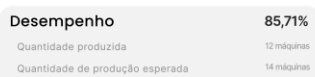
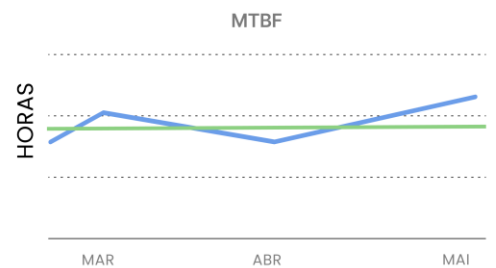
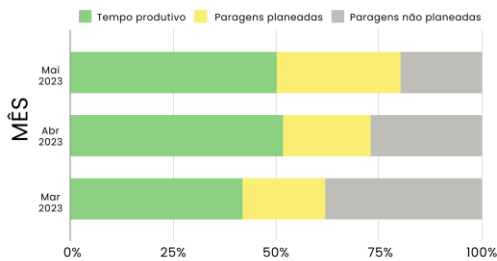
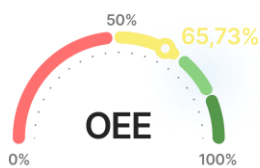
< **adira** | DASHBOARDS 



< **adira** | DASHBOARDS > GERAL 

Data de início:  Data de fim: 

Overall Equipment Efficiency



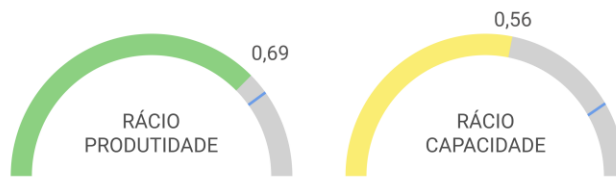
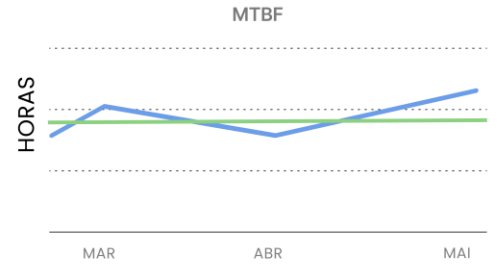
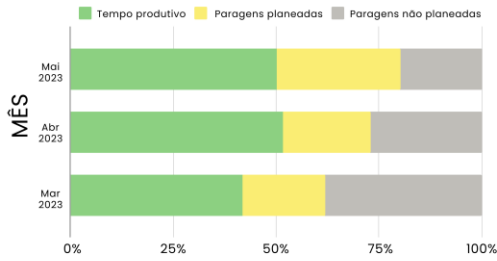
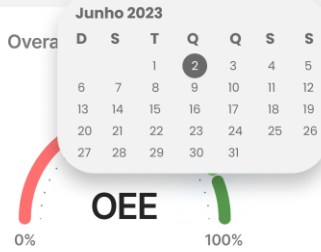
VISÃO GERAL



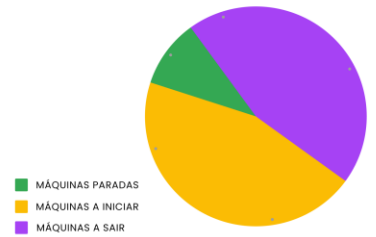
< **adira** | DASHBOARDS > GERAL



Data de início: Data de Fim:



VISÃO GERAL



ANEXO A

Não foram utilizados quaisquer anexos durante a elaboração do presente documento.