



## Impacto da melhoria contínua na sustentabilidade

VÍTOR HUGO SILVA OLIVEIRA

outubro de 2025



# **Impacto da melhoria contínua na sustentabilidade**

**Vítor Hugo Silva Oliveira**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Mecânica, Área de Especialização em  
Gestão Industrial**

**Orientador: Doutor José Carlos Vieira de Sá, Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Politécnico do Porto**

Porto, outubro 2025



# Agradecimentos

Gostaria de expressar o meu sincero agradecimento a todos os que contribuíram para a realização deste projeto, que marca o culminar do meu percurso académico no Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu Orientador, Professor José Carlos Sá, pela orientação, disponibilidade e apoio prestado ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Expresso também o meu reconhecimento à Vinco Válvulas, por ter possibilitado a realização da dissertação nas suas instalações, e à Engenheira Inês Pimentel, pela orientação próxima, incentivo constante e pela forma como guiou cada etapa deste trabalho.

Agradeço igualmente aos meus colegas de curso, Beatriz, Nathália, Sara, Leonardo, Gael e José, pelo companheirismo, ajuda e amizade ao longo deste anos.

Agradeço ainda aos meus pais e à Catarina, pelo apoio incondicional e motivação ao longo de todo este percurso.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o sucesso deste trabalho, muito obrigado.



# Resumo

A presente dissertação analisa o contributo da digitalização e da melhoria contínua para a sustentabilidade industrial, com aplicação em duas áreas distintas: a gestão da manutenção e o processo de fosfatação. O principal objetivo deste trabalho consiste em avaliar de que forma a integração de ferramentas digitais e práticas *Lean* pode promover simultaneamente ganhos de eficiência operacional e de sustentabilidade nas operações industriais.

Este estudo procura responder à questão central de como a melhoria contínua pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da indústria.

Para responder a esta questão, foi adotada a metodologia *Action-Research*, caracterizada pela intervenção direta no contexto organizacional, permitindo implementar e avaliar mudanças reais nos processos estudados.

A integração de um módulo de manutenção num sistema ERP permitiu digitalizar tarefas anteriormente realizadas em papel, eliminando o consumo anual de impressos drasticamente e melhorando a rastreabilidade das intervenções. A centralização da informação possibilitou maior eficiência no planeamento e uma gestão mais fiável dos ativos, refletindo-se ainda num aumento da satisfação geral dos operadores, resultado da simplificação do registo das atividades de manutenção autónoma e da redução do tempo despendido nas tarefas administrativas.

Na vertente produtiva, a implementação de medidas de melhoria na linha de fosfatação resultou numa redução de 39 % no consumo de energia elétrica, numa diminuição de 56 % nas emissões de CO<sub>2</sub> e numa redução de 17 % no consumo de água. Estas melhorias foram acompanhadas por ganhos na organização e segurança do posto de trabalho, impulsionados pela aplicação do 5S.

Os resultados obtidos traduzem progressos nos três pilares da sustentabilidade — económico, ambiental e social — e contribuem para os ODS 8 (Trabalho Digno e Crescimento Económico), ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestruturas) e ODS 12 (Produção e Consumo Sustentáveis), demonstrando que a integração entre *Lean* e digitalização é uma via eficaz para uma indústria mais eficiente e sustentável.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0, *Lean*, Sustentabilidade, ERP, Gestão da Manutenção, Fosfatação, Melhoria Contínua



# Abstract

This dissertation analyses the contribution of digitalisation and continuous improvement to industrial sustainability, with application in two distinct areas: maintenance management and the phosphating process. The main objective of this work is to assess how the integration of digital tools and Lean practices can simultaneously promote gains in operational efficiency and sustainability in industrial operations.

This study seeks to answer the central question of how continuous improvement can contribute to the sustainable development of industry.

To address this question, the Action-Research methodology was adopted, characterised by direct intervention in the organisational context, allowing for the implementation and evaluation of real changes in the processes under study.

The integration of a maintenance module into an ERP system enabled the digitalisation of tasks previously carried out on paper, drastically eliminating the annual consumption of printed forms and improving the traceability of interventions. The centralisation of information allowed for greater efficiency in planning and more reliable asset management, which was also reflected in an increase in overall operator satisfaction, resulting from the simplification of autonomous maintenance activity recording and the reduction of time spent on administrative tasks.

On the production side, the implementation of improvement measures in the phosphating line led to a 39% reduction in electricity consumption, a 56% decrease in CO<sub>2</sub> emissions, and a 17% reduction in water consumption. These improvements were accompanied by gains in workplace organisation and safety, driven by the application of the 5S methodology.

The results achieved demonstrate progress across the three pillars of sustainability — economic, environmental, and social — and contribute to SDG 8 (Decent Work and Economic Growth), SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure), and SDG 12 (Responsible Consumption and Production), showing that the integration of Lean and digitalisation is an effective path towards a more efficient and sustainable industry.

**Keywords:** Industry 4.0, Lean, Sustainability, ERP, Maintenance Management, Phosphating, Continuous Improvement



# Índice

Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiv
Acrónimos e Símbolos.....	xvi
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Metodologia .....	2
1.4. Estrutura.....	3
1.5. Apresentação da empresa .....	4
1.5.1. Processo produtivo .....	5
2. Revisão Bibliográfica .....	7
2.1. Sustentabilidade.....	7
2.2. Filosofia Lean.....	10
2.2.1. 5S.....	12
2.2.2. Total Productive Maintenance.....	15
2.2.3. Just in Time .....	16
2.2.4. Gestão Visual .....	17
2.2.5. Standard Work .....	18
2.2.6. Impacto do Lean na Sustentabilidade.....	18
2.3. Indústria 4.0 .....	22
2.3.1. Enterprise Resource Planning .....	23
2.3.2. Impacto da I4.0 na Sustentabilidade .....	25
2.4. Fosfatação .....	27
2.5. Lacunas e oportunidades de investigação .....	28
3. Implementação do módulo Manutenção no ERP.....	30
3.1. Recolha, atualização e introdução de dados.....	30
3.2. Fase de teste .....	31
3.3. Implementação total.....	35
3.4. Impacto na sustentabilidade.....	39
3.4.1. Pilar Financeiro .....	39
3.4.2. Pilar Ambiental.....	39
3.4.3. Pilar Social .....	40
4. Fosfatação .....	42
4.1. Estado inicial.....	43
4.2. Estudo de hipóteses de melhoria.....	46

4.3. Alterações realizadas.....	48
4.3.1. Cobertura dos banhos aquecidos .....	48
4.3.2. Alteração dos horários diários de fosfatação .....	52
4.3.3. Revisão dos parâmetros de temperatura .....	53
4.3.4. Manutenção da temperatura fora do horário laboral.....	54
4.3.5. Utilização dos painéis fotovoltaicos.....	55
4.3.6. Implementação dos 5S.....	57
4.4. Impacto na sustentabilidade.....	62
4.4.1. Pilar Financeiro .....	62
4.4.2. Pilar Ambiental.....	62
4.4.3. Pilar Social .....	64
5. Conclusão.....	66
5.1. Conclusões finais.....	66
5.2. Discussão das lacunas e contributos do estudo.....	67
5.3. Limitações e trabalhos futuros.....	67
5.3.1. Implementação do módulo Manutenção no ERP .....	67
5.3.2. Fosfatação .....	68
Referências.....	70
Declaração de Integridade .....	77
Apêndice A: Instruções de Trabalho Operacionais para a utilização do Segin .....	79
Apêndice B: Listagens Segin .....	80
Apêndice C: Questionário de satisfação dos colaborados .....	81
Apêndice D: <i>One-Point Lesson</i> da TPM1 da LTR01 .....	82
Apêndice E: Modelos de registo de controlo dos banho na LTR01 .....	83
Apêndice F: Draft para modelo de auditorias 5S na LTR .....	84
Apêndice G: Análise do consumo elétrico .....	85
Anexo A: Relatório Global Solar Atlas .....	86
Anexo B: Modelo antigo do registo de controlo dos banhos na LTR.....	87

# Lista de Figuras

Figura 1 - Metodologia Action-Research (adaptado de I. Susman & D. Evered, 2023) .....	3
Figura 2 - Logótipo da empresa.....	4
Figura 3 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Nações Unidas, 2018) .....	8
Figura 4 – TBL (adaptado de Nica et al., 2025) .....	9
Figura 5 - Casa TPS, adaptado de J. Liker (2004).....	10
Figura 6 - 5S (Hirano, 1995).....	13
Figura 7 - Pilares do TPM (adaptado Nakajima (1988)) .....	15
Figura 8 - Board inicial do módulo .....	32
Figura 9 - Board MNT após alterações realizadas.....	32
Figura 10 - Diferenças do menu de acessos entre contas Manutenção (esquerda) e Maquinagem (direita) .....	33
Figura 11 - Vistas disponíveis para facilitar a navegação .....	33
Figura 12 - Dashboard "Eventos de Manutenção".....	34
Figura 13 - Pedido de Intervenção .....	35
Figura 14 - Registo TPM1 .....	36
Figura 15 - Listagem de códigos para ordens TPM1 afixada no quadro da célula 1.....	36
Figura 16 - Listagem das ordens TPM1 para a semana a decorrer, na VincoNet .....	37
Figura 17 - Preenchimento dos campos para o arranque da ordem TPM1.....	38
Figura 18 - Diferenças na gestão documental para a) Manutenção e b) Qualidade .....	40
Figura 19 - Diagrama de Spaghetti dos fluxos existentes na Linha de Tratamentos .....	43
Figura 20 - Distribuição da quantidade de peças fosfatadas por mês em 2024 .....	47
Figura 21 - Sistema ACTSEC da KCH (a) fechado e (b) aberto (KCH, 2011) .....	48
Figura 22 - Tampo em poliestireno (a) quando foi aplicado e (b) estado atual.....	49
Figura 23 - Esferas em PEHD .....	50
Figura 24 - Remoção das esferas pelos operadores para facilitar as operações .....	50
Figura 25 - Esfera danificada .....	51
Figura 26 - Quadro elétrico da linha LTR e Contador trifásico instalado para o estudo.....	52
Figura 27 - Terminais mal fosfatados devido à baixa temperatura do banho .....	53
Figura 28 - Configuração internitente de funcionamento de uma hora.....	55
Figura 29 - Perfil horário nas instalações da empresa (Global Solar Atlas) .....	56
Figura 30 - Disposição inicial do armário dos produtos químicos .....	57
Figura 31 - Novo armário para o armazenamento dos produtos químicos usados na linha .....	58
Figura 32 - Esferas fora do tanque .....	59
Figura 33 - Falha no aquecimento devido à falta de solução durante a noite .....	59
Figura 34 - Impresso de compras a fazer na Linha de Tratamentos .....	60
Figura 35 - Draft de template para auditorias 5S na LTR .....	61
Figura 36 - Média da distribuição das fontes de energia elétrica do quarto trimestre de 2024(elaborado a partir de faturas do fornecedor EDP) .....	63
Figura 37 - Sugestão de alteração ao Regoper para incluir o registo de anomalias nos equipamentos aquando da realização de tarefas de manutenção TPM1 .....	68

Figura 38 - Layout da LTR (a) Atual e (b) Proposta..... 69



# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Missão, Visão e Valores da Vinco Válvulas S.A.(Vinco Válvulas, 2023) .....	4
Tabela 2 - Impacto operacional e sustentável de ferramentas Lean .....	19
Tabela 3 – Principais barreiras identificadas na implementação de sustentáveis (elaborado a partir de (Berlec & Peperko, 2024; Leong et al., 2019; Queiroz et al., 2023; C. Singh et al., 2021) .....	20
Tabela 4 - Níveis de maturidade de implmentação da indústria 4.0 numa organização (Gatell & Avella, 2024) .....	22
Tabela 5 – Principais fatores para a implementação de um ERP (Huang et al., 2019) .....	24
Tabela 6 - Resultados obtidos relativos ao questionário de satisfação dos colaboradores .....	41
Tabela 7 - Parâmetros de funcionamento das etapas de fosfatação .....	42
Tabela 8 - Características dos componentes para a solução da fosfatação .....	44
Tabela 9 - Comparativo das médias diárias de geração fotovoltaica em 2024 .....	56
Tabela 10 - Comparação entre o consumo elétrico e o respetivo custo entre 2024 e 2025.....	62
Tabela 11 - Comparação mensal de emissões de CO2 (2024 vs 2025).....	63
Tabela 12 - Comparação mensal do consumo de água (2024 vs 2025).....	64



# Acrónimos e Símbolos

## Lista de Acrónimos

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
EQP	Equipamentos de Produção
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
INF	Infraestruturas
JIT	<i>Just In Time</i>
LTR	Linha de Tratamento
MEI	Máquina, Equipamento ou Instalação
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
RMM	Recursos de Monitorização e Medição
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPM1	Tarefas de Manutenção Autónoma
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VIA	Viaturas

## Lista de Símbolos

<b>Símbolo</b>	<b>Designação</b>	<b>Unidade</b>
m	Massa da solução de fosfatação	kg
C <sub>p</sub>	Calor específico da solução	J/(kg·K)
ΔT	Variação de temperatura	°C
Q	Quantidade de energia térmica	J
ρ	Densidade da solução	kg/m <sup>3</sup>
T	Temperatura	°C
E	Energia elétrica	kWh
CO <sub>2</sub> eq	Emissões de dióxido de carbono equivalente	kg





# 1. Introdução

Este capítulo introduz o tema central da dissertação e enquadra o contexto em que o estudo se desenvolve. Apresentam-se os objetivos definidos, a metodologia adotada e a estrutura geral do documento. Por fim, é incluída uma breve caracterização da empresa onde foi realizado o caso de estudo.

## 1.1. Enquadramento

A crescente competitividade e a evolução tecnológica da indústria exigem que as organizações adotem estratégias orientadas para a eficiência, a inovação e a sustentabilidade. No setor metalomecânico, caracterizado por elevados padrões técnicos e pela necessidade de garantir qualidade e fiabilidade nos produtos, torna-se essencial conciliar a otimização de processos com a gestão racional dos recursos disponíveis.

Neste contexto, a Indústria 4.0 tem vindo a transformar profundamente o modo como as operações são geridas, promovendo a digitalização e a interconexão dos sistemas produtivos. A recolha e análise de dados em tempo real, a automatização e o suporte digital à tomada de decisão permitem aumentar a flexibilidade e a capacidade de resposta das organizações, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável.

Paralelamente, a filosofia *Lean* continua a destacar-se como uma abordagem eficaz para a melhoria contínua, centrada na eliminação de desperdícios e na criação de valor. A aplicação dos seus princípios possibilita a redução de variabilidade, o aumento da produtividade e a valorização dos recursos humanos, sendo reconhecida como uma via estruturada para alcançar a excelência operacional.

O presente estudo enquadra-se neste contexto e desenvolve-se em duas áreas distintas. A primeira está relacionada com a digitalização da gestão da manutenção, através da integração desta função num sistema de planeamento e gestão empresarial. A segunda aborda a melhoria de um processo produtivo, procurando identificar oportunidades de eficiência e sustentabilidade com base em metodologias de melhoria contínua.

## 1.2. Objetivos

O principal objetivo desta dissertação consiste em promover a eficiência e a sustentabilidade das operações industriais, combinando a digitalização dos processos de gestão com a aplicação de metodologias de melhoria contínua.

A primeira parte do estudo tem como finalidade implementar um módulo de Gestão da Manutenção num sistema Enterprise Resource Planning, de modo a centralizar a informação dos ativos, otimizar o planeamento das intervenções a aumentar a rastreabilidade das operações.

A segunda foca-se na análise e melhoria de um processo produtivo, a Fosfatação, através de princípios Lean que visam a redução de desperdícios, a reorganização do espaço e a otimização dos recursos.

Por fim, pretende-se avaliar os resultados obtidos em ambas as áreas com base em indicadores económicos, ambientais e sociais, de forma a demonstrar o contributo destas abordagens para o desenvolvimento sustentável.

## 1.3. Metodologia

A metodologia utilizada para a realização deste projeto foi a *Action-Research*. Diferente da investigação académica tradicional, esta metodologia é uma abordagem dinâmica e participativa que permite aos utilizadores investigar e resolver ativamente questões nos seus próprios contextos, promovendo um processo colaborativo de resolução de problemas, reflexão crítica e mudança incremental. A essência da Action-Research reside na natureza iterativa, onde as fases se entrelaçam de forma contínua para impulsionar melhorias constantes (Wolde, 2023; Wood, 2016).

Esta abordagem envolve um ciclo iterativo de planeamento e execução de ações, em que a análise e avaliação são fundamentais para compreender o impacto dessas ações no sistema. Isso permite tomar decisões assertivas e implementar as mudanças necessárias para enfrentar os problemas identificados. Além disso, os intervenientes assumem um papel ativo, tornando esta metodologia caracterizada pela geração de conhecimento através da experiência. (Collatto et al., 2018).

Esta metodologia tem um carácter cíclico e compreende cinco etapas principais: diagnóstico, planeamento de ações, implementação de ações, avaliação dos resultados e especificação de aprendizagem (Figura 1).

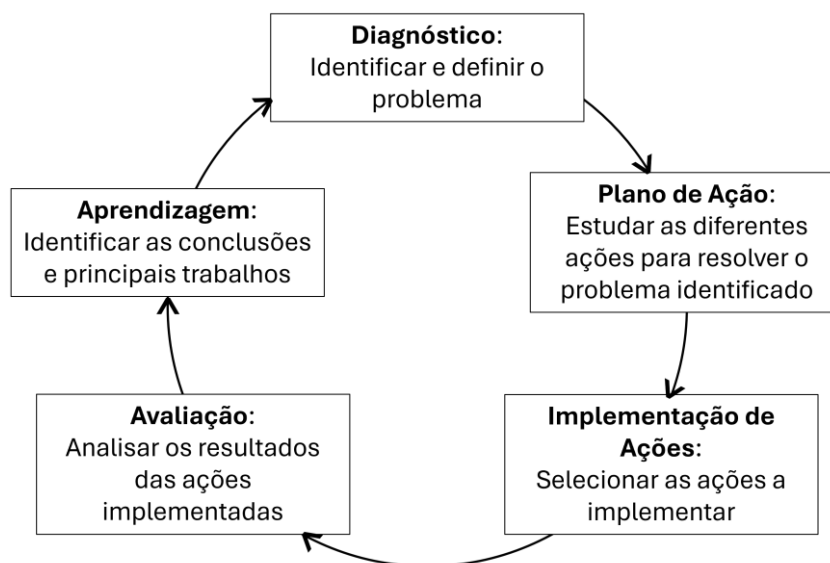


Figura 1 - Metodologia Action-Research (adaptado de (I. Susman & D. Evered, 2023))

## 1.4. Estrutura

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos principais.

O primeiro capítulo introduz o tema da dissertação, apresentando o enquadramento teórico e contextual do estudo, os objetivos definidos e a estrutura global do documento.

O segundo capítulo corresponde à revisão bibliográfica e reúne os conceitos teóricos que sustentam o trabalho. Neste são abordados os fundamentos da sustentabilidade e as suas três dimensões. Seguidamente, é analisada a filosofia Lean, com destaque para o Toyota Production System e ferramentas associadas. Posteriormente, é introduzida a temática da Indústria 4.0, analisando-se o papel da transformação digital na eficiência operacional. Por fim, o capítulo encerra com a caracterização do processo de Fosfatação.

O terceiro capítulo descreve a primeira aplicação prática da dissertação, centrada na implementação de um módulo de Gestão da Manutenção num sistema Enterprise Resource Planning. São detalhados o contexto da transição digital, os objetivos da digitalização da Manutenção, a estruturação dos ativos, a definição de grupos e subgrupos e as etapas de implementação. No final é também incluída a análise dos resultados obtidos com a digitalização, evidenciando o impacto na rastreabilidade, planeamento e eficiência da manutenção.

O quarto capítulo apresenta a segunda vertente do estudo, dedicada à análise e melhoria de um processo produtivo, a Fosfatação. É descrita a situação inicial, são identificadas as principais fontes de ineficiência e são aplicadas ferramentas de melhoria, com vista à otimização do processo e à redução de desperdícios. A análise dos resultados é conduzida de acordo com os pilares da sustentabilidade, permitindo avaliar o contributo das ações implementadas.

Por fim, o quinto capítulo reúne as conclusões gerais do trabalho, destacando os resultados mais relevantes e as contribuições da investigação. São também apresentadas as limitações identificadas e propostas de continuidade.

## 1.5. Apresentação da empresa

A Vinco Válvulas S.A., Figura 2, é uma empresa portuguesa, fundada em 1990, localizada em Vila Nova de Famalicão, que se especializa na produção de válvulas de esfera. Desde a sua criação, a Vinco tem-se destacado como uma referência no setor de válvulas industriais, especialmente nas indústrias farmacêutica, química, petroquímica, *offshore*, naval, papel e celulose, alimentar e cosméticos. A empresa é reconhecida internacionalmente, com mais de 90% da sua produção destinada à exportação (Vinco Válvulas, 2023).



Figura 2 - Logótipo da empresa

A empresa investe continuamente em Investigação e Desenvolvimento (I&D), o que permite expandir a sua gama de produtos e atender às exigências de um mercado em constante evolução. Entre as suas inovações, destacam-se a gama de produtos *High Purity*, voltada para a indústria farmacêutica e cosmética, e a gama *FireSafe*, desenvolvida para a indústria petrolífera. A empresa também possui a gama de produtos *Hydrogen*, desenvolvida para a crescente utilização de hidrogénio.

A empresa tem um pensamento *Lean*, priorizando a eficiência operacional e a melhoria contínua nos processos. O Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da Vinco é estruturado para atender às necessidades dos clientes, com procedimentos bem definidos, permitindo um desenvolvimento eficaz e a definição de novas metas.

A missão, visão e valores da Vinco Válvulas encontra-se descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Missão, Visão e Valores da Vinco Válvulas S.A.(Vinco Válvulas, 2023)

<b>Missão</b>	Com um grande sentido de compromisso, desenvolvemos tecnologia segura e fiável que responde aos desafios de uma indústria complexa e faz a diferença para um futuro sustentável e emocionante.
<b>Visão</b>	O nosso objetivo é garantir os mais elevados padrões de qualidade nos nossos produtos e serviços e liderar o controlo e a regulação de fluidos. Para o conseguir, investimos diariamente em relações sustentadas e orientadas para o futuro.

---

<b>Valores</b>	<p><u>Centrados no cliente</u> – Reconhecemos a singularidade de cada indústria, negócio e operação. Por isso, esforçamo-nos por nos adaptarmos aos desafios dos nossos clientes com abordagens criativas e soluções seguras, integradas e feitas à medida;</p> <p><u>Responsável</u> – Vamos ao encontro das necessidades dos nossos clientes, empenhados na qualidade, segurança e cumprimento dos requisitos regulamentares em vigor;</p> <p><u>Comprometidos</u> – É através do trabalho de equipa que surgem as melhores ideias, e é com a equipa que passamos do plano à ação, construindo um legado de inovação todos os dias.</p>
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

Os produtos comercializados pela empresa estão sujeitos a certificações de forma a garantir a conformidade das suas aplicações. A Vinco Válvulas apresenta as seguintes certificações:

- *CE Certification* acc.to PED 2014/68/EU;
- *Fire Safe design* acc. To API 607Ed.6/ISO 10497;
- *ATEX II 2GD* acc. To ISSO 15848 CO1 (-46°C to RT);
- *Quality System Certified* acc. to ISO 9001;
- *Fugitive Emission Class BH* acc. to ISSO 15848 and TA-LUFT (VDI2440) CO1 (-46 °C to 200 °C);
- *FDA, Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services, Code of federal Regulations 21 CFR Ch. 1;*
- *TPED 2010/35/EU;*
- *UKCA.*

### **1.5.1. Processo produtivo**

O processo produtivo associado ao fabrico de válvulas compreende um conjunto de etapas estruturadas que vão desde a fase de desenvolvimento até à montagem final e testes. As válvulas são constituídas por diversos componentes essenciais, tais como o corpo principal, terminais, esfera, eixo, elementos de vedação (metálicos ou poliméricos) e sistemas de acionamento.

A atividade tem início com a receção de uma solicitação comercial, a qual é analisada tecnicamente com o objetivo de propor uma solução que satisfaça os requisitos do cliente. Após a validação da proposta, procede-se ao registo da encomenda e à definição da estrutura da válvula, recorrendo à elaboração de desenhos técnicos e modelos tridimensionais, bem como à composição da *Bill Of Materials* (BOM).

Segue-se a fase de planeamento, onde é realizada uma análise ao *stock* existente, identificando-se eventuais necessidades de aquisição de matéria-prima. Paralelamente, é elaborado o plano de produção, incluindo as operações de maquinaria e os tratamentos necessários à obtenção do produto final.

No processo fabril, o ponto de partida corresponde à receção das matérias-primas, que podem Adicionalmente, são também rececionados componentes já acabados, tais como parafusos, anilhas e o-rings, indispensáveis à montagem do conjunto.

Todos os materiais recebidos são sujeitos a controlo de qualidade, sendo posteriormente encaminhados para as operações de maquinação. Estas operações são realizadas em tornos e centros CNC, permitindo a produção de corpos, terminais e outros componentes metálicos e poliméricos, incluindo elementos de vedação.

Após a maquinação, os componentes são submetidos a tratamentos superficiais, nomeadamente lavagem, fosfatação e eletropolimento. Concluídos estes tratamentos, os componentes são transferidos para a secção de montagem, onde se procede à integração dos diversos componentes que compõem a válvula.

A fase seguinte corresponde ao ensaios funcionais, com o intuito de verificar o desempenho e a estanquidade da válvula. Posteriormente, realizam-se acabamentos finais, que englobam a montagem de dispositivos de acionamento e a aplicação de placas identificativas com as especificações do produto. Por fim, as válvulas são limpas, embaladas e preparadas para expedição.

## 2. Revisão Bibliográfica

Este capítulo sistematiza os fundamentos teóricos que sustentam a dissertação. Inicia-se pela Sustentabilidade, enquadrando os seus pilares e modelos de referência (como o *Triple Bottom Line* e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Segue-se a filosofia Lean, o *Toyota Production System* e algumas das principais ferramentas e são apresentados exemplos do seu impacto operativo e sustentável. Posteriormente, aborda-se a Indústria 4.0, destacando o papel dos *Enterprise Resource Planning* na integração e avaliação da sustentabilidade. Por fim, apresenta-se a Fosfatação, caracterizando o processo e os parâmetros relevantes para o desempenho do revestimento.

### 2.1. Sustentabilidade

A Sustentabilidade tornou-se um tema de crescente foco e importância, impulsionado por preocupações crescentes sobre a viabilidade a longo prazo das nossas práticas atuais e o seu impacto no planeta. No contexto académico e político, o conceito ganhou forma concreta com o surgimento do termo Desenvolvimento Sustentável, que remonta ao relatório *Our Common Future* (UN Secretary-General & World Commission on Environment and Development, 1987). Este documento definiu o desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades”, estabelecendo as bases para a integração entre crescimento económico, equidade social e proteção ambiental.

No centro da sustentabilidade estão três pilares interconectados:

- Ambiental: preservação e proteção do meio ambiente, incluindo a conservação de recursos naturais, a redução de emissões de gases de efeito de estufa e a minimização de resíduos e poluição.
- Económico: necessidade de crescimento e desenvolvimento económico sustentável, que deve ser alcançado de maneira ambientalmente responsável e socialmente justa.
- Social: garantir que o bem-estar e a qualidade de vida de indivíduos e comunidades sejam mantidos e aprimorados.

A articulação entre os pilares ambiental e económico foi aprofundada por Barbier (1987), ao sustentar que o desenvolvimento económico pode, e deve, ser compatível com a conservação ambiental, oferecendo bases analíticas para políticas públicas. Em paralelo, a crítica sociológica e política salientou ambiguidades e tensões do conceito, com Redclift (2005) a qualificá-lo como

um oxímoro que, apesar disso, se institucionalizou na agenda global, revelando tanto a evolução como os limites práticos do termo.

Nas décadas seguintes, o conceito de Sustentabilidade consolidou-se progressivamente em políticas, acordos e estratégias internacionais, refletindo um consenso global sobre as necessidades de integrar dimensões sociais, económicas e ambientais nas decisões de desenvolvimento. Essa evolução culminou na Agenda 2030 das Nações Unidas e na criação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um conjunto de dezassete metas globais que visam erradicar a pobreza, proteger o planeta e promover a prosperidade de forma inclusiva (Figura 3). A Sustentabilidade deve, portanto, incorporar os três pilares e considerar os ODS para ser verdadeiramente eficaz. Ignorar qualquer um destes elementos resultará numa abordagem incompleta e, em última análise, insustentável (Kovilage, 2021).



Figura 3 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Nações Unidas, 2018)

A compreensão e aplicação do conceito de Sustentabilidade evoluíram para além da definição geral dos três pilares iniciais, dando origem a diferentes modelos teóricos que procuram operacionalizar o equilíbrio entre as dimensões ambientais, económicas e sociais. Estes surgiram da necessidade de traduzir um ideal normativo em práticas mensuráveis e estratégias concretas, tanto no contexto político como empresarial (Nica et al., 2025; Ross, 2019).

Entre os mais influentes destaca-se o modelo *Triple Bottom Line* (TBL), Figura 4, originalmente formulado por John Elkington. O TBL estabelece que o desempenho de uma organização deve ser avaliado de forma integrada e partir dos três pilares da sustentabilidade. O modelo defende que o verdadeiro sucesso organizacional não se mede apenas pelo lucro financeiro, mas também pelo impacto positivo sobre as pessoas e o planeta (Sá et al., 2023).

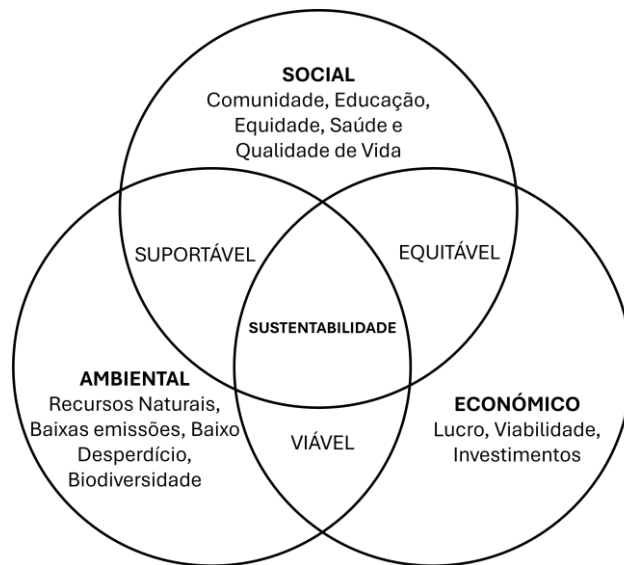


Figura 4 – TBL (adaptado de (Nica et al., 2025))

O TBL consolidou-se como uma das bases conceituais mais influentes para a sustentabilidade empresarial, sendo amplamente adotado em políticas públicas, estratégias corporativas e relatórios de desempenho (Nica et al., 2025). Contudo, diversos artigos apresentam críticas ao modelo, destacando as dificuldades de mensuração equilibrada dos três pilares e o risco de que a aplicação prática se limite a ações simbólicas ou estratégias de marketing. Também é salientada a ausência de métricas padronizadas que permitam comparar de forma objetiva os resultados alcançados por diferentes organizações (Milne & Gray, 2013; Nica et al., 2025; Norman & MacDonald, 2004). Apesar destas limitações, o TBL continua a ser uma referência fundamental para a integração de sustentabilidade nas estratégias organizacionais. A sua estrutura conceptual serve de base para o desenvolvimento de abordagens mais abrangentes e atualizadas que procuram superar as suas fragilidades.

## 2.2. Filosofia Lean

A filosofia Lean, uma abordagem revolucionária à gestão industrial, surgiu em meados do século XX, impulsionada pela procura incessante de eficiência e eliminação de desperdícios. As suas origens remontam ao *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido pelo fabricante de automóveis japonês *Toyota Motor Company*, que procura racionalizar os processos de fabrico e reduzir custos (Koren, 2010; Kundu, 2015). As diferenças de desempenho entre a Toyota e os outros fabricantes foram evidenciadas em 1990 no livro *“The Machine that Changed the World”*, no qual foi introduzido o termo “Produção Lean” (Zarreh & Stadick, 2020). A análise do TPS levou os autores a postular que os problemas e as tecnologias de fabrico são universais e que os princípios subjacentes podem ser replicados noutros contextos organizacionais (Teich & Faddoul, 2013).

O TPS constitui a base conceptual da filosofia Lean e assenta em dois pilares fundamentais, Figura 5:

- Just-In-Time: produzir apenas o que é necessário, quando é necessário e na quantidade exata, evitando desperdícios e promovendo um fluxo contínuo e sincronizado de materiais.
- Jidoka: também conhecido como “automação com toque humano”, consiste em dotar os processos da capacidade de detetar anomalias e interromper automaticamente a produção quando ocorre um erro, assegurando que os problemas são resolvidos na origem e prevenindo a propagação de defeitos.

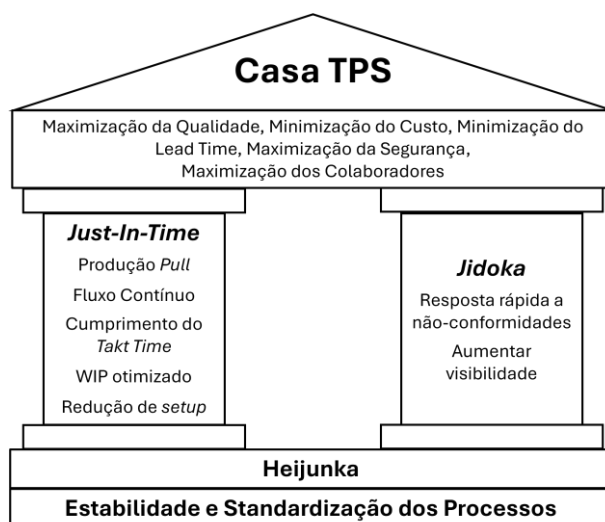


Figura 5 - Casa TPS, adaptado de J. Liker (2004)

Estes dois pilares são suportados por uma base organizacional assente em dois valores centrais: o respeito pelas pessoas e a melhoria contínua (Kaizen). Esta estrutura, frequentemente representada como a “Casa do TPS”, reflete o equilíbrio entre a eficiência operacional e o desenvolvimento humano, características que diferenciam o modelo Toyota das abordagens tradicionais de gestão (J. K. Liker, 2004; Ohno, 1988).

De acordo com Womack et al. (1990), a filosofia Lean baseia-se em cinco princípios orientadores:

- Identificar Valor: compreender o que valoriza o cliente e direcionar os esforços para fornecer o valor de forma eficaz e eficiente.
- Mapear o Fluxo de Valor: analisar e otimizar todos os processos.
- Criar Fluxo Contínuo: projetar sistemas para uma produção sem interrupções.
- Produção *Pull*: produzir com base na procura do cliente.
- *Kaizen*: melhoria contínua e busca pela excelência.

Estes princípios constituem o alicerce da filosofia Lean, orientando as organizações para a criação de valor de forma eficiente, sustentável e focada no cliente. Contudo, a plena implementação desta filosofia requer uma compreensão mais profunda das fontes de ineficiência que afetam os sistemas produtivos. Nesse sentido, o TPS identifica três causas fundamentais de desperdício, conhecidas como os três “M”:

- *Muda*: qualquer atividade ou elemento que não acrescenta valor ao produto ou serviço, do ponto de vista do cliente.
- *Mura*: irregularidade e variação nos processos, gerando desequilíbrios, tempos de espera e ineficiências no fluxo de trabalho.
- *Muri*: sobrecarga de pessoas ou máquinas, quando são exigidos esforços ou capacidades acima do razoável, conduzindo a falhas, quebras de qualidade e diminuição do desempenho.

A eliminação conjunta destes três elementos é essencial para alcançar um sistema produtivo equilibrado, eficiente e sustentável, no qual o fluxo de valor é contínuo e previsível (J. Liker, 2004; Ohno, 1988). Entre os três M, Muda é o mais amplamente explorado na filosofia Lean. De acordo com Womack et al. (1990), os desperdícios podem representar entre 60% e 90% dos custos totais de um processo ineficiente. O autor identifica sete tipos de desperdícios que devem ser minimizados:

- Sobreprodução: produzir mais do que o necessário ou antes de ser necessário;
- Excesso de Stock: capital imobilizado e riscos de deterioração ou obsolescência;
- Transporte: movimentação desnecessária de materiais ou produtos entre processos ou locais;
- Movimentação: movimentos desnecessários de pessoas ou equipamentos durante o trabalho;
- Defeitos: produção de itens defeituosos ou que necessitam retrabalho;
- Processamento inadequado: realizar tarefas desnecessárias ou que excedem os requisitos do cliente e requisitos específicos;
- Tempo de espera: tempo de inatividade de operadores e máquinas, reduzindo a eficiência e a produtividade.

Apesar do potencial transformador amplamente reconhecido em diversas indústrias, a implementação de práticas Lean apresenta um desafio significativo para muitas organizações. A resistência à mudança cultural, a barreira organizacional e os hábitos profundamente enraizados nas abordagens de gestão tradicionais são as principais causas deste obstáculo (Čiarniene & Vienažindien, 2014; Kundu, 2015).

Um estudo conduzido por Martins et al. (2021) apresentou descobertas relevantes sobre a adoção de práticas Lean na indústria portuguesa. Utilizando um modelo proposto para avaliar a maturidade na implementação, constatou-se que 45,8% das empresas pesquisadas classificam o seu estado de maturidade como médio, enquanto 33,3% o avaliam como alto ou muito alto. Entre as ferramentas mais aplicadas, destacam-se o 5S, presente em 95,8% das organizações, seguido pela Gestão Visual (79,2%) e pelo SMED (70,8%). Por outro lado, ferramentas mais avançadas, como Kanban e TPM, têm uma aplicação mais restrita, sendo utilizadas por apenas 8,3% e 12,5% das empresas, respetivamente.

As ferramentas Lean têm como objetivo comum a eliminação de desperdícios, de forma a acrescentar maior valor ao cliente (Hodge et al., 2011). Estas podem também ser utilizadas para a identificação, diagnóstico e implementação de iniciativas destinadas a melhorar o processo produtivo (Tanasic et al., 2022). Para além disso, a aplicação destas tem demonstrado impactos positivos na sustentabilidade, através da redução do consumo de recursos e da melhoria das condições de trabalho (Palhau et al., 2024). São apresentadas neste capítulo as principais metodologias, técnicas e ferramentas Lean utilizadas no projeto, que traduzem os princípios da filosofia em ações práticas.

### **2.2.1. 5S**

A 5S, Figura 6, é uma técnica amplamente utilizada em diversos setores para melhorar a organização, limpeza e eficiência dos locais de trabalho. O seu principal objetivo é criar ambientes produtivos, ergonómicos e seguros, favorecendo a melhoria contínua e a cultura de qualidade (Gupta, 2022). O nome 5S deriva das cinco palavras japonesas que compõem as suas etapas fundamentais: Seiri (Classificar), Seiton (Organizar), Seiso (Limpar), Seiketsu (Padronizar) e Shitsuke (Disciplinar). Cada uma destas etapas contribui para a criação de um espaço de trabalho funcional e eficiente (Gupta, 2022; Mazur et al., 2024; A. Singh & Ahuja, 2015):

- **Seiri (Classificar):** consiste em identificar e eliminar todos os itens desnecessários do local de trabalho, mantendo apenas o que é realmente útil para a execução das tarefas. Esta fase reduz desperdícios, liberta espaço e facilita o acesso aos materiais essenciais.
- **Seiton (Organizar):** após a eliminação do desnecessário, esta etapa visa dispor os itens restantes de forma lógica e funcional, de forma a garantir fácil acesso e visibilidade. O objetivo é que cada objeto tenha um local definido, o que reduz o tempo de procura e aumenta a eficiência.
- **Seiso (Limpar):** envolve a limpeza regular e sistemática do ambiente de trabalho, equipamentos e ferramentas. Esta prática permite identificar anomalias com

antecedência, melhorar as condições de trabalho e reforçar o sentido de responsabilidade.

- Seiketsu (Padronizar): procura estabelecer normas e procedimentos visuais ou operacionais que mantenham os três primeiros “S” de forma consistente. A padronização assegura que todos os colaboradores sigam as mesmas práticas, promovendo estabilidade e previsibilidade do processo.
- Shitsuke (Disciplinar): representa o compromisso e a autodisciplina para manter as práticas da metodologia de forma contínua. É considerada a etapa mais desafiadora, pois requer motivação, formação regular e avaliações periódicas para garantir a sustentabilidade do sistema.

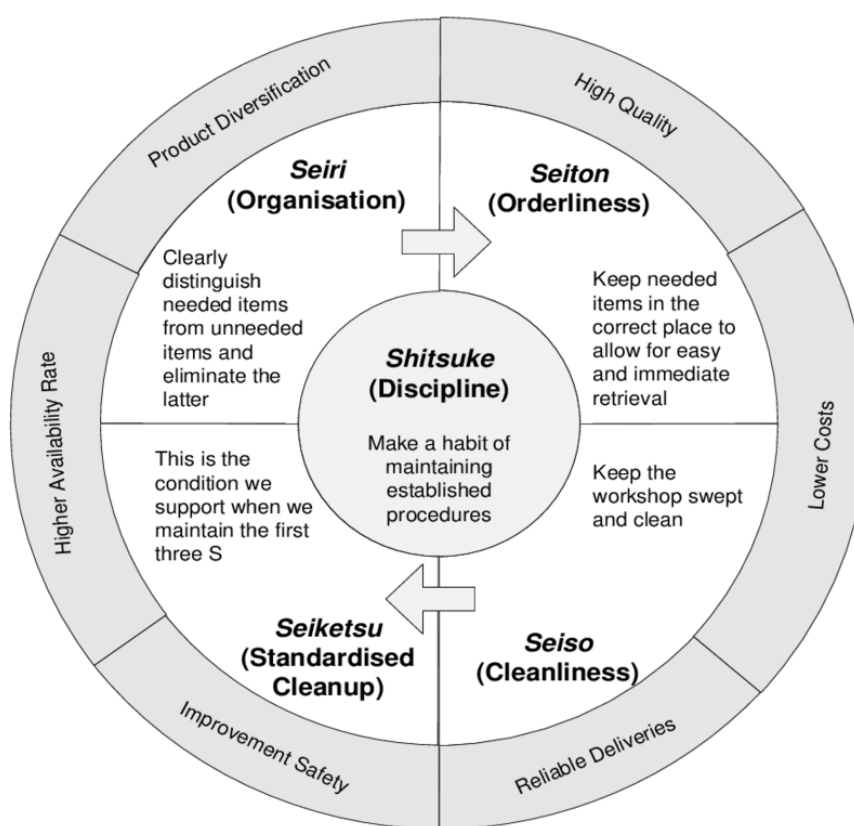


Figura 6 - 5S (Hirano, 1995)

Estudos demonstram que a implementação eficaz do 5S conduz a melhorias significativas na produtividade, qualidade das peças, eficiência dos trabalhadores e redução de acidentes no espaço de trabalho (Mazur et al., 2024). Além disso, promove uma melhor ergonomia, reduz tempos ociosos, diminui paragens inesperadas e minimiza desperdícios, resultando em ganhos operacionais e motivacionais (Setyaningsih, 2020).

Nos últimos anos, alguns autores têm defendido a evolução do modelo tradicional para o 6S, acrescentando a Segurança como o sexto princípio. Esta extensão visa reforçar a prevenção de riscos e a promoção da saúde ocupacional, ao garantir condições seguras e saudáveis no ambiente de trabalho (Jiménez et al., 2019).



### 2.2.2. Total Productive Maintenance

A Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma filosofia de gestão que visa maximizar a eficiência dos equipamentos de produção, envolvendo todos os colaboradores na manutenção e na melhoria contínua dos processos (Figura 7). A TPM tem-se consolidado como uma metodologia essencial para o aumento da produtividade e da qualidade na indústria, especialmente no setor da manufatura (Mouhib et al., 2025).

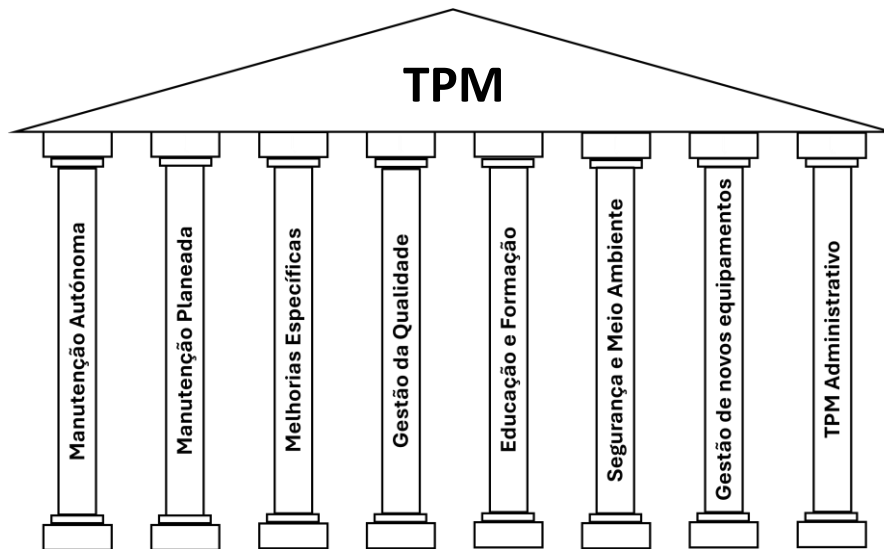


Figura 7 - Pilares do TPM (adaptado Nakajima (1988))

A TPM assenta em oito pilares, cada um com um papel específico na melhoria contínua dos processos:

- **Manutenção Autônoma:** os operadores assumem responsabilidade pela manutenção básica dos seus equipamentos, garantindo o seu bom funcionamento e deteção precoce de problemas.
- **Manutenção Planeada:** planeamento sistemático de atividades preventivas e preditivas, com o objetivo de reduzir avarias e paragens não planeadas.
- **Melhorias Específicas:** implementação de projetos para eliminar perdas crónicas e aumentar a eficiência.
- **Gestão da Qualidade:** prevenção de defeitos e garantia da qualidade do produto, integrando a manutenção e a melhoria contínua.
- **Educação e Formação:** instrução contínua dos colaboradores.
- **Segurança e Meio Ambiente:** criação de condições de trabalho seguras e sustentáveis, prevenindo acidentes e riscos ambientais.
- **Gestão de novos equipamentos:** projeção, aquisição e implementação de novos equipamentos para garantir a fiabilidade e facilitar a manutenção futura.
- **TPM Administrativo:** integração sistemática da metodologia, incluindo as áreas não-produtivas

A implementação da TPM permite reduzir perdas relacionadas com avarias, paragens não planeadas e defeitos de produção, contribuindo significativamente para o aumento da eficiência. Diversos estudos demonstram que a adoção desta filosofia conduz à diminuição do Tempo Médio de Reparação (MTTR) e das taxas de avaria, ao aumento da disponibilidade dos equipamentos e do OEE (Overall Equipment Effectiveness), bem como à redução de custos com manutenção corretiva. Além dos ganhos quantitativos, a TPM promove um ambiente organizacional mais proativo e colaborativo, em que os operadores assumem um papel ativo na gestão e manutenção dos seus equipamentos, contribuindo para um local de trabalho mais seguro, motivador e orientado para a melhoria contínua (Guariente et al., 2017).

Estes pilares são integrados numa abordagem sistemática que promove a prevenção, deteção precoce de falhas e a resolução eficaz de problemas, assegurando a melhoria contínua dos processos produtivos (Toke & Kalpande, 2023). A TPM revela-se ainda complementar às tecnologias da Indústria 4.0, uma vez que a digitalização, a análise de dados e a utilização de sensores potenciam a manutenção preditiva e a gestão integrada de ativos (Tortorella et al., 2021).

Apesar dos benefícios evidentes, a implementação da TPM enfrenta desafios relevantes, como a resistência à mudança, a necessidade de formação contínua, a integração de diferentes processos e a adaptação às novas tecnologias (Mouhib et al., 2025; Toke & Kalpande, 2023).

### **2.2.3. Just in Time**

O *Just-in-Time* (JIT) constitui uma das principais estratégias associadas à filosofia *Lean*, tendo sido desenvolvida com o propósito de eliminar desperdícios e aumentar a eficiência dos processos produtivos. Esta abordagem assenta na produção e entrega de materiais apenas no momento exato em que são necessários, permitindo uma redução significativa dos níveis de stock e, conseqüentemente, dos custos operacionais (Bortolotti et al., 2013; Melo et al., 2022).

A relação entre o JIT com o *Lean* é amplamente reconhecida na literatura, sendo considerada intrínseca. Enquanto o *Lean* representa um sistema abrangente de gestão da produção e das operações, orientado para a criação de valor e eliminação de desperdícios, o JIT atua como uma ferramenta operacional dentro deste sistema, focada na sincronização do fluxo produtivo e na prevenção de excessos, interrupções e atrasos. Além disso, o JIT está intimamente ligado ao conceito de produção nivelada, *heijunka*, que visa reduzir a variabilidade, evitar sobreprodução e fortalecer a confiança entre fornecedores e produtores, assegurando uma cadeia de abastecimento contínua e estável (Bortolotti et al., 2013).

Para além dos benefícios operacionais, o JIT apresenta contributos relevantes no domínio da sustentabilidade. A redução do consumo de recursos naturais, a diminuição do volume de stock e a minimização dos resíduos gerados refletem uma melhor utilização dos recursos disponíveis. De igual modo, a otimização de processos logísticos e a eliminação de transportes desnecessários promovem uma cadeia de abastecimento mais eficiente, com impacto positivo na redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) (Melo et al., 2022).

Contudo, apesar dos benefícios evidentes, o JIT enfrenta limitações associadas à variabilidade da procura e à incerteza dos mercados, que podem conduzir a riscos de rutura do fluxo produtivo, especialmente em setores com produção por encomenda ou por projeto (Bortolotti et al., 2013). Estes desafios exigem mecanismos de planeamento e controlo mais robustos, capazes de gerir flutuações da procura sem comprometer a estabilidade e a eficiência do sistema.

Neste contexto, diversos autores salientam que as tecnologias associadas à Indústria 4.0 oferecem ferramentas complementares ao JIT, permitindo reforçar a sua aplicação e resiliência (Singhal et al., 2024). A integração de dados em tempo real, a monitorização digital de stocks e a automação dos processos de reposição possibilitam um maior controlo sobre a cadeia de abastecimento, reduzindo riscos de ruturas e aumentando a capacidade de resposta às variações da procura.

#### **2.2.4. Gestão Visual**

A Gestão Visual é um sistema que torna a informação operacional clara, acessível e de fácil interpretação por todos os colaboradores, permitindo que qualquer pessoa, independentemente da função, identifique de imediato o estado de um processo, um desvio ou um problema, e atue de forma rápida e eficaz (Knop, 2020). Baseia-se na utilização de elementos intuitivos – como cores, gráficos, símbolos e indicadores – que comunicam de forma imediata e favorecem a transparência e o controlo dos processos. Ferramentas como o *Andon*, os cartões *Kanban*, os *One-Point Lessons*, fluxogramas e quadros informativos reforçam o envolvimento dos trabalhadores e facilitam a identificação de anomalias. De acordo com Furman e Malysa (2023), a Gestão Visual assume também uma dimensão estratégica, promovendo a disciplina, a simplificação e a melhoria contínua. Assim, atua como um meio eficaz de comunicação entre pessoas, processos e metas, assegurando que a informação é rapidamente interpretada e que as ações corretivas são tomadas com base em dados objetivos, contribuindo para o alinhamento e desempenho global da organização.

A aplicação da Gestão Visual tem demonstrado benefícios significativos, nomeadamente na eficiência operacional, na qualidade e na comunicação interna. Segundo Knop (2020), o uso eficaz de ferramentas visuais permite detetar falhas precocemente, reduzir desperdícios e resolver problemas com maior rapidez, criando ambientes de trabalho mais organizados e colaborativos. Além disso, torna mais visíveis os desvios e facilita a implementação imediata de ações corretivas, reforçando a capacidade de resposta e a competitividade das organizações.

A eficiência da Gestão Visual depende, contudo, de fatores organizacionais e culturais. Kurpjuweit et al. (2019) destacam que o sucesso da sua implementação está associada ao envolvimento dos colaboradores, ao apoio da gestão e à integração com sistemas de melhoria contínua. Os autores sublinham ainda a importância de manter as informações visuais atualizadas, pois dados incorretos ou desatualizados podem induzir os trabalhadores em erro e comprometer a tomada de decisão.

### 2.2.5. Standard Work

O *Standard Work* corresponde a um conjunto de procedimentos previamente definidos que determinam a forma mais eficiente de executar cada tarefa, na sequência adequada e com tempos otimizados (J. Liker, 2004). Esta ferramenta tem como principal finalidade a estabilização dos processos produtivos, permitindo a otimização do desempenho, a redução de desperdícios e o equilíbrio da carga de trabalho entre operadores. Simultaneamente, atua como um mecanismo de avaliação que possibilita a identificação de desvios e o apoio à melhoria contínua.

Segundo Ohno (1988) e Monden (2012), o trabalho padronizado representa o grau em que as regras e instruções de uma tarefa estão formalizadas e são seguidas de forma consciente, constituindo uma base de estabilidade sobre a qual se podem introduzir melhorias sustentadas. O *Standard Work* assenta em três elementos essenciais (Monden, 2012):

- *Takt Time*: define o ritmo de produção de acordo com a procura do cliente.
- Sequência de operações: estabelece a ordem fixa e mais eficiente de execução de tarefas.
- *Work In Progress*: determina a quantidade mínima de itens necessária para garantir a fluidez do processo.

Estes elementos são complementados por instrumentos de análise e medição, como o *Standardized Work Chart*, que descreve graficamente o movimento do operador e o *layout* do posto, o *Standardized Work Combination Table*, que relaciona os tempos de trabalho manual e de máquina, e o *Standard Operation Sheet*, que documenta detalhadamente o método de execução e os pontos de controlo de qualidade (Mor et al., 2019).

### 2.2.6. Impacto do Lean na Sustentabilidade

A aplicação de práticas Lean tem sido amplamente estudada pela sua capacidade de gerar benefícios associados à Sustentabilidade. Embora originalmente focada na eficiência e redução de desperdícios, a filosofia Lean apresenta impactos positivos nas dimensões económica, ambiental e social, contribuindo para operações mais sustentáveis. A Tabela 2 apresenta uma síntese de estudos recentes que analisam essa relação:

Tabela 2 - Impacto operacional e sustentável de ferramentas Lean

<b>Autores</b>	<b>Ferramenta(s)</b>	<b>Impacto Operacional</b>	<b>Impacto Sustentável</b>
(Belhadi et al., 2018)	5S, VSM, SMED e Kanban	Taxa de tempo de valor acrescentado aumentou em 13%; Taxa de defeitos reduziu de 4.33% para 3.61%; Taxa de disponibilidade teve um aumento de cerca de 2%	Consumo de água reduziu de 0,6m <sup>3</sup> /produto para 0,33m <sup>3</sup> /produto; Consumo de energia reduziu em 336 Wh/produto; Consumo de matéria-prima reduziu 18,79 kg/produto
(Domingo & Aguado, 2015)	OEEE	Tempo produtivo de um processo reduziu de 2.301 segundos para 685 segundos Preço final do produto é 6.2% mais barato	Com alterações no desenvolvimento do produto, o indicador de sustentabilidade subiu cerca de 33% sobre o matéria-prima selecionada
(Samadhiya et al., 2023)	TPM	Redução em 20% nos custos relacionados com desperdícios; Aumento de 15% na eficiência operacional	Aumento em 30% na qualificação dos colaboradores; Aumento de 25% na perceção de segurança no trabalho
(Rathi et al., 2022)	GLSS, Kanban e 5S	Tempo de ciclo reduziu em 8,2 minutos Redução do Lead Time em 19%	Redução matéria-prima: 17,81% Redução consumo energético: 17,31% Redução consumo de líquido de refrigeração: 25,81%
(Santos et al., 2018)	5S, Jidoka, Kaizen	Redução de 62% no tempo de paragem Melhoria de 9% no desempenho do equipamento	Redução de 33% dos custos de manutenção Aumento da segurança do equipamento
(Pampanelli et al., 2014)	VSM, 5S	Redução de 50% do tempo de ciclo de produção Aumento de 25% no OEE	Redução de 30% no consumo energético Redução de 20% nos resíduos gerados Melhoria da ergonomia e condições de trabalho
(Silva et al., 2020)	Kaizen, VSM, Jidoka, e TPM	Redução média de 33% do tempo de ciclo	Redução do consumo energético em 38% Redução de desperdício em 66%

A adoção de práticas sustentáveis em contexto organizacional, especialmente através da integração de abordagens Lean, enfrenta diversos desafios técnicos, culturais e económicos que dificultam a sua plena implementação. A Tabela 3 apresenta as principais barreiras identificadas:

*Tabela 3 – Principais barreiras identificadas na implementação de sustentáveis (elaborado a partir de (Berlec & Peperko, 2024; Leong et al., 2019; Queiroz et al., 2023; C. Singh et al., 2021)*

<b>Barreira</b>	<b>Descrição</b>
Falta de conhecimentos técnicos	A falta de pessoal qualificado com conhecimentos em metodologias lean e green pode impedir uma implementação eficaz; Programas de formação insuficientes para os colaboradores sobre estas práticas também afeta a continuidade das mesmas
Resistência cultural	Pode existir relutância à mudança dentro da organização uma vez que colaboradores estão habituados aos processos existentes. Superar esta inércia requer uma mudança de mentalidade e compromisso para abraçar novas práticas
Medo do fracasso	Relutância em implementar novas práticas devido a preocupações com possíveis falhas e riscos associados
Falta de compromisso por parte da Gestão de Topo	Pode levar à insuficiência de recursos e não priorização de práticas lean e green
Limitação de recursos tecnológicos	PME's podem carecer da tecnologia necessária para implementar práticas lean e green de forma eficaz
Restrições financeiras	A implementação de práticas lean e green pode exigir recursos adicionais, como tempo, dinheiro e mão de obra. Organizações com limitação de recursos podem ter dificuldade em implementar ambas as iniciativas em simultâneo
Falta de apoio governamental	As políticas e o apoio governamental desempenham um papel significativo na facilitação de adoção de práticas Lean e Green. A falta de regulamentos ou incentivos pode impedir o progresso
Identificação inadequada de áreas para melhoria	Organizações podem ter dificuldade em identificar os processos ou áreas que devem ser alvo de melhorias, originando por vezes esforços ineficazes
Equilíbrio económico-ambiental	Ganhos financeiros a curto prazo podem ofuscar os objetivos de sustentabilidade a longo prazo
Cadeia de abastecimento complexa	Garantir a colaboração de toda a cadeia de abastecimento com as práticas lean e green pode ser um desafio significativo
Integração de processos	A fusão de práticas lean e green nos processos existentes pode ser complexa. As organizações podem enfrentar dificuldades em alinhar as suas estratégias operacionais para acomodar ambos os conjuntos de princípios sem causar perturbações
Medição e avaliação	Estabelecer métricas eficazes para medir o sucesso da implementação das iniciativas lean e green pode ser um desafio
Falta de consciência ambiental	Muitas organizações têm dificuldade em compreender a importância da sustentabilidade e benefícios inerentes a esta, o que dificulta a adoção de práticas sustentáveis

A aplicação de ferramentas Lean tem um impacto positivo direto na sustentabilidade. Contudo, sem o papel intermediário da gestão do conhecimento, estas ferramentas dificilmente alcançam o seu potencial, evidenciando a importância da gestão do conhecimento na sua aplicação. A gestão do conhecimento medeia os efeitos das ferramentas Lean na sustentabilidade, ao facilitar os processos de aquisição, integração e aplicação do conhecimento dentro de uma organização (Zhang et al., 2020).

Kuppusamy (2017) propõe a criação do *Lean-Green Resourced Person (LGRP)*, cuja função é facilitar a integração de práticas Lean e Green, promovendo a eficiência operacional e sustentabilidade. Este colaborador é responsável por identificar e integrar práticas sustentáveis, orientar a sua implementação, formar colaboradores, monitorizar o desempenho das iniciativas, colaborar com partes interessadas e fomentar uma cultura de melhoria contínua. Assim, o LGRP contribui para a redução de desperdícios, otimização de recursos e melhoria da sustentabilidade nas operações organizacionais.

## 2.3. Indústria 4.0

A Indústria 4.0 (I4.0), também conhecida pela quarta revolução industrial, é um conceito que gira em torno da integração de tecnologias avançadas nos processos industriais (Nayyar et al., 2020). Esta transformação é impulsionada por avanços em várias tecnologias, incluindo a Internet das Coisas (IoT), a Inteligência Artificial (IA), a Análise de Big Data (BDA), os Sistemas Ciberfísicos (CPS) e a Fabricação Aditiva (AM).

Na sua essência, a Indústria 4.0 tem como objetivo criar fábricas inteligentes onde as máquinas, os sistemas e os seres humanos comunicam e colaboram sem problemas (Jamwal et al., 2021). Esta interligação permite a troca de dados em tempo real, a manutenção preditiva e a tomada de decisões melhoradas, conduzindo a uma maior eficiência, produtividade e flexibilidade nas operações de fabrico. O objetivo final é otimizar toda a cadeia de valor, desde a conceção e desenvolvimento de produtos até à produção e logística, melhorando simultaneamente as experiências e os resultados dos clientes (Chen & Zhou, 2018).

O estado de integração da I4.0 numa organização pode ser avaliado em diferentes níveis de maturidade, desde o planeamento inicial à implementação plena. A Tabela 4 apresenta quatro níveis de maturidade da indústria 4.0 numa organização.

*Tabela 4 - Níveis de maturidade de implmentação da indústria 4.0 numa organização (Gatell & Avella, 2024)*

<p><b>Infância:</b> a empresa possui planeamento para a implementação da indústria 4.0</p>	<p>Valor: Visão clara do fluxo de valor;</p> <p>Sensibilização: Lacunas atuais na I4.0 para desenvolver competências dos trabalhadores;</p> <p>Utilizável: O cliente aguarda a operacionalização.</p>
<p><b>Avançado:</b> a empresa desenvolveu a visão 4.0 e a força de trabalho 4.0</p>	<p>Integração: Conexão de processos e padronização de informações interdepartamentais;</p> <p>Adequação: Existe um pprograma de formação para desenvolver competências;</p> <p>Rastreável: Cliente define a utilização do produto</p>
<p><b>Qualificado:</b> a empresa começou a implementar a estratégia 4.0 e um projeto piloto</p>	<p>Inteligência: Automatização do processos de tomada de decisão;</p> <p>Adoção: Tecnologia auxilia na tomada de decisão;</p> <p>Analisável: O produto fornece dados sobre a sua utilização.</p>
<p><b>Proficiente:</b> a empresa foi bem-sucedida</p>	<p>Colaboração: processos e departamentos interconectados digitalmente;</p> <p>Promoção: equipas de elevado desempenho;</p> <p>Conexão: o produto conecta-se, interage e partilha informações;</p> <p>Autonomia: processos flexíveis, adaptáveis e inovadores;</p> <p>Cultura: Partilha e transferência de boas práticas;</p> <p>Interativo: interação do produto com dispositivos inteligentes.</p>

### 2.3.1. Enterprise Resource Planning

Os *Enterprise Resource Planning* (ERP) são soluções de software abrangentes que integram e automatizam vários processos empresariais numa organização, permitindo um fluxo de dados contínuo e uma maior eficiência operacional. Estes sistemas consolidam funções como produção, cadeia de abastecimento, finanças, recursos humanos, logística e vendas numa plataforma unificada, proporcionando às organizações uma visão holística das suas operações (Jarrar et al., 2000; Poon et al., 2012)

Segundo Hwang & Grant (2011), os cinco níveis de integração de um ERP são:

- Integração da Especificação do Sistema (Nível 1) - Centra-se nas especificações técnicas de conceção ao nível do software, do hardware e da aplicação de equipamento autónomo;
- Ilha de Integração Tecnológica (Nível 2) - Envolve a ligação de hardware e sistemas autónomos para criar um ambiente mais integrado;
- Integração organizacional (Nível 3) - Facilita a troca de ideias e melhora a qualidade e a atualidade da informação entre departamentos de uma organização;
- Integração Sócio-Organizacional (Nível 4) - Melhora a colaboração e a comunicação com parceiros externos, fornecedores e agências reguladoras;
- Integração Global (Nível 5) - Implica a implementação de sistemas ERP a nível global, assegurando a compatibilidade entre diferentes países e culturas e a adesão a normas internacionais.

A utilização de ERP não se limita a otimizar a produção e a cadeia de abastecimento. Esta ferramenta consegue também auxiliar o departamento de manutenção de uma fábrica. Ghaiti & Laghrissi (2013) apresentam princípios da integração da manutenção num ERP:

- Eliminação de Problemas na Recolha de Dados: A integração visa remover dificuldades na coleta, gestão e análise de dados de manutenção, garantindo informações mais precisas e confiáveis.
- Desenvolvimento de um Sistema Informatizado de Manutenção: Estabelecer um sistema informatizado que promova atividades de manutenção baseadas no tempo, ajudando no planeamento e execução mais eficiente das tarefas de manutenção.
- Planeamento Abrangente de Manutenção: A integração envolve a informatização do planeamento de manutenção e da gestão de falhas de equipamentos, permitindo um melhor agendamento e alocação de recursos.
- Gestão de Custos: Capturar todos os custos de manutenção para gerenciar um orçamento eficiente e identificar oportunidades de melhoria, essencial para a redução de custos.
- Relatórios Avançados: Expandir o uso de relatórios para apoiar os sistemas de gestão diária e o monitoramento de inventário e confiabilidade de equipamentos, facilitando a tomada de decisões informadas.
- Construção do Histórico de Equipamentos: Criar um histórico detalhado de manutenção dos equipamentos, com foco em métricas como o Tempo Médio para Reparo (MTTR), essencial para o planeamento futuro de manutenção e avaliações de confiabilidade.

- **Fortalecimento do Controlo de Peças Sobressalentes:** Melhorar a gestão de peças sobressalentes, incluindo o banco de dados de tecnologia, normas e procedimentos, garantindo que os componentes necessários estejam disponíveis quando necessário.

Contudo, a implementação de um ERP não é simples. A participação de toda a organização é essencial para implementar e manter esta ferramenta. Na Tabela 5 são apresentados os principais fatores para a implementação destes sistemas.

*Tabela 5 – Principais fatores para a implementação de um ERP (Huang et al., 2019)*

<b>Estratégia Organizacional</b>	Suporte da Gestão de Topo
	Reengenharia de processos
	Mudança na gestão/Gestão eficaz de mudanças organizacionais
	Mudanças culturais e estruturais/Prontidão/Cultura organizacional
	Padronização dos processos de negócios para se adequar ao sistema ERP
	Equipa de projeto eficaz
	Campeão/patrocinador do projeto
	Gestão e avaliação de projetos/Capacidades de gestão de projetos
	Prazo/Agenda
	Estratégia de implementação
<b>Utilizadores do sistemas</b>	Migração de software
	Integração de outros sistemas de informação
	Plano de negócios e visão/Gestão de expectativas
	Comunicação interdepartamental
	Forte comunicação interna e externa
<b>Consultoria</b>	Formação dos colaboradores
	Envolvimento dos usuários
	Precisão dos dados
	Uso adequado de consultores
<b>Software</b>	Competência profissional da equipa de consultoria
	Qualidade do serviço prestado pela consultoria
	Dedicação dos consultores
	Qualidade do sistema do fornecedor
	Suporte do fornecedor
<b>Software</b>	Competência profissional do fornecedor de software
	Seleção cuidadosa do pacote adequado
	Grau de personalização

A procura dos utilizadores por design de interface influencia significativamente o desempenho dos sistemas ERP, uma vez que afeta a forma como diferentes grupos de utilizadores interagem com o sistema. No seu estudo, Hwang & Grant (2011) identificam dois grupos com base na sua exigência por interfaces amigáveis: o grupo com elevada exigência de interfaces amigáveis (utilizadores iniciantes) e o grupo com baixa exigência (utilizadores experientes).

Os utilizadores iniciantes beneficiam de um sistema altamente personalizado. A satisfação e o desempenho destes utilizadores estão diretamente ligados à usabilidade e à intuitividade da interface. A investigação sugere que a especificação do sistema e a integração socio-organizacional têm um impacto significativo no desempenho do ERP para este grupo, indicando que um design bem concebido pode melhorar a experiência geral e a eficácia na utilização.

Por outro lado, os utilizadores experientes preferem um sistema mais simples. Para este grupo, a especificação do sistema e a integração organizacional são fatores essenciais que influenciam o desempenho do ERP. Isto indica que, embora não necessitem de uma personalização extensa, a integração eficaz de sistemas e processos é crucial para a sua eficiência e satisfação.

De forma geral, o nível de personalização e a facilidade de utilização da interface podem resultar em diferentes resultados de desempenho, destacando a importância de adaptar os sistemas ERP às necessidades de cada organização e utilizadores.

### **2.3.2. Impacto da I4.0 na Sustentabilidade**

A adoção de das tecnologias da I4.0 não é apenas uma mudança tecnológica, tendo esta também implicações profundas para a sustentabilidade.

A dimensão económica é significativamente impactada. Por exemplo, a implementação da IoT e da BDA permite às organizações otimizar as suas operações, reduzir custos e melhorar os processos de tomada de decisão. Com a análise de dados em tempo real, organizações podem melhorar a eficiência das cadeias de abastecimento, reduzindo o desperdício e aumentando a rentabilidade (Kamble et al., 2020). Além disso, as tecnologias de IA podem automatizar tarefas rotineiras, libertando recursos humanos para funções mais estratégicas, aumentando assim a produtividade e o desempenho económico. A Integração destas tecnologias fomenta uma estrutura económica mais resiliente, permitindo que as organizações se adaptem rapidamente às mudanças do mercado.

Do ponto de vista ambiental, estas tecnologias contribuem para a sustentabilidade ao minimizarem o consumo de recursos e a geração de resíduos. CPS e IoT facilitam a gestão inteligente de recursos, resultando na redução no uso de energia e materiais. A aplicação de IA na manutenção preditiva pode reduzir significativamente o tempo de inatividade dos equipamentos e o consumo de energia, melhorando assim o desempenho ambiental geral dos processos de fabrico (Fatimah et al., 2020). Além disso, o uso de tecnologias AM promove um economia circular, permitindo a produção a pedido, o que reduz o excesso de inventário e desperdício (Ford & Despeisse, 2016). Estas tecnologias apoiam coletivamente as organizações na concretização dos seus objetivos ambientais sem prejudicar a eficiência operacional.

Os aspetos sociais da implementação tecnológica, como a formação e o envolvimento da força de trabalho, desempenham um papel crucial para garantir que os benefícios da I4.0 na ótica da sustentabilidade sejam realizados (Kiel et al., 2017). A integração de tecnologias digitais pode melhorar a segurança no local de trabalho e as condições de trabalho, automatizando tarefas perigosas e proporcionando monitorização em tempo real dos ambientes de trabalho (Muller, 2020). A adoção destas também origina a criação de empregos em novos setores, promovendo o crescimento económico e o bem-estar social (Chari et al., 2022). No entanto, é essencial abordar o possível défice de competências que pode surgir à medida que as funções tradicionais evoluem em resposta aos avanços tecnológicos, levando a mão-de-obra menos qualificada a perder o seu espaço na organização.

A integração da avaliação da sustentabilidade com sistemas ERP é benéfico para as PME's de várias formas:

- Monitorização de dados em tempo real: ao incorporar a avaliação de sustentabilidade no ERP, as organizações podem monitorizar os seus indicadores de sustentabilidade em tempo real. Isto permite uma tomada de decisão atempada e ajustes para melhorar as práticas de sustentabilidade;
- Maior visibilidade: a integração proporciona maior visibilidade dos processos empresariais e das atividades de sustentabilidade, permitindo aos gestores identificar áreas de melhoria e acompanhar o progresso em direção aos objetivos de sustentabilidade;
- Tomada de decisões melhorada: com acesso a indicadores quantitativos e avaliações de sustentabilidade, os gestores podem tomar decisões informadas que estejam alinhadas com os objetivos empresariais e as metas de sustentabilidade, resultando numa alocação de recursos mais eficaz e numa maior eficiência operacional;
- Vantagem competitiva: a implementação de práticas sustentáveis através de um sistema ERP Sustentável pode melhorar a reputação da empresa e a sua competitividade no mercado, uma vez que os consumidores e as partes interessadas valorizam cada vez mais as empresas ambientalmente responsáveis;
- Processos simplificados: a integração ajuda a simplificar os processos empresariais ao alinhá-los com os objetivos de sustentabilidade, o que pode levar a poupanças de custos e a uma maior eficiência operacional;
- Suporte à conformidade: contribui para assegurar o cumprimento das regulamentações e normas ambientais, reduzindo o risco de penalizações e reforçando a responsabilidade corporativa.

## 2.4. Fosfatação

A fosfatação é um processo de conversão química amplamente utilizado no tratamento de superfícies metálicas, sobretudo em ligas ferrosas, com o objetivo de melhorar a resistência à corrosão, a aderência de revestimentos orgânicos e a resistência ao desgaste (Burduhos-Nergis et al., 2023; Narayanan, 2005). Este método consiste na formação de uma camada de fosfatos metálicos insolúveis sobre a superfície do metal, resultante da reação entre o substrato e uma solução aquosa contendo ácido fosfórico e sais metálicos, como ferro, zinco e manganês. Revisões recentes, como a de Burduhos-Nergis et al. (2023), reforçam que a fosfatação continua a ser uma das técnicas mais eficazes e economicamente vantajosas de proteção anticorrosiva e tribológica. A sua aplicabilidade estende-se a diversas indústrias, mantendo-se um processo versátil e de elevada eficiência.

O processo é composto por uma sequência de etapas que visam preparar a superfície metálica e formar a camada protetora uniforme e aderente. Segundo Burduhos-Nergis et al. (2023) e Narayanan (2005), as principais fases operacionais são:

- Limpeza ou Desengorduramento: remoção de contaminantes orgânicos, óleos e gorduras, normalmente através de soluções alcalinas.
- Decapagem: eliminação de óxidos e impurezas da superfície metálica através de soluções ácidas, deixando o substrato quimicamente ativo.
- Ativação: aplicação de uma solução contendo sais dispersos que atuam como catalisadores de nucleação dos cristais durante a fosfatação.
- Fosfatação: formação da camada de fosfatos metálicos insolúveis sobre o substrato metálico.
- Enxaguamento: remoção de resíduos do banho e dos produtos solúveis formados, evitando contaminações e garantindo uniformidade.
- Passivação: aplicação de uma solução oxidante que estabiliza a camada fosfatada contra a oxidação.

Durante a etapa de fosfatação propriamente dita, ocorrem várias reações químicas simultâneas entre o substrato metálico e a solução. Segundo Ghali & Potvin (1972), o processo de fosfatação decorre essencialmente nas seguintes fases:

- Dissolução anódica inicial do ferro: o ataque ácido à superfície promove a libertação de iões  $\text{Fe}^{2+}$  e a evolução de hidrogénio.
- Formação de núcleos amorfos de fosfato: o aumento local do pH na interface metal-solução favorece a precipitação inicial de compostos amorfos de fosfato de ferro.
- Crescimento de cristais de fosfatos metálicos insolúveis: os iões metálicos presentes no banho ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  ou  $\text{Mn}^{2+}$ ) reagem com os fosfatos formados, originando cristais de fosfatos mistos que conferem compacidade e aderência à camada.

- Estabilização e terminação do crescimento: a camada cobre totalmente a superfície, isolando o metal e interrompendo a reação química, originando uma estrutura cristalina estável e contínua.

O desempenho final da camada fosfatada depende de uma combinação equilibrada entre as condições de preparação da superfície e os parâmetros operacionais do processo. Estudos de Duszczuk et al. (2018) mostraram que etapas como polimento, desengorduramento e decapagem afetam diretamente a nucleação e a aderência da camada. Superfícies homogêneas e quimicamente ativas promovem camadas mais finas e densas, com cristais compactos e elevada resistência à corrosão. Estes resultados complementam os de Narayanan (2005), que destacou a importância do controle de parâmetros como o pH, a acidez do banho, a temperatura e o tempo de imersão para garantir revestimentos uniformes e duráveis.

Entre as variantes mais utilizadas, a fosfatação de manganês destaca-se pelas suas propriedades tribológicas e anticorrosivas superiores. É amplamente empregue em componentes metálicos sujeitos a atrito, como engrenagens e eixos, devido à sua elevada resistência ao desgaste e à capacidade de retenção de lubrificante. O banho típico contém ácido fosfórico, nitrato e carbonato de manganês, formando cristais de fosfatos mistos de manganês e ferro, como  $(\text{Mn,Fe})_5\text{H}_2(\text{PO}_4)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (Noh et al., 2019). Estudos demonstram que a adição de agentes ativadores, como o carbontado de manganês combinado com pirofosfato de sódio, influencia o tamanho e a morfologia dos cristais, resultando em revestimento mais uniformes e com melhor resistência à corrosão.

Nos últimos anos, as investigações têm-se concentrado na otimização de parâmetros e na sustentabilidade ambiental do processo. O desenvolvimento de banhos eco-friendly, com a substituição de compostos tóxicos por alternativas ecológicas, reflete uma tendência de modernização sem comprometer o desempenho funcional (Burduhos-Nergis et al., 2023; Duszczuk et al., 2020).

## 2.5. Lacunas e oportunidades de investigação

A revisão bibliográfica permitiu identificar que, apesar da ampla difusão de estudos sobre a digitalização e aplicação de metodologias *Lean*, persistem lacunas significativas no entendimento do contributo efetivo de cada uma destas para a Sustentabilidade.

No domínio da gestão da manutenção, observa-se que a literatura tem privilegiado a componente tecnológica da digitalização, centrada na automação e análise preditiva, negligenciando frequentemente a dimensão organizacional e comportamental associada à sua implementação. Fatores como a adaptação dos utilizadores, a integração interdepartamental e o impacto na eficiência administrativa continuam a ser pouco explorados, especialmente no contexto da transição de sistemas convencionais para plataformas ERP.

Por outro lado, no campo das ferramentas *Lean*, embora exista uma base consolidada de evidência quanto aos impactos económicos e ambientais resultantes da sua aplicação, confirmando o potencial para aumentar a eficiência e a sustentabilidade, observa-se um menor

aprofundamento do pilar social. São menos frequentes os estudos que avaliam de forma quantitativa os efeitos do Lean sobre os trabalhadores. Esta assimetria entre os três pilares limita uma compreensão verdadeiramente holística do impacto do *Lean* na sustentabilidade organizacional.

Neste contexto, o presente trabalho procura colmatar estas lacunas ao analisar o contributo da digitalização na gestão da manutenção e das práticas *Lean* no processo de Fosfatação, evidenciando como ambas as abordagens podem favorecer uma indústria mais eficiente, responsável e alinhada com os princípios de desenvolvimento sustentável.

## **3. Implementação do módulo**

### **Manutenção no ERP**

Os sistemas ERP tornaram-se ferramentas essenciais para a gestão empresarial, ao centralizar informações e automatizar processos em áreas como compras, finanças, recursos humanos e produção. No contexto da Indústria 4.0, a Vinco Válvulas situa-se num nível de maturidade Proficiente e, no domínio dos sistemas ERP, posiciona-se no nível 3 de 5, correspondente à Integração Organizacional. Ao estender este princípio à Manutenção, a empresa procura aumentar a visibilidade das operações, otimizar o planeamento e reforçar a eficiência na gestão dos seus ativos.

A implementação deste novo modelo foi estruturada em etapas sequenciais e interligadas, de modo a assegurar uma transição progressiva e alinhada com as necessidades específicas da organização.

#### **3.1. Recolha, atualização e introdução de dados**

O sistema de gestão da manutenção implementado no ERP da Vinco assenta na estruturação e monitorização dos ativos da empresa, designados no sistema pela sigla MEI (Máquina, Equipamento ou Instalação). Cada MEI corresponde a uma unidade técnica individual, à qual estão associados dados de identificação, localização, características técnicas, histórico de intervenções e, essencialmente, o plano de manutenção.

A primeira etapa do processo consistiu na análise das atividades desenvolvidas pelo Departamento de Manutenção. No âmbito da implementação do módulo de manutenção no ERP, os ativos sob responsabilidade do departamento passaram a ser organizados nas seguintes categorias:

- EQP – Equipamentos de Produção, que incluem a maquinaria essencial aos processos industriais;
- INF – Infraestruturas, onde se inserem pontes rolantes, equipamentos de combate a incêndios, sistemas de climatização e edifícios;
- RMM – Recursos de Monitorização e Medição, como paquímetros, micrómetros e outros equipamentos de controlo dimensional;
- VIA – Viaturas, compostas pelos veículos da frota da empresa.

Esta estruturação teve como objetivo agrupar os MEI de forma sistemática, de forma a facilitar a gestão no ERP e assegurar uma organização coerente dos ativos, de acordo com as suas características e áreas de aplicação. Um exemplo desta reorganização ocorreu com os equipamentos localizados no espaço da linha de tratamento de superfícies. Inicialmente, cada equipamento possuía um código com prefixo distinto – por exemplo, “FOS” para a Fosfatação, “ELP” para o Eletropolimento e “POC” para o Polimento Cerâmico – apesar de todos encontrarem-se fisicamente na mesma área. Para garantir uma gestão mais simples e coerente do sistema, foi adotado um único prefixo comum, “LTR”, para todos estes equipamentos.

Durante esta fase, verificou-se que os dados relativos aos grupos EQP, INF e VIA se encontravam atualizados, mas dispersos por diferentes pastas e ficheiros no servidor da empresa, sem uma estrutura normalizada. Essa fragmentação dificultava o acesso à informação, sobretudo para novos elementos do departamento, prejudicando a eficiência das operações diárias.

Quanto ao grupo RMM, a listagem apresentava lacunas significativas: não incluía todos os equipamentos existentes e, nos documentados, faltava a indicação do local de utilização suposto. Esta insuficiência exigiu uma pesquisa física minuciosa, seguida da análise individual de cada equipamento para avaliar o seu estado. Como resultado, foram identificados 149 equipamentos não registados. Destes, 29 foram recuperados e reintegrados nas atividades da empresa, enquanto que os restantes foram descartados por se encontrarem danificados ou obsoletos.

Em paralelo, foi desenvolvido um novo sistema de localização interna baseado na lógica *Lote.Vão.Piso*, permitindo identificar com precisão a posição de cada ativo no espaço da empresa. O respetivo esquema encontra-se no Apêndice A.

No caso dos RMM foi ainda formalizada a responsabilidade de gestão: o chefe da equipa utilizadora passou a ser o responsável direto pelos equipamentos atribuídos, assegurando a sua entrega sempre que fique danificado ou quando é necessário realizar calibrações periódicas.

Concluída a fase de verificação e organização, iniciou-se a introdução dos dados no sistema. Foram registados 325 MEI: 68 EQP, 69 INF, 11 VIA e 177 RMM. Em paralelo, foram criadas 390 tarefas associadas a estes ativos (Apêndice B).

## **3.2. Fase de teste**

Com os dados inseridos no sistema, iniciou-se a fase de testes com o objetivo de validar a aplicação prática do módulo de manutenção. Participaram três intervenientes nesta etapa:

- Um responsável pelos grupos EQP, VIA e INF;
- Um responsável pelos RMM;
- Um representante dos colaboradores da Produção.

A gestão dos ativos EQP, VIA e INF ficou a cargo do Gestor da Manutenção por se tratarem de áreas sob a sua responsabilidade direta. Já os RMM foram atribuídos ao Departamento da Qualidade, por decisão da Administração, com o objetivo de libertar recursos do Departamento

de Manutenção para outras tarefas. Por sua vez, o representante dos colaboradores da Produção teve como principal função testar a funcionalidade “Pedidos de Intervenção” e registar operações de manutenção autónoma diretamente no sistema, permitindo validar a eficácia da comunicação entre os departamentos. A integração mais ampla dos colaboradores da Produção será abordada em detalhe posteriormente.

Em termos gerais, as dificuldades encontradas durante esta fase demonstraram que o módulo, na sua configuração inicial, não estava adaptado à realidade da empresa. A experiência de utilização revelou a necessidade de melhorias significativas na interface, na estrutura de permissões e na navegação, de forma a torná-lo mais intuitivo, ágil e adequado às exigências do trabalho diário.

Durante a fase de implementação, identificaram-se diversas limitações estruturais no módulo de manutenção que comprometiam a sua eficácia. A estrutura inicial concentrava toda a informação num único *board* (Figura 8). Sem a possibilidade de filtragem por tipo de tarefa ou MEI, este *board* dificultava a navegação e a organização, uma vez que não apresentava as informações de forma completa nem estruturada. Em vez de facilitar o planeamento e controlo das ordens, acabava por gerar confusão, comprometendo a visão holística das operações.



Figura 8 - Board inicial do módulo

Para resolver esta limitação, foram criados vários *boards* distintos, ajustados às necessidades dos diferentes utilizadores. A estrutura da informação apresentada em cada foi revista, passando a disponibilizar dados mais completos, lógicos e diretamente relacionados com as tarefas. Esta organização permitiu uma gestão mais clara e eficiente das ordens de trabalho, adaptada à realidade funcional da empresa (Figura 9).



Figura 9 - Board MNT após alterações realizadas

Associada a esta reformulação estrutural, foi também necessário rever o sistema de acessos. Um dos principais problemas identificados era a existência de múltiplos utilizadores com perfil ilimitado no módulo, o que permitia intervenções simultâneas nos mesmos processos. Essa configuração resultava frequentemente em duplicações, sobreposição de tarefas e, por vezes, alterações. A ausência de uma hierarquia funcional clara e de permissões bem definidas comprometia a integridade da informação e a fluidez das tarefas. Com a nova estrutura, a maioria dos utilizadores passou a ter acesso apenas ao board correspondente à sua área, garantindo que cada colaborador visualize e intervenha apenas nos dados relevantes à sua função (Figura 10). Algumas listagens transversais, no entanto, continuaram a exigir acesso comum, o que foi solucionado com a criação de vistas personalizadas (Figura 11). A única conta com permissões totais foi atribuída ao Responsável da Manutenção, que ficou responsável pela criação e edição das ordens de trabalho. Para melhorar a coordenação interdepartamental, definiu-se que o Plano de Manutenção seria atualizado semanalmente, à sexta-feira, permitindo que cada departamento organize as suas atividades da semana seguinte com antecedência.



Figura 10 - Diferenças do menu de acessos entre contas Manutenção (esquerda) e Maquinagem (direita)

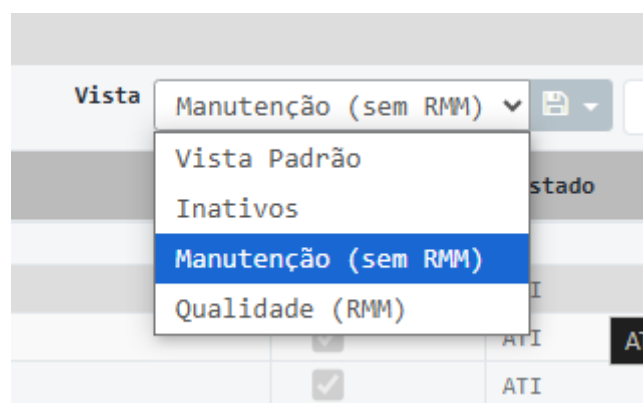


Figura 11 - Vistas disponíveis para facilitar a navegação

Adicionalmente, verificou-se a inexistência de dashboards que permitissem a visualização clara e centralizada do histórico de eventos. Esta lacuna dificultava o acompanhamento das intervenções realizadas ao longo do tempo, bem como a identificação de padrões de falhas ou reincidências. Para colmatar esta limitação, foi desenvolvida a página “Eventos de Manutenção”, com o objetivo de reunir e apresentar de forma estruturada o histórico de ocorrências (Figura 12).

Data	Nome	Tipo	Local	Ordem	TipML	Código	Descrição	Problema   descrição   Tarefa
14/05/2025 08:08:22	manutencao	CriaOrdem	182	DMC.182	IMP	EDP1	Edifício Pav. Armazém. Lote 24	
14/05/2025 08:07:08	1802 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	182	DMC.182	IMP	EDP1	Edifício Pav. Armazém. Lote 24	Melhoria, Projeto novo   Limpeza zona fire safe
13/05/2025 17:00:58	manutencao	FechOrdem	183	DMC.125	RHM	N80	Sigaletra	
13/05/2025 15:01:49	manutencao	FechOrdem	181	DMC.161	EGP	C803	Centro CUC INDIU 5400	
13/05/2025 15:01:09	manutencao	FechOrdem	180	DMC.160	EGP	ENC2	Equipador LINDS 9720	
13/05/2025 14:50:59	manutencao	CriaOrdem	181	DMC.161	EGP	C803	Centro CUC INDIU 5400	
13/05/2025 14:57:08	1802 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	181	DMC.161	EGP	C803	Centro CUC INDIU 5400	Não operacional   A máquina não fez a referencia dos eixos.
13/05/2025 14:56:46	manutencao	CriaOrdem	180	DMC.160	EGP	ENC2	Equipador LINDS 9720	
13/05/2025 14:53:08	1802 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	180	DMC.160	EGP	ENC2	Equipador LINDS 9720	Trabalhe com limitações   A betoneira emergencia não funciona, o trav
13/05/2025 12:26:13	manutencao	FechOrdem	179	DMC.159	EGP	C801	Cabine de Pintura	
13/05/2025 12:26:13	9111 - Diogo Filipe Silva de Lina	RegistroOper	179	DMC.159	EGP	C801	Cabine de Pintura	
13/05/2025 08:12:08	manutencao	CriaOrdem	179	DMC.159	EGP	C801	Cabine de Pintura	
13/05/2025 08:10:08	1802 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	179	DMC.159	EGP	C801	Cabine de Pintura	Trabalhe com limitações   Filtros estão muito sujos
12/05/2025 12:25:33	manutencao	FechOrdem	178	DMC.158	IMP	EDP1	Edifício Pav. Armazém. Lote 24	
12/05/2025 12:25:33	9111 - Diogo Filipe Silva de Lina	RegistroOper	178	DMC.158	IMP	EDP1	Edifício Pav. Armazém. Lote 24	
12/05/2025 12:07:43	manutencao	CriaOrdem	DMT.1222	IMP	EDP08		Edifício geral. Lotes 1A e 2B	AGP
12/05/2025 12:07:43	manutencao	CriaOrdem	DMT.1224	EGP	MAT81		Máquina de Testes VENTIL	TPM1
12/05/2025 12:07:43	manutencao	CriaOrdem	DMT.1228	VEA	VEA83		Viatura Ligéria HYUNDAI I30 21-TT-06	REV
12/05/2025 12:04:36	manutencao	CriaOrdem	DMT.1183	EGP	C801		Centro CUC QUASER HV 114 PL	TPM1
12/05/2025 12:04:36	manutencao	CriaOrdem	DMT.1185	EGP	C802		Centro CUC MATSUBA VS-660	TPM1
12/05/2025 12:04:36	manutencao	CriaOrdem	DMT.1187	EGP	C804		Centro CUC OMPA M6-600H II	TPM1
12/05/2025 12:04:36	manutencao	CriaOrdem	DMT.1189	EGP	C805		Centro CUC QUASER HV 114 P	TPM1
12/05/2025 12:04:36	manutencao	CriaOrdem	DMT.1192	EGP	F801		Fresadora Convencional PBM V5300AP	TPM1
12/05/2025 12:04:36	manutencao	CriaOrdem	DMT.1193	EGP	L7801		FusFaturação	TPM1
12/05/2025 12:04:36	manutencao	CriaOrdem	DMT.1194	POP	L7802		Fletrocortamento	TPM1

Figura 12 - Dashboard "Eventos de Manutenção"

Por fim, verificou-se que a navegação no módulo era pouco ergonómica, já que o acesso a determinadas tabelas ou relatórios exigia múltiplos cliques entre menus e submenus. Para melhorar a experiência de utilização, foram implementados atalhos que redirecionam o utilizador diretamente para as páginas pretendidas, agilizando o acesso à informação e tornando o sistema mais prático.

### 3.3. Implementação total

Após a conclusão da fase de testes, e já com as principais melhorias previamente aplicadas ao módulo, deu-se início à sua implementação total.

Um dos elementos fundamentais desta fase foi a introdução da funcionalidade “Pedidos de Intervenção”, concebida para melhorar a comunicação entre os setores operacionais e o Departamento de Manutenção. Esta funcionalidade permite que qualquer colaborador reporte diretamente no sistema uma anomalia detetada durante as suas atividades. O processo é simples: o utilizador acede ao menu, preenche um formulário ao selecionar o equipamento em causa e redige uma breve descrição do problema identificado. Após a submissão, o pedido é automaticamente encaminhado para a Manutenção, onde será analisado e, caso se justifique, convertido em ordem de manutenção corretiva.

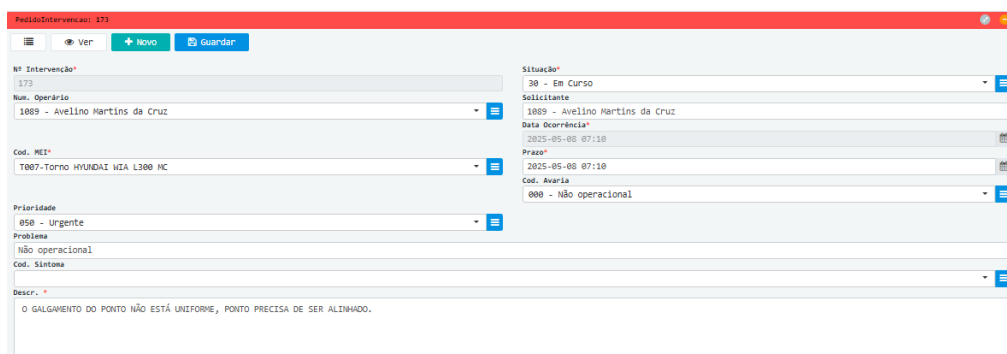


Figura 13 - Pedido de Intervenção

Durante a fase de implementação, os operadores foram incentivados a utilizar esta ferramenta para registar anomalias detetadas no decorrer das operações, reforçando a cultura de manutenção proativa dentro da empresa. A funcionalidade promove, assim, uma maior responsabilidade e envolvimento dos operadores na deteção precoce de problemas, garantindo que cada ocorrência seja adequadamente encaminhada para análise e resolução.

Em paralelo, foi também digitalizado o processo de registo de tarefas de manutenção autónoma semanal realizadas pelos operadores, designadas internamente como TPM1. Até então, estas tarefas eram registadas em impressos mensais (Figura 14), nos quais os colaboradores registavam manualmente as atividades realizadas e as anomalias detetadas durante a realização das mesmas. Estes impressos só eram recolhidos e analisados pelo Departamento de Manutenção no final de cada mês, o que originava um atraso considerável na identificação de problemas e, conseqüentemente, na implementação de medidas corretivas. Embora a maioria das observações registadas não representasse riscos imediatos ou custos elevados, algumas anomalias tendiam a agravar-se ao longo do tempo, como, por exemplo, pequenas fugas de óleo que acabavam por evoluir para falhas mais significativas.

VINCO VALVES		PLANO DE MANUTENÇÃO SEMANAL DO OPERADOR																								MÊS OUTUBRO 2024		T008		
Semanas		Dom	2ªF	3ªF	4ªF	5ªF	6ªF	Sáb	Dom	2ªF	3ªF	4ªF	5ªF	6ªF	Sáb	Dom	2ªF	3ªF	4ªF	5ªF	6ªF	Sáb	Dom	2ªF	3ªF	4ªF	5ªF	6ªF	Sáb	Dom
<b>Sequência</b>																														
#1	Verificação do óleo do hidráulico		X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
#2	Verificação do óleo dos barramentos		X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
#3	Verificação do óleo de refrigeração		X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
#4	Análise à viscosidade do óleo solúvel de refrigeração (Refractómetro)		X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
#5	Verificação de massa nas buchas		X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
#6	Verificação ao quadro elétrico		X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
#7	Mudança de filtros		X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
Limpeza exterior (1ª Semana)			X				OK			X				OK			X				OK			X				OK		
Carimbo		VINCO 1122 PRD 04/10/24		VINCO 1122 PRD 11/10/24		VINCO 1122 PRD 18/11/24		VINCO 1122 PRD 25/10/24		VINCO 1122 PRD 31/10/24																				
Observações Semana 1:		Necessário óleo em admissão interna para testes.																												
Observações Semana 2:		" " " " " " " " " " " "																												
Observações Semana 3:		" " " " " " " " " " " "																												
Observações Semana 4:																														
Observações Semana 5:																														
Procedimento: A observação será classificada com OK ou NOK e rubricado/carimbado na coluna correspondente; No caso de NOK, deverá ser especificada a ação de correção nas observações. Refractómetro: deve-se multiplicar por 2 (x2) o valor lido no equipamento. Dado em função do óleo utilizado pela Vinco Válvulas S.A.																														
Validação pelo Responsável da Manutenção:		Antonio Cavale																								Data:		04/11/2024		

Figura 14 - Registo TPM1

Para ultrapassar estas limitações, foram exploradas diferentes hipóteses para digitalizar e o processo de registo das TPM1. Numa primeira tentativa, o Departamento de Manutenção passou a entregar semanalmente os impressos de manutenção TPM1 aos operadores, permitindo antecipar a análise da informação. Contudo, esta abordagem traduziu-se num aumento substancial do número de impressos, indo contra o princípio de sustentabilidade do projeto, ao continuar a depender do suporte físico em papel. Posteriormente, foi implementada uma segunda solução, que consistia na afixação dos códigos das ordens de manutenção TPM1 no quadro de cada célula produtiva (Figura 15). Esta alternativa contribuiu para reduzir o uso de papel, mas revelou-se limitada devido à dificuldade sentida por alguns operadores na introdução manual do código completo da ordem de manutenção no sistema Regoper.

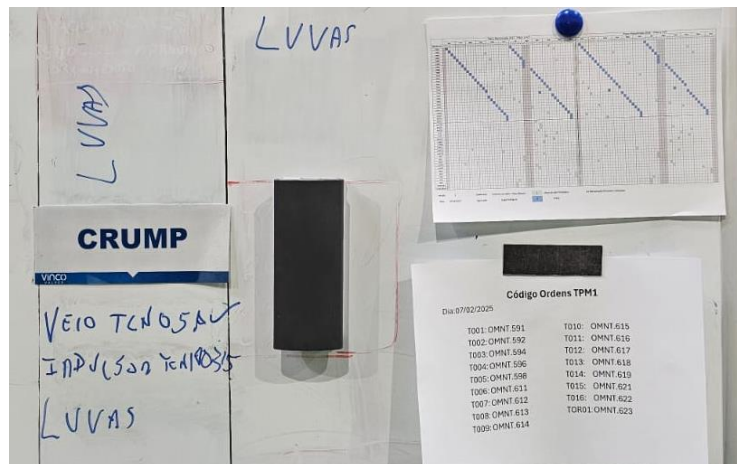


Figura 15 - Listagem de códigos para ordens TPM1 afixada no quadro da célula 1

A solução final adotada para a digitalização das TPM1 passou pela utilização da VincoNet, a intranet da empresa, já amplamente utilizada pelos operadores para a consulta de desenhos técnicos e ordens de produção. Foi criada uma página específica dedicada ao registo destas atividades, onde o operador apenas necessita de pesquisar o equipamento pretendido e selecionar o respetivo link (Figura 16). Esta ação redireciona automaticamente para o Regoper, já com a ordem de manutenção TPM1 pré-selecionada, sendo apenas necessário que o operador introduza o seu código interno (Figura 17). Ao tratar as TPM1 da mesma forma que as ordens de produção, esta integração aproveitou a familiaridade dos operadores com o sistema, simplificando o processo. A eliminação total dos impressos, aliada à melhoria na acessibilidade aos códigos de manutenção, contribuiu para um registo mais rápido, eficiente e ambientalmente sustentável. Após a conclusão das verificações semanais, caso o operador detete alguma anomalia, deve recorrer à funcionalidade Pedidos de Intervenção, redigindo uma breve descrição da situação e identificando-a como “Observações TPM1”. Este procedimento garante que a comunicação de eventuais anomalias seja feita de forma estruturada, organizada e diretamente dirigida ao Departamento de Manutenção, promovendo a rastreabilidade e facilitando o acompanhamento das intervenções necessárias.

Ordem	CodArtigo	Descrição	QtdPed	QtdEnte	Prazo	Situação	Operação OIB	Tipo Tarefa	Máquina	Link Reg/Oper
OMNT 1185			1,00	0,00	2025-09-16	Firme	TPM1 MANUTENÇÃO SEMANAL OPERADOR 1. Verificação do óleo de refrigeração 2. Verificação do óleo barramentos 3. Substituição de filtros 4. Análise à viscosidade do óleo solúvel de refrigeração (Refratmetro) (08-12K) 5. Limpeza exterior (1x semana)	TPM1	MAQ   MAQ24   C001	Reg/Oper
OMNT 1186			1,00	0,00	2025-09-16	Firme	TPM1 MANUTENÇÃO SEMANAL OPERADOR 1. Verificação do óleo de refrigeração 2. Verificação do óleo barramentos 3. Substituição de filtros 4. Análise à viscosidade do óleo solúvel de refrigeração (Refratmetro) (08-12K) 5. Limpeza exterior (1x semana)	TPM1	MAQ   MAQ24   C002	Reg/Oper
OMNT 1187			1,00	0,00	2025-09-16	Firme	TPM1 MANUTENÇÃO SEMANAL OPERADOR 1. Verificação do óleo de refrigeração 2. Verificação do óleo barramentos 3. Substituição de filtros 4. Análise à viscosidade do óleo solúvel de refrigeração (Refratmetro) (08-12K) 5. Limpeza exterior (1x semana)	TPM1	MAQ   MAQ24   C004	Reg/Oper

Figura 16 - Listagem das ordens TPM1 para a semana a decorrer, na VincoNet

Esta dinâmica trouxe ganhos significativos em termos de rastreabilidade e organização da informação, uma vez que tanto os pedidos de intervenção como os registos das TPM1 ficam associados a uma ordem de manutenção, registados com data, hora e identificação do utilizador, facilitando o seu acompanhamento e histórico. Esta abordagem permitiu reduzir substancialmente o tempo despendido no registo das tarefas de manutenção, mantendo o foco dos operadores nas suas funções principais, ao mesmo tempo que garante a recolha eficiente e imediata de informações relevantes. O reforço da comunicação entre Produção e Manutenção, aliado ao aproveitamento de ferramentas digitais já familiares aos colaboradores, contribuiu para uma resposta mais célere e eficaz às ocorrências registadas, promovendo um ambiente mais sustentável.

Figura 17 - Preenchimento dos campos para o arranque da ordem TPM1

Com a conclusão da implementação, tornou-se essencial assegurar a uniformização dos procedimentos de utilização. Para tal, foram desenvolvidas Instruções de Trabalho Operacionais (ITO) que descrevem detalhadamente a utilização dos processos no sistema Segin, foram elaboradas Instruções de Trabalho Operacionais (ITO) específicas para cada tipo de operação. Estas encontram-se documentadas no Apêndice A.

## **3.4. Impacto na sustentabilidade**

A introdução do módulo de manutenção no ERP da Vinco representou um avanço significativo, não apenas a nível da eficiência operacional, mas também no reforço do compromisso da empresa com a sustentabilidade. Durante a sua integração, foram atingidos quatro dos seis objetivos estratégicos previamente descritos - a Eliminação de Problemas na Recolha de Dados, o Desenvolvimento de um Sistema Informático de Manutenção, o Planeamento abrangente de Manutenções e a Construção do Histórico de Equipamentos – o que permite classificar esta implementação como um sucesso. Com esta ferramenta foi possível alcançar resultados relevantes nos pilares Financeiro, Ambiental e Social, em consonância com diversos ODS da Nações Unidas. Segue-se a análise dos impactos verificados em cada um destes pilares.

### **3.4.1. Pilar Financeiro**

Embora ainda não seja possível identificar melhorias financeiras diretamente atribuídas à introdução do módulo de manutenção, a sua implementação representa um investimento estratégico. A centralização e sistematização da informação conferem ao Responsável da Manutenção uma maior disponibilidade para se dedicar a atividades técnicas de maior valor acrescentado, o que poderá, a médio e longo prazo, traduzir-se numa gestão mais eficiente dos ativos e numa redução dos custos operacionais.

Paralelamente, a criação de um histórico digital estruturado de eventos de manutenção corretiva contribui para a melhoria contínua dos processos, ao registar não só as falhas ocorridas, mas também as respetivas medidas corretivas adotadas. Este registo permitirá, no futuro, resolver avarias semelhantes de forma mais rápida e eficaz, minimizando tempos de paragem e evitando intervenções prolongadas.

Estas melhorias reforçam o alinhamento da empresa com o ODS 9 -Indústria, Inovação e Infraestrutura, ao promover práticas de manutenção mais inovadoras.

### **3.4.2. Pilar Ambiental**

A introdução do módulo de manutenção no ERP da empresa contribuiu significativamente para a redução do consumo de recursos e para uma gestão mais sustentável dos ativos. A digitalização do registo das atividades TPM1, anteriormente registadas em formulários mensais em papel. Atualmente existem 28 equipamentos com planos de manutenção autónoma, o que representava uma utilização de 28 impressos por mês, totalizando 336 impressos por ano. Com a eliminação destes formulários e a adoção de um processo digital, eliminou-se o consumo de papel para estas atividades. Adicionalmente, os certificados de calibração dos RMM passaram a ser arquivados exclusivamente em formato digital. Para o presente ano, estão previstas 53 calibrações, e cada certificado possui, em média, 3 páginas, o que corresponde a uma poupança adicional de 159 folhas de papel. Esta medida contribui não apenas para a redução de resíduos, como também para mitigar o uso de recursos florestais, alinhando-se com o ODS 15 – Proteger a Vida Terrestre, ao atuar sobre uma das principais causas da desflorestação: o consumo excessivo de papel.

Esta transição digital não só teve impacto na redução de materiais utilizados, como também aumentou a eficácia da recolha de informação relevante para a manutenção. Através do novo sistema, os operadores passaram a registar diretamente no ERP qualquer anomalia detetada. Este procedimento tornou o processo mais rápido e estruturado, permitindo ao Departamento de Manutenção atuar preventivamente sobre problemas que, em contexto anterior, poderiam demorar semanas a ser identificados. Assim, o módulo de manutenção não apenas eliminou desperdícios físicos como também criou condições para uma deteção mais rápida de anomalias técnicas, o que poderá traduzir-se numa utilização mais eficiente dos recursos e na redução do desperdício, reforçando o alinhamento com o ODS 12 – Produção e Consumo Sustentáveis.

### 3.4.3. Pilar Social

No pilar social, a introdução do módulo de manutenção teve um impacto significativo sobre a dinâmica e a organização do Departamento de Manutenção. Com a centralização dos dados e digitalização de processos no ERP, os técnicos e Responsável passaram a dispor de mais tempo e recursos para se dedicarem a tarefas de maior valor técnico, como a análise de falhas, o planeamento de intervenções e a melhoria contínua. A eliminação do tratamento manual de impressos e automatização do fluxo de pedidos permitiram uma atuação mais estruturada, coerente e focada, contribuindo para a consolidação das rotinas internas do departamento.

Esta transformação estendeu-se também à gestão documental. Muitos dos documentos anteriormente dispersos por diferentes pastas em servidores partilhados ou em formato físico foram integrados no próprio ERP, assegurando uma maior organização, acessibilidade e rastreabilidade da informação. A facilidade de consulta e atualização de dados, diretamente no módulo, contribui para uma maior eficiência na tomada de decisões, ao mesmo tempo que reduziu a duplicação de ficheiros e a perda de informação crítica (Figura 18).

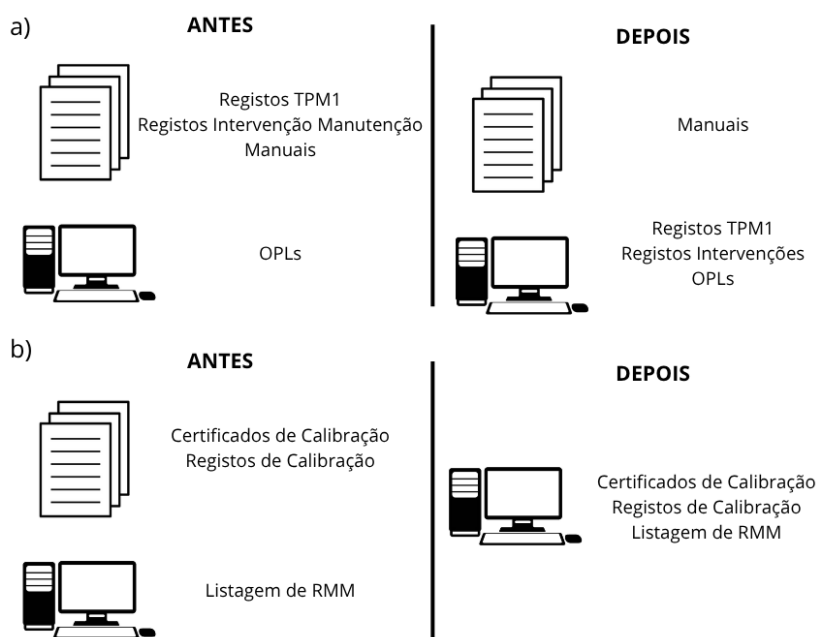


Figura 18 - Diferenças na gestão documental para a) Manutenção e b) Qualidade

No Departamento de Produção, foi aplicado um questionário (Apêndice C), de forma anónima, com o objetivo de recolher a opinião dos operadores sobre as alterações introduzidas no registo das atividades TPM1. O questionário permitiu avaliar a perceção dos operadores relativamente à facilidade de utilização do sistema e o impacto na relação entre Produção e Manutenção. As questões foram avaliadas numa escala de Likert de 1 a 5, em que 1 corresponde a “Discordo Totalmente” e 5 a “Concordo Totalmente”.

*Tabela 6 - Resultados obtidos relativos ao questionário de satisfação dos colaboradores*

<b>Questão</b>	<b>Moda</b>
1. O novo sistema de registo é fácil de utilizar.	4
2. O sistema ajuda-me a lembrar de realizar as tarefas de manutenção autónoma.	3
3. O tempo necessário para iniciar e encerrar o registo é adequado.	4
4. A forma de registar observações sobre as TPM1 é prática.	3
5. Prefiro o novo sistema em relação ao anterior.	4
6. A criação de pedidos de intervenção tornou-se mais simples.	5
7. Poder acompanhar o estado do pedido de intervenção faz-me sentir valorizado.	5
8. O tempo de resposta da Manutenção melhorou.	2
9. A relação entre Produção e Manutenção melhorou.	2

Os resultados (Tabela 6) evidenciam que os operadores avaliaram positivamente a facilidade de utilização do sistema (questões 1, 3 e 5), bem como a criação e acompanhamento de pedidos de intervenção (questões 6 e 7), o que reforça a perceção de simplicidade, envolvimento e valorização individual. Por outro lado, aspetos como lembrar os operadores da necessidade da realização da manutenção autónoma e como registar as observações destas tarefas (questões 2 e 4) foram percecionados de forma mais neutra, sugerindo margem de melhoria nestas funcionalidades. As respostas menos favoráveis concentram-se no tempo de resposta da Manutenção e a relação entre departamentos (questões 8 e 9).

De forma geral, a implementação do módulo de manutenção no ERP trouxe benefícios claros para os colaboradores. A digitalização de processos contribui para maior rastreabilidade da informação e um ambiente de trabalho mais colaborativo. Em síntese, os impactos sociais desta implementação alinham-se com o ODS 8 – Trabalho Digno e Crescimento Económico, ao promover práticas laborais mais participativas, melhores condições para os trabalhadores e um maior envolvimento entre equipas.

## 4. Fosfatação

Na Vinco Válvulas, o processo de fosfatação, à base de manganês, é aplicado não apenas a válvulas de uso industrial, mas também a componentes de clientes externos. O processo foi alterado de forma a eliminar a necessidade de submersão das peças em óleo quente, passando a oleagem a ser realizada a temperatura ambiente por spray, resultando numa redução de gastos e diminuição do impacto ambiental do processo. A Tabela 7 apresenta os parâmetros atuais de funcionamento da linha.

*Tabela 7 - Parâmetros de funcionamento das etapas de fosfatação*

Parâmetros	Desengorduramento	Lavagem	Afinador	Fosfatação	Lavagem	Neutralização	Oleagem
Temperatura (°C)	50 – 60	≤ 40	Ambiente	80 – 90	≤ 40	50 – 60	Ambiente
Tempo (minutos)	5 - 15	1 – 2	1 – 2	10 – 15	1 – 2	1 – 2	1 - 3
Alcalinidade Livre (pts)	70 – 80	-	-	-	-	7 – 10	-
Alcalinidade Total (pts)	-	≤ 2	-	-	-	-	-
Acidez Total (pts)	-	-	-	50 – 65	≤ 2	-	-
AcT / AcL	-	-	-	6.5 – 7.5	-	-	-
Teor de ferro (g/l)	-	-	-	≤ 4	-	-	-
pH	-	-	9 – 10	-	-	-	-

## 4.1. Estado inicial

Com o início da análise da linha de fosfatação, tornaram-se evidentes diversas fragilidades operacionais e estruturais que comprometem a eficiência e a sustentabilidade do processo.

Desde os primeiros levantamentos, observou-se uma desorganização significativa do espaço de trabalho. Materiais encontravam-se dispersos, produtos químicos fora dos locais apropriados e os recursos disponíveis eram utilizados de forma pouco funcional. Esta realidade afetava negativamente a operacionalidade, a segurança e a imagem da área, justificando a necessidade de uma intervenção estruturada ao nível de organização.

Para além da desorganização, o *layout* da linha revelou-se desfavorável tanto em termos ergonómicos como logísticos. O espaço é partilhado com outras duas operações – Lavagem e Eletropolimento – o que, numa área reduzida, origina sobreposição de tarefas e limita o espaço útil disponível. Em momentos de maior carga de trabalho, estas condições levam a interferências operacionais, dificultando o trabalho simultâneo de vários operadores, aumentando o risco de erros e de acidentes.

A disposição atual dos tanques segue a sequência lógica do processo, facilitando a execução progressiva das etapas. No entanto, após o tratamento, a retirada das peças obriga os operadores a regressar pelo percurso original, em sentido contrário ao fluxo, o que compromete a fluidez e aumenta o risco de contaminação cruzada entre tinas. A Figura 19 ilustra os diferentes fluxos existentes na Linha de Tratamentos: a vermelho, a Fosfatação; a verde, a Lavagem; e a azul, o Eletropolimento.

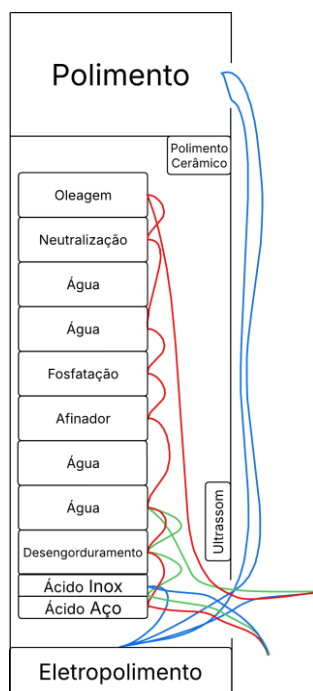


Figura 19 - Diagrama de Spaghetti dos fluxos existentes na Linha de Tratamentos

No que diz respeito à manutenção da linha, foi identificada uma execução inconsistente das tarefas TPM1. Apesar de existir plano definido, a sua realização não é sistemática nem

adequadamente registada. Estas tarefas, maioritariamente relacionadas com a limpeza e verificação das tinas, têm sido realizadas, de forma recorrente, por apenas um dos operadores, gerando sobrecarga e frustração. Esta assimetria na distribuição das responsabilidades tem resultado na omissão ou execução irregular das ações de manutenção autónoma, com impacto negativo na fiabilidade do processo.

No plano energético, verificou-se um consumo ineficiente. A manutenção da temperatura da solução de fosfatação acima dos 80°C depende de resistências submersas que operam em contínuo, devido à dificuldade em atingir os 90°C. Esta operação contínua ocorre mesmo em períodos de inatividade, o que contribui para um consumo energético desnecessário. A ausência de estratégias complementares, como tampas térmicas ou sistemas inteligentes de controlo de temperatura, agrava esta ineficiência.

A potência elétrica instalada para o aquecimento do banho de fosfatação é de 11,1 kW, distribuída por quatro resistências submersas – duas de 1,8 kW e duas de 3,75 kW. Estas resistências operam continuamente para manter a solução dentro da faixa de temperatura pretendida. As tinas possuem um volume útil de 750 litros (0,75 m<sup>3</sup>). Para efeitos de cálculo energético e de massa, foi utilizada a densidade média ponderada da solução:

$$\rho_{mistura} = \frac{\sum (p_i * V_i)}{\sum V_i}$$

Onde:

- $\rho_i$  = densidade de cada componente
- $V_i$  = volume de cada componente

A Tabela 8 apresenta os componentes da mistura para a solução da fosfatação.

*Tabela 8 - Características dos componentes para a solução da fosfatação*

Componente	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Água	1000	0,750
G 4060	1290	0,075
7203	1650	0,0035

Desta forma, determinou-se que a densidade da solução de fosfatação é de aproximadamente 1029 kg/m<sup>3</sup>, o que, para um volume de 0,75 m<sup>3</sup>, corresponde a uma massa total de cerca de 772 kg.

Para determinar o calor específico da solução, considerou-se um cenário de aquecimento do banho até temperaturas inferiores a 80°C. Observou-se que, nesse intervalo, o sistema demora cerca de 60 minutos a elevar a temperatura em 10°C, com as resistências a operar à potência total instalada de 11,1 kW.

Com base nos dados recolhidos, estimou-se que a potência elétrica fornecida pelas resistências durante uma hora de aquecimento é de:

$$Q = P * t = 11100 \text{ W} * 3600 \text{ s} = 39,96 \text{ MJ}$$

A partir deste valor, foi possível determinar o calor específico da solução de fosfatação, utilizando a expressão:

$$c = \frac{Q}{m * \Delta T} = \frac{39,96 * 10^6}{772 * 10} = 5176 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Com este valor, calculou-se o calor total necessário para aquecer a solução desde a temperatura ambiente (assumida como 20°C) até à temperatura mínima de operação:

$$Q = m * c * \Delta T = 772 * 5176 * 60 = 239,8 \text{ MJ} = 66,6 \text{ kWh}$$

O tempo teórico de aquecimento seria então:

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{66,6 \text{ kWh}}{11,1 \text{ kW}} = 6,0 \text{ horas}$$

Contudo, na prática, o banho de fosfatação não conseguia ultrapassar os 85°C, mesmo após longos períodos de aquecimento. Esta limitação levava frequentemente os operadores a aguardar o aumento da temperatura até valores aceitáveis para retomar o processo, o que causava atrasos nas operações.

Adicionalmente, devido à elevada temperatura de operação, observava-se uma evaporação significativa de água. Como consequência, era comum os operadores necessitarem de repor o nível da solução até duas vezes por dia, especialmente em períodos de maior carga de trabalho. Esta reposição frequente, além de implicar um maior consumo de recursos hídricos, introduzia choques térmicos no banho – dado que a água adicionada se encontrava à temperatura ambiente – o que implicava um esforço adicional das resistências para reaquecer o banho, agravando o consumo energético.

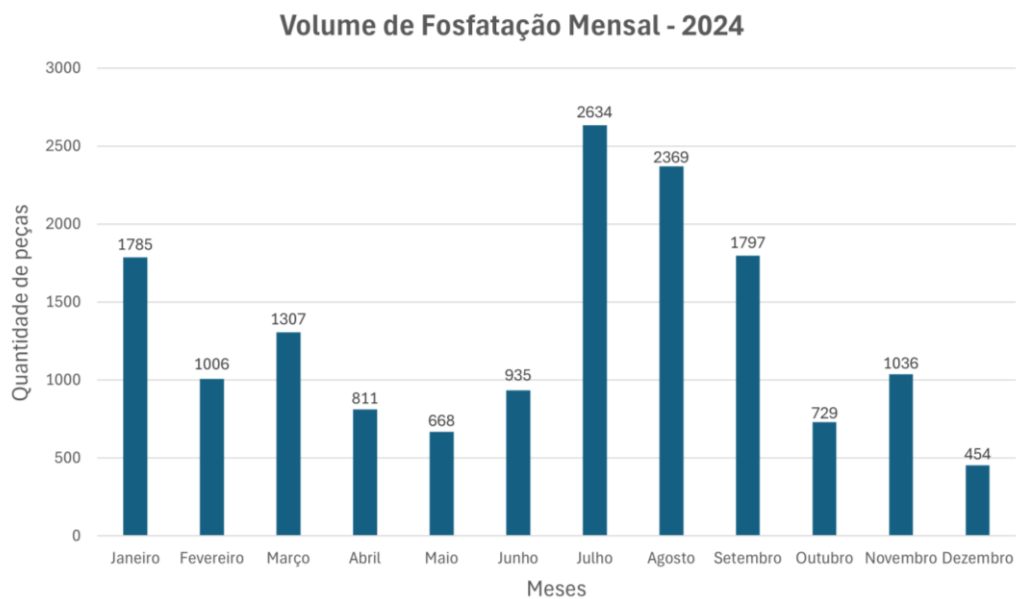
## 4.2. Estudo de hipóteses de melhoria

Face às limitações operacionais e estruturais identificadas na linha de fosfatação, foi conduzida uma análise crítica que permitiu a formulação de um conjunto de hipóteses de melhoria, com o objetivo de mitigar os problemas observados e otimizar o desempenho global do processo. As principais propostas consideradas foram:

- Cobertura do banhos aquecidos: introdução de tampas térmicas nos tanques para reduzir perdas de calor por evaporação durante os períodos de inatividade, permitindo manter a temperatura com menor consumo energético;
- Definição de dias específicos para a fosfatação: agrupar as operações em dias previamente definidos, evitando ciclos de aquecimento desnecessários;
- Ajuste dos horários de aquecimento: adaptar o horário de aquecimento, reduzindo o tempo de funcionamento das resistências durante intervalos de inatividade;
- Revisão dos parâmetros de temperatura: avaliar a possibilidade de operar o banho próximo do limite inferior aceitável (80°C), reduzindo o consumo energético sem comprometer a qualidade do tratamento;
- Redução do volume dos banhos: considerar a substituição das atuais tinas por versões de menor volume, preservando a capacidade útil para as peças, mas diminuindo o volume de solução a aquecer;
- Reconfiguração do layout da área: desenvolver uma proposta de reorganização do espaço de trabalho, com uma disposição mais lógica e sequencial dos equipamentos e zonas operacionais, com vista a eliminar deslocações cruzadas, melhorar a segurança, aumentar a eficiência e preparar o espaço para futuras melhorias ou automatizações.

Estas hipóteses serviram de base para as intervenções implementadas, que serão detalhadas no subcapítulo seguinte, juntamente com os respetivos impactos. No entanto, nem todas as propostas se revelaram viáveis no contexto da realidade produtiva da empresa.

A proposta de definição de dias específicos para a fosfatação foi descartada após análise do padrão de entrada de ordens de produção. A produção das válvulas que requerem este tratamento superficial apresenta elevada variabilidade em volume e frequência, o que inviabiliza o agendamento fixo das operações sem comprometer os prazos de entrega (Figura 20). Optou-se, assim, por manter a disponibilidade diária do processo.



*Figura 20 - Distribuição da quantidade de peças fosfatadas por mês em 2024*

De forma semelhante, a hipótese de redução do volume dos banhos foi também descartada. Apesar de pontencialmente vantajosa em termos de eficiência térmica, tal alteração limitaria a flexibilidade do processo, uma vez que as dimensões das peças a fosfatar variam consideravelmente. A adoção de tanques mais pequenos poderia impossibilitar o tratamento de peças de maior dimensão, comprometendo a capacidade de resposta da linha.

Tendo em conta a natureza do estágio curricular em que este trabalho se insere, reconheceu-se que alterações estruturais de maior dimensão não seriam exequíveis no horizonte temporal do projeto. Como alternativa de curto prazo, procedeu-se à implementação da metodologia 5S, com o objetivo de reorganizar e normalizar o espaço de trabalho, gerando ganhos imediatos em visibilidade, segurança e eficiência operacional. Uma proposta de novo layout para a linha de tratamento é apresetado no subcapítulo 5.2. “Limitações e trabalhos futuros”.

## 4.3. Alterações realizadas

### 4.3.1. Cobertura dos banhos aquecidos

Durante a pesquisa de alternativas para mitigar as perdas térmicas nos tanques da linha, identificou-se o sistema ACTSEC (Figura 21), da empresa KCH, como uma solução relevante. Este sistema automatizado de cobertura de tanques demonstrou, segundo o relatório técnico consultado, resultados expressivos na conservação de energia e água em ambientes industriais (Eskamani et al., 2002). Em particular, os dados revelam que a sua utilização permitiu uma poupança anual total de 1108,9 MWh, resultando da otimização de diversos componentes, como o motor do ventilador e as resistências de aquecimento. Além da redução do consumo energético, o sistema mostrou-se eficaz na minimização da evaporação de água. O relatório indica reduções de até 66% em tanques quadrados e 60% em tanques retangulares, o que representa não só uma diminuição no consumo hídrico, mas também maior estabilidade química dos banhos, reduzindo a necessidade de reposições frequentes. Esta otimização traduziu-se numa economia global estimada em 48790 dólares por ano.



Figura 21 - Sistema ACTSEC da KCH (a) fechado e (b) aberto (KCH, 2011)

Importa referir que a Vinco Válvulas já havia tentado implementar uma solução semelhante, através da conceção de um tampo rígido em poliestireno (Figura 22). No entanto, com o tempo, a elevada temperatura do banho e a acidez da solução começaram a degradar o material. Adicionalmente, a constante evaporação levou à absorção de humidade e compostos químicos pelo tampo, tornando-o demasiado pesado para ser manuseado com facilidade. Estas limitações levaram à sua inutilização, reforçando a necessidade de procurar alternativas mais práticas e duradouras.



*Figura 22 - Tampo em poliestireno (a) quando foi aplicado e (b) estado atual*

Apesar do forte potencial da solução da KCH, a natureza temporária e limitada do estágio não permitiria avançar com uma solução semelhante realizada internamente. O processo de idealização, aprovação, conceção e instalação de um sistema semelhante exigiria recursos financeiros e prazos incompatíveis com a duração do estágio. Perante estas limitações, optou-se por continuar a investigação de alternativas mais simples e exequíveis.

A utilização de bolas flutuantes na superfície de corpos de água tem-se mostrado uma estratégia eficiente para reduzir a evaporação (Elsebaie et al., 2017; Hao et al., 2023; Lehmann et al., 2019). Estudos indicam que a densidade e o design das esferas influenciam significativamente a eficácia da inibição da evaporação. A cobertura com esferas de polietileno de alta densidade (PEHD) demonstrou taxas de inibição variáveis consoante a percentagem de cobertura, sendo que mesmo coberturas parciais oferecem benefícios relevantes. A pesquisa de Lehmann et al. (2019) reforça esta conclusão, mostrando que coberturas flutuantes que atingem até 91% da superfície podem proporcionar reduções expressivas da evaporação mesmo sob condições adversas, como vento e radiação intensa.

Não foram encontrados estudos relativos à aplicação deste tipo de solução em tanques localizados em ambientes interiores. No entanto, os resultados promissores apresentados despertaram interesse na sua possível adaptação à realidade da Vinco Válvulas. Assim, avançou-se com a implementação de esferas de PEHD no tanque Fosfatação (Figura 23).



*Figura 23 - Esferas em PEHD*

Inicialmente, foram inseridas duas camadas de esferas na superfície do tanque de fosfatação, de forma a maximizar a cobertura da área exposta. Esta abordagem visava minimizar os espaços entre esferas que, numa única camada, permitiriam ainda perdas térmicas por evaporação. Contudo, esta aplicação revelou-se de curta duração. Durante a submersão das peças, as esferas eram frequentemente projetadas para fora do tanque, obrigando os operadores a recolhê-las posteriormente. Como solução prática, os próprios operadores optavam por remover temporariamente as esferas durante as operações, o que acabava por anular os benefícios da cobertura (Figura 24). Perante esta limitação operacional, decidiu-se remover uma das camadas de esferas, que foi posteriormente reaproveitada nos tanques Desengorduramento e Neutralização.



*Figura 24 - Remoção das esferas pelos operadores para facilitar as operações*

Após a implementação das esferas, foi realizada uma revisão ao sistema de aquecimento, uma vez que o banho passou a conseguir alcançar os 90°C e manter essa temperatura durante alguns minutos. Em resposta, foi removida uma das resistências de 1,8 kW, com o objetivo de reduzir o consumo energético total. Posteriormente, devido à avaria de uma das resistências de 3,75 kW e à necessidade de substituição urgente, optou-se pela aquisição de uma resistência de 2,5 kW, por limitações da oferta disponível.

Com estas alterações, a potência total instalada passou de 11,1 kW para 8,05 kW, representando uma redução significativa. Apesar disso, revelou-se suficiente para as necessidades do processo, ao mesmo tempo que contribui para o aumento da sustentabilidade energética da operação.

A redução da potência instalada levou a um aumento do tempo de aquecimento, passando a ser necessário aproximadamente 8 horas para atingir a temperatura desejada. No entanto, uma vez alcançados os 90°C, observou-se que o banho conseguia manter essa temperatura sem aquecimento ativo durante cerca de 15 minutos. De igual forma, a subida de temperatura de 89°C para os 90°C também demorava cerca de 15 minutos, indicando que, em períodos de manutenção térmica, as resistências permaneciam desligadas durante metade do tempo. Esta eficiência, no entanto, só foi observada nos períodos em que o sistema não era perturbado pela introdução de peças, o que ocorre esporadicamente.

Apesar de esta solução ter demonstrado resultados positivos, não deve ser encarada como permanente. Esporadicamente, algumas das esferas utilizadas acabaram por arrebentar (Figura 25), possivelmente devido à exposição prolongada a altas temperaturas, o que levanta dúvidas quanto à sua durabilidade e adequação para um uso contínuo. Este comportamento evidencia a necessidade de estudar alternativas mais robustas e resistentes, capazes de assegurar um isolamento térmico eficaz a longo prazo.



*Figura 25 - Esfera danificada*

### 4.3.2. Alteração dos horários diários de fosfatação

Para aprofundar a análise da linha de fosfatação, foi instalado um contador no respetivo quadro elétrico (Figura 26). Embora o consumo médio englobasse não apenas as resistências de aquecimento do Desengorduramento, Fosfatação e Neutralização, mas também o sistema de exaustão e as sondas de nível e temperatura, esta medição revelou-se essencial para fundamentar alterações no horário de funcionamento da linha.

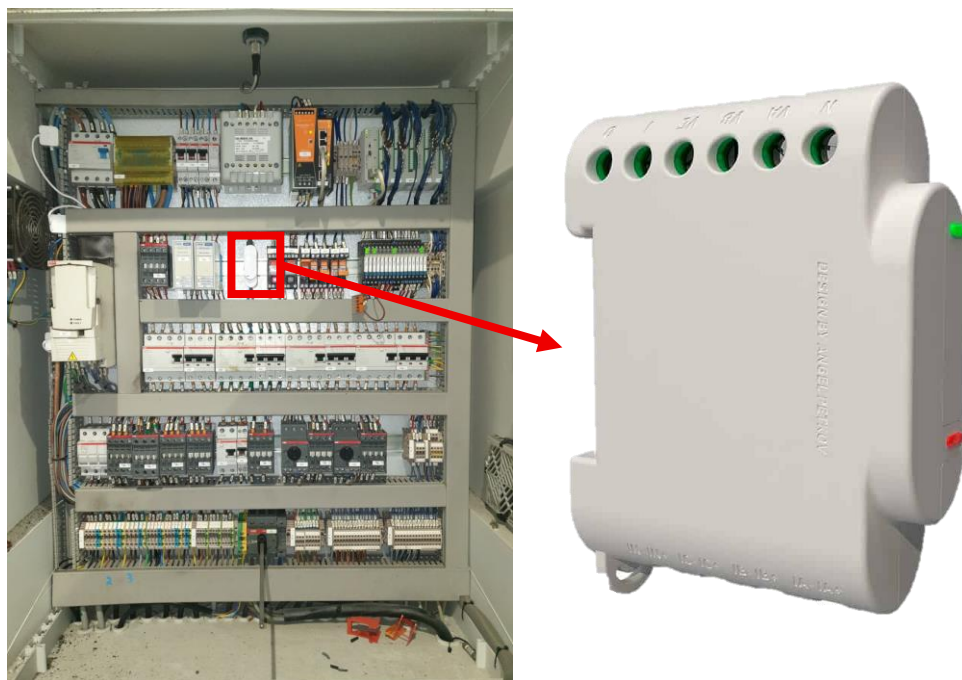


Figura 26 - Quadro elétrico da linha LTR e Contador trifásico instalado para o estudo

A consulta do manual de instruções do sistema de controlo da linha revelou que o horário de funcionamento é definido em intervalos fixos de 60 minutos. Por exemplo, se o limite de funcionamento fosse configurado até às 17, o sistema manter-se-ia ativo até às 17:59. Como o turno termina às 17:30, concluiu-se que o sistema permanecia em aquecimento desnecessariamente durante cerca de 30 minutos. Assim, decidiu-se ajustar o horário de funcionamento para terminar às 16:00, evitando esse consumo supérfluo.

Com a aplicação das esferas na superfície do banho, observou-se uma melhoria na retenção de calor durante os períodos de inatividade, permitindo uma descida mais lenta da temperatura do banho. Esta melhoria possibilitou uma reavaliação do horário de início do aquecimento.

Através da análise dos registos do contador, verificou-se que entre terça e sexta-feira existia uma queda acentuada no consumo elétrico às 05:00, indicando que as resistências paravam de consumir energia por terem atingido a temperatura alvo. Assim, optou-se por atrasar o início do aquecimento para as 01:00 nesses dias, o que resulta numa poupança média de 8 kWh por dia, totalizando cerca de 32 kWh por semana.

Adicionalmente, verificou-se que o sistema de exaustão funcionava continuamente à velocidade máxima (60 Hz). Para otimizar o seu funcionamento, decidiu-se que, durante o período de inatividade (22:00 – 06:00) o sistema passaria a operar à velocidade mínima (30 HZ).

Esta medida simples permitiu uma redução significativa do consumo energético do equipamento, passando de 3,85 kWh para 1,07 kWh, o que representa uma poupança semanal de 167 kWh.

### 4.3.3. Revisão dos parâmetros de temperatura

Com o horário de funcionamento redefinido, procedeu-se à análise da possibilidade de otimizar o consumo energético através da alteração dos parâmetros de temperatura. A IT estabeleceu que a temperatura do banho de fosfatação deve situar-se entre os 80°C e os 98°C. Considerando que os resultados obtidos nas peças têm sido consistentes e satisfatórios, concluiu-se que não existia necessidade de operar a temperaturas superiores.

Assim, testou-se o limite inferior permitido, definindo uma temperatura alvo de 90°C, com tolerância para descida até aos 80°C. Esta configuração permitia que as resistências de aquecimento permanecessem desligadas durante cerca de duas horas, traduzindo-se numa poupança energética relevante.

Contudo, a variabilidade da carga de produção tornou esta configuração pouco fiável. Tal limitação ficou evidente durante a execução de uma ordem de produção extensa, em que foram imersos 89 terminais no banho, o qual se encontrava a 83°C no momento de introdução e desceu até os 81°C. Apesar de a temperatura se ter mantido dentro dos limites definidos, os terminais não apresentaram o acabamento superficial desejado (Figura 27).

Adicionalmente, observou-se uma diferença significativa na formação de fosfatos entre os terminais posicionados próximos das resistências e aqueles colocados nas zonas opostas. Este fenómeno sugere a existência de uma distribuição térmica desigual no interior da tina, uma vez que tanto as resistências como a sonda de temperatura se encontram instaladas na mesma extremidade.



*Figura 27 - Terminais mal fosfatados devido à baixa temperatura do banho*

Face a estas observações, decidiu-se restringir a descida máxima permitida para 5°C, ou seja, o sistema de aquecimento é reativado assim que o banho atinja os 85°C. Esta configuração

revelou-se mais equilibrada entre a poupança energética e a garantia de qualidade do tratamento, permitindo que o sistema permaneça desligado durante cerca de uma hora. Quando o aquecimento é retomado, o tempo necessário para recuperar a temperatura até aos 90°C é de aproximadamente 50 minutos.

#### **4.3.4. Manutenção da temperatura fora do horário laboral**

Com o objetivo de reduzir o consumo energético da linha durante fora do horário laboral, analisou-se a viabilidade de manter o banho a uma temperatura inferior à de operação.

Inicialmente, foi contactado o fornecedor no sentido de averiguar a possibilidade de programar uma segunda temperatura de referência, inferior ao intervalo de operação definido para a fosfatação, a ser mantida durante os períodos de inatividade. Esta funcionalidade permitiria evitar a oscilação entre o aquecimento contínuo e o arrefecimento natural. Contudo, foi confirmado que o sistema atual não contempla essa opção, sendo necessário um desenvolvimento específico por parte do fabricante, o que implicaria custos adicionais. Face a esta limitação, iniciou-se a análise de diferentes cenários de funcionamento, recorrendo a dados experimentais.

No primeiro cenário, foi avaliada a descida do banho até aos 70 °C. Atingir esta temperatura requeria cerca de 5 horas de arrefecimento. Para voltar aos 90 °C, o sistema necessitava no mínimo de 3 horas, o que obrigava a antecipar o início do aquecimento para as 22:00. Deste modo, a antecipação do aquecimento anulava o benefício energético pretendido, resultando não numa poupança, mas sim num aumento do consumo global.

No segundo cenário, foi analisada a descida até 60 °C. Atingir esta temperatura exigia cerca de 8 horas de arrefecimento. Este comportamento corresponde ao funcionamento atual do sistema. Assim, concluiu-se que, refletindo já a prática em vigor, não se justifica a avaliação de novos cenários de redução térmica adicionais sem que implique comprometer a preparação atempada do banho para o arranque das operações.

Por fim, foi ainda testada uma configuração intermitente de aquecimento, em que as resistências foram programadas para funcionar em ciclos alternados de uma em uma hora, entre as 19:00 e as 05:00. A partir desse momento, o sistema entrava em aquecimento contínuo até atingir a temperatura alvo (Figura 28). No entanto, a análise dos consumos registados demonstrou que esta abordagem não resultava numa poupança significativa. Ambas as configurações – contínua e intermitente – exigiam cerca de 78 kWh para elevar o banho aos 90°C. Apesar de a configuração intermitente permitir atingir a temperatura desejada mais cedo, por volta das 06:00, em comparação com a configuração contínua, que atinge os 90°C pelas 08:00, esse avanço revelou-se irrelevante do ponto de vista prático. Como descrito anteriormente, as ordens de fosfatação costumam ser iniciadas apenas a partir das 8, uma vez que o colaborador do turno da manhã começa normalmente pelas ordens de eletropolimento. Assim, optou-se por manter a configuração anteriormente implementada.



Figura 28 - Configuração intermitente de funcionamento de uma hora

Ainda assim, esta configuração intermitente poderá ser considerada em situações pontuais, nomeadamente quando for necessário uma maior celeridade na conclusão de válvulas fosfatadas. Nestes casos, o facto de a temperatura de operação ser atingida mais cedo poderá justificar a aplicação temporária deste regime, maximizando a eficiência do processo conforme as necessidades produtivas.

#### 4.3.5. Utilização dos painéis fotovoltaicos

A Vinco Válvulas dispõe de um sistema de painéis fotovoltaicos instalado na cobertura das suas instalações, contribuindo para a produção de energia elétrica renovável. Durante os dias úteis, o rendimento destes painéis é aproveitado ao máximo devido ao consumo contínuo dos diversos processos produtivos. Em 2024, o sistema produziu um total de 26,02 MWh, dos quais 75% foram consumidos diretamente pela instalação. O consumo total de energia elétrica foi de 76,49 MWh, dos quais 25% foi suprido pelos painéis solares. Contudo, o consumo elétrico aos fins de semana reduz significativamente, estando praticamente limitado ao funcionamento do sistema de exaustão da linha de tratamento. Como o sistema fotovoltaico não possui baterias de armazenamento, toda a energia excedente é alimentada para a rede elétrica.

Atualmente, o aquecimento do banho de fosfatação é programado para iniciar às 23:00 de domingo, altura em que a produção fotovoltaica já cessou. Com o objetivo de otimizar o aproveitamento da energia renovável gerada localmente, foi proposta uma nova estratégia: antecipar o início do aquecimento para o próprio dia de domingo. Com esta alteração, prevê-se que a energia necessária para elevar a temperatura da solução seja providenciada, na sua maioria, pelos painéis fotovoltaicos, reduzindo o consumo de energia da rede.

Para melhor compreender o potencial de produção energética dos painéis, realizou-se uma análise comparativa entre o rendimento médio mensal registado pelos painéis ao longo do ano anterior e os valores disponibilizados pelo site Global Solar Atlas, uma plataforma reconhecida para dados solares globais (Anexo A).

Os dados apresentados na Tabela 9 mostram que, apesar de existirem diferenças ao longo do ano, especialmente nos meses de inverno, os valores mensais registados pelos painéis e os estimados pelo Global Solar Atlas apresentam uma tendência semelhante, principalmente entre abril e agosto.

Tabela 9 - Comparativo das médias diárias de geração fotovoltaica em 2024

Mês	Registo do sistema em 2024 (kWh)	Global Solar Atlas (kWh)
Janeiro	34	60
Fevereiro	50	79
Março	65	91
Abril	105	102
Maio	102	107
Junho	94	113
Julho	115	117
Agosto	90	115
Setembro	74	102
Outubro	44	78
Novembro	38	62
Dezembro	37	54

Considerando a proximidade dos valores entre abril e agosto, conclui-se que o perfil horário disponibilizado pelo Global Solar Atlas (Figura 29) pode ser utilizado como uma aproximação válida para representar o rendimento real do sistema fotovoltaico durante este intervalo, visto que os registos internos não fornecem perfis horários detalhados.

#### Average hourly profiles

Total photovoltaic power output [kWh]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6												
6 - 7												
7 - 8												
8 - 9	0.885	2.970	4.861	6.358	6.786	6.776	6.496	6.326	6.273	4.972	2.959	0.898
9 - 10	4.918	6.712	8.021	9.154	9.466	9.539	9.493	9.397	9.366	7.793	6.576	4.672
10 - 11	7.934	9.400	10.541	11.445	11.604	11.593	11.878	12.157	11.969	10.043	8.914	7.849
11 - 12	9.702	11.456	12.402	12.996	13.018	13.362	13.907	14.159	13.546	11.887	10.167	9.304
12 - 13	10.171	12.256	13.027	13.688	13.763	14.377	14.949	15.313	14.049	11.486	10.128	9.605
13 - 14	9.592	11.344	12.216	13.110	13.459	14.302	14.900	15.142	13.541	10.574	9.264	8.796
14 - 15	8.253	10.071	10.992	11.796	12.351	13.132	13.895	13.917	12.096	9.064	7.656	7.423
15 - 16	6.486	8.272	9.134	9.696	10.115	10.929	11.767	11.609	9.708	6.965	5.560	4.664
16 - 17	2.129	5.388	6.240	6.720	7.171	7.844	8.631	8.242	6.353	3.637	1.125	0.689
17 - 18		0.805	2.553	3.335	3.725	4.280	4.779	4.243	2.265	0.103		
18 - 19			0.076	0.589	1.092	1.350	1.448	0.904	0.082			
19 - 20					0.093	0.255	0.224	0.006				
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	60	79	91	102	107	113	117	115	102	78	62	54

Figura 29 - Perfil horário nas instalações da empresa (Global Solar Atlas)

Com base na análise do rendimento dos painéis solares, realizou-se o estudo do arranque do aquecimento às 09:00 de domingo. No intervalo entre o arranque do aquecimento e o início das operações na segunda-feira, o consumo de energia variou entre 97 kWh e 144 kWh, fora a

energia já fornecida pelos painéis fotovoltaicos durante o período de produção solar, resultando num consumo total superior ao do aquecimento noturno normal.

Evidencia-se, assim, que apenas com a instalação de um sistema de baterias poderá a Vinco Válvulas aproveitar plenamente a energia excedente gerada aos fins de semana, garantindo um uso mais eficiente e sustentável de energia elétrica.

#### 4.3.6. Implementação dos 5S

A aplicação da metodologia 5S surgiu da necessidade de melhorar a organização, limpeza e eficiência deste setor. O exemplo mais prominente era o armário destinado ao armazenamento dos produtos químicos, que se mostrava saturado e sem qualquer critério de organização (Figura 30). Esta disposição não só dificultava o acesso aos materiais, como aumentava o risco no manuseamento. Para além disso, observava-se uma falta de limpeza recorrente no chão da área, frequentemente marcado por derrames de ácidos e óleos que não eram removidos com a devida prontidão. Verificou-se ainda o acumular de sucata ao longo do tempo, resultado da ausência de um processo sistemático de controlo, o que contribuía para a degradação da imagem do posto de trabalho face às restantes áreas da empresa.



*Figura 30 - Disposição inicial do armário dos produtos químicos*

No âmbito do primeiro “S”, Seiri (Triagem), foi realizada uma seleção criteriosa de ferramentas e materiais presentes na área, removendo-se todos os itens que não eram utilizados na rotina

da linha. Entre os elementos retirados encontram-se, por exemplo, chaves de cruz e kits Umbrako, cuja presença apenas contribuía para a desorganização.

No segundo “S”, Seiton (Organização), concentrou-se a atenção na arrumação e estruturação do armário de produtos químicos. Foi identificado um armário em desuso nas instalações da empresa, o qual foi reaproveitado com o objetivo de substituir o armário original e concentrar todos os produtos químicos necessários à operação da linha, bem como algumas ferramentas essenciais (Figura 31). A arrumação e estruturação do armário foram feitas com base na classificação dos produtos por tipo, devidamente identificados e reposicionados para garantir um acesso fácil. Esta intervenção melhorou significativamente a visibilidade, o controlo e a acessibilidade dos produtos utilizados no processo.



*Figura 31 - Novo armário para o armazenamento dos produtos químicos usados na linha*

O terceiro “S”, Seiso (Limpeza), abordou a manutenção e higienização da linha, nomeadamente através da revisão do plano de tarefas TPM1, que se encontrava a ser executado de forma irregular. Verificou-se que, embora existisse um plano definido, estas ações estavam a ser realizadas de forma recorrente por apenas um dos operadores, o que causava sobrecarga e omissões. Para resolver esta situação, quadro colaboradores receberam formação específica e foram organizados em equipas de dois, passando a executar as tarefas com rotatividade mensal. Esta medida visou distribuir equitativamente as responsabilidades e assegurar a consistência das ações de manutenção autónoma, promovendo um espaço mais limpo.

Complementarmente, o plano TPM1 foi atualizado com a inclusão de tarefas adicionais, de forma a responder a necessidades operacionais observadas. Destaca-se a recolha das esferas

de PEHD, uma vez que tendem a sair da tina com o uso e não estavam a ser recolocadas com a devida frequência (Figura 32).

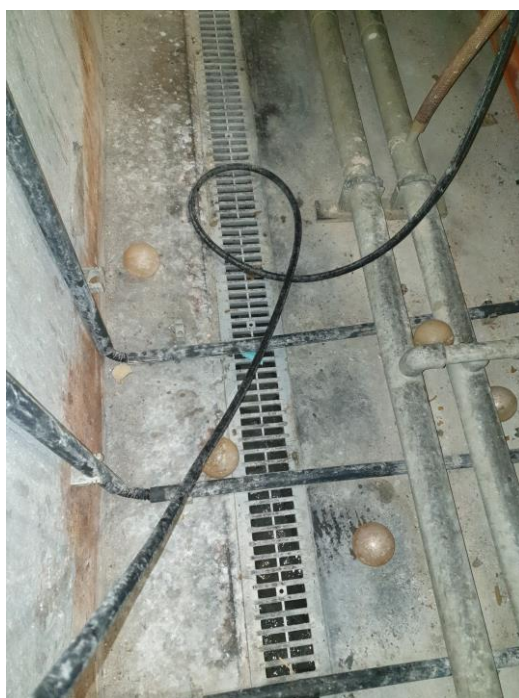


Figura 32 - Esferas fora do tanque

Em paralelo, foi também integrada a tarefa de verificação e reposição do nível de água das tinas Desengorduramento, Fosfatação e Neutralização. Esta medida visa garantir que as sondas de nível não disparem devido à falta de solução nas tinas, o que levaria à interrupção automática do aquecimento durante o fim de semana, período em que não se encontra ninguém presente nas instalações para proceder à reposição da água. Tal situação comprometeria a preparação dos banhos e poderia atrasar significativamente o início das operações na manhã de segunda-feira (Figura 33), afetando a produtividade da linha de tratamento.



Figura 33 - Falha no aquecimento devido à falta de solução durante a noite

A aplicação do quarto “S”, Seiketsu (Disciplina), visou garantir a normalização das boas práticas implementadas, através da definição clara de regras e da sua integração na rotina de trabalho.

Como primeiro passo, foi afixada a OPL do TPM1 atualizada, com instruções visuais de cada tarefa a executar (Apêndice D).

Foi também criado um impresso de apoio ao pedido de compras (Figura 34) no qual se indica, para cada parâmetro dos banhos, o respetivo produto e a quantidade a encomendar. Este impresso surgiu da necessidade de evitar ruturas de stock, uma vez que se verificou que, por falta de sistematização na comunicação entre a Produção e Compras, alguns produtos não eram incluídos nas encomendas – especialmente os de menor frequência de uso – o que comprometia a capacidade de correção dos banhos.

Compras TPS			
Produto	Quantidade	Produto	Quantidade
Ácido Carbono: <b>Gardacid P 4357</b> (25 kg)	_____	Fosfatação (líquido): <b>Gardobond G 4060</b> (25 kg)	_____
Ácido Inóx: <b>Gardacid P 9252</b> (25 kg)	_____	Fosfatação (pó): <b>Gardobond Additive H 7432</b> (25 kg)	_____
Desengorduramento: <b>Gardoclean T 5265</b> (25 kg)	_____	Neutralizador: <b>Gardobond Additive H 7144</b> (25 kg)	_____
Afinador: <b>Gardolene V6560 A</b> (25 kg)	_____	Oleagem: <b>Gardorol CP 8019</b> (25 kg)	_____
Afinador: <b>Gardolene V6561 B</b> (25 kg)	_____		

*Figura 34 - Impresso de compras a fazer na Linha de Tratamentos*

Por fim, foi efetuada a reorganização dos modelos de registo dos banhos (Apêndice E), substituindo o antigo ficheiro único (Anexo B). Estes novos documentos contêm apenas os campos relevantes ao banho em questão e estão alinhados com a IT, facilitando o preenchimento. Foram desenvolvidos em formato Excel, com fórmulas incorporadas que automatizam o cálculo da quantidade de produto a adicionar com base nos dados obtidos nas análises.

O quinto e último “S”, Shitsuke (Autodisciplina), é o mais desafiador, pois exige disciplina e envolvimento de todos os colaboradores para garantir que as práticas estabelecidas sejam mantidas ao longo do tempo.

No caso da LTR, não chegaram a ser realizadas auditorias formais, uma vez que esta iniciativa foi prevista para ser aplicada de forma transversal a todas as áreas da empresa. Para esse efeito, foi desenvolvido um documento de auditoria interna (Figura 35), com checklist que contempla critérios de cada etapa do ciclo 5S. A avaliação segue um sistema de pontuação, em que cada critério pode ser classificado como:

- 0 – Não Conforme
- 1 – Parcialmente Conforme
- 2 – Totalmente Conforme

vinco VALVES		Checklist Auditoria 5S - LTR		
		0 - Não Conforme	1 - Parcialmente Conforme	2- Totalmente Conforme
Senso	Descrição			Pontuação
Seiri - Utilização	Apenas as ferramentas necessárias estão presentes?			
	Não existe material a obstruir bancadas de trabalho, corredores e/ou escadas?			
	Apenas o material necessário para concluir as ordens de fabrico está presente?			
Seiton - Organização	Produtos químicos estão organizados?			
	Ferramentas estão no local correto após utilização?			
	EPI's estão no local definido e em quantidade?			
	As identificações visuais estão em bom estado e bem posicionadas?			
Seiso - Limpeza	Equipamentos e ferramentas estão limpos?			
	Área de trabalho encontra-se limpa?			
	O carrinho de testes dos banhos e o material de ensaios estão limpos e organizados?			
	Material de limpeza está no local correto?			
	Não existe material, como panos, latas ou pincéis, nos tanques?			
Seiketsu - Normalização	Os colaboradores têm um conhecimento sólido das práticas 5S?			
	As áreas estão bem delineadas?			
	Documentação (IT, ITO e FDS) está atualizada e acessível?			
	Os colaboradores estão a usar os EPI's corretos à função que estão a desempenhar?			
Shitsuke - Disciplina	As propostas de melhoria foram implementadas?			
	As tarefas de Manutenção Autónoma (TPM1) estão a ser cumpridas?			
	O registo do TPM1 tem sido realizado?			
	Os registos de controlo das tinas tem sido realizado nos intervalos estipulados?			
Legenda Resultados				
≤49%	50-74%	≥75%		
Mau	Razoável	Bom		
Total:			0%	Mau

Figura 35 - Draft de template para auditorias 5S na LTR

A pontuação obtida gera uma percentagem de cumprimento, que permite classificar os resultados de auditoria como Mau ( $\leq 49\%$ ), Razoável (50-74%) ou Bom ( $\geq 75\%$ ). À semelhança dos modelos de controlo dos banhos, este documento foi também previsto para ser preenchido em Excel, de modo a automatizar o cálculo dos resultados e simplificar a análise e reduzir o consumo de papel. O template completo proposto encontra-se no Apêndice .F

## 4.4. Impacto na sustentabilidade

A operação da linha de fosfatação na Vinco Válvulas revelou-se não apenas essencial para assegurar a qualidade do produto final, mas também uma oportunidade de reforçar a integração de práticas sustentáveis no processo produtivo. Através da implementação de medidas de monitorização e otimização, foi possível identificar ganhos expressivos nos pilares da sustentabilidade. Segue-se a análise dos impactos observados em cada um destes.

### 4.4.1. Pilar Financeiro

Os principais custos associados à fosfatação advêm do consumo de energia elétrica necessária para o aquecimento dos banhos. A análise energética revelou que o processo apresentava um consumo médio diário estimado de 328 kWh, correspondente a um custo aproximado de 21,66 € por dia.

Após a implementação das medidas de monitorização e otimização, registou-se uma redução significativa com o consumo médio a baixar para 200 kWh, equivalente a um custo médio de 14,51€ por dia. Este decréscimo representa uma poupança diária de 128 kWh, o que corresponde a uma redução de 39%. A análise das faturas de eletricidade confirma estes resultados (Tabela 10).

Os dados de consumo energético recolhidos durante o período de análise, que serviram de base à análise comparativa apresentada, encontram-se no Apêndice G.

*Tabela 10 - Comparação entre o consumo elétrico e o respetivo custo entre 2024 e 2025*

Mês	Consumo 2024 (kWh)	Custo 2024 s/ IVA (€)	Consumo 2025 (kWh)	Custo 2025 s/ IVA (€)	Redução Consumo	Redução Custo
Janeiro	6425	723,57	2497	215,90	61%	70%
Fevereiro	7968	660,80	5240	428,07	34%	35%
Março	8360	615,58	3929	304,59	53%	51%
Abril	6983	441,06	4162	305,96	40%	31%
Maior	5318	430,68	3367	244,18	37%	43%
Junho	5207	598,20	4222	306,79	19%	49%

Em janeiro, verificou-se um decréscimo mais acentuado, explicado pela redução do volume de encomendas nesse período. Para manter a operação rentável, foi necessário proceder ao encerramento temporário das instalações, o que contribuiu de forma significativa para a diminuição registada face aos meses seguintes.

Estas melhorias financeiras contribuem diretamente para o ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestruturas, uma vez que resultam da modernização dos processos e da adoção de práticas de monitorização e otimização que reforçam a eficiência e a competitividade da empresa.

### 4.4.2. Pilar Ambiental

O consumo de eletricidade da linha tem impacto direto nas emissões de dióxido de carbono, uma vez que parte da energia utilizada provém de fontes fósseis (Figura X). A redução no

consumo energético obtida após a implementação das medidas de monitorização e otimização refletiu-se de forma clara na redução das emissões associadas.

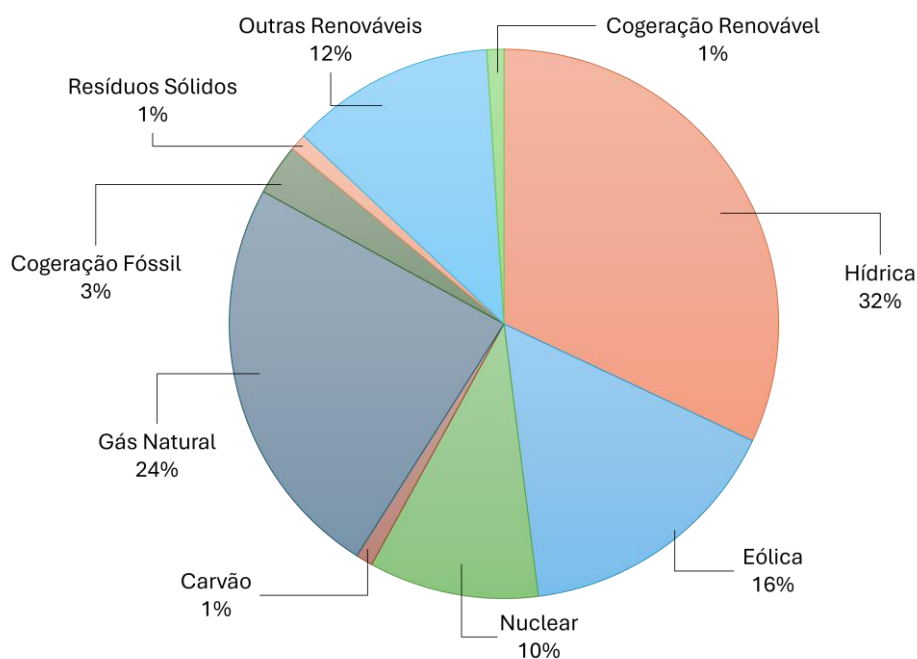


Figura 36 - Média da distribuição das fontes de energia elétrica do quarto trimestre de 2024 (elaborado a partir de faturas do fornecedor EDP)

De forma geral, todos os meses analisados registaram reduções significativas (Tabela 11), com uma diminuição média de 56% nas emissões. Destaca-se, contudo, o mês de janeiro, em que a redução foi mais acentuada face aos restantes meses, resultado do encerramento temporário das instalações.

Tabela 11 - Comparação mensal de emissões de CO<sub>2</sub> (2024 vs 2025)

Mês	Emissões 2024 (kg CO <sub>2</sub> )	Emissões 2025 (kg CO <sub>2</sub> )	Redução (%)
Janeiro	1689,00	471,19	72%
Fevereiro	1500,37	986,69	34%
Março	1574,19	501,03	68%
Abril	1314,90	530,74	60%
Maio	1001,38	429,36	57%
Junho	980,48	538,39	45%

No que respeita ao consumo de água, verificou-se uma diminuição média de 17% (Tabela 12). Esta redução é justificada pela menor evaporação decorrente da utilização das esferas. Estima-se, contudo, que a poupança poderá ser superior com a implementação de uma cobertura total do tanque. Mais uma vez, o mês de janeiro teve uma redução superior devido ao encerramento

das instalações. Por outro lado, o consumo de água em junho aumentou exponencialmente devido à reposição total dos banhos Afinador e Fosfatação.

*Tabela 12 - Comparação mensal do consumo de água (2024 vs 2025)*

Mês	Consumo 2024 (m <sup>3</sup> )	Consumo 2025 (m <sup>3</sup> )	Redução (%)
Janeiro	9	4	56%
Fevereiro	8	7	13%
Março	7	6	14%
Abril	8	6	25%
Maio	6	5	17%
Junho	7	10	-43%

Os registos do consumo de reagentes demonstraram valores muito próximos dos observados no ano anterior, não havendo alterações significativas no gasto associado: 11 l/semana para a acidez total e 1,2 kg/semana para a acidez livre. O consumo de reagentes deve ser, portanto, exclusivamente fruto da fosfatação das peças, uma vez que a redução do consumo de água não provocou qualquer diminuição no uso destes.

Estes resultados estão em consonância com os ODS 12 – Produção e Consumo Sustentáveis, ao reduzir o consumo de recursos sem comprometer a produção e com o ODS 13 – Ação Climática, ao diminuir as emissões de gases efeito estufa.

#### **4.4.3. Pilar Social**

Do ponto de vista social, as medidas implementadas na linha de fosfatação também trouxeram benefícios relevantes para os operadores e para a organização do trabalho. A partilha das tarefas de manutenção autónoma, organizada em regime de rotatividade, promoveu uma maior responsabilização dos operadores, além de contribuir para o desenvolvimento de competências individuais e para o fortalecimento do trabalho em equipa.

A maior estabilidade da temperatura do banho de fosfatação resultou igualmente numa vantagem prática para os operadores, uma vez que o processo se encontra mais disponível. Desta forma, deixou de ser necessário aguardar pela recuperação até a temperatura mínima de operação, otimizando o tempo de trabalho e reduzindo potenciais constrangimentos de planeamento.

A reorganização do espaço com a introdução do armário dedicado ao armazenamento dos reagentes, trouxe melhorias em termos de acessibilidade, segurança e higiene. Este simples ajuste contribui para um ambiente de trabalho mais limpo e organizado, reforçando as condições de ergonomia e de segurança para os trabalhadores.

Outro aspeto positivo foi a análise dos banhos, que passou a ser feita de forma mais rápida e simples com recurso às ferramentas em Excel desenvolvidas, reduzindo também a probabilidade de erros manuais no cálculo das quantidades de reagentes a adicionar.

Em conjunto, estas melhorias refletem impactos com dois ODS: o ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, ao assegurar condições de trabalho mais seguras, e o ODS 8 – Trabalho Digno e Crescimento Económico, ao promover práticas organizacionais que reforçam a valorização dos trabalhadores.

## 5. Conclusão

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões decorrentes do trabalho desenvolvido, identificam-se as respetivas limitações e assinalam-se oportunidades para trabalhos futuros.

### 5.1. Conclusões finais

Este trabalho teve como finalidade avaliar os efeitos da implementação do módulo de manutenção no ERP da empresa e das melhorias aplicadas à linha de fosfatação, procurando de que forma estas iniciativas contribuíram para a sustentabilidade da empresa.

No pilar económico, a introdução do módulo de manutenção no ERP permitiu uma maior racionalização de recursos, ao digitalizar processos e centralizar informação, reduzindo desperdícios administrativos e aumentando a eficiência da gestão de ativos. Já linha de fosfatação, os dados revelaram reduções significativas no consumo energético, traduzidas numa poupança média diária de 39%.

No pilar ambiental, o módulo de manutenção no ERP contribuiu para a redução do consumo de papel e para uma gestão documental mais sustentável, apoiando práticas de trabalho digital e menos dependentes de recursos físicos. Na linha de fosfatação, observaram-se ganhos expressivos: o consumo de energia elétrica diminuiu substancialmente, com reflexo direto na redução de emissões de CO<sub>2</sub> e o consumo de água em 56% e 17%, respetivamente.

No pilar social, a implementação no ERP transformou a organização do Departamento de Manutenção, favorecendo a concentração em atividades de maior exigência técnica, reduzindo erros e garantindo maior rastreabilidade. Do lado da Produção, o questionário aplicado aos operadores revelou uma perceção globalmente positiva relativamente ao novo sistema de registo. Na linha de fosfatação, destacaram-se igualmente melhorias: a menor variação da temperatura aumentou a disponibilidade do banho para operação, o espaço tornou-se mais organizado e a análise dos banhos passou a ser realizada com maior rapidez e menor risco de erro. Apesar de algumas limitações persistirem, como o tempo de resposta da manutenção, os resultados demonstraram avanços relevantes no envolvimento dos trabalhadores e na valorização das suas funções.

## 5.2. Discussão das lacunas e contributos do estudo

No domínio da gestão da manutenção, verificou-se que a literatura privilegia a componente tecnológica da digitalização, centrada na automação e na análise preditiva, negligenciando frequentemente as dimensões organizacional e comportamental associadas à sua implementação. O estudo desenvolvido permitiu colmatar parcialmente esta lacuna, demonstrando que a transição de processos convencionais para uma plataforma ERP contribui não apenas para ganhos operacionais, mas também para melhorias na eficiência administrativa e na satisfação dos operadores. A digitalização simplificou o registo das atividades de manutenção e reforçou a rastreabilidade das intervenções.

Relativamente à aplicação da filosofia *Lean*, os resultados obtidos confirmam as conclusões de diversos autores quanto à sua eficácia na melhoria da eficiência e da sustentabilidade ambiental. Para além dos efeitos operacionais observados, verificaram-se ainda ganhos ao nível organizacional e segurança do posto de trabalho, resultantes da aplicação do 5S. Contudo, o pilar social da sustentabilidade permanece menos explorado, refletindo uma assimetria entre os três pilares. Embora tenham sido registados indícios de melhoria no envolvimento e perceção dos operadores, a ausência de indicadores específicos impediu uma avaliação aprofundada desta dimensão, que requer abordagens complementares capazes de medir de forma mais sistemática os efeitos sociais das práticas *Lean*.

Assim, o trabalho contribui para o avanço do conhecimento ao documentar o impacto da digitalização e o potencial do *Lean Thinking* para promover a sustentabilidade.

## 5.3. Limitações e trabalhos futuros

Apesar dos resultados positivos alcançados com a implementação do módulo de manutenção no ERP e com as melhorias introduzidas na Linha de Tratamentos, durante o desenvolvimento foram identificadas algumas limitações que condicionam o pleno aproveitamento das soluções aplicadas. Estas limitações oferecem oportunidades para trabalhos futuros, orientados pela melhoria contínua dos processos.

### 5.3.1. Implementação do módulo Manutenção no ERP

A principal limitação identificada relaciona-se com o registo das Observações TPM1. Atualmente, estas observações têm de ser feitas como Pedidos de Intervenção no Segin, enquanto que a Ordem de Manutenção TPM1 é registada no Regoper. A utilização de duas plataformas distintas para registar informações relativas à mesma atividade foi apontada como crítica por parte de alguns dos operadores e mostra efetivamente que o modelo criado não se encontra otimizado. Uma sugestão proposta foi a criação da possibilidade de registar as observações diretamente no Regoper, à semelhança do que já é feito com o registo de Não Conformidades (NC) durante a execução de ordens de fabrico (Figura 37). Desta forma, o registo torna-se-á mais fluído, resultando em menos tempo gasto para a conclusão do mesmo.

Ordem/Agrup.*	Ordem	OMNT.1183	Pedida: 1   Entregue: 0   Rej: 0   NC: 0   Falta: 1
Intervenções em curso <b>Sem operações abertas!</b>			
Operação planeada*	010	010 - Célula 4 - Centros - (Firme) (Qtd.Boa:0 / Qtd.Rej:0 / Qtd.NC:0) - Num.Celula: 0	
Posto de trabalho*	MAQ-MAQ04	MAQ-MAQ04 - Célula 4 - Centros	
Unidade de posto*	1	1 - C001 - QUASER MP154L	
Tipo Operação*	<input type="radio"/> Preparação <input checked="" type="radio"/> Operação <input type="radio"/> Desmontagem <input type="radio"/> Auxiliar		
	<input type="radio"/> Operações <input type="radio"/> Reservas <input type="radio"/> Saída de Material <input type="radio"/> Movimentos <input type="radio"/> Devoluções <input type="radio"/> Cativados <input type="radio"/> Instruções <input type="radio"/> Docs <input type="radio"/> NC <input checked="" type="radio"/> Anomalias Equipamento		
SELECIONE			

Figura 37 - Sugestão de alteração ao Regoper para incluir o registo de anomalias nos equipamentos aquando da realização de tarefas de manutenção TPM1

Como perspetiva de trabalho futuro, destaca-se a necessidade de desenvolver a gestão de consumíveis de manutenção. Atualmente, o consumo de óleos de refrigeração, hidráulico e de barramentos não é contabilizado, inexistindo registo de gastos destes materiais. Esta lacuna no controlo resulta, por vezes, na necessidade de compras não planeadas para responder a necessidades imediatas, bem como no adiamento de manutenções preventivas. O Segin já dispõe de funcionalidade para este tipo de controlo de stock de consumíveis, mas requer a associação a uma ordem de manutenção que indique o consumo destes. Como a utilização destes óleos não segue uma lógica intervalar, sendo a sua reposição feita pelos operadores de acordo com as necessidades dos equipamentos, os consumos devem ser registados pelos próprios e sumadas quando realizarem manutenções TPM1. Esta prática permitiria criar um centro de custos por equipamentos, possibilitando um controlo mais rigoroso da utilização de recursos.

### 5.3.2. Fosfatação

Durante a análise da linha de fosfatação, uma das limitações evidentes foi a reduzida disponibilidade de espaço e o conseqüente cruzamento de processos, situação que afeta a fluidez destes. Para dar resposta a este problema, foi desenvolvido um estudo de reorganização da área, que inclui a definição de um novo layout (Figura 38).

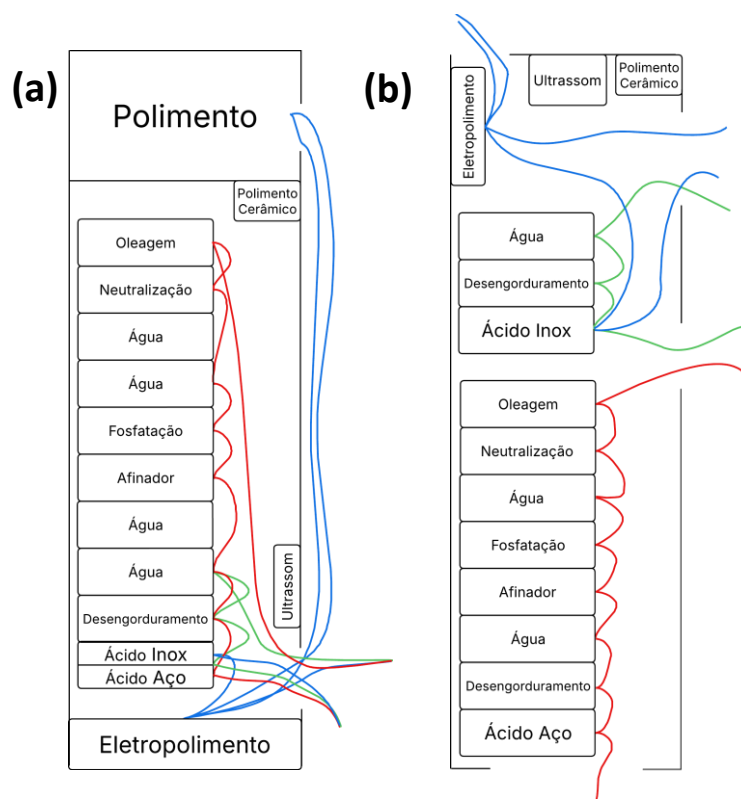


Figura 38 - Layout da LTR (a) Atual e (b) Proposta

No caso do Eletropolimento, cujas etapas passam pelas tinas Ácido Inox, Desengorduramento, Lavagem (as etapas da Limpeza), foi decidido emparelhar e posicionar estes processos de forma seqüencial no espaço, reduzindo tempos de movimentação. Como as válvulas das gamas Criogénicas são montadas obrigatoriamente na Sala Limpa, localizada no canto direito do pavilhão, estes processos foram deslocados para o canto esquerdo, diminuindo a distância a percorrer. No espaço restante, foram posicionados os processos Ultrassom e Polimento Cerâmico. Estas alterações implicam o deslocamento do Polimento para as traseiras da empresa, o que implicará a criação de um novo espaço para abrigar esta operação. Apesar do investimento necessário, esta alteração é vantajosa pois irá diminuir a contaminação dos espaços por causa das poeiras criadas ao polir os componentes das válvulas.

Para a Fosfatação, idealizou-se a abertura de uma nova entrada de forma o fluxo seguir o comprimento do pavilhão para a recepção do material e deslocar a entrada antiga para servir agora de expedição do material fosfatado, garantindo que os fluxos nunca se cruzem. Com esta solução, torna-se possível separar fisicamente os percursos e eliminar os principais pontos de sobreposição identificados.

## Referências

- Barbier, E. B. (1987). *The Concept of Sustainable Economic Development*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0376892900011449>
- Belhadi, A., Touriki, F. E., & El Fezazi, S. (2018). Benefits of adopting lean production on green performance of SMEs: a case study. *Production Planning and Control*, 29(11), 873–894.  
<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1490971>
- Berlec, T., & Peperko, A. (2024). A Model for a Green, Lean Sustainable Improvement with Performance Measurement. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(20).  
<https://doi.org/10.3390/app14209291>
- Bortolotti, T., Danese, P., & Romano, P. (2013). Assessing the impact of just-in-time on operational performance at varying degrees of repetitiveness. *International Journal of Production Research*, 51(4), 1117–1130. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.678403>
- Burduhos-Nergis, D. P., Sandu, A. V., Burduhos-Nergis, D. D., Vitureanu, P., & Bejinariu, C. (2023). Phosphate Conversion Coating – a Short Review. *Archives of Metallurgy and Materials*, 68(3), 1029–1034. <https://doi.org/10.24425/amm.2023.145471>
- Chari, A., Niedenzu, D., Despeisse, M., Machado, C. G., Azevedo, J. D., Boavida-Dias, R., & Johansson, B. (2022). Dynamic capabilities for circular manufacturing supply chains— Exploring the role of Industry 4.0 and resilience. *Business Strategy and the Environment*, 31(5), 2500–2517. <https://doi.org/10.1002/bse.3040>
- Chen, J., & Zhou, J. (2018). Revisiting Industry 4.0 with a Case Study. *Proceedings - IEEE 2018 International Congress on Cybermatics: 2018 IEEE Conferences on Internet of Things, Green Computing and Communications, Cyber, Physical and Social Computing, Smart Data, Blockchain, Computer and Information Technology, IThings/Gree*, 1928–1932.  
[https://doi.org/10.1109/Cybermatics\\_2018.2018.00319](https://doi.org/10.1109/Cybermatics_2018.2018.00319)
- Čiarniene, R., & Vienažindien, M. (2014). How to facilitate implementation of lean concept? *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(13 SPEC. ISSUE), 177–183.  
<https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n13p177>
- Collatto, D. C., Dresch, A., Lacerda, D. P., & Bentz, I. G. (2018). Is Action Design Research Indeed Necessary? Analysis and Synergies Between Action Research and Design Science Research. *Systemic Practice and Action Research*, 31(3), 239–267.  
<https://doi.org/10.1007/s11213-017-9424-9>
- Domingo, R., & Aguado, S. (2015). Overall environmental equipment effectiveness as a metric of a lean and green manufacturing system. *Sustainability (Switzerland)*, 7(7), 9031–9047.  
<https://doi.org/10.3390/su7079031>
- Duszczyk, J., Siuzdak, K., Klimczuk, T., Strychalska-Nowak, J., & Zaleska-Medynska, A. (2018). Manganese phosphatizing coatings: The effects of preparation conditions on surface

- properties. *Materials*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/ma11122585>
- Duszczuk, J., Siuzdak, K., Klimczuk, T., Strychalska-Nowak, J., & Zaleska-Medynska, A. (2020). Modified manganese phosphate conversion coating on low-carbon steel. *Materials*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/ma13061416>
- Elsebaie, I. H., Fouli, H., & Amin, M. (2017). Evaporation reduction from open water tanks using palm-frond covers: Effects of tank shape and coverage pattern. *KSCCE Journal of Civil Engineering*, 21(7), 2977–2983. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-0539-4>
- Eskamani, A. G., Maurer, S., Brown, D., & Moore, G. (n.d.). *Evaluation of KCH Services, Inc. Automatic Covered Tank System for Energy Conservation* (Issue 828).
- Fatimah, Y. A., Govindan, K., Murniningsih, R., & Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, 269. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122263>
- Ford, S., & Despeisse, M. (2016). Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 137(May), 1573–1587. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>
- Gatell, I. S., & Avella, L. (2024). A maturity model for assessing Digital Green Lean leadership and culture implementation in manufacturing companies. *Total Quality Management and Business Excellence*, 35(7–8), 860–897. <https://doi.org/10.1080/14783363.2024.2347373>
- Ghaiti, F., & Laghrissi, M. (2013). Implementation of the management system maintenance in SAP. *Proceedings of 2013 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, IEEE - IESM 2013, October*, 1–6.
- Ghali, E. I., & Potvin, R. J. A. (1972). The mechanism of phosphating of steel. *Corrosion Science*, 12(7), 583–594. [https://doi.org/10.1016/S0010-938X\(72\)90118-7](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(72)90118-7)
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 13, 1128–1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- Gupta, K. (2022). A Review on Implementation of 5S for Workplace Management. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 9(3), 323–330. <https://doi.org/10.22105/jarie.2021.292741.1347>
- Hao, G., Han, K., & Shi, K. (2023). Effect of floating balls on evaporation inhibition, surface energy balance and biological water quality parameters at different coverage fractions. *Agricultural Water Management*, 287(July), 108460. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108460>
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5s Implementation*.
- Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning and Control*, 22(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498577>
- Huang, S. Y., Chiu, A. A., Chao, P. C., & Arniati, A. (2019). Critical success factors in implementing enterprise resource planning systems for sustainable corporations. *Sustainability (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236785>
- Hwang, Y., & Grant, D. (2011). Understanding the influence of integration on ERP

- performance. *Information Technology and Management*, 12(3), 229–240.  
<https://doi.org/10.1007/s10799-011-0096-3>
- I. Susman, G., & D. Evered, R. (2023). An assessment of the scientific merits of action research. *Studi Organizzativi*, 23(2), 135–161. <https://doi.org/10.3280/so2022-002006>
- Jamwal, A., Agrawal, R., Sharma, M., & Giallanza, A. (2021). Industry 4.0 technologies for manufacturing sustainability: A systematic review and future research directions. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/app11125725>
- Jarrar, Y. F., Al-Mudimigh, A., & Zairi, M. (2000). ERP implementation critical success factors - the role and impact. *Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, 122–127.
- Jiménez, M., Romero, L., Fernández, J., Espinosa, M. del M., & Domínguez, M. (2019). Extension of the Lean 5S methodology to 6S with an additional layer to ensure occupational safety and health levels. *Sustainability (Switzerland)*, 11(14), 1–18.  
<https://doi.org/10.3390/su11143827>
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2020). Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 219(March 2019), 179–194.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.05.022>
- Kiel, D., Müller, J. M., Arnold, C., & Voigt, K. I. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. In *International Journal of Innovation Management* (Vol. 21, Issue 8). <https://doi.org/10.1142/S1363919617400151>
- Knop, K. (2020). Importance of visual management in metal and automotive branch and its influence in building a competitive advantage. *Polish Journal of Management Studies*, 22(1), 263–278. <https://doi.org/10.17512/pjms.2020.22.1.17>
- Koren, Y. (2010). Mass Production and Lean Manufacturing. *The Global Manufacturing Revolution*, 103–125. <https://doi.org/10.1002/9780470618813.ch4>
- Kovilage, M. P. (2021). Influence of lean–green practices on organizational sustainable performance. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 28(2), 121–142.  
<https://doi.org/10.1108/JABES-11-2019-0115>
- Kundu, G. K. (2015). Lean Wastes: Classifications From Different Industry Perspectives. *ICTACT Journal on Management Studies*, 01(01), 39–42.  
<https://doi.org/10.21917/ijms.2015.0007>
- Kuppusamy, B. (2017). *Evaluatoin and Identification of Lean-Green Resourced Person (LGRP) for Integrating and Implementing Lean and Green Practices in a manufacturing industry*. 1–6.
- Kurpjuweit, S., Reinerth, D., Schmidt, C. G., & Wagner, S. M. (2019). Implementing visual management for continuous improvement: barriers, success factors and best practices. *International Journal of Production Research*, 57(17), 5574–5588.  
<https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1553315>
- Lehmann, P., Aminzadeh, M., & Or, D. (2019). Evaporation Suppression From Water Bodies Using Floating Covers: Laboratory Studies of Cover Type, Wind, and Radiation Effects. *Water Resources Research*, 55(6), 4839–4853. <https://doi.org/10.1029/2018WR024489>
- Leong, W. D., Lam, H. L., Ng, W. P. Q., Lim, C. H., Tan, C. P., & Ponnambalam, S. G. (2019). Lean

- and Green Manufacturing—a Review on its Applications and Impacts. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 3(1), 5–23. <https://doi.org/10.1007/s41660-019-00082-x>
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*.
- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer McGraw-Hill Education. In *The Toyota Way* (Vol. 3, Issue UshaDarshni).
- Martins, D., Fonseca, L., Ávila, P., & Bastos, J. (2021). Lean practices adoption in the portuguese industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 345–359. <https://doi.org/10.3926/jiem.3291>
- Mazur, M., Korenko, M., Žitňák, M., Shchur, T., Kiełbasa, P., Dostál, P., Dzhidzhora, O., & Idzikowski, A. (2024). Implementation and Benefits of the 5S Method in Improving Workplace Organisation - a Case Study. *Management Systems in Production Engineering*, 32(4), 498–507. <https://doi.org/10.2478/mspe-2024-0047>
- Melo, J. C., Bezerra, B. S., & De Souza, F. B. (2022). An analysis of JIT from the Perspective of Environmental Sustainability. *Revista Gestão Da Produção Operações e Sistemas*, 17(2), 111. <https://doi.org/10.15675/gepros.v17i2.2890>
- Milne, M. J., & Gray, R. (2013). W(h)ither Ecology? The Triple Bottom Line, the Global Reporting Initiative, and Corporate Sustainability Reporting. *Journal of Business Ethics*, 118(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s10551-012-1543-8>
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System. An Integrated Approach to Just-In-Time (4th ed.)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/b11731>
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>
- Mouhib, Z., Gallab, M., Merzouk, S., Soulhi, A., & Di Nardo, M. (2025). Total Productive Maintenance and Industry 4.0: A Literature-Based Path Toward a Proposed Standardized Framework. *Applied System Innovation*, 8(4), 98. <https://doi.org/10.3390/asi8040098>
- Muller, J. M. (2020). *Data-based sustainable business models in the context of Industry 4.0*. 12–14. <https://aisel.aisnet.org/sigbd2020>
- Nações Unidas. (2018). *17 ODS ONU*. <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>
- Narayanan, T. S. N. S. (2005). *SURFACE PRETREATMENT BY PHOSPHATE CONVERSION COATINGS – A REVIEW*. 9, 130–177.
- Nayyar, A., Kumar, A., & Gupta, D. (2020). A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development. *Advances in Science, Technology and Innovation*, August 2019, 187–205. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-14544-6>
- Nica, I., Chiriță, N., & Georgescu, I. (2025). Triple Bottom Line in Sustainable Development: A Comprehensive Bibliometric Analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/su17051932>
- Noh, Y.-T., Kim, H.-Y., Byoun, Y.-M., Seo, S.-K., Hyun, S.-K., & Lee, C.-H. (2019). Effect of Surface Activation Agents on Manganese Phosphate Coating of Carbon Steel. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 19(7), 4188–4194.

- <https://doi.org/10.1166/jnn.2019.16145>
- Norman, W., & MacDonald, C. (2004). *Getting to the Bottom of "Triple Bottom Line"*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.5840/beq200414211>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- Palhau, M., Sá, J. C., Ávila, P., Dinis-Carvalho, J., Rodrigues, C., & Santos, G. (2024). Toyota Way – the Heart of TPS and its Impact on Sustainable Company Growth. *Quality Innovation Prosperity*, 28(3), 23–45. <https://doi.org/10.12776/qip.v28i3.2073>
- Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*, 85, 19–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>
- Poon, W.-C., Rajapakse, J., & Siew, E.-G. (2012). Economic Impact of the Adoption of Enterprise Resource Planning Systems: A Theoretical Framework. *Advanced Topics in Applied Operations Management*, May 2014. <https://doi.org/10.5772/32983>
- Queiroz, G. A., Nocera, P., Junior, A., Hariyani, D., Mishra, S., Sharma, M. K., Hariyani, P., Kosasih, W., Pujawan, I. N., Karningsih, P. D., Machingura, T., Adetunji, O., Maware, C., Shahin, V., Alimohammadlou, M., Abbasi, A., Elemure, I., Dhakal, H. N., Leseure, M., & Radulovic, J. (2023). Identifying and prioritizing the barriers to green innovation in SMEs and the strategies to counteract the barriers: An interval-valued intuitionistic fuzzy approach. *Sustainability (Switzerland)*, 15(16), 123408.  
<https://doi.org/10.3390/su151612192>
- Rathi, R., Kaswan, M. S., Garza-Reyes, J. A., Antony, J., & Cross, J. (2022). Green Lean Six Sigma for improving manufacturing sustainability: Framework development and validation. *Journal of Cleaner Production*, 345(August 2021), 131130.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131130>
- Redclift, M. (2005). Sustainable development (1987–2005): an oxymoron comes of age. *Sustainable Development: Volume 13, Issue 4 Special Issue: Critical Perspectives on Sustainable Development*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sd.281>
- Ross, F. (2019). Kate Raworth - Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist (2017). *Regional and Business Studies*, 11(2).  
<https://doi.org/10.33568/rbs.2409>
- Sá, J. C., Carvalho, A., Fonseca, L., Santos, G., & Dinis-Carvalho, J. (2023). Science Based Targets and the factors contributing to the sustainable development of an organisation from a Literature review to a conceptual model. *Production Engineering Archives*, 29(3), 241–253. <https://doi.org/10.30657/pea.2023.29.28>
- Samadhiya, A., Agrawal, R., & Garza-Reyes, J. A. (2023). *Investigating the Influence of Total Productive Maintenance Key Success Factors on the Social Sustainability Dimension of Manufacturing SMEs*. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000912784700001>
- Santos, R. F. L., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Campilho, R. D. S. G., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2018). The Improvement of an APEX Machine involved in the Tire Manufacturing Process. *Procedia Manufacturing*, 17, 571–578.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.098>
- Setyaningsih, S. (2020). *IMPLEMENTATION OF LEAN TOOLS ( KAIZEN AND 5S ) IN STAINLESS*

STEEL. November 2015.

- Silva, S., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Santos, G. (2020). Lean Green—The Importance of Integrating Environment into Lean Philosophy—A Case Study. In *Proceedings of the 6th European Lean Educator Conference*.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-41429-0\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41429-0_21)
- Singh, A., & Ahuja, I. S. (2015). Review of 5S methodology and its contributions towards manufacturing performance. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 5(4), 408–424. <https://doi.org/10.1504/IJPMB.2015.072320>
- Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S. (2021). Analyzing barriers of Green Lean practices in manufacturing industries by DEMATEL approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(1), 176–198. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2020-0053>
- Singhal, V., Maiyar, L. M., & Roy, I. (2024). Environmental sustainability consideration with just-in-time practices in industry 4.0 era – A state of the art. *Operations Management Research*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s12063-024-00478-0>
- Tanasic, Z., Janjic, G., Sokovic, M., & Kusar, J. (2022). Implementation of the Lean Concept and Simulations in Smes – a Case Study. *International Journal of Simulation Modelling*, 21(1), 77–88. <https://doi.org/10.2507/IJSIMM21-1-589>
- Teich, S. T., & Faddoul, F. F. (2013). General Motors; ROI, return on investment; SODM, School of Dental Medicine; TMC, Toyota Motor Company; TPS, Toyota Production System; VMCC, Virginia Mason Medical Center. *Rambam Maimonides Medical Journal Abbreviations: CODA, Commission on Dental Accreditation*, 4(2), 7.
- Toke, L. K., & Kalpande, S. D. (2023). An assessment of key performance indicators and its relationship for implementation of total productive maintenance in manufacturing sector. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 17(4), 1741–1753. <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01252-5>
- Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Cauchick-Miguel, P. A., Kurnia, S., & Jurburg, D. (2021). Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices. *International Journal of Production Economics*, 240(February), 108224. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108224>
- UN Secretary-General, & World Commission on Environment and Development. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development. In *Elgar Encyclopedia of Development*. <https://doi.org/10.4337/9781800372122.ch130>
- Vinco Válvulas. (2023). *Vinco Válvulas*. <https://vincovalves.com/>
- Wolde, D. (2023). Conceptualizing and Operationalizing Action Research: Disclosing the Gaps and Amalgamating for Future Practice. *Qeios*, 1–23. <https://doi.org/10.32388/5M2554>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine That Changed The World*.
- Wood, L. (2016). Community development in higher education: how do academics ensure their community-based research makes a difference? *Community Development Journal*, January, bsv068. <https://doi.org/10.1093/cdj/bsv068>
- Zarreh, A., & Stadick, J. (2020). *Lean and Six-Sigma Applications in Higher Education Enterprise System-A Literature Review*. 1996, 1–26. <https://engrxiv.org/b8afj/>
- Zhang, B., Niu, Z., & Liu, C. (2020). Lean tools, knowledge management, and lean sustainability: The moderating effects of study conventions. *Sustainability (Switzerland)*,

12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030956>

# Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

NOME: Vítor Hugo Silva Oliveira

ISEP, Porto, 16 de outubro de 2025



# **Apêndice A: Instruções de Trabalho Operacionais para a utilização do Segin**

## 1. ÂMBITO E OBJETIVO

A instrução de trabalho tem como objetivo a criação de Objetos de Manutenção (MEI) dentro do módulo Manutenção da plataforma SEGIN. Este fornece um guia detalhado para o sequenciamento correto das etapas, assegurando que seja apresentada toda a informação necessária relativa a este.

## 2. SIGLAS E DEFINIÇÕES

MEI: Objeto de Manutenção

EQP: Equipamentos de Produção

INF: Infraestruturas

RMM: Recursos de Monitorização e Medição

## 3. PROCEDIMENTO

Para a criação de um novo MEI, é necessário aceder à plataforma SEGIN. O procedimento apresenta um exemplo prático.

1. A criação de um novo objeto inicia-se da seguinte forma:

1.1. Abrir SEGIN no módulo Manutenção e selecionar Obj.Manutenção (MEI) (a);

1.2. Após esta seleção, será apresentada a listagem de MEI atual (b);

1.3. Nesta listagem, pressionar o ícone “+ Novo” (a verde) para iniciar a criação de um novo Objeto de Manutenção (c).

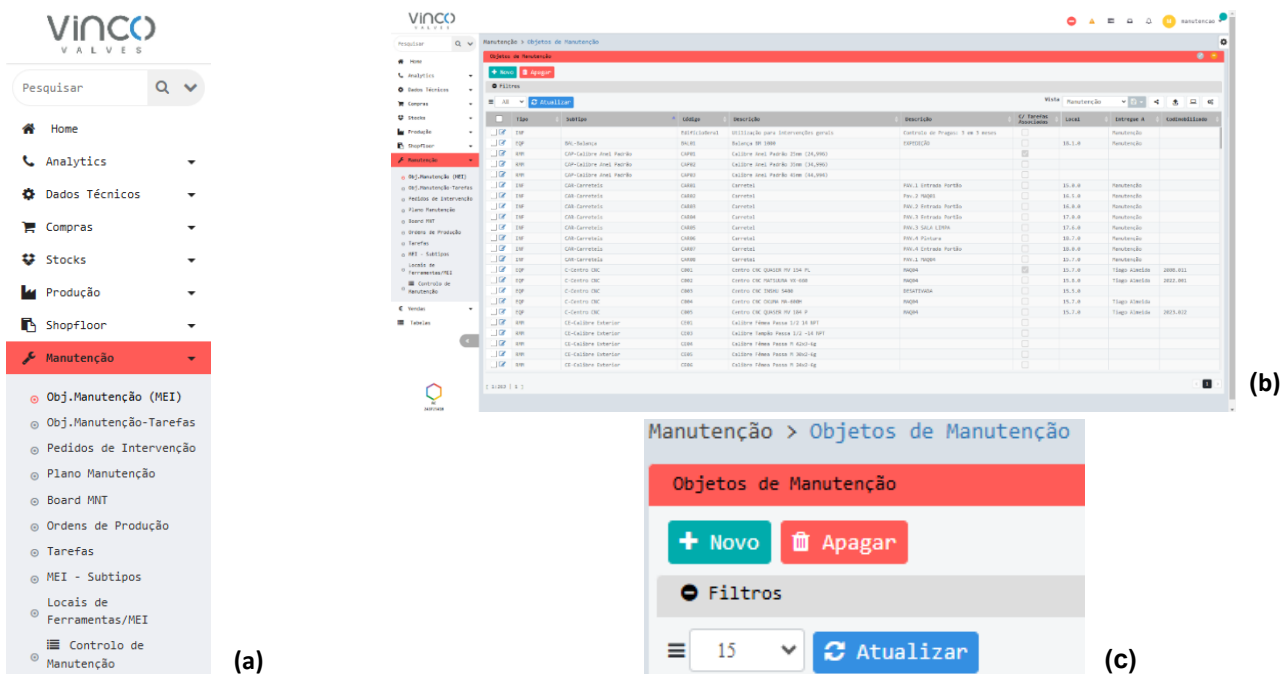


Figura 1 - (a) Seleção da listagem de Objetos de Manutenção do módulo “Manutenção”, (b) Listagem de Objetos de Manutenção e (c) ícone “+ Novo”

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	1 / 7

2. O browser irá criar um novo separador onde será apresentado o seguinte menu (Figura 2). Neste menu, os campos de preenchimento obrigatórios são: Cod. MEI e Cod. Tipo

Figura 2 - Menu de criação de Objeto de Manutenção

3. Inicia-se o preenchimento pelos campos Cod. MEI, Cod. Tipo, e Cod. Subtipo (Figura 3). O Cod. MEI representa o código a qual o MEI vai ser identificado. Estes encontram-se divididos em quatro tipos principais:

- EQP (Equipamentos de Produção)
- INF (Infraestruturas)
- RMM (Recursos de Monitorização e Medição)
- VIA (Viaturas)

Figura 3 - Campos de preenchimento Cod. MEI, Cod. Tipo e Cod. Subtipo

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	2 / 7

4. Para a criação do Cod. MEI é necessário a consulta dos procedimentos PQ13 - Gestão dos Recursos de Monitorização e de Medição, referente aos RMM, e PQ16 – Manutenção para os restantes tipos. O prefixo deste tem de estar de acordo com o Cod. Subtipo. A Figura 4 apresenta o preenchimento dos campos referidos anteriormente. Na eventualidade de não existir o subtipo pretendido, consultar Anexo 1.

Figura 4 - Preenchimento dos campos Cod. Mei, Cod. Tipo e Cod. Subtipo

5. Nos campos Descrição, é necessário preencher as duas primeiras linhas (Figura 5). A primeira é referente à descrição do objeto, apresentado por extenso o Subtipo do Objeto, seguido pela marca e modelo deste. A segunda linha é referente ao local a qual o objeto será alocado. Caso seja possível, apresentar o alcance do equipamento e calibragem deste (Figura 6).

Figura 5 - Preenchimento dos campos "Descrição"

Figura 6 - Exemplo de alcance de um equipamento e calibragem do mesmo

6. No separador “Geral”, são preenchidos os campos Marca, Modelo, Entregue A... e Cod. Local (Figura 7). No Anexo 2 é apresentada a codificação do layout fabril no formato “lote.vão.piso”. Se possível, inserir a data de aquisição e número de série do objeto. Caso seja aplicável, introduzir o código de imobilizado (necessário consultar departamento Financeiro). Com a conclusão deste passo, pressionar o ícone “Guardar” ou pressionar a tecla “ENTER” para criar o objeto de manutenção.

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	3 / 7

Marca QUASER	Modelo PW 184 P	Cod. Local Ini.	Data Aquis. Select Date
Est. Aquisic.	Custo Aquisição	Entregue A ... Tiago Almeida	Taxa Reintegr.
Tempo Trabalho	Cod. Fabricante	Ano Const. Select Date	Número Série 1195232767
Cod. Local 15.7.0	Data Local Select Date	Est. MEI	Cod Imobilizado 2023.022
Qtd. Trabalho			

Figura 7 - Preenchimento dos campos em "Geral"

7. No Explorador de Ficheiros, dirigir-se à seguinte pasta:

\\SVRFS2\Shares\Manutencao\Objectos MNT

Anexar imagem do objeto em formato .jpg e nomear a imagem com o código de identificação do objeto (Figura 8).

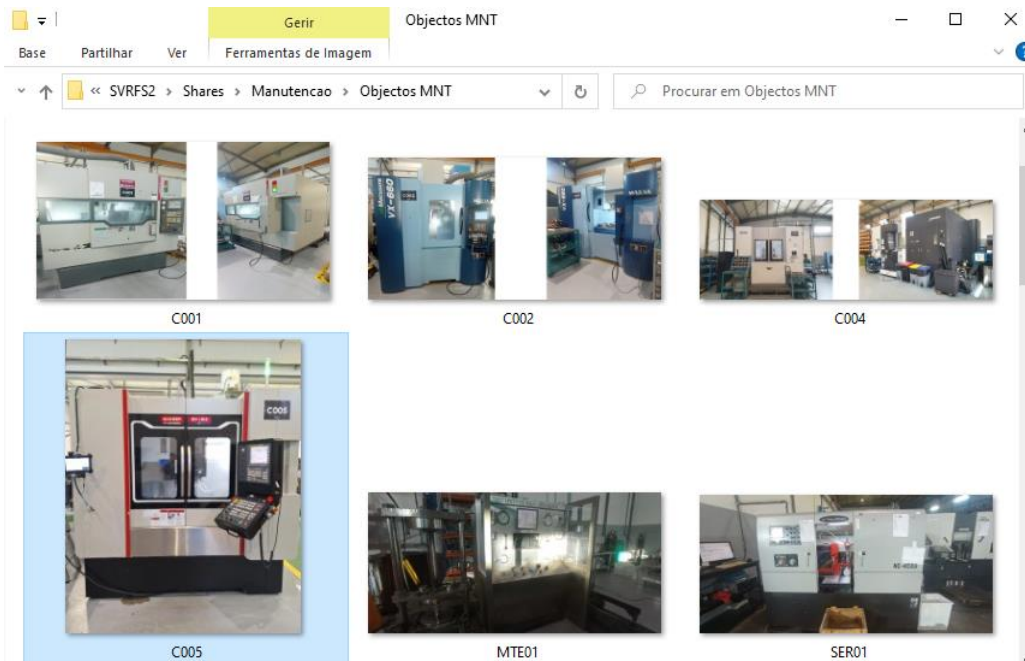


Figura 8 - Introdução da imagem do objeto

#### 4. LISTA DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado
00	03/12/2024	Emissão	Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	4 / 7

## ANEXO 1: Criação de novo Subtipo

1. Aceder a MEI – Subtipos a partir do módulo Manutenção (Figura 1) ou pelo seguinte *link*:

<http://svrsgn:8081/SEGIN/vinco/MeiSubType/List>

2. Pressionar ícone “+ Novo” (Figura 9).



	cod_tipo	cod_sub	des_sub
	EQP	AVE	Armazém Vertical
	EQP	BAL	Balança
	EQP	C	Centro CMC
	EQP	CPN	Cabine de Pintura
	EQP	ELP	Eletropolimento
	EQP	EPK	Eq. Movimentação Cargas
	EQP	FEA	Filtro Extração Meblina
	EQP	FRE	Fresadora Convencional
	EQP	GRE	Grenhadora
	EQP	LTR	Fosfatação
	EQP	MAN	Equipamentos Manuais
	EQP	MTE	Máquina Testes
	EQP	PAS	Armário Dispensador Pastilhas
	EQP	PVI	Polimento vibração
	EQP	SER	Serrate

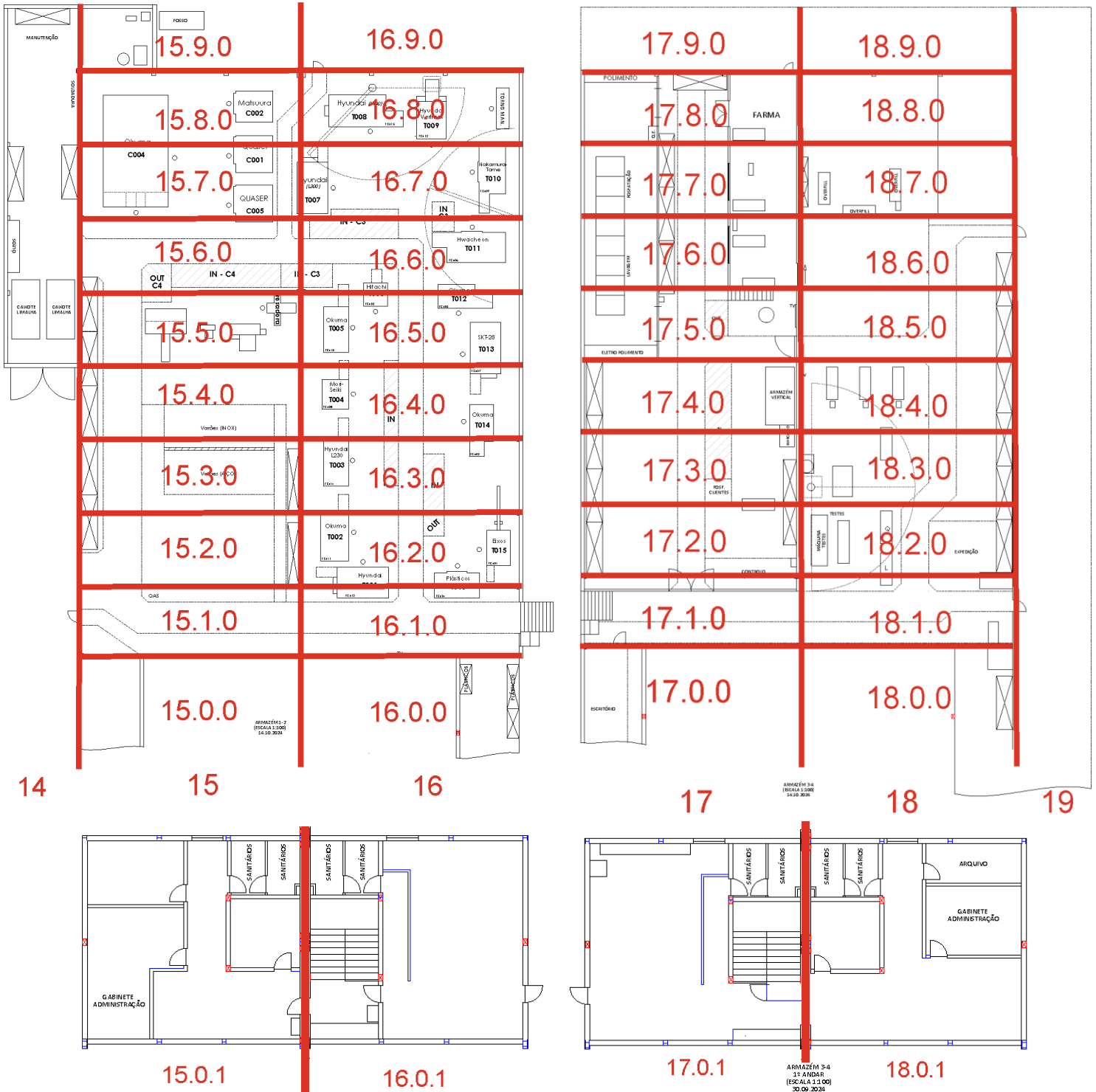
Figura 9 - Listagem de Subtipos

3. Selecionar tipo de objeto e criar Subtipo pretendido (Figura 9). O código do Subtipo tem de ter obrigatoriamente entre um a três caracteres. Após a criação do novo Subtipo é necessário introduzir o mesmo no respetivo procedimento, consoante o Tipo deste:

- PQ13 para RMM;
- PQ16 para EQP, INF e VIA.

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	5 / 7

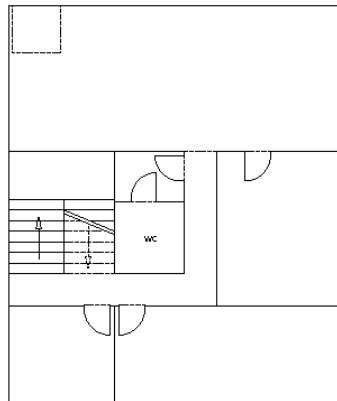
**ANEXO 2: Layout fabril no formato “lote.vão.piso”**



Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira Antônio Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	6 / 7



REV. 24  
(ESCALA 1:100)  
26.09.2024



**24.0.1**

REV. 24  
(ESCALA 1:100)  
26.09.2024

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	7 / 7

## 1. ÂMBITO E OBJETIVO

A instrução de trabalho aplica-se ao processo de criação de tarefas periódicas de manutenção planeada dentro do módulo Manutenção da plataforma SEGIN. Este tem como objetivo fornecer um guia detalhado para o sequenciamento correto das etapas, assegurando que seja apresentada toda a informação necessária para a realização da tarefa.

## 2. SIGLAS E DEFENIÇÕES

**MEI:** Objeto de Manutenção

**EQP:** Equipamentos de Produção

**INF:** Infraestruturas

**VIA:** Viaturas

**MNT:** Manutenção

## 3. PROCEDIMENTO

Para a criação de uma nova tarefa, é necessário aceder à plataforma SEGIN a partir da conta “manutencao” ou outra com acesso ao módulo Manutenção. O procedimento apresenta um exemplo prático.

1. A criação de uma nova tarefa inicia-se da seguinte forma (Figura 1):
  - 1.1. Abrir SEGIN no módulo Manutenção e selecionar Obj.Manutenção (MEI) (a);
  - 1.2. Após esta seleção, será apresentada a listagem de Objetos de Manutenção atual (b);
  - 1.3. Nesta listagem, abrir o Objeto de Manutenção pretendido e pressionar o botão “Tarefa” (c).

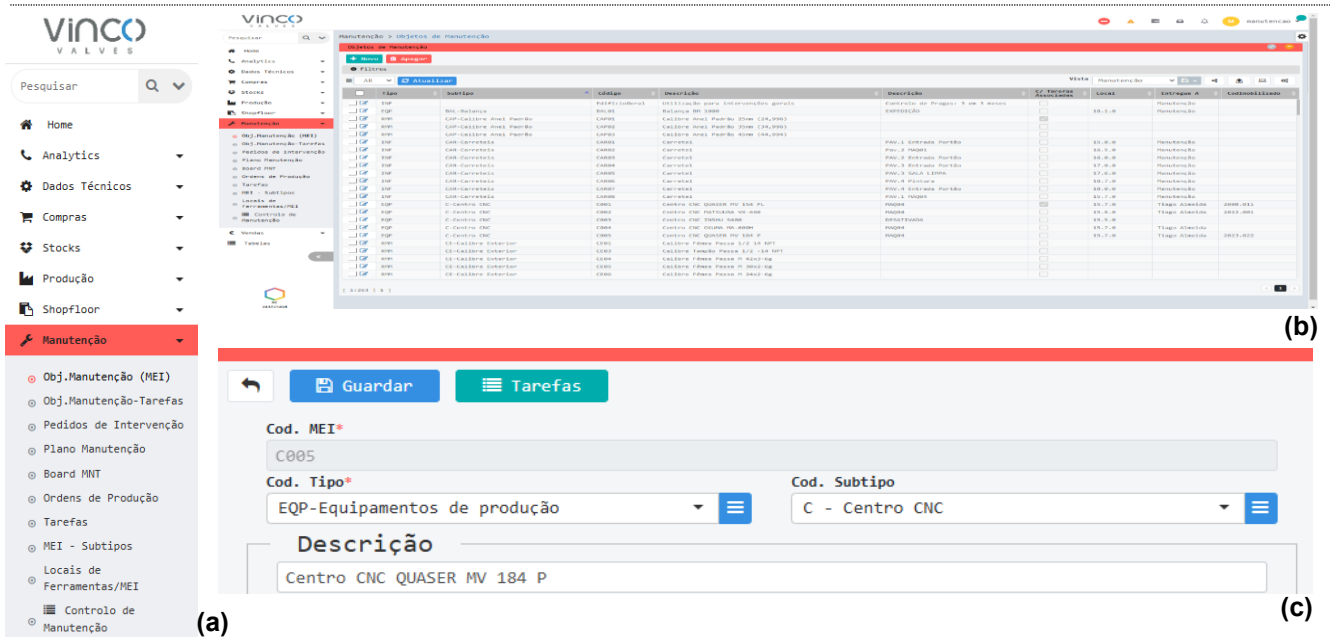


Figura 1 - (a) Módulo Manutenção, (b) Listagem MEI e (c) botão Tarefa

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	1 / 5

2. O *browser* irá apresentar uma janela *pop-up* onde será apresentado o seguinte menu (Figura 2). De momento, o MEI não tem tarefas associadas. Para inserir uma tarefa, pressionar o botão “+ Inserir”.



Figura 2 - Lista de tarefas associadas

3. Um novo separador irá aparecer. Os campos de preenchimento obrigatórios são:

- Cod. Tarefa;
- Período;
- Cont;
- Data.

No Cod. Tarefa, serão apresentadas os tipos de tarefas existentes na SEGIN. Selecionar a pretendida (caso não exista, consultar Anexo 1). De seguida, introduzir no campo Período o intervalo de dias entre a realização da mesma tarefa em dias. No campo Cont, inserir “1”. Por último, introduzir a data a qual se realizou a tarefa pela última vez (para evitar erros, introduzir uma data passada). Se for relevante, introduzir uma breve descrição no campo Obs.

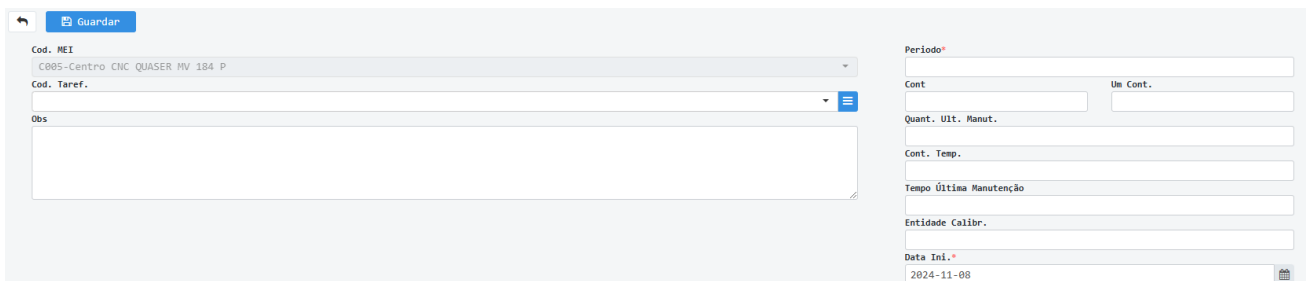


Figura 3 - Separador da tarefa a criar

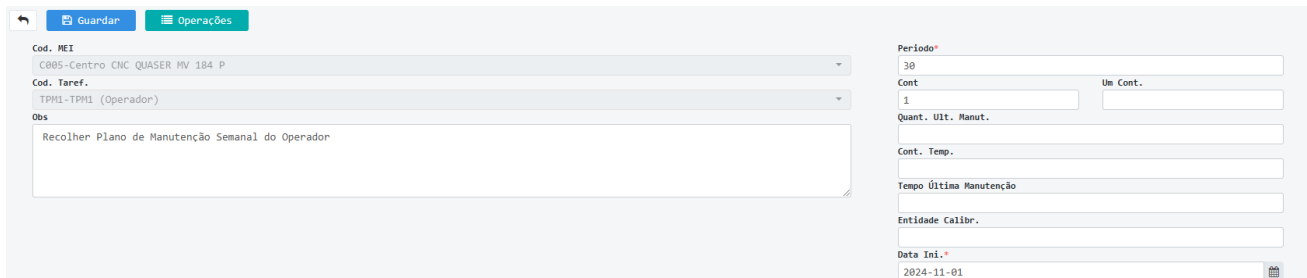


Figura 4 - Preenchimentos dos campos obrigatórios

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	2 / 5

4. Ao salvar, irá aparecer um novo ícone “Operações”. Pressionar este irá abrir um novo separador. Neste, pressionar o ícone “+ Gama Operatória”.

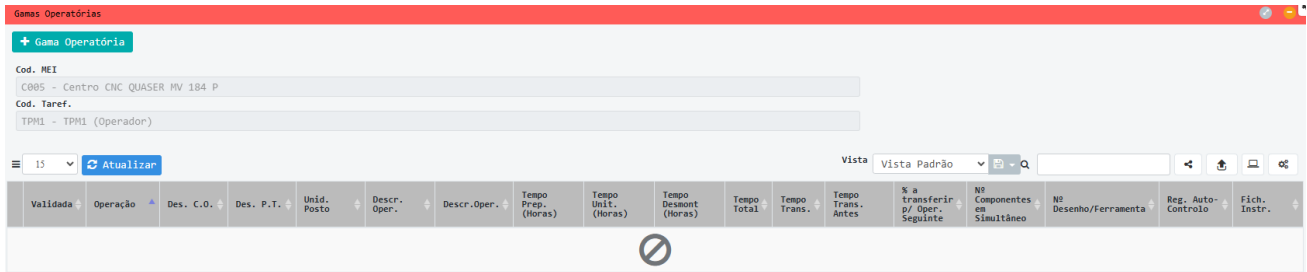


Figura 5 - Gama operatória

5. Um novo separador irá aparecer. Os campos de preenchimento obrigatórios são: Num. Oper, Stalt, Grupo e Pt. Por defeito, preencher os campos Num. Oper. e Stalt com “010” e “00”, respetivamente. Para os campos Grupo e Pt, pressionar a lupa e esperar que abra uma janela *pop-up*. Selecionar para cada campo:

- Manutenção (MNT) e Manutenção (MNT), caso se trate de EQP, INF ou VIA;
- SubContratos (SBC) e Calibração (SBC08), caso se trate de RMM.

Se aplicável, preencher no campo Obs com as etapas a realizar para concluir a tarefas. Com o preenchimento dos campos, guardar as alterações feitas.

Figura 6 - Preenchimento dos campos obrigatórios da operação

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	3 / 5

6. Pela aba da Manutenção, abrir Obj.Manutenção – Tarefas. Neste menu, filtrar pelo MEI pretendido e averiguar as tarefas associadas. Para o mesmo MEI irão aparecer várias linhas, uma para cada tipo de tarefa associada.

Tipo	SubTipo	Código	Descrição	Local	CodTarefa	DescrTarefa	DataUlt	Período	DataProx	Obs Tarefa
EQP	C-Centro CNC	C085	Centro CNC QUASER MV 184 P	MAQ04	PVT	Manutenção Preventiva	2024-11-06	365	2025-11-06	Manutenção Preventiva Anual
EQP	C-Centro CNC	C085	Centro CNC QUASER MV 184 P	MAQ04	TPM1	TPM1 (Operador)	2024-11-01	30	2024-12-01	Recolher Plano de Manutenção Semanal do Operador

Figura 7 - Lista de tarefas planeadas de um MEI

#### 4. LISTA DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado
00	03/12/2024	Emissão	Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	4 / 5

## ANEXO 1: Criação de novo tipo de tarefa

1. Aceder a Tipos de Tarefas de Objetos de Manutenção pelo seguinte *link*:

<http://svrsgn:8081/SEGIN/vinco/TaskTypes/List>

2. Pressionar ícone “+ Novo” e preencher os campos com o código pretendido e a descrição. O código pode conter no máximo três caracteres.

Figura 8 - Criação do tipo de tarefa

3. Aceder a Tarefas pelo módulo da Manutenção ou pelo seguinte *link*:

<http://svrsgn:8081/SEGIN/vinco/Mei/TaskList>

4. Neste menu, pressionar ícone “+ Novo”.

Tipo	Código	Descrição
Calibração	CALP	Calibração periódica
Manutenção Preventiva	PVT	Manutenção Preventiva
TPM1 (Operador)	TPM1	TPM1 (Operador)

Figura 9 - Lista de tarefas

Figura 10 - Criação de uma nova tarefa

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	5 / 5

## 1. ÂMBITO E OBJETIVO

A instrução de trabalho tem como objetivo a criação de pedidos de intervenção a partir da plataforma SEGIN. Este fornece um guia detalhado para a elaboração de um pedido de intervenção.

## 2. SIGLAS E DEFINIÇÕES

EQP: Equipamentos de Produção

INF: Infraestruturas

RMM: Recursos de Monitorização e Medição

VIA: Viaturas

## 3. PROCEDIMENTO

Pedidos de intervenção têm como objetivo informar que um EQP, INF, RMM ou VIA não se encontra nas condições corretas de trabalho. Por isso, estruturar o pedido de forma completa é essencial para facilitar a compreensão e resolução do problema. O procedimento apresenta um exemplo prático.

1. A criação de um pedido de intervenção inicia-se da seguinte forma:

1.1 Abrir SEGIN no módulo Manutenção e selecionar Pedidos de Intervenção (a);

1.2 Após esta seleção, será apresentada a listagem de pedidos atuais e o seu estado (b);

1.3 Neste menu, selecionar o ícone “+ Novo” (a verde) para iniciar a criação de um pedido de intervenção (c).

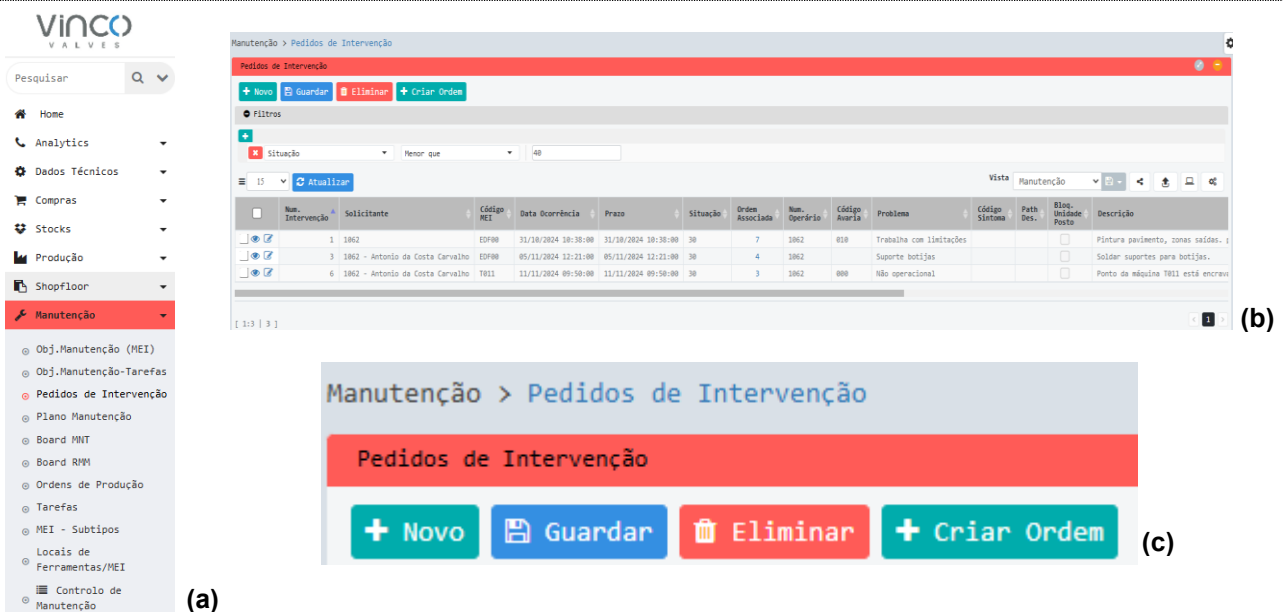


Figura 1 - (a) Seleção da listagem de Objetos de Manutenção do módulo “Manutenção”, (b) Listagem de Objetos de Manutenção e (c) ícone “+ Novo”

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	1 / 2

2. O *browser* irá criar um novo separador onde são apresentados campos de preenchimento. Para um pedido bem elaborado, o solicitante deve preencher os seguintes campos:

- Num. Operário;
- Cod. Mei;
- Cod. Avaria;
- Problema;
- Descr.

O “Cod. Avaria” pode tomar os seguintes valores:

- 000 – Não operacional;
- 010 – Trabalha com limitações;
- 020 – Observações TPM1;
- 090 – Melhoria, Projeto Novo.

(Os campos Situação, Solicitante, Data Ocorrência e Prazo são de preenchimento automático e não devem ser alterados)

Figura 2 - Exemplo de preenchimento de pedido de intervenção

3. Concluir o pedido ao carregar em “Guardar”. A equipa de manutenção é informada e dará seguimento.

#### 4. LISTA DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado
00	03/12/2024	Emissão	Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	00	03/12/2024	2 / 2

### 1. ÂMBITO E OBJETIVO

A instrução de trabalho aplica-se ao processo de planeamento e operacionalização do plano de manutenção dentro do módulo Manutenção da plataforma SEGIN. Esta fornece um guia detalhado para o sequenciamento correto das etapas de planeamento de intervenções planeadas, gestão de pedidos de intervenção e execução destas.

### 2. SIGLAS E DEFINIÇÕES

MEI: Objeto de Manutenção

RMM: Recurso de Monitorização e Medição

EQP: Equipamentos de Produção

INF: Infraestruturas

VIA: Viaturas

Manutenção corretiva (OMNC): ordem de manutenção fruto de uma intervenção não planeada

Manutenção planeada (OMNT): ordem de manutenção programada, executada de forma intervalar

### 3. PROCEDIMENTO

Tarefas planeadas apresentam uma periodicidade específica para a sua execução, enquanto os pedidos de intervenção não seguem uma frequência determinada. Este módulo permite a criação de um plano de manutenção, facilitando a gestão das atividades de manutenção planeada. Por outro lado, também possibilita o registo das tarefas não planeadas, assegurando que sejam devidamente documentados e acompanhados. O procedimento apresenta um exemplo prático.

1. A criação do plano de manutenção inicia-se da seguinte forma:

- 1.1. Abrir SEGIN no módulo Manutenção e selecionar Plano Manutenção (a);
- 1.2. Após esta seleção, será apresentada a listagem de ordens atuais e seu estado (b);
- 1.3. Na parte superior do menu, inserir data limite do intervalo pretendido e selecionar o ícone “Planear” (c).

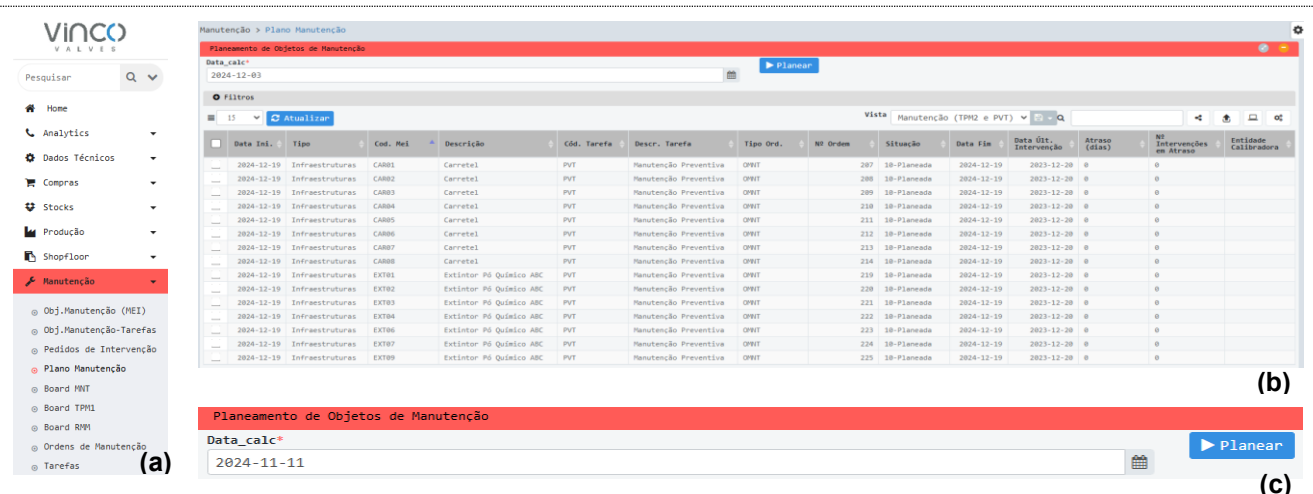


Figura 1 – (a) Seleção da listagem de ordens de manutenção planeadas, (b) Listagem atual de Ordens de Manutenção e (c) Campo de data limite do intervalo pretendido e ícone “Planear”

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	01	19/05/2025	1 / 7

2. Após a seleção do dia final do intervalo desejado, pressionar o ícone “Planear”. Na parte superior do menu irá aparecer o estado de planeamento. Quando estiver concluído, a página é atualizada automaticamente e irão ser apresentadas as tarefas planeadas do intervalo de tempo. Uma tarefa pode apresentar duas cores distintas:

- Branco se não estiver em atraso;
- Laranja se estiver em atraso

Data Ini.	Tipo	Cod. Met	Descrição	Cód. Tarefa	Descr. Tarefa	Tipo Ord.	Nº Ordem	Situação	Data Fim	Data Últ. Intervenção	Atraso (dias)	Nº Intervenções em Atraso	Entidade Calibradora
2024-11-11	Equipamentos de produção	L002	Centro CNC MITSUBISHI VA-658	PVI	Manutenção Preventiva	OMNT	4	10-Planeada	2024-11-11	2023-09-26	47	1	
2024-11-13	Recursos Monitorização Medição	CE05	Calibre Fêmea Passa M 30x2-6g	CALP	Calibração periódica	OMNT	5	10-Planeada	2024-11-13	2019-11-15	0	0	
2024-11-11	Recursos Monitorização Medição	CPM05	Calibre Passa-Não Passa 10x42-9H	CALP	Calibração periódica	OMNT	6	10-Planeada	2024-11-11	2019-10-13	13	1	
2024-11-13	Recursos Monitorização Medição	CPM07	Calibre Passa-Não Passa 10x42-9H	CALP	Calibração periódica	OMNT	7	10-Planeada	2024-11-13	2019-11-15	0	0	
2024-11-13	Recursos Monitorização Medição	MC09	Micrômetro de Exteriores 0-25 mm (MC09-92)	CALP	Calibração periódica	OMNT	8	10-Planeada	2024-11-13	2022-11-14	0	0	
2024-11-13	Recursos Monitorização Medição	MC10	Micrômetro de Exteriores 25-50 mm (MC10-92)	CALP	Calibração periódica	OMNT	9	10-Planeada	2024-11-13	2022-11-14	0	0	
2024-11-13	Recursos Monitorização Medição	MC11	Micrômetro de Exteriores 50-75 mm (MC11-92)	CALP	Calibração periódica	OMNT	10	10-Planeada	2024-11-13	2022-11-14	0	0	
2024-11-13	Recursos Monitorização Medição	MC12	Micrômetro de Exteriores 75-100 mm (MC12-92)	CALP	Calibração periódica	OMNT	11	10-Planeada	2024-11-13	2022-11-14	0	0	
2024-11-14	Recursos Monitorização Medição	MC13	Micrômetro de Exteriores 100-125 mm (MC13-92)	CALP	Calibração periódica	OMNT	12	10-Planeada	2024-11-14	2022-11-15	0	0	
2024-11-14	Recursos Monitorização Medição	MC14	Micrômetro de Exteriores 125-150 mm (MC14-92)	CALP	Calibração periódica	OMNT	13	10-Planeada	2024-11-14	2022-11-15	0	0	
2024-11-11	Recursos Monitorização Medição	PQ17	Paquímetro (Calva Interiores) 100mm	CALP	Calibração periódica	OMNT	14	10-Planeada	2024-11-11	2023-04-29	17	1	
2024-11-11	Recursos Monitorização Medição	PQ18	Paquímetro 200mm	CALP	Calibração periódica	OMNT	15	10-Planeada	2024-11-11	2023-04-29	17	1	
2024-11-11	Recursos Monitorização Medição	PQ19	Paquímetro 300mm	CALP	Calibração periódica	OMNT	16	10-Planeada	2024-11-11	2023-04-29	17	1	
2025-05-05	Equipamentos de produção	SER01	Serrote ACTUAL POWER NC-4833HA	TP2	TPM2 Manutenção periódica	OMNT	3	40-Terminada	2025-05-05		0	0	

Figura 2 - Tarefas planeadas do intervalo

3. Com o planeamento feito, dirigir-se agora ao:

- Board MNT, para ordens em EQP, INF e VIA;
- Board RMM, para ordens em RMM;
- Board TPM1, para ordens do tipo TPM1.

Nestes, irão ser apresentados seis colunas:

- Pedidos Urgentes;
- Pedidos Não Urgentes;
- Ordens Criadas;
- Ordens Planeadas;
- Ordens Firmes;
- Ordens em Curso.

Cada coluna irá apresentar cartões de ordens e pedidos. Cada cartão apresenta o MEI, ordem e/ou pedido correspondente ao mesmo.

**18**  
Pedido: 18 | 03/12/24  
Antonio da Costa Carvalho  
EQP.T008-Torno HYUNDAI WIA L400 MC  
óleo solúvel necessita substituição.  
[ Criar Ordem ]

(a)

**OMNT.251**  
Ordem: OMNT.251 | 02/12/24 ( 1 )  
EQP.LTR.LTR06-Filtro de Polimento  
Tarefa: Manutenção Preventiva

(b)

Figura 3 – (a) cartão de pedido de intervenção e (b) cartão de ordem planeada

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	01	19/05/2025	2 / 7

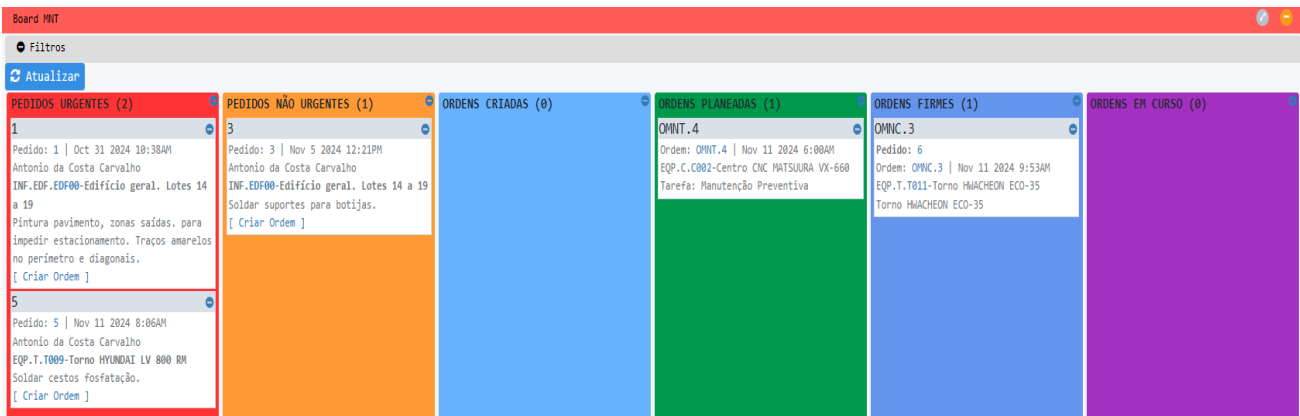


Figura 4 - Board MNT com cartões

4. Os pedidos urgentes e não urgentes representam intervenções não planeadas. Para se tornarem em ordens de trabalho, é necessário clicar em “Criar Ordem” do pedido pretendido. A página irá atualizar automaticamente e o pedido é arrastado para a coluna Ordens Criadas e ganha uma nova designação. Este passo é irreversível.



Figura 5 - Transformação do pedido para ordem

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	01	19/05/2025	3 / 7

5. Com a ordem de manutenção criada, é possível aceder e alterar as informações pressionando no código desta. Aqui é possível alterar o prazo de conclusão da ordem (esta alteração é possível para ambas as ordens de manutenção corretiva e planeada).

The screenshot shows a form with various fields. A red rectangular box highlights the 'Estado Art.' field, which contains the date '2024-11-11 10:16'. Other visible fields include 'Tipo Reg.', 'Número', 'Tipo Ord. Fab.', 'Sector', 'Afect\_dispBool', 'Gerar', 'Encomenda', 'Cod. Artigo', 'Qt. Padrão Artigo', 'Estado Art.', 'Cod. Arm.', 'Ocor', 'Data Criação', 'Qt. Pedida', and 'Num. Uofra'.

Figura 6 - Informações da ordem

6. Após a confirmação da informação, arrastar o cartão da ordem para a coluna Ordens Firmes. Esta alteração não cria alterações à ordem, serve apenas para indicar que esta ordem está confirmada. Quando for pretendido iniciar a ordem, arrastar o cartão para a coluna Ordens em Curso. As ordens planeadas têm o mesmo procedimento.

The figure consists of two screenshots of a Kanban board. The top screenshot shows three columns: 'ORDENS CRIADAS (1)' with one card 'OMNC.4', 'ORDENS PLANEADAS (1)' with one card 'OMNT.4', and 'ORDENS FIRMES (0)'. The bottom screenshot shows 'ORDENS CRIADAS (0)', 'ORDENS PLANEADAS (0)', and 'ORDENS FIRMES (2)' with two cards: 'OMNC.4' and 'OMNT.4'. Each card displays order details such as 'Pedido: 3', 'Ordem: OMNC.4 | 11/11/24', and 'Tarefa: Manutenção Preventiva'.

Figura 7 - Alteração de Ordem Criada para Ordem Firme

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	01	19/05/2025	4 / 7

7. Quando a ordem tiver início, arrastar o cartão para a coluna Ordens em Curso.

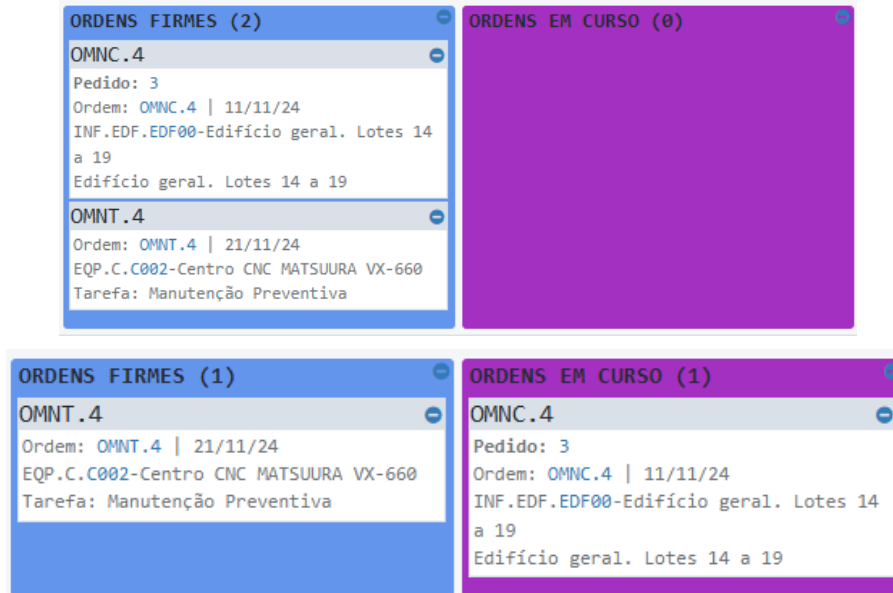


Figura 8 - Alteração de Ordem Firme para Ordem em Curso

8. Após a execução da ordem, é necessário dar a mesma como terminada no SEGIN. Assim, é necessário aceder às informações da ordem pelo cartão. Seleciona-se a ordem, pressiona-se “Ações” e por fim na opção “Fechar”.

(O separador cria filtros para apresentar apenas a ordem pretendida. Para facilitar o manuseio, não retirar os filtros)

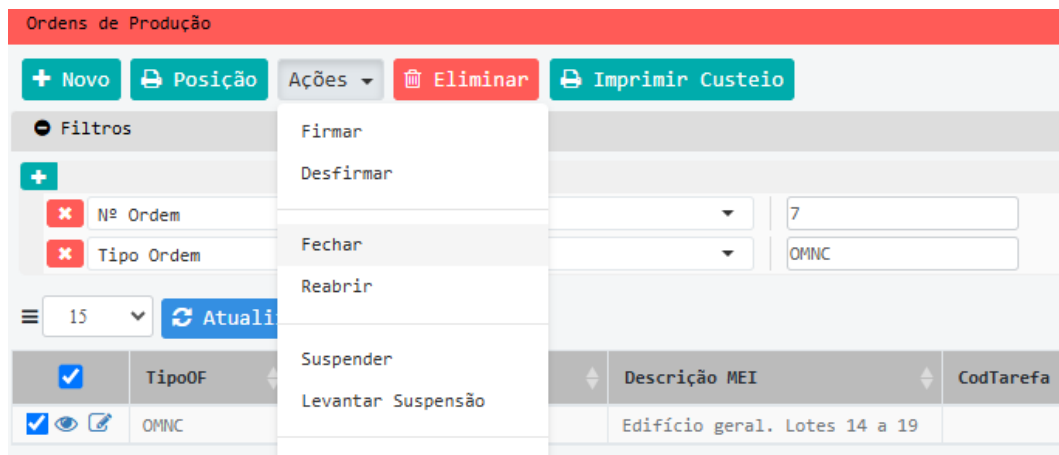


Figura 9 - Conclusão da ordem

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	01	19/05/2025	5 / 7

9. A ordem vai desaparecer do Board e será possível consultar a mesma a partir de “Eventos Manutenção”. Neste menu é possível consultar todo o histórico de pedidos e tarefas planeadas.

Data	Quem	tipo	Pedido	Ordem	Código	Descrição	Problema   descrição , Tarefa
16/12/2024 12:15:42	manutencao	CriouOrdem		OPMT.429	PQ078	Paquímetro 200mm	CALP
16/12/2024 12:15:42	manutencao	CriouOrdem		OPMT.430	PQ103	Paquímetro 200mm	CALP
16/12/2024 12:15:42	manutencao	CriouOrdem		OPMT.431	PQ104	Paquímetro 500mm	CALP
16/12/2024 11:09:24	manutencao	CriouOrdem	36	OPNC.29	T004	Torno MORI SEIKI DURATURN 2030	
16/12/2024 11:07:00	1862 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	36	OPNC.29	T004	Torno MORI SEIKI DURATURN 2030	Melhoria, Projeto novo   PINTURA MÁQUINA COR BRANCO RAL 9003 PRETO RAL 9005
13/12/2024 11:17:44	manutencao	FechouOrdem	30	OPNC.22	T005	Torno OKUMA GENOS L300-M	
13/12/2024 09:13:31	manutencao	CriouOrdem	34	OPNC.28	VIA07	Viatura Ligeira HYUNDAI I20 92-U0-89	
13/12/2024 09:13:28	manutencao	CriouOrdem	35	OPNC.27	VIA05	Viatura de Mercadoria FORD CONNECT 53-MZ-01	
13/12/2024 09:11:00	1862 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	35	OPNC.27	VIA05	Viatura de Mercadoria FORD CONNECT 53-MZ-01	Não operacional   AVARIA NO INJETOR DO FILTRO PARTICULAS
13/12/2024 09:10:00	1862 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	34	OPNC.28	VIA07	Viatura Ligeira HYUNDAI I20 92-U0-89	Não operacional   Pneu frente com furo
13/12/2024 09:07:02	manutencao	FechouOrdem	33	OPNC.25	VIA10	Viatura Ligeira FORD FIESTA 00-LA-84	
13/12/2024 09:05:43	manutencao	manutencao	32	OPNC.26	VIA09	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-22	
13/12/2024 08:16:28	manutencao	CriouOrdem	32	OPNC.26	VIA09	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-22	
13/12/2024 08:16:24	manutencao	CriouOrdem	33	OPNC.25	VIA10	Viatura Ligeira FORD FIESTA 00-LA-84	
13/12/2024 08:14:00	1862 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	33	OPNC.25	VIA10	Viatura Ligeira FORD FIESTA 00-LA-84	Trabalha com limitações   Chapa matrícula traseira estragada
13/12/2024 08:09:00	1862 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	32	OPNC.26	VIA09	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-22	Trabalha com limitações   Escovas limpam mal os vidros
12/12/2024 13:46:20	manutencao	CriouOrdem	31	OPNC.23	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	
12/12/2024 12:20:03	manutencao	FechouOrdem		OPMT.378	T001	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	TPM2
12/12/2024 12:20:03	1862 - Antonio da Costa Carvalho	RegistoOper		OPMT.378	T001	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	TPM2
12/12/2024 08:55:14	manutencao	CriouOrdem		OPMT.378	T001	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	TPM2
10/12/2024 14:25:46	manutencao	FechouOrdem		OPMT.251	LTR06	Filtro de Polimento	PVT
10/12/2024 06:49:55	manutencao	CriouOrdem	31	OPNC.23	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	
10/12/2024 06:47:07	manutencao	CriouOrdem	30	OPNC.22	T005	Torno OKUMA GENOS L300-M	
10/12/2024 06:47:00	1862 - Antonio da Costa Carvalho	Pedido	31	OPNC.23	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	Melhoria, Projeto novo   PINTURA MÁQUINA COR BRANCO RAL 9003, COR PRETO RAL 9005
10/12/2024 06:46:50	manutencao	FechouOrdem	26	OPNC.18	EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19	

Figura 10 - Listagem de eventos de manutenção

10. Se ocorrer um erro no fecho de uma ordem que seja necessário alterar ou o fecho não foi propositado, é possível reabrir a ordem no menu “Ordens de Manutenção”. Após identificar a ordem que pretende alterar, selecione o quadrado à esquerda da linha e na parte superior pressione “Ações – Reabrir”. A ordem irá reaparecer no respetivo Board.

Pedido	Tip	Consolidar Reservas	Descrição REI	CodTarefa	Tarefa	Nº Linhas Oper. Prev.	Prazo	DataTerm	Descrição	Quant. Pedida	Situação	Obs.	Obs. txt	Urgente
	OPMT	Nov. de Entrada (21)	Viatura de Mercadoria FORD CONNECT 53-MZ-01	IAV	Inspeção Anual	1	2025-05-14			1	Planeada	13 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
	OPMT	Nov. de Consumo (6)	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 21-TT-96	REV	Revisão de Viatura	1	2025-05-14			1	Planeada	154 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	Alterar Qtd. Conjuntos	Torno OKUMA GENOS L300-M	PVT	Manutenção Preventiva	1	2025-05-14			1	Planeada	9 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	Calcular Explosão	Torno HYUNDAI WIA L230 LMA	PVT	Manutenção Preventiva	1	2025-05-14			1	Planeada	23 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT		Empilhador CATERPILLAR GP18	PVT	Manutenção Preventiva	1	2025-05-14			1	Planeada	23 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	1232 EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19	AQR	Arquivo Morto (IT0013)	1	2025-05-14			1	Planeada	94 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	1231 C004	Centro CNC OKUMA PA-600H II	TPM2	TPM2 (Manutenção + Operador)	1	2025-05-14			1	Planeada	2 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	1230 C002	Centro CNC MATSUURA VX-660	TPM2	TPM2 (Manutenção + Operador)	1	2025-05-14			1	Planeada	9 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	1229 C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	TPM2	TPM2 (Manutenção + Operador)	1	2025-05-14			1	Planeada	16 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	1228 VIA03	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 21-TT-96	REV	Revisão de Viatura	0	2025-05-12			1	Em Curso	152 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPMT	1222 EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19	AQR	Arquivo Morto (IT0013)	1	2025-05-12			1	Firme	92 Dias de Atraso		<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPNC	104 EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19			0	2025-05-15			1	Firme			<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPNC	139 EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19			0	2025-04-28			1	Firme			<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPNC	136 EDF03	Sala Limpa			0	2025-04-23			1	Firme			<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OPNC	122 EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19			0	2025-04-09			1	Firme			<input type="checkbox"/>

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vitor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	01	19/05/2025	6 / 7

**11.** Na eventualidade de antecipação de tarefas planeadas, o SEGIN não apresenta uma funcionalidade direta para esta situação. Para este efeito, é necessário planejar até uma data igual ou superior ao da tarefa pretendida e esta irá aparecer no respetivo Board. Após identificar a ordem correspondente à tarefa, posicionar o cartão da ordem na coluna “Ordens Firmes”. Como no intervalo calculado irão aparecer mais ordens, os Boards irão ficar preenchidos com muitas ordens, o que irá causar dificuldades na utilização. Assim, é recomendável recalcular o Plano de Manutenção para uma data mais próxima. Como a operação a antecipar foi firmada, esta não irá desaparecer como as restantes ordens.

#### 4. LISTA DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Descrição	Elaborado	Aprovado
00	14/01/2025	Emissão	Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues
01	19/05/2025	Adição do procedimento para alterar e/ou reabrir ordens de manutenção	Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues

Elaboração	Aprovação	Revisão	Data	Página(s)
Vítor Oliveira António Carvalho	Jorge Rodrigues	01	19/05/2025	7 / 7

## **Apêndice B: Listagens Segin**

Tipo	SubTipo	Código	Descrição	Estado	CodTarefa	DataUlt	Período	DataProx
RMM	CT-Chave Torque	CT07	Chave de Torque 0 - 12 Nm	ATI	CALP		547	
RMM	RU-Rugosímetro	RU03	Rugosímetro	ATI	CALP		730	
INF	EDF-Edifícios, instalações	EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19	ATI	AQM	10/02/2024	365	09/02/2025
EQP	T-Torno	T003	Torno HYUNDAI WIA L230 LMA	ATI	PVT	25/09/2023	574	21/04/2025
EQP	T-Torno	T005	Torno OKUMA GENOS L300-M	ATI	PVT	09/10/2023	574	05/05/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR01	Fosfatação	ATI	TPM2	25/11/2024	182	26/05/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR02	Eletropolimento	ATI	TPM2	25/11/2024	182	26/05/2025
EQP	T-Torno	T015	Torno OKUMA & HOWA ACT-20	ATI	PVT	06/11/2023	574	02/06/2025
INF	RAC-Rede de Ar Comprimido	RAC01	Compressor ALUP SCK 31.08 SSG	ATI	TPM2	02/12/2024	182	02/06/2025
EQP	T-Torno	T010	Torno NAKAMURA-TOME TMC-35	ATI	PVT	13/11/2023	574	09/06/2025
EQP	SER-Serrote	SER01	Serrote ACTUAL POWER NC-4033HA	ATI	TPM2	09/12/2024	182	09/06/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ105	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	15/12/2023	547	14/06/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ106	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	15/12/2023	547	14/06/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ107	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	15/12/2023	547	14/06/2025
EQP	SER-Serrote	SER02	Serrote PEGAS 400x400 HERKULES X-CNC	ATI	TPM2	16/12/2024	182	16/06/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT30	Chave de Torque 1.40-12 Nm	ATI	CALP	19/12/2023	547	18/06/2025
EQP	T-Torno	T016	Torno HWACHEON HI-ECO 31A	ATI	TPM1	12/06/2025	7	19/06/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR02	Eletropolimento	ATI	TPM1	12/06/2025	7	19/06/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR01	Fosfatação	ATI	TPM1	12/06/2025	7	19/06/2025
EQP	C-Centro CNC	C005	Centro CNC QUASER MV 184 P	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	C-Centro CNC	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	C-Centro CNC	C002	Centro CNC MATSUURA VX-660	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	C-Centro CNC	C004	Centro CNC OKUMA MA-600H II	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T001	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T014	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	TOR-Torno Convencional	TOR01	Torno Convencional CIMAF	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T012	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T013	Torno HYUNDAI SKT-28	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T005	Torno OKUMA GENOS L300-M	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T006	Torno HITACHI SEIKI HI-TURNER TF20	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T003	Torno HYUNDAI WIA L230 LMA	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T002	Torno OKUMA & HOWA LB3000 EX II	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T004	Torno MORI SEIKI DURATURN 2030	ATI	TPM1	20/06/2025	7	27/06/2025
EQP	T-Torno	T007	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	T-Torno	T009	Torno HYUNDAI LV 800 RM	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	T-Torno	T011	Torno HWACHEON HI-ECO 35	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	T-Torno	T010	Torno NAKAMURA-TOME TMC-35	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	T-Torno	T008	Torno HYUNDAI WIA L400 MC	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	T-Torno	T015	Torno OKUMA & HOWA ACT-20	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	T-Torno	T017	TORNO HYUNDAI SE 2200LSY	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	T-Torno	T013	Torno HYUNDAI SKT-28	ATI	PVT	04/12/2023	574	30/06/2025
EQP	MAT-Máquina de Testes	MAT01	Máquina de Testes VENTIL	ATI	TPM1	23/06/2025	7	30/06/2025
EQP	AVE-Armazém Vertical	AVE01	Armazém Vertical	ATI	PVT	02/01/2025	182	03/07/2025
EQP	FRE-Fresadora Convencional	FRE01	Fresadora Convencional PBM VS300AF	ATI	TPM1	27/06/2025	7	04/07/2025
EQP	SER-Serrote	SER03	Serrote UNIZ SC-250EA	ATI	TPM1	27/06/2025	7	04/07/2025
EQP	SER-Serrote	SER01	Serrote ACTUAL POWER NC-4033HA	ATI	TPM1	27/06/2025	7	04/07/2025
EQP	SER-Serrote	SER02	Serrote PEGAS 400x400 HERKULES X-CNC	ATI	TPM1	27/06/2025	7	04/07/2025
EQP	C-Centro CNC	C002	Centro CNC MATSUURA VX-660	ATI	PVT	10/12/2023	574	06/07/2025
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO01	Ponte MONOVIGA Nº1210/14 6300KG	ATI	PVT	08/07/2024	365	08/07/2025
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO02	Grua BANDEIRA Nº1590/19 (500KG)	ATI	PVT	08/07/2024	365	08/07/2025
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO03	Grua BANDEIRA DC0001 (200KG)	ATI	PVT	08/07/2024	365	08/07/2025
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO04	Grua BANDEIRA DC0002 (200KG)	ATI	PVT	08/07/2024	365	08/07/2025
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO07	Ponte MONOVIGA Nº1540/18 (500kg)	ATI	PVT	08/07/2024	365	08/07/2025
RMM	MN-Manómetro	MN60	Manómetro Digital 0-600 bar	ATI	CALP	08/07/2024	365	08/07/2025
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO05	Monorail 1560/18 (1000kg)	ATI	PVT	09/07/2024	365	09/07/2025
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO06	Grua BANDEIRA Nº1588/18 (1000kg)	ATI	PVT	09/07/2024	365	09/07/2025
EQP	T-Torno	T001	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	ATI	TPM2	09/01/2025	182	10/07/2025
EQP	T-Torno	T009	Torno HYUNDAI LV 800 RM	ATI	PVT	16/12/2023	574	12/07/2025
INF	EDF-Edifícios, instalações	EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19	ATI	CPG	15/04/2025	90	14/07/2025
EQP	PRE-Prensas	PRE04	Prensa 0-600 bar	ATI	PVT	15/07/2024	365	15/07/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR07	Torno de Polimento	ATI	PVT	16/07/2024	365	16/07/2025
EQP	C-Centro CNC	C004	Centro CNC OKUMA MA-600H II	ATI	PVT	25/12/2023	574	21/07/2025
EQP	ROH-Roscadora Hidráulica	ROH01	Roscadora Hidráulica GAMOR RHG-3B	ATI	PVT	28/07/2024	365	28/07/2025
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL01	Máquina Soldadura COMPACT MIG 263	ATI	PVT	28/07/2024	365	28/07/2025
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL02	Máquina Soldadura C-DIGIT MIG 296	ATI	PVT	28/07/2024	365	28/07/2025
RMM	CE-Calibre Exterior	CE06	Calibre Fêmea Passa M 24x2-6g	ATI	CALP	29/07/2020	1825	28/07/2025
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN08	Calibre Passa-Não Passa M 24x2-6H	ATI	CALP	29/07/2020	1825	28/07/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT09	Chave de Torque 20 - 200 Nm	ATI	CALP	01/02/2024	547	01/08/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT10	Chave de Torque 0 - 1400 Nm (Calibrada até 1000Nm)	ATI	CALP	01/02/2024	547	01/08/2025

RMM	CT-Chave Torque	CT21	Chave de Torque 30-140 Nm	ATI	CALP	01/02/2024	547	01/08/2025
RMM	MN-Manômetro	MN64	Manômetro 0-300 bar	ATI	CALP	05/08/2024	365	05/08/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ120	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	05/02/2024	547	05/08/2025
EQP	T-Torno	T002	Torno OKUMA & HOWA LB3000 EX II	ATI	TPM2	04/02/2025	182	05/08/2025
EQP	T-Torno	T003	Torno HYUNDAI WIA L230 LMA	ATI	TPM2	05/02/2025	182	06/08/2025
EQP	T-Torno	T004	Torno MORI SEIKI DURATURN 2030	ATI	TPM2	06/02/2025	182	07/08/2025
EQP	T-Torno	T005	Torno OKUMA GENOS L300-M	ATI	TPM2	10/02/2025	182	11/08/2025
EQP	T-Torno	T006	Torno HITACHI SEIKI HI-TURNER TF20	ATI	TPM2	13/02/2025	182	14/08/2025
EQP	T-Torno	T007	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	ATI	TPM2	19/02/2025	182	20/08/2025
EQP	T-Torno	T008	Torno HYUNDAI WIA L400 MC	ATI	TPM2	25/02/2025	182	26/08/2025
INF	ASP-Aspiradores	ASP02	Aspirador OPTIMOL	ATI	PVT	01/09/2024	365	01/09/2025
EQP	MAT-Máquina de Testes	MAT01	Máquina de Testes VENTIL	ATI	PVT	05/02/2024	574	01/09/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR04	Granalhadora NORBLAST	ATI	PVT	01/09/2024	365	01/09/2025
EQP	PAS-Armário Dispensador Pastilhas	PAS01	Armário Dispensador de Pastilhas LISTA	ATI	PVT	08/09/2024	365	08/09/2025
INF	RAC-Rede de Ar Comprimido	RAC01	Compressor ALUP SCK 31.08 SSG	ATI	PVT	12/02/2024	574	08/09/2025
INF	MLV-Máquinas de Lavar	MLV01	Máquina de Lavar Karcher	ATI	PVT	08/09/2024	365	08/09/2025
INF	MLV-Máquinas de Lavar	MLV02	Máquina de Lavar a pressão	ATI	PVT	08/09/2024	365	08/09/2025
INF	RAC-Rede de Ar Comprimido	RAC02	Compressor ABAC SM 20	ATI	PVT	12/02/2024	574	08/09/2025
VIA	MRC-Viatura de Mercadorias	VIA04	Viatura de Mercadoria FORD TRANSIT 48-ZH-88	ATI	IAV	09/10/2024	335	09/09/2025
VIA	MRC-Viatura de Mercadorias	VIA04	Viatura de Mercadoria FORD TRANSIT 48-ZH-88	ATI	REV	11/09/2024	365	11/09/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT14	Chave de Torque 20 - 100 Nm	ATI	CALP	16/03/2024	547	14/09/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ089	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	16/03/2024	547	14/09/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ099	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	16/03/2024	547	14/09/2025
EQP	T-Torno	T017	TORNO HYUNDAI SE 2200LSY	ATI	TPM2	18/03/2025	180	14/09/2025
EQP	FEA-Filtro Extração Neblina	FEA01	Filtro de Extração de Neblina FILTRAZIONE ARNO 3VF	ATI	PVT	22/09/2024	365	22/09/2025
EQP	FEA-Filtro Extração Neblina	FEA02	Filtro de Extração de Neblina FILTRATION ARNO 3VF	ATI	PVT	22/09/2024	365	22/09/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR06	Filtro de Polimento	ATI	PVT	22/09/2024	365	22/09/2025
EQP	T-Torno	T009	Torno HYUNDAI LV 800 RM	ATI	TPM2	26/03/2025	182	24/09/2025
EQP	BAL-Balança	BAL01	Balança BM 1000	ATI	PVT	29/09/2024	365	29/09/2025
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA01	Viatura Ligeira AUDI A6 01-OD-57	ATI	IAV	30/10/2024	335	30/09/2025
EQP	SER-Serrote	SER01	Serrote ACTUAL POWER NC-4033HA	ATI	PVT	10/03/2024	574	05/10/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR02	Eletropolimento	ATI	PVT	06/10/2024	365	06/10/2025
INF	PT-Portão	PT001	Portão Lote 14	ATI	PVT	07/10/2024	365	07/10/2025
INF	PT-Portão	PT002	Portão Lote 15	ATI	PVT	07/10/2024	365	07/10/2025
INF	PT-Portão	PT003	Portão Lote 16	ATI	PVT	07/10/2024	365	07/10/2025
INF	PT-Portão	PT004	Portão Lote 17	ATI	PVT	07/10/2024	365	07/10/2025
INF	PT-Portão	PT005	Portão Lote 18	ATI	PVT	07/10/2024	365	07/10/2025
INF	PT-Portão	PT006	Portão Lote 23	ATI	PVT	07/10/2024	365	07/10/2025
EQP	T-Torno	T010	Torno NAKAMURA-TOME TMC-35	ATI	TPM2	10/04/2025	182	09/10/2025
EQP	T-Torno	T001	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	ATI	PVT	18/03/2024	574	13/10/2025
EQP	T-Torno	T011	Torno HWACHEON HI-ECO 35	ATI	TPM2	16/04/2025	182	15/10/2025
EQP	CAB-Cabine de Pintura	CAB01	Cabine de Pintura	ATI	PVT	20/10/2024	365	20/10/2025
EQP	T-Torno	T013	Torno HYUNDAI SKT-28	ATI	TPM2	22/04/2025	182	21/10/2025
EQP	T-Torno	T012	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	ATI	TPM2	22/04/2025	182	21/10/2025
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA07	Viatura Ligeira HYUNDAI I20 92-UO-89	ATI	REV	22/10/2024	365	22/10/2025
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA10	Viatura Ligeira FORD FIESTA 00-LA-84	ATI	IAV	22/11/2024	335	23/10/2025
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA10	Viatura Ligeira FORD FIESTA 00-LA-84	ATI	REV	23/10/2024	365	23/10/2025
RMM	TMP-Termpar	TMP06	Termpar 1000°C	ATI	CALP	24/10/2022	1095	23/10/2025
EQP	T-Torno	T002	Torno OKUMA & HOWA LB3000 EX II	ATI	PVT	01/04/2024	574	27/10/2025
EQP	T-Torno	T015	Torno OKUMA & HOWA ACT-20	ATI	TPM2	29/04/2025	182	28/10/2025
EQP	T-Torno	T014	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	ATI	TPM2	29/04/2025	182	28/10/2025
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE01	Padrão de Espessura Branco	ATI	CALP	30/10/2019	2190	28/10/2025
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE02	Padrão de Espessura Amarelo	ATI	CALP	30/10/2019	2190	28/10/2025
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE03	Padrão de Espessura Azul	ATI	CALP	30/10/2019	2190	28/10/2025
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE04	Padrão de Espessura Castanho	ATI	CALP	30/10/2019	2190	28/10/2025
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE05	Padrão de Espessura Transparente	ATI	CALP	30/10/2019	2190	28/10/2025
RMM	MN-Manômetro	MN69	Manômetro 0-100 bar	ATI	CALP	30/10/2024	365	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS01	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS02	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS03	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS04	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS05	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS06	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS07	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS08	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS09	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS10	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS11	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS12	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS13	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025

INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS14	Unidade Interna de AC	ATI	PVT	29/11/2024	335	30/10/2025
EQP	T-Torno	T006	Torno HITACHI SEIKI HI-TURNER TF20	ATI	PVT	08/04/2024	574	03/11/2025
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR01	Fosfatação	ATI	PVT	03/11/2024	365	03/11/2025
EQP	T-Torno	T016	Torno HWACHEON HI-ECO 31A	ATI	TPM2	06/05/2025	182	04/11/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT16	Chave de Torque 10-50 Nm	ATI	CALP	06/05/2024	547	04/11/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT13	Chave de Torque 60 - 420 Nm	ATI	CALP	08/05/2024	547	06/11/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ108	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	09/05/2024	547	07/11/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ109	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	09/05/2024	547	07/11/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ110	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	09/05/2024	547	07/11/2025
RMM	PQ-Paquímetro	PQ112	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	09/05/2024	547	07/11/2025
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA02	Viatura Ligeira FORD FIESTA 20-NH-57	ATI	REV	13/11/2024	365	13/11/2025
EQP	PRE-Prensas	PRE05	Prensa 0-600 bar	ATI	PVT	13/11/2024	365	13/11/2025
EQP	T-Torno	T006	Torno HITACHI SEIKI HI-TURNER TF20	ATI	PVT2	18/11/2023	730	17/11/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT17	Chave de Torque 10-50 Nm	ATI	CALP	22/05/2024	547	20/11/2025
EQP	C-Centro CNC	C002	Centro CNC MATSUJURA VX-660	ATI	TPM2	28/05/2025	182	26/11/2025
EQP	C-Centro CNC	C005	Centro CNC QUASER MV 184 P	ATI	TPM2	29/05/2025	182	27/11/2025
EQP	C-Centro CNC	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	ATI	TPM2	30/05/2025	182	28/11/2025
EQP	C-Centro CNC	C004	Centro CNC OKUMA MA-600H II	ATI	TPM2	03/06/2025	182	02/12/2025
RMM	CT-Chave Torque	CT31	Chave de Torque 30-140 Nm	ATI	CALP	08/06/2024	547	07/12/2025
VIA	MRC-Viatura de Mercadorias	VIA06	Viatura de Mercadoria FORD TRANSIT 75-97-JO	ATI	IAV	10/01/2025	335	11/12/2025
EQP	MAT-Máquina de Testes	MAT01	Máquina de Testes VENTIL	ATI	CALP	18/06/2025	180	15/12/2025
EQP	T-Torno	T011	Torno HWACHEON HI-ECO 35	ATI	PVT	20/05/2024	574	15/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR01	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR02	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR03	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR04	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR05	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR06	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR07	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	CAR-Carreteis	CAR08	Carretel	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT01	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT02	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT03	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT04	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT06	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT07	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT09	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT10	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT11	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT12	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT13	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT14	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT15	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT20	Extintor Pó Químico ABC	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT21	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT22	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT23	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT24	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT25	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
INF	EXT-Extintores	EXT26	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	ATI	PVT	16/12/2024	365	16/12/2025
RMM	MTE-Transmissor (Máquina Teste)	MTE01	Transmissor 0-100 bar	ATI	CALP	17/06/2025	182	16/12/2025
RMM	MTE-Transmissor (Máquina Teste)	MTE02	Transmissor 0-700 bar	ATI	CALP	17/06/2025	182	16/12/2025
RMM	MN-Manómetro	MN72	Manómetro 0-2500 bar	ATI	CALP	17/12/2024	365	17/12/2025
RMM	MN-Manómetro	MN76	Manómetro 0-16 bar	ATI	CALP	17/12/2024	365	17/12/2025
RMM	MN-Manómetro	MN77	Manómetro 0-25 bar	ATI	CALP	17/12/2024	365	17/12/2025
RMM	MN-Manómetro	MN78	Manómetro 0-25 bar	ATI	CALP	17/12/2024	365	17/12/2025
INF	RAC-Rede de Ar Comprimido	RAC02	Compressor ABAC SM 20	ATI	TPM2	18/06/2025	182	17/12/2025
EQP	SER-Serrote	SER03	Serrote UNIZ SC-250EA	ATI	TPM2	18/06/2025	182	17/12/2025
EQP	SER-Serrote	SER02	Serrote PEGAS 400x400 HERKULES X-CNC	ATI	PVT	10/06/2024	574	05/01/2026
EQP	T-Torno	T007	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	ATI	PVT	10/06/2024	574	05/01/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT18	Chave de Torque 3 - 15 Nm	ATI	CALP	10/07/2024	547	08/01/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT12	Chave de Torque 10 - 50 Nm	ATI	CALP	10/07/2024	547	08/01/2026
EQP	T-Torno	T014	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	ATI	PVT	17/06/2024	574	12/01/2026
RMM	MN-Manómetro	MN54	Manómetro 0-300 bar	ATI	CALP	13/01/2025	365	13/01/2026
RMM	MN-Manómetro	MN55	Manómetro 0-400 bar	ATI	CALP	13/01/2025	365	13/01/2026
EQP	T-Torno	T016	Torno HWACHEON HI-ECO 31A	ATI	PVT	01/07/2024	574	26/01/2026
RMM	MN-Manómetro	MN53	Manómetro 0-160 bar	ATI	CALP	27/01/2025	365	27/01/2026
RMM	MN-Manómetro	MN82	Manómetro 0-160 bar	ATI	CALP	27/01/2025	365	27/01/2026
RMM	MN-Manómetro	MN83	Manómetro 0-600 bar	ATI	CALP	27/01/2025	365	27/01/2026
RMM	MN-Manómetro	MN84	Manómetro 0-60 bar	ATI	CALP	27/01/2025	365	27/01/2026

RMM	ML-Multímetro	ML01	Multímetro	ATI	CALP	02/02/2024	730	01/02/2026
EQP	C-Centro CNC	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	ATI	PVT	08/07/2024	574	02/02/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT15	Chave de Torque 8 - 60 Nm	ATI	CALP	05/08/2024	547	03/02/2026
RMM	MN-Manómetro	MN81	Manómetro 0-2000 bar	ATI	CALP	04/02/2025	365	04/02/2026
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA09	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-22	ATI	IAV	10/03/2025	335	08/02/2026
INF	ASP-Aspiradores	ASP01	Aspirador NILFISK	ATI	PVT	19/02/2025	365	19/02/2026
EQP	PRE-Prensas	PRE01	Prensa 0-600 bar	ATI	PVT	19/02/2025	365	19/02/2026
RMM	TMP-Termopar	TMP13	Termómetro Termopar tipo K	ATI	CALP	22/02/2023	1095	21/02/2026
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA09	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-22	ATI	REV	06/03/2025	365	06/03/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ121	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	06/09/2024	547	07/03/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ122	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	06/09/2024	547	07/03/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ123	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	06/09/2024	547	07/03/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ113	Paquímetro (Caixa Exteriores) 150mm	ATI	CALP	06/09/2024	547	07/03/2026
RMM	MN-Manómetro	MN89	Manómetro 0 - 40 bar	ATI	CALP	12/03/2025	365	12/03/2026
INF	CEM-Carregador de Empilhadores	CEM02	Carregador de Empilhadores	ATI	PVT	14/03/2025	365	14/03/2026
EQP	PRE-Prensas	PRE02	Prensa 0-1000 bar	ATI	PVT	14/03/2025	365	14/03/2026
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA07	Viatura Ligeira HYUNDAI I20 92-UO-89	ATI	IAV	15/04/2025	335	16/03/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ124	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	01/10/2024	540	25/03/2026
EQP	MAT-Máquina de Testes	MAT02	Máquina de Testes	ATI	PVT	28/03/2025	365	28/03/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ114	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	01/10/2024	547	01/04/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ115	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	01/10/2024	547	01/04/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ116	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	01/10/2024	547	01/04/2026
EQP	T-Torno	T004	Torno MORI SEIKI DURATURN 2030	ATI	PVT	09/09/2024	574	06/04/2026
EQP	EMC-Eqp. Movimentação Cargas	EMC02	Empilhador LINDE EP20	ATI	PVT	14/04/2025	365	14/04/2026
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA08	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-06	ATI	IAV	15/05/2025	335	15/04/2026
EQP	SER-Serrote	SER03	Serrote UNIZ SC-250EA	ATI	PVT	19/09/2024	574	16/04/2026
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL03	Máquina Soldadura TECNA TE 95	ATI	PVT	24/04/2025	365	24/04/2026
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL04	Máquina Soldadura TECNA 3484	ATI	PVT	24/04/2025	365	24/04/2026
VIA	MRC-Viatura de Mercadorias	VIA05	Viatura de Mercadoria FORD CONNECT 53-MZ-01	ATI	IAV	30/05/2025	335	30/04/2026
EQP	BAL-Balança	BAL02	Balança CACHAPUZ C100 (6kg)	ATI	PVT	09/05/2025	365	09/05/2026
EQP	PRE-Prensas	PRE03	Prensa 0-600 bar	ATI	PVT	09/05/2025	365	09/05/2026
INF	CEM-Carregador de Empilhadores	CEM01	Carregador de Empilhadores LITECH XSE	ATI	PVT	09/05/2025	365	09/05/2026
EQP	BAL-Balança	BAL03	BALANÇA CACHAPUZ	ATI	PVT	12/05/2025	365	12/05/2026
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA11	HYUNDAI I30 SW 1.0 TGD1 N-	ATI	REV	13/05/2025	365	13/05/2026
EQP	T-Torno	T008	Torno HYUNDAI WIA L400 MC	ATI	PVT	21/10/2024	574	18/05/2026
EQP	EMC-Eqp. Movimentação Cargas	EMC03	Stacker MANITOU ES 616 AC	ATI	PVT	19/05/2025	365	19/05/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ117	Paquímetro (Caixa Interiores) 150mm	ATI	CALP	19/11/2024	547	20/05/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ118	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	19/11/2024	547	20/05/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ119	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	19/11/2024	547	20/05/2026
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA03	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 21-TT-96	ATI	REV	21/05/2025	365	21/05/2026
RMM	PRU-Padrão do Rugosímetro	PRU04	Padrão Rugosímetro	ATI	CALP	28/05/2024	730	28/05/2026
RMM	TMP-Termopar	TMP12	Termopar 1000°C	ATI	CALP	09/06/2023	1095	08/06/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ125	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	17/12/2024	540	10/06/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ126	Paquímetro 300mm	ATI	CALP	17/12/2024	540	10/06/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ127	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	17/12/2024	540	10/06/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ128	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	17/12/2024	540	10/06/2026
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN10	Calibre Passa-Não Passa G3/4"	ATI	CALP	15/06/2021	1825	14/06/2026
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN11	Calibre Passa-Não Passa G1"	ATI	CALP	15/06/2021	1825	14/06/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE07	Calibre Macho Passa G2"	ATI	CALP	15/06/2021	1825	14/06/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE08	Calibre Macho Não Passa G2"	ATI	CALP	15/06/2021	1825	14/06/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE09	Calibre Macho Passa G3"	ATI	CALP	15/06/2021	1825	14/06/2026
EQP	T-Torno	T012	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	ATI	PVT	18/11/2024	574	15/06/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT24	Chave de Torque 2-10 Nm	ATI	CALP	13/01/2025	547	14/07/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ103	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	13/01/2025	547	14/07/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ078	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	13/01/2025	547	14/07/2026
EQP	C-Centro CNC	C005	Centro CNC QUASER MV 184 P	ATI	PVT	30/12/2024	574	27/07/2026
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC01	Micrómetro de Exteriores 0-150 mm	ATI	CALP	06/08/2024	730	06/08/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT19	Chave de Torque 300-2800 Nm	ATI	CALP	14/02/2025	547	15/08/2026
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC02	Micrómetro de Exteriores 150-300 mm	ATI	CALP	22/08/2024	730	22/08/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT25	Chave de Torque 10-50 Nm	ATI	CALP	07/03/2025	547	05/09/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT23	Chave de Torque 3-25 Nm	ATI	CALP	07/03/2025	547	05/09/2026
RMM	TMP-Termopar	TMP14	Termopar tipo K 1000°C	ATI	CALP	07/09/2023	1095	06/09/2026
RMM	TMP-Termopar	TMP15	Termopar tipo K 1000°C	ATI	CALP	07/09/2023	1095	06/09/2026
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN12	Calibre Passa-Não Passa G 11/2"	ATI	CALP	14/09/2021	1825	13/09/2026
RMM	CP-Calibre Passa	CP04	Calibre Macho Passa G11/4	ATI	CALP	14/09/2021	1825	13/09/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE10	Calibre Macho Não Passa G11/4	ATI	CALP	14/09/2021	1825	13/09/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE11	Calibre Fêmea Passa M 24x2-6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE12	Calibre Fêmea Passa M 10x1 6 g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE13	Calibre Fêmea Passa M 12x1,25 6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE14	Calibre Fêmea Passa M 16x1,5 6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026

RMM	CE-Calibre Exterior	CE15	Calibre Fêmea Passa M 20x1,5 6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE16	Calibre Fêmea Não Passa M 10x1 6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE17	Calibre Fêmea Não Passa M 12x1,25 6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE18	Calibre Fêmea Não Passa M 16x1,5 6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CE-Calibre Exterior	CE19	Calibre Fêmea Não Passa M 20x1,5 6g	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN13	Calibre Passa-Não Passa M 12x1,25 6H	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN14	Calibre Passa-Não Passa M 16x1,5 6H	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN15	Calibre Passa-Não Passa M 20x1,5 6H	ATI	CALP	11/10/2021	1825	10/10/2026
EQP	T-Torno	T017	TORNO HYUNDAI SE 2200LSY	ATI	PVT	18/03/2025	574	13/10/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ095	Paquímetro (Caixa Interiores) 150mm	ATI	CALP	23/04/2025	547	22/10/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT26	Chave de Torque 3-15 Nm (3,0Nm fora de critério)	APC	CALP	08/05/2025	547	06/11/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT27	Chave de Torque 2-10 Nm	ATI	CALP	14/05/2025	547	12/11/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT22	Chave de Torque 70-700 Nm	ATI	CALP	14/05/2025	547	12/11/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT29	Chave de Torque 5-50 Nm	ATI	CALP	14/05/2025	547	12/11/2026
RMM	PQ-Paquímetro	PQ096	Paquímetro 200mm	ATI	CALP	16/05/2025	547	14/11/2026
RMM	THM-Termo-Higômetro	THM03	Termo-Higrômetro	ATI	CALP	21/05/2024	912	19/11/2026
RMM	MC-Micrômetro Exterior	MC11	Micrômetro de Exteriores 50-75 mm (MC11-92)	ATI	CALP	19/11/2024	730	19/11/2026
RMM	MC-Micrômetro Exterior	MC12	Micrômetro de Exteriores 75-100 mm (MC12-92)	ATI	CALP	19/11/2024	730	19/11/2026
RMM	MC-Micrômetro Exterior	MC13	Micrômetro de Exteriores 100-125 mm (MC13-92)	ATI	CALP	19/11/2024	730	19/11/2026
RMM	MC-Micrômetro Exterior	MC14	Micrômetro de Exteriores 125-150 mm (MC14-92)	ATI	CALP	19/11/2024	730	19/11/2026
RMM	MC-Micrômetro Exterior	MC09	Micrômetro de Exteriores 0-25 mm (MC09-92)	ATI	CALP	20/11/2024	730	20/11/2026
RMM	MC-Micrômetro Exterior	MC10	Micrômetro de Exteriores 25-50 mm (MC10-92)	ATI	CALP	20/11/2024	730	20/11/2026
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN16	Calibre Passa-Não Passa M 10x1 6H	ATI	CALP	23/11/2021	1825	22/11/2026
RMM	CT-Chave Torque	CT28	Chave de Torque 30-140 Nm	ATI	CALP	28/05/2025	547	26/11/2026
EQP	T-Torno	T018	Torno HYUNDAI WIA KIT 4500	ATI	PVT	12/06/2025	574	07/01/2027
RMM	MI-Micrômetro Interior	MI03	Micrômetro de Interiores 20-25 mm (MI03-89)	ATI	CALP	13/01/2025	730	13/01/2027
RMM	MI-Micrômetro Interior	MI04	Micrômetro de Interiores 25-30 mm (MI04-89)	ATI	CALP	13/01/2025	730	13/01/2027
RMM	MI-Micrômetro Interior	MI05	Micrômetro de Interiores 30-35 mm (MI05-89)	ATI	CALP	13/01/2025	730	13/01/2027
RMM	MI-Micrômetro Interior	MI06	Micrômetro de Interiores 35-40 mm (MI06-89)	ATI	CALP	13/01/2025	730	13/01/2027
RMM	MI-Micrômetro Interior	MI07	Micrômetro de Interiores 40-45 mm (MI07-89)	ATI	CALP	13/01/2025	730	13/01/2027
RMM	MI-Micrômetro Interior	MI08	Micrômetro de Interiores 45-50 mm (MI08-89)	ATI	CALP	13/01/2025	730	13/01/2027
RMM	CE-Calibre Exterior	CE22	Calibre Fêmea Passa M 48x3-6g	ATI	CALP	23/01/2022	1825	22/01/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP16	Termopar tipo T [-200,100] °C	ATI	CALP	08/03/2024	1095	08/03/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP17	Termómetro Termopar tipo K	ATI	CALP	08/03/2024	1095	08/03/2027
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN17	Calibre Passa-Não Passa M 33X1,5 6H	ATI	CALP	10/03/2022	1825	09/03/2027
RMM	PQ-Paquímetro	PQ069	Paquímetro Alturas	ATI	CALP	22/04/2025	730	22/04/2027
RMM	PQ-Paquímetro	PQ068	Paquímetro Alturas	ATI	CALP	16/05/2025	730	16/05/2027
RMM	COL-Coluna Vertical de Medição	COL01	Coluna vertical de medição TRIMOS V5-700	ATI	CALP	29/05/2024	1095	29/05/2027
EQP	C-Centro CNC	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	ATI	PVT2	30/05/2025	730	30/05/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP18	Termómetro Termopar tipo K (TMP18 - T1)	ATI	CALP	10/07/2024	1095	10/07/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP19	Termómetro Termopar tipo K (TMP19 - T2)	ATI	CALP	10/07/2024	1095	10/07/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP20	Termómetro Termopar tipo K	ATI	CALP	10/07/2024	1095	10/07/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP21	Termómetro Termopar tipo K (TMP21- TMP14)	ATI	CALP	05/08/2024	1095	05/08/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP22	Termómetro Termopar tipo K (TMP22-TMP15)	ATI	CALP	05/08/2024	1095	05/08/2027
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN18	Calibre Passa-Não Passa G3/8"	ATI	CALP	19/08/2022	1825	18/08/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP23	Termopar tipo K 1000°C	ATI	CALP	17/09/2024	1095	17/09/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP24	Termopar tipo K 1000°C	ATI	CALP	17/09/2024	1095	17/09/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP25	Termopar tipo K 1000°C	ATI	CALP	17/09/2024	1095	17/09/2027
RMM	TMP-Termopar	TMP26	Termopar tipo K 1000°C	ATI	CALP	17/09/2024	1095	17/09/2027
RMM	CE-Calibre Exterior	CE20	Calibre Macho Passa M 48X3 6H	ATI	CALP	23/11/2022	1825	22/11/2027
RMM	CE-Calibre Exterior	CE21	Calibre Macho Não Passa M 48X3 6H	ATI	CALP	23/11/2022	1825	22/11/2027
RMM	CE-Calibre Exterior	CE23	Calibre Fêmea Não Passa M 48x3-6g	ATI	CALP	02/03/2023	1825	29/02/2028
RMM	CE-Calibre Exterior	CE24	Calibre Fêmea Passa G 1/2	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CE-Calibre Exterior	CE25	Calibre Fêmea Não Passa G 1/2"	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CE-Calibre Exterior	CE01	Calibre Fêmea Passa 1/2 14 NPT	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CP-Calibre Passa	CP02	Calibre Fêmea Passa M12x1,75	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CP-Calibre Passa	CP03	Calibre Fêmea Passa M16x2	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN01	Calibre Passa-Não Passa M5x0,8-6H	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN02	Calibre Passa-Não Passa M6x1-6H	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN03	Calibre Passa-Não Passa M8x1,25-6H	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN04	Calibre Passa-Não Passa M10x1,5-6H	ATI	CALP	08/09/2023	1825	06/09/2028
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT01	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 25mm	ATI	CALP	17/10/2023	1825	15/10/2028
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT02	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 50mm	ATI	CALP	17/10/2023	1825	15/10/2028
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT03	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 75mm	ATI	CALP	17/10/2023	1825	15/10/2028
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT04	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 100mm	ATI	CALP	17/10/2023	1825	15/10/2028
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT05	Calibre Padrão Topo c/face.planas 125mm	ATI	CALP	17/10/2023	1825	15/10/2028
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN19	Calibre Passa-Não Passa G 1/4"	ATI	CALP	09/02/2024	1825	07/02/2029
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN20	Calibre Passa-Não Passa furo 6H11	ATI	CALP	09/02/2024	1825	07/02/2029
RMM	CE-Calibre Exterior	CE26	Calibre Fêmea Passa M 36X3-6G	ATI	CALP	06/03/2024	1825	05/03/2029
RMM	CE-Calibre Exterior	CE27	Calibre Fêmea Não Passa M 36X3-6G	ATI	CALP	12/03/2024	1825	11/03/2029

RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN21	Calibre Passa-Não Passa M 36X3 6H	ATI	CALP	12/03/2024	1825	11/03/2029
RMM	CE-Calibre Exterior	CE03	Calibre Tampão Passa 1/2 -14 NPT	ATI	CALP	28/05/2024	1825	27/05/2029
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE06	Padrão de Espessura e Altura (INOX)	ATI	CALP	11/06/2024	1825	10/06/2029
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE07	Padrão de Espessura e Altura (AÇO)	ATI	CALP	11/06/2024	1825	10/06/2029
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN06	Calibre Passa-Não Passa M42x3-6H	ATI	CALP	05/07/2024	1825	04/07/2029
RMM	CE-Calibre Exterior	CE04	Calibre Fêmea Passa M 42x3-6g	ATI	CALP	04/10/2024	1825	03/10/2029
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN05	Calibre Passa-Não Passa M14x2-6H	ATI	CALP	19/11/2024	1825	18/11/2029
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN07	Calibre Passa-Não Passa M30x2-6H	ATI	CALP	17/12/2024	1825	16/12/2029
RMM	CE-Calibre Exterior	CE05	Calibre Fêmea Passa M 30x2-6g	ATI	CALP	17/12/2024	1825	16/12/2029
RMM	CAP-Calibre Anel Padrão	CAP01	Calibre Anel Padrão 25mm (24,996)	ATI	CALP	03/01/2025	1825	02/01/2030
RMM	CAP-Calibre Anel Padrão	CAP02	Calibre Anel Padrão 35mm (34,996)	ATI	CALP	03/01/2025	1825	02/01/2030
RMM	CAP-Calibre Anel Padrão	CAP03	Calibre Anel Padrão 45mm (44,994)	ATI	CALP	03/01/2025	1825	02/01/2030
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN09	Calibre Passa-Não Passa G1/2"	ATI	CALP	23/04/2025	1825	22/04/2030

Tipo	SubTipo	Código	Descrição	Local	Estado	Entregue A	CodImobilizado
EQP	EMC-Eqp. Movimentação Cargas	EMC01	Empilhador CATERPILLAR GP18		INA	Manutenção	
EQP	EMC-Eqp. Movimentação Cargas	EMC02	Empilhador LINDE EP20	18.1.0	ATI	Manutenção	
EQP	EMC-Eqp. Movimentação Cargas	EMC03	Stacker MANITOU ES 616 AC	17.3.0	ATI	Manutenção	
EQP	FEA-Filtro Extração Nebulina	FEA01	Filtro de Extração de Nebulina FILTRAZIONE ARNO 3VF	15.8.0	ATI	Manutenção	
EQP	FEA-Filtro Extração Nebulina	FEA02	Filtro de Extração de Nebulina FILTRATION ARNO 3VF	16.8.0	ATI	Manutenção	
EQP	FOC-Forno de Capas	FOC01	Forno de Capas	17.6.1	ATI	Logística	
EQP	FRE-Fresadora Convencional	FRE01	Fresadora Convencional PBM VS300AF	15.5.0	ATI	Tiago Almeida	2007.002
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR00	Linha de Tratamento (Edifício)	17.5.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR01	Fosfatação	17.7.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR02	Eletropolimento	17.5.0	ATI	Manutenção	2017.017
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR03	Lavagem	17.8.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR04	Granalhadora NORBLAST	17.8.0	ATI	Manutenção	2017.012
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR05	Polimento por Vibração ROLL WASCH	17.7.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR06	Filtro de Polimento	17.9.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR07	Torno de Polimento	17.8.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR08	Polimento Acabamento	17.8.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR09	Polimento Brilho	17.8.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR10	Scott Bright	17.8.0	ATI	Manutenção	
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR11	Ultrassom 1	17.5.0	ATI		
EQP	LTR-Linha de Tratamento	LTR12	Ultrassom 2	17.5.0	ATI		
EQP	MAT-Máquina de Testes	MAT01	Máquina de Testes VENTIL	18.2.0	ATI	Manutenção	
EQP	MAT-Máquina de Testes	MAT02	Máquina de Testes		ATI		
EQP	C-Centro CNC	C001	Centro CNC QUASER MV 154 PL	15.7.0	ATI	Tiago Almeida	2008.011
EQP	C-Centro CNC	C002	Centro CNC MATSUURA VX-660	15.8.0	ATI	Tiago Almeida	2022.001
EQP	C-Centro CNC	C003	Centro CNC INSHU S400	15.5.0	INA		
EQP	C-Centro CNC	C004	Centro CNC OKUMA MA-600H II	15.7.0	ATI	Tiago Almeida	
EQP	C-Centro CNC	C005	Centro CNC QUASER MV 184 P	15.7.0	ATI	Tiago Almeida	2023.022
EQP	CAB-Cabine de Pintura	CAB01	Cabine de Pintura	18.7.0	ATI	Montagem	2014.004
EQP	MDE-Máquinas de Embalamento	MDE01	Máquina de Ensacar AUDION ELEKTRO	17.6.0	ATI	Manutenção	
EQP	MDE-Máquinas de Embalamento	MDE02	Máquina de Enchimento Sealed Air Instapak Simple	18.2.0	ATI	Manutenção	
EQP	MDE-Máquinas de Embalamento	MDE03	Máquina de Enchimento STOROpak FOAMplus	18.2.0	ATI	Manutenção	
EQP	MGV-Máquinas de Gravação	MGV01	Máquina de Gravação a Laser PORTLASER PTL	17.3.0	ATI	Manutenção	
EQP	MGV-Máquinas de Gravação	MGV02	Maquina de Gravação a Punção TECHNOMARK MULTI4 V3	17.3.0	ATI	Manutenção	
EQP	PAS-Armário Dispensador Pastilhas	PAS01	Armário Dispensador de Pastilhas LISTA	16.2.0	ATI	Manutenção	
EQP	SER-Serrote	SER01	Serrote ACTUAL POWER NC-4033HA	15.5.0	ATI	Tiago Almeida	2022.005
EQP	SER-Serrote	SER02	Serrote PEGAS 400x400 HERKULES X-CNC	15.5.0	ATI	Tiago Almeida	2014.007
EQP	SER-Serrote	SER03	Serrote UNIZ SC-250EA	15.5.0	ATI	Tiago Almeida	
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL01	Máquina Soldadura COMPACT MIG 263	14	ATI	Manutenção	
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL02	Máquina Soldadura C-DIGIT MIG 296	14	ATI	Manutenção	
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL03	Máquina Soldadura TECNA TE 95	18.3.0	ATI	MONTAGEM	
EQP	SOL-Máquina Soldadura	SOL04	Máquina Soldadura TECNA 3484	17.2.0	ATI	MONTAGEM	
EQP	T-Torno	T001	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	16.2.0	ATI	Ivo Dinis	2016.051
EQP	T-Torno	T002	Torno OKUMA & HOWA LB3000 EX II	16.2.0	ATI	Ivo Dinis	2015.012
EQP	T-Torno	T003	Torno HYUNDAI WIA L230 LMA	16.3.0	ATI	Ivo Dinis	2019.00010
EQP	T-Torno	T004	Torno MORI SEIKI DURATURN 2030	16.4.0	ATI	Ivo Dinis	2009.004
EQP	T-Torno	T005	Torno OKUMA GENOS L300-M	16.5.0	ATI	Ivo Dinis	2013.012
EQP	T-Torno	T006	Torno HITACHI SEIKI HI-TURNER TF20	16.5.0	ATI	Ivo Dinis	2008.017
EQP	T-Torno	T007	Torno HYUNDAI WIA L300 MC	16.7.0	ATI	Ivo Dinis	2023.023
EQP	T-Torno	T008	Torno HYUNDAI WIA L400 MC	16.8.0	ATI	Ivo Dinis	
EQP	T-Torno	T009	Torno HYUNDAI LV 800 RM	16.8.0	ATI	Ivo Dinis	2016.006
EQP	T-Torno	T010	Torno NAKAMURA-TOME TMC-35	16.7.0	ATI	Ivo Dinis	
EQP	T-Torno	T011	Torno HWACHEON HI-ECO 35	16.6.0	ATI	Ivo Dinis	1999.001
EQP	T-Torno	T012	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	16.5.0	ATI	Ivo Dinis	
EQP	T-Torno	T013	Torno HYUNDAI SKT-28	16.5.0	ATI	Ivo Dinis	2008.012
EQP	T-Torno	T014	Torno OKUMA & HOWA ACT-35	16.4.0	ATI	Ivo Dinis	
EQP	T-Torno	T015	Torno OKUMA & HOWA ACT-20	16.2.0	ATI	Ivo Dinis	2000.001
EQP	T-Torno	T016	Torno HWACHEON HI-ECO 31A	16.2.0	ATI	Ivo Dinis	2008.016
EQP	T-Torno	T017	TORNO HYUNDAI SE 2200LSY	16.2.0	ATI	Ivo Dinis	
EQP	T-Torno	T018	Torno HYUNDAI WIA KIT 4500	16.2.0	ATI	Ivo Dinis	
EQP	PRE-Prensas	PRE01	Prensa 0-600 bar	18.4.0	ATI	Montagem	

EQP	PRE-Prensas	PRE02	Prensa 0-1000 bar	18.3.0	ATI	Montagem	
EQP	PRE-Prensas	PRE03	Prensa 0-600 bar	18.4.0	ATI	Montagem	
EQP	PRE-Prensas	PRE04	Prensa 0-600 bar	17.7.0	ATI	Montagem	
EQP	PRE-Prensas	PRE05	Prensa 0-600 bar	18.4.0	ATI	Montagem	
EQP	AVE-Armazém Vertical	AVE01	Armazém Vertical	17.4.0	ATI	Manutenção	
EQP	BAL-Balança	BAL01	Balança BM 1000	18.1.0	ATI	Manutenção	2016.008
EQP	BAL-Balança	BAL02	Balança CACHAPUZ C100 (6kg)	17.4.0	ATI	Manutenção	
EQP	BAL-Balança	BAL03	BALANÇA CACHAPUZ	15.2.0	ATI	João Maia	
EQP	ROH-Roscadora Hidráulica	ROH01	Roscadora Hidráulica GAMOR RHG-3B	15.8.0	ATI	Tiago Almeida	
EQP	TOR-Torno Convencional	TOR01	Torno Convencional CIMAF	16.8.0	ATI	Ivo Dinis	
INF	EDF-Edifícios, instalações	EDF00	Edifício geral. Lotes 14 a 19		ATI	Manutenção	
INF	EDF-Edifícios, instalações	EDF01	Edifício Pav. Armazém. Lote 24		ATI	Manutenção	
INF	EDF-Edifícios, instalações	EDF03	Sala Limpa				
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO01	Ponte MONOVIGA Nº1210/14 6300KG	15.1.0	ATI	Manutenção	
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO02	Grua BANDEIRA Nº1590/19 (500KG)	16.8.0	ATI	Manutenção	
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO03	Grua BANDEIRA DC0001 (200KG)	16.7.0	ATI	Manutenção	
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO04	Grua BANDEIRA DC0002 (200KG)	16.7.0	ATI	Manutenção	
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO05	Monorail 1560/18 (1000kg)	17.5.0	ATI	Manutenção	
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO06	Grua BANDEIRA Nº1588/18 (1000kg)	18.3.0	ATI	Manutenção	
INF	PRO-Pontes e Gruas	PRO07	Ponte MONOVIGA Nº1540/18 (500kg)	14	ATI	Manutenção	
INF	PT-Portão	PT001	Portão Lote 14	14	ATI	Manutenção	
INF	PT-Portão	PT002	Portão Lote 15	15.0.0	ATI	Manutenção	
INF	PT-Portão	PT003	Portão Lote 16	16.0.0	ATI	Manutenção	
INF	PT-Portão	PT004	Portão Lote 17	17.0.0	ATI	Manutenção	
INF	PT-Portão	PT005	Portão Lote 18	18.0.0	ATI	Manutenção	
INF	PT-Portão	PT006	Portão Lote 23		ATI	Manutenção	
INF	QE-Quadro Elétrico	QE001	Quadro Elétrico Pavilhão 1	15.0.0	ATI	Manutenção	
INF	QE-Quadro Elétrico	QE002	Quadro Elétrico Pavilhão 2	16.0.0	ATI	Manutenção	
INF	QE-Quadro Elétrico	QE003	Quadro Elétrico Pavilhão 3	17.0.0	ATI	Manutenção	
INF	QE-Quadro Elétrico	QE004	Quadro Elétrico Pavilhão 4	18.0.0	ATI	Manutenção	
INF	RAC-Rede de Ar Comprimido	RAC01	Compressor ALUP SCK 31.08 SSG	15.9.0	ATI	Manutenção	
INF	RAC-Rede de Ar Comprimido	RAC02	Compressor ABAC SM 20	15.9.0	ATI	Manutenção	
INF	MLV-Máquinas de Lavar	MLV01	Máquina de Lavar Karcher	16.1.0	ATI	Manutenção	
INF	MLV-Máquinas de Lavar	MLV02	Máquina de Lavar a pressão	14	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT01	Extintor Pó Químico ABC	16.8.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT02	Extintor Pó Químico ABC	15.0.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT03	Extintor Pó Químico ABC	18.6.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT04	Extintor Pó Químico ABC	18.1.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT06	Extintor Pó Químico ABC	15.1.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT07	Extintor Pó Químico ABC	17.1.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT09	Extintor Pó Químico ABC	16.0.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT10	Extintor Pó Químico ABC	16.6.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT11	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	16.0.1	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT12	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	15.0.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT13	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	15.0.1	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT14	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	15.0.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT15	Extintor Pó Químico ABC	16.1.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT20	Extintor Pó Químico ABC		ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT21	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	17.5.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT22	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	16.1.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT23	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	16.3.0	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT24	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	18.0.1	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT25	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	17.0.1	ATI	Manutenção	
INF	EXT-Extintores	EXT26	Extintor CO2/Dióxido de Carbono	14	ATI	Manutenção	
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS01	Unidade Interna de AC	15.0.1	ATI	Manutenção	Vinco V.051
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS02	Unidade Interna de AC	15.0.1	ATI	Manutenção	Vinco V.041
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS03	Unidade Interna de AC	15.0.1	ATI	Manutenção	Vinco V.031
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS04	Unidade Interna de AC	16.0.1	ATI	Manutenção	
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS05	Unidade Interna de AC	17.0.1	ATI	Manutenção	Vinco V.71
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS06	Unidade Interna de AC	18.0.1	ATI	Manutenção	Vinco V.09.91
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS07	Unidade Interna de AC		ATI	Manutenção	Vinco V.0.21

INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS08	Unidade Interna de AC	17.0.0	ATI	Manutenção	Vinco V.081
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS09	Unidade Interna de AC	17.8.0	ATI	Manutenção	E.1.18
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS10	Unidade Interna de AC	18.0.0	ATI	Manutenção	
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS11	Unidade Interna de AC	17.0.0	ATI	Manutenção	E.1.20
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS12	Unidade Interna de AC	16.0.0	ATI	Manutenção	
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS13	Unidade Interna de AC		ATI	Manutenção	
INF	ACS-Equipamentos Ar Condicionado	ACS14	Unidade Interna de AC		ATI	Manutenção	
INF	ASP-Aspiradores	ASP01	Aspirador NILFISK	18.9.0	ATI	Manutenção	
INF	ASP-Aspiradores	ASP02	Aspirador OPTIMOL	14	ATI	Manutenção	2015.005
INF	CAR-Carreteis	CAR01	Carretel	15.0.0	ATI	Manutenção	
INF	CAR-Carreteis	CAR02	Carretel	16.5.0	ATI	Manutenção	
INF	CAR-Carreteis	CAR03	Carretel	16.0.0	ATI	Manutenção	
INF	CAR-Carreteis	CAR04	Carretel	17.0.0	ATI	Manutenção	
INF	CAR-Carreteis	CAR05	Carretel	17.5.0	ATI	Manutenção	
INF	CAR-Carreteis	CAR06	Carretel	18.7.0	ATI	Manutenção	
INF	CAR-Carreteis	CAR07	Carretel	18.0.0	ATI	Manutenção	
INF	CAR-Carreteis	CAR08	Carretel	15.7.0	ATI	Manutenção	
INF	CEM-Carregador de Empilhadores	CEM01	Carregador de Empilhadores LITECH XSE	17.1.0	ATI	Manutenção	
INF	CEM-Carregador de Empilhadores	CEM02	Carregador de Empilhadores	16.1.0	ATI	Manutenção	
RMM	COL-Cotuna Vertical de Medição	COL01	Coluna vertical de medição TRIMOS V5-700		ATI		
RMM	CP-Calibre Passa	CP02	Calibre Fêmea Passa M12x1,75		ATI		
RMM	CP-Calibre Passa	CP03	Calibre Fêmea Passa M16x2		ATI		
RMM	CP-Calibre Passa	CP04	Calibre Macho Passa G11/4		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN01	Calibre Passa-Não Passa M5x0,8-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN02	Calibre Passa-Não Passa M6x1-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN03	Calibre Passa-Não Passa M8x1,25-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN04	Calibre Passa-Não Passa M10x1,5-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN05	Calibre Passa-Não Passa M14x2-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN06	Calibre Passa-Não Passa M42x3-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN07	Calibre Passa-Não Passa M30x2-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN08	Calibre Passa-Não Passa M 24x2-6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN09	Calibre Passa-Não Passa G1/2"		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN10	Calibre Passa-Não Passa G3/4"		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN11	Calibre Passa-Não Passa G1"		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN12	Calibre Passa-Não Passa G 11/2"		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN13	Calibre Passa-Não Passa M 12x1,25 6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN14	Calibre Passa-Não Passa M 16x1,5 6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN15	Calibre Passa-Não Passa M 20x1,5 6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN16	Calibre Passa-Não Passa M 10x1 6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN17	Calibre Passa-Não Passa M 33X1,5 6H		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN18	Calibre Passa-Não Passa G3/8"		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN19	Calibre Passa-Não Passa G 1/4"		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN20	Calibre Passa-Não Passa furo 6H11		ATI		
RMM	CPN-Calibre Passa Não Passa	CPN21	Calibre Passa-Não Passa M 36X3 6H		ATI		
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT01	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 25mm		ATI		
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT02	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 50mm		ATI		
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT03	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 75mm		ATI		
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT04	Calibre Padrão Topo c/fac. planas 100mm		ATI		
RMM	CPT-Calibre Padrão Topo	CPT05	Calibre Padrão Topo c/face.planas 125mm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT07	Chave de Torque 0 - 12 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT08	Chave de Torque 0 - 50 Nm		INA		
RMM	CT-Chave Torque	CT09	Chave de Torque 20 - 200 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT10	Chave de Torque 0 - 1400 Nm (Calibrada até 1000Nm)		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT12	Chave de Torque 10 - 50 Nm	17.6.0	ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT13	Chave de Torque 60 - 420 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT14	Chave de Torque 20 - 100 Nm	17.6.0	ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT15	Chave de Torque 8 - 60 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT16	Chave de Torque 10-50 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT17	Chave de Torque 10-50 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT18	Chave de Torque 3 - 15 Nm	17.6.0	ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT19	Chave de Torque 300-2800 Nm		ATI		

RMM	CT-Chave Torque	CT21	Chave de Torque 30-140 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT22	Chave de Torque 70-700 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT23	Chave de Torque 3-25 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT24	Chave de Torque 2-10 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT25	Chave de Torque 10-50 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT26	Chave de Torque 3-15 Nm (3.0Nm fora de critério)	17.6.0	APC		
RMM	CT-Chave Torque	CT27	Chave de Torque 2-10 Nm	17.6.0	ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT28	Chave de Torque 30-140 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT29	Chave de Torque 5-50 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT30	Chave de Torque 1.40-12 Nm		ATI		
RMM	CT-Chave Torque	CT31	Chave de Torque 30-140 Nm	17.6.0	ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE01	Calibre Fêmea Passa 1/2 14 NPT		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE03	Calibre Tampão Passa 1/2 -14 NPT		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE04	Calibre Fêmea Passa M 42x3-6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE05	Calibre Fêmea Passa M 30x2-6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE06	Calibre Fêmea Passa M 24x2-6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE07	Calibre Macho Passa G2"		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE08	Calibre Macho Não Passa G2"		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE09	Calibre Macho Passa G3"		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE10	Calibre Macho Não Passa G11/4		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE11	Calibre Fêmea Passa M 24x2-6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE12	Calibre Fêmea Passa M 10x1 6 g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE13	Calibre Fêmea Passa M 12x1,25 6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE14	Calibre Fêmea Passa M 16x1,5 6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE15	Calibre Fêmea Passa M 20x1,5 6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE16	Calibre Fêmea Não Passa M 10x1 6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE17	Calibre Fêmea Não Passa M 12x1,25 6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE18	Calibre Fêmea Não Passa M 16x1,5 6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE19	Calibre Fêmea Não Passa M 20x1,5 6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE20	Calibre Macho Passa M 48X3 6H		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE21	Calibre Macho Não Passa M 48X3 6H		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE22	Calibre Fêmea Passa M 48x3-6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE23	Calibre Fêmea Não Passa M 48x3-6g		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE24	Calibre Fêmea Passa G 1/2		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE25	Calibre Fêmea Não Passa G 1/2"		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE26	Calibre Fêmea Passa M 36X3-6G		ATI		
RMM	CE-Calibre Exterior	CE27	Calibre Fêmea Não Passa M 36X3-6G		ATI		
RMM	MI-Micrómetro Interior	MI03	Micrómetro de Interiores 20-25 mm (MI03-89)		ATI		
RMM	MI-Micrómetro Interior	MI04	Micrómetro de Interiores 25-30 mm (MI04-89)		ATI		
RMM	MI-Micrómetro Interior	MI05	Micrómetro de Interiores 30-35 mm (MI05-89)		ATI		
RMM	MI-Micrómetro Interior	MI06	Micrómetro de Interiores 35-40 mm (MI06-89)		ATI		
RMM	MI-Micrómetro Interior	MI07	Micrómetro de Interiores 40-45 mm (MI07-89)		ATI		
RMM	MI-Micrómetro Interior	MI08	Micrómetro de Interiores 45-50 mm (MI08-89)		ATI		
RMM	ML-Multímetro	ML01	Multímetro		ATI	Manutenção	
RMM	CAP-Calibre Anel Padrão	CAP01	Calibre Anel Padrão 25mm (24,996)		ATI		
RMM	CAP-Calibre Anel Padrão	CAP02	Calibre Anel Padrão 35mm (34,996)		ATI		
RMM	CAP-Calibre Anel Padrão	CAP03	Calibre Anel Padrão 45mm (44,994)		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC01	Micrómetro de Exteriores 0-150 mm		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC02	Micrómetro de Exteriores 150-300 mm		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC09	Micrómetro de Exteriores 0-25 mm (MC09-92)		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC10	Micrómetro de Exteriores 25-50 mm (MC10-92)		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC11	Micrómetro de Exteriores 50-75 mm (MC11-92)		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC12	Micrómetro de Exteriores 75-100 mm (MC12-92)		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC13	Micrómetro de Exteriores 100-125 mm (MC13-92)		ATI		
RMM	MC-Micrómetro Exterior	MC14	Micrómetro de Exteriores 125-150 mm (MC14-92)		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN25	Manómetro 0 - 600 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN45	Manómetro 0 - 40 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN46	Manómetro 0 - 600 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN50	Manómetro 0-16 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN51	Manómetro 0-16 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN53	Manómetro 0-160 bar		ATI		

RMM	MN-Manómetro	MN54	Manómetro 0-300 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN55	Manómetro 0-400 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN58	Manómetro 0 -10 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN59	Manómetro 0-10 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN60	Manómetro Digital 0-600 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN64	Manómetro 0-300 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN65	Manómetro 0-40 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN66	Manómetro 0-40 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN67	Manómetro 0-10 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN69	Manómetro 0-100 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN72	Manómetro 0-2500 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN73	Manómetro 0-6 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN75	Manómetro 0-16 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN76	Manómetro 0-16 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN77	Manómetro 0-25 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN78	Manómetro 0-25 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN79	Manómetro 0-60 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN80	Manómetro 0-60 bar		INA		
RMM	MN-Manómetro	MN81	Manómetro 0-2000 bar	17.6.0	ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN82	Manómetro 0-160 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN83	Manómetro 0-600 bar	17.6.0	ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN84	Manómetro 0-60 bar		ATI		
RMM	MN-Manómetro	MN89	Manómetro 0 - 40 bar	17.6.0	ATI		
RMM	MTE-Transmissor (Máquina Teste)	MTE01	Transmissor 0-100 bar		ATI		
RMM	MTE-Transmissor (Máquina Teste)	MTE02	Transmissor 0-700 bar		ATI		
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE01	Padrão de Espessura Branco		ATI		
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE02	Padrão de Espessura Amarelo		ATI		
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE03	Padrão de Espessura Azul		ATI		
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE04	Padrão de Espessura Castanho		ATI		
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE05	Padrão de Espessura Transparente		ATI		
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE06	Padrão de Espessura e Altura (INOX)		ATI		
RMM	PE-Padrão de Espessura	PE07	Padrão de Espessura e Altura (AÇO)		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ068	Paquímetro Alturas		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ069	Paquímetro Alturas		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ074	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ078	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ089	Paquímetro Alturas		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ095	Paquímetro (Caixa Interiores) 150mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ096	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ099	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ103	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ104	Paquímetro 500mm		INA		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ105	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ106	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ107	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ108	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ109	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ110	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ112	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ113	Paquímetro (Caixa Interiores) 150mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ114	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ115	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ116	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ117	Paquímetro (Caixa Interiores) 150mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ118	Paquímetro 200mm	17.6.0	ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ119	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ120	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ121	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ122	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ123	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ124	Paquímetro 200mm		ATI		

RMM	PQ-Paquímetro	PQ125	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ126	Paquímetro 300mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ127	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PQ-Paquímetro	PQ128	Paquímetro 200mm		ATI		
RMM	PRU-Padrão do Rugosímetro	PRU04	Padrão Rugosímetro		ATI		
RMM	RU-Rugosímetro	RU03	Rugosímetro		ATI		
RMM	BRM-Braço de Medição	BRM01	Braço de Medição FARO N08				2023.033
RMM	THM-Termo-Higómetro	THM03	Termo-Higrómetro		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP06	Termopar 1000°C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP12	Termopar 1000°C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP13	Termómetro Termopar tipo K		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP14	Termopar tipo K 1000°C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP15	Termopar tipo K 1000°C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP16	Termopar tipo T [-200,100] °C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP17	Termómetro Termopar tipo K		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP18	Termómetro Termopar tipo K (TMP18 - T1)		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP19	Termómetro Termopar tipo K (TMP19 - T2)		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP20	Termómetro Termopar tipo K		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP21	Termómetro Termopar tipo K (TMP21- TMP14)		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP22	Termómetro Termopar tipo K (TMP22-TMP15)		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP23	Termopar tipo K 1000°C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP24	Termopar tipo K 1000°C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP25	Termopar tipo K 1000°C		ATI		
RMM	TMP-Termopar	TMP26	Termopar tipo K 1000°C		ATI		
RMM	VSE-Válvula de Segurança	VSE01	Válvula de Segurança 1/2		ATI		
RMM	VSE-Válvula de Segurança	VSE02	Válvula de Segurança 1/2		ATI		
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA01	Viatura Ligeira AUDI A6 01-OD-57		ATI	Manutenção	2013.013
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA02	Viatura Ligeira FORD FIESTA 20-NH-57		ATI	Manutenção	2012.003
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA03	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 21-TT-96		ATI	Manutenção	2018.003
VIA	MRC-Viatura de Mercadorias	VIA04	Viatura de Mercadoria FORD TRANSIT 48-ZH-88		ATI	Manutenção	2019.081
VIA	MRC-Viatura de Mercadorias	VIA05	Viatura de Mercadoria FORD CONNECT 53-MZ-01		ATI	Manutenção	
VIA	MRC-Viatura de Mercadorias	VIA06	Viatura de Mercadoria FORD TRANSIT 75-97-JO		ATI	Manutenção	2002.017
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA07	Viatura Ligeira HYUNDAI I20 92-UO-89		ATI	Manutenção	2018.016
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA08	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-06		ATI	Manutenção	2017.025
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA09	Viatura Ligeira HYUNDAI I30 96-TB-22		ATI	Manutenção	2017.024
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA10	Viatura Ligeira FORD FIESTA 00-LA-84		ATI	Manutenção	
VIA	LIG-Viatura Ligeira	VIA11	HYUNDAI I30 SW 1.0 TGD I N-		ATI	MANUTENÇÃO	

## **Apêndice C: Questionário de satisfação dos colaboradores**



# **Apêndice D: *One-Point Lesson* da TPM1 da LTR01**

O objetivo do processo de manutenção preventiva TPM1 pode ser entendido como uma série de medidas de manutenção às máquinas, realizadas semanalmente, de forma a maximizar o rendimento operacional dentro de uma vida útil desejada. Os seguintes passos dizem respeito à **Fosfatação**, identificada com o código **LTR01**.

Após cada verificação, é necessário efetuar o registo das observações. Em caso de ser encontrada alguma anomalia no equipamento ou esteja em falta algum elemento de substituição, é necessário proceder ao registo das mesmas no SEGIN pela funcionalidade “Pedido de Intervenção” (ITO016).

### Sequência de trabalho (OPL – One Point Lesson)

#	Tarefa	Fotografia	#	Tarefa	Fotografia
1	Limpar o <b>filtro</b> da bomba do Lavador de Gases		2	Verificar e limpar os <b>tanques das águas residuais</b>	
3	Recolher e adicionar <b>bolas que saíram</b> nas tinas correspondentes (verificar atrás das tinas e por baixo do passadiço)		4	Repor o nível de água nas tinas <b>Desengorduramento (tina 1) e Fosfatação (tina 5)</b> (bolas devem ficar perto do topo da tina)	
5	<b>Limpeza geral</b> ao espaço (inclui limpar superfícies das tinas e chão)		6	<b>Fazer o registo no Regoper</b> (Para obter código da ordem, é necessário aceder ao link “TPM1 REGOPER” no computador e procurar pela linha com TPM1 e LTR01.)	

Versão	Data	Descrição das alterações	Elaborado	Aprovado
01	10-10-2022	Revisão completa	António Carvalho	J. Rodrigues
02	24-04-2025	Inclusão de tarefas relativas às tinas com aquecimento.	António Carvalho / Vítor Oliveira	J. Rodrigues

*One Point Lesson (OPL):* O presente documento consiste numa instrução visual utilizada para transmitir informação sobre uma operação, de forma objetiva e perceptível a todos.

# **Apêndice E: Modelos de registo de controlo dos banho na LTR01**

**Registo de Controlo de Acidez Total (AcT) e Acidez Livre (AcL) do Tanque 5 - Fosfatação**

Ensaio realizado conforme IT016

Data									
Temp (°C)									
AcT Antes									
67									
66									
65	●								
64	/								
63									
62									
61									
60									
59									
58									
57									
56									
55									
54									
53									
52									
51									
50									
49									
48									
47									
46									
OK / NOK									
Temp (°C)									
AcT Depois									
AcL teórico = AcT Depois / 7									
AcL medido									

**Registo de Controlo de Acidez Total (AcT) e Acidez Livre (AcL) do Tanque 5 - Fosfatação**

Ensaio realizado conforme IT016

**Ações Tomadas**

**Data**

**Acidez Total (Act)**

Quantidade a introduzir =  $(60 - \text{AcT medido}) \times 1,6$  (l)

**Acidez Livre (AcL)**

Quantidade a introduzir =  $(\text{AcL medido} - \text{AcL teórico}) \times 0,45$  (kg)



### Registo de Controlo de Alcalinidade Livre do Tanque 8 - Neutralização

Ensaio realizado conforme IT016

Data																				
Temp (°C)																				
Alcalinidade Antes																				
10,0																				
9,5																				
9,0																				
8,5																				
8,0																				
7,5																				
7,0																				
6,5																				
6,0																				
5,5																				
5,0																				
OK / NOK																				
Alcalinidade Depois																				



**Registo de Controlo de Alcalinidade Livre do Tanque 8 - Neutralizador**

Ensaio realizado conforme IT016

**Data**

**Ações Tomadas**

**pH**

Quantidade a introduzir =  $(7,5 - \text{Alcalinidade Antes}) \times 1,2$  (l)



### Registo de Controlo de Alcalinidade Livre do Tanque 1 - Desengorduramento

Ensaio realizado conforme IT016

Data									
Temp (°C)									
Alcalinidade Antes									
85									
84									
83									
82									
81									
80									
79									
78									
77									
76									
75									
74									
73									
72									
71									
70									
69									
68									
67									
66									
65									
64									
OK / NOK									
Alcalinidade Depois									



**Registo de Controlo de Alcalinidade Livre do Tanque 1 - Desengorduramento**

Ensaio realizado conforme IT016

**Data**

**Ações Tomadas**

**Alcalinidade Livre**

Quantidade a introduzir =  $(75 - \text{Alcalinidade Antes}) \times 0,525$  (kg)

## **Apêndice F: Draft para modelo de auditorias 5S na LTR**

### Checklist Auditoria 5S - LTR

0 - Não Conforme

1 - Parcialmente Conforme

2- Totalmente Conforme

Senso

Descrição

Pontuação

*Seiri*

Apenas as ferramentas necessárias estão presentes?

-

Não existe material a obstruir bancadas de trabalho, corredores e/ou escadas?

Utilização

Apenas o material necessário para concluir as ordens de fabrico está presente?

*Seiton*

Produtos químicos estão organizados?

-

Ferramentas estão no local correto após utilização?

Organização

EPI's estão no local definido e em quantidade?

As identificações visuais estão em bom estado e bem posicionadas?

*Seiso*

Equipamentos e ferramentas estão limpos?

-

Área de trabalho encontra-se limpa?

Limpeza

O carrinho de testes dos banhos e o material de ensaios estão limpos e organizados?

Material de limpeza está no local correto?

Não existe material, como panos, latas ou pincéis, nos tanques?

*Seiketsu*

Os colaboradores têm um conhecimento sólido das práticas 5S?

-

As áreas estão bem delineadas?

Normalização

Documentação (IT, ITO e FDS) está atualizada e acessível?

Os colaboradores estão a usar os EPI's corretos à função que estão a desempenhar?

*Shitsuke*

As propostas de melhoria foram implementadas?

-

As tarefas de Manutenção Autónoma (TPM1) estão a ser cumpridas?

Disciplina

O registo do TPM1 tem sido realizado?

Os registos de controlo das tinas tem sido realizado nos intervalos estipulados?

Legenda Resultados

≤49%    50-74%    ≥75%

Total:

0%

Mau

Mau    Razoável    Bom

## **Apêndice G:Análise do consumo elétrico**

Hora	Média antiga (kWh)	Preço médio	Média Horária (kWh)	Preço médio	07/abr	08/abr	09/abr	10/abr	11/abr	14/abr	15/abr
00:00	16,95	0,26	1,08	0,02	1073,74	1055,89	1053,50	1046,22	1044,68	1079,25	1053,15
01:00	16,95	0,26	8,90	0,13	1317,29	1291,49	9938,91	9888,27	9855,86	1077,43	10031,73
02:00	16,95	0,26	9,48	0,13	10059,20	9825,30	10288,10	10146,20	10183,60	1301,34	10416,90
03:00	16,95	0,26	9,77	0,14	10277,50	9898,80	10297,80	10140,70	10146,80	1287,05	10456,80
04:00	16,95	0,26	8,63	0,12	10225,60	9807,20	8151,82	8406,25	7317,09	1276,37	10367,10
05:00	16,95	0,26	7,76	0,11	10062,30	9961,20	6086,11	6549,97	6842,25	1259,66	7257,96
06:00	16,95	0,26	9,15	0,13	11366,70	11707,21	10607,57	7067,65	11122,89	6880,81	7227,28
07:00	16,95	0,26	13,31	0,19	14619,40	15191,40	14919,30	8925,10	10189,27	11870,50	7678,60
08:00	16,95	2,74	12,65	1,88	14578,90	15350,50	14934,70	9426,89	9497,28	11623,60	14615,70
09:00	16,95	4,55	12,27	3,03	14633,60	14661,10	14760,80	9669,04	13323,06	12046,20	14906,70
10:00	16,95	2,74	13,04	1,94	15043,90	15331,40	14828,40	10368,19	10478,67	12081,60	15390,80
11:00	16,95	0,93	12,49	0,63	13732,46	15323,10	13019,20	12896,80	11345,29	11899,20	15495,40
12:00	16,95	0,93	12,35	0,63	11570,43	14973,00	10876,72	11814,96	10868,77	12303,10	11840,39
13:00	16,95	0,93	11,37	0,58	10890,29	12865,80	9778,74	9176,56	12255,41	11876,00	10225,75
14:00	16,95	0,93	11,83	0,60	10690,80	9796,26	9460,11	9378,99	13751,90	11538,10	10245,42
15:00	16,95	0,93	10,43	0,53	9735,86	8928,67	9183,35	8981,18	12756,30	9992,10	11889,33
16:00	16,95	0,93	10,75	0,55	8087,21	8759,95	8752,91	8880,75	10447,58	7415,35	10649,07
17:00	16,95	0,93	8,09	0,41	8903,47	8082,94	8356,46	11020,42	9254,19	8269,78	10071,96
18:00	3,85	1,03	5,99	1,48	9786,37	1245,85	1680,01	8747,23	1294,55	1249,56	1320,63
19:00	3,85	1,03	2,97	0,73	1230,44	1052,90	1044,16	3773,32	1042,50	1047,92	1052,77
20:00	3,85	0,62	2,62	0,39	1052,04	1053,24	1045,67	3782,54	1043,80	1048,10	1057,40
21:00	3,85	0,21	2,68	0,14	1057,61	1056,29	1050,99	1909,29	1049,98	1051,32	1060,74
22:00	3,85	0,06	1,30	0,02	1063,67	1059,14	1054,76	1052,37	1053,51	1054,02	1062,19
23:00	3,85	0,06	1,08	0,02	1063,16	1055,30	1052,63	1048,70	1048,12	1054,39	1058,02
Total	328,20	21,66 €	200,01	14,51 €	202122	199334	192223	184098	187213	141583	196432

Média diária (à semana) desde o arranque do estudo c/ contador

200,01 kWh

Gasto médio semanal atual

72,55 €

Média antiga estimada

328,2 kWh

Gasto médio semanal antigo

108,32 €

Diferença / Poupança

128,19 kWh

39% Diferença / Poupança

35,77 €

33%

média de aquecimento antes do início dos turnos (01:00-07:00)

60,40 kWh

Hora	16/abr	17/abr	22/abr	23/abr	24/abr	30/abr	05/mai	06/mai	07/mai	08/mai	09/mai	12/mai	13/mai
00:00	1060,12	1060,43	1183,51	1064,16	1061,09	1052,36	1142,10	1062,80	1056,19	1049,46	1053,49	1174,23	1056,33
01:00	9967,38	9859,59	10079,09	9759,11	9772,89	9916,27	10101,72	10038,61	9987,46	11905,03	9986,12	10163,83	9968,68
02:00	10286,10	10072,40	10372,50	10163,00	10125,40	10202,60	10430,50	10195,20	10159,40	12266,30	10319,50	10532,70	10383,80
03:00	10204,40	10095,80	10356,60	10072,00	10060,50	10243,80	10400,40	10320,20	10227,10	12229,10	10282,90	10333,10	10370,80
04:00	10196,10	10050,90	10304,10	10091,50	10030,10	10136,10	10368,10	10286,90	10250,10	12225,80	5585,15	10361,30	10233,60
05:00	7066,90	9295,59	10106,20	9971,80	8709,58	6800,01	10296,60	5083,67	4377,90	11777,00	7395,40	10297,10	6576,76
06:00	8503,15	11302,96	12113,70	9551,32	9160,610	6505,14	11784,90	11397,17	11029,31	10845,70	3357,76	11865,00	7632,13
07:00	68112,50	13303,00	14551,30	15776,20	15050,10	5329,11	11878,50	15394,00	3747,26	5897,00	11118,73	11762,80	8174,35
08:00	10414,46	14647,10	14489,50	15248,50	15807,90	10220,01	11616,70	11655,51	14028,40	13034,20	14441,00	14845,20	6794,36
09:00	9380,10	14707,80	14550,80	15343,60	14706,30	6276,95	15265,40	14847,50	6257,15	6464,46	14700,30	14727,90	7107,88
10:00	15011,40	14177,97	15054,10	15128,30	14922,50	13290,44	14756,50	15260,00	11671,75	11953,34	11330,85	14773,90	7394,64
11:00	12135,42	11644,03	9363,97	14992,00	7833,21	14109,30	14636,00	15799,70	14898,60	6185,71	15791,19	14788,00	8037,05
12:00	10605,00	15378,00	14862,21	12179,16	13722,72	9916,64	15232,80	11042,38	13517,46	12091,16	14965,40	11597,86	14996,60
13:00	10864,93	14726,00	15697,80	14574,03	7813,99	10497,48	15034,00	14256,80	8132,67	8119,78	6689,84	10139,95	6675,44
14:00	12454,34	13217,50	13310,80	13257,80	14221,90	9574,09	12916,30	8305,14	16463,50	11708,39	15033,90	15164,31	14104,69
15:00	15261,70	10492,48	12843,10	12865,20	6581,13	10441,93	7507,01	10575,74	7754,78	7732,37	15034,00	9549,88	9275,00
16:00	15102,90	9462,57	7545,41	6093,62	12004,85	8552,20	11020,24	12895,90	13693,60	11616,38	9981,99	13712,00	15110,50
17:00	12257,90	8917,25	4066,80	2877,58	2063,67	4015,51	2768,49	4099,82	9585,37	7681,29	11627,20	12900,90	10416,68
18:00	1321,15	4111,88	4069,56	1249,12	1247,42	4023,80	1247,86	4020,95	14925,70	12368,20	10261,70	12829,60	9607,97
19:00	1056,80	3847,93	3882,46	1055,86	1052,66	3817,94	1352,45	3820,24	3897,41	3811,44	2142,33	3931,64	1049,49
20:00	1058,55	3853,08	3889,05	1056,99	1053,31	3817,80	3827,20	3825,80	3805,28	3799,93	3811,85	3832,02	1050,36
21:00	1063,89	3772,87	3246,65	1062,13	1057,41	2515,18	3188,12	1708,16	2751,35	3175,45	3062,58	3549,80	1053,67
22:00	1063,48	1055,51	1071,96	1063,32	1046,79	1058,24	1059,48	1057,87	1054,07	1057,19	1055,49	1058,36	1061,47
23:00	1064,50	1054,21	1069,29	1061,09	1058,59	1058,21	1055,56	1058,16	1055,12	1054,82	1043,24	1057,52	1063,92
Total	255513	220107	218080	205557	190165	173371	208887	208008	204327	200050	210072	234949	179196

Hora	14/mai	15/mai	16/mai	19/mai	20/mai	21/mai	22/mai	23/mai	26/mai	27/mai	28/mai	29/mai	30/mai	02/jun
00:00	1059,30	1151,14	1062,53	1071,37	1169,35	1168,09	1167,74	1055,49	1217,64	1129,69	1118,32	1293,24	1318,51	1462,25
01:00	9883,54	9864,60	10109,33	9903,86	9864,58	9795,15	9825,37	11980,56	10017,73	14226,60	12285,70	9069,01	10997,50	11133,02
02:00	10278,70	6126,53	3797,35	8152,74	8389,35	10218,20	1294,61	12471,40	14481,62	1353,13	1350,85	355,80	1335,60	1346,46
03:00	10270,60	8029,45	8709,92	5443,52	5472,58	10157,00	9067,82	12504,90	10334,41	14589,60	12311,20	8896,38	12315,60	12304,60
04:00	3826,21	3558,11	5515,01	5671,63	4967,08	10001,60	1265,66	12453,30	1428,77	1342,30	1320,26	1285,71	1327,36	1341,94
05:00	8317,42	9472,95	4881,28	7630,65	8862,88	4719,78	9958,40	12396,70	10004,01	14371,00	12142,50	8411,70	12197,10	12220,70
06:00	5729,94	5363,30	8391,59	3022,17	3587,46	7339,86	7501,22	8441,31	2551,33	9411,51	5098,35	6671,09	8286,49	11640,36
07:00	10051,50	8605,06	4000,31	8992,74	8509,81	10472,63	12508,20	12535,20	6558,39	9605,44	8693,96	6528,42	9295,68	13582,40
08:00	12903,20	11420,89	9408,61	6549,48	10061,86	7556,97	8076,60	12645,20	12074,50	10267,45	9855,89	9678,18	12302,47	11518,86
09:00	8460,25	14669,90	10692,40	9037,03	7504,18	10877,86	11183,95	12321,74	14656,40	10384,95	8856,23	14364,70	11594,18	16408,50
10:00	12060,04	12862,55	6729,04	9417,57	13461,36	9787,99	9103,66	11467,78	13956,22	10257,89	8702,86	9494,94	9884,41	16507,40
11:00	11226,57	9525,96	12687,27	12845,80	8840,34	8347,81	8590,91	10369,13	10824,73	10785,41	8963,90	11564,06	10237,38	11496,38
12:00	8056,62	9411,42	12320,77	12692,06	8062,00	10826,79	7646,69	9945,98	9519,29	9539,35	9060,62	11191,96	12141,53	11086,64
13:00	14243,18	12973,43	13999,60	7683,07	11082,17	11918,92	10569,65	7907,31	11715,99	9940,76	10592,04	12175,62	11774,68	11312,61
14:00	7024,40	7960,76	12591,70	9608,44	11768,27	7954,48	9385,36	11655,60	9729,55	14201,88	8346,10	11321,04	9119,30	10609,65
15:00	10649,33	14272,20	7524,47	10141,62	13070,7	11602,76	7473,15	6981,52	10246,56	12088,16	12233,30	16205,60	11266,53	9858,86
16:00	11951,00	12753,10	12744,30	6771,50	12430,44	10252,10	10202,55	12030,20	10111,73	12507,37	8280,56	12369,10	8854,51	11161,93
17:00	11961,50	12038,70	4850,55	4154,38	10759,34	7238,94	13074,38	2372,32	4029,70	10224,99	4035,75	4052,37	3996,28	3981,41
18:00	10136,30	11227,00	9897,04	4044,15	4175,34	4131,43	4156,36	1255,27	4033,51	8389,15	4005,04	3990,59	3985,05	3978,95
19:00	9772,60	12534,30	1049,81	3852,53	3828,34	12365,40	3816,47	1054,67	15972,50	14294,90	12094,10	10471,90	1096,09	10484,30
20:00	4133,94	6373,71	1053,77	3841,32	3836,65	3932,59	3822,10	1050,28	3890,09	3881,98	3856,99	1125,58	1072,88	1138,81
21:00	9562,80	11652,30	1053,45	11356,07	2842,19	10678,60	3109,24	1057,46	16513,70	14144,80	12211,60	10791,93	1074,13	10725,04
22:00	4385,95	3237,71	1058,32	10151,60	1060,46	1178,62	1054,93	1062,57	1128,92	1118,65	2859,29	1126,37	1076,65	1150,15
23:00	1315,35	1354,36	1057,71	9862,50	9970,98	9773,96	1055,92	1058,00	13986,20	11859,40	8827,41	11020,29	1075,77	11195,58
Total	207260	216439	165186	181898	183578	202298	164911	188074	218983	229916	187103	193456	167626	217647

Hora	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	09/jun	11/jun	12/jun	16/jun	17/jun	18/jun	19/jun	20/jun	23/jun
00:00	1561,17	1540,00	1680,7	1631,47	1812,29	1615,09	1708,32	1791,66	1763,84	1637,45	1809,78	1775,36	1657,7
01:00	11125,77	11197,47	13016,04	10981,36	11409,57	9009,34	13165,76	9215,02	11157,27	10813,62	11055,63	11412,30	11129,13
02:00	1349,95	1353,17	1370,66	1360,08	4196,62	1349,71	1380,79	1388,14	1382,02	1374,17	1392,76	1423,78	4162,09
03:00	12206,80	12472,60	14317,12	12233,45	15352,70	10202,03	14452,26	10249,03	11987,37	11848,40	12409,08	12603,51	15132,47
04:00	1340,88	1346,50	1365,71	1362,85	1395,30	1348,52	1384,97	1384,64	1376,05	1367,61	1399,05	1403,94	4193,82
05:00	12120,40	12040,48	14275,14	12301,00	12356,68	10108,97	14249,91	10076,64	11973,53	11878,94	12415,27	1251,44	14819,36
06:00	11744,70	7983,24	14010,50	14459,80	15942,40	13117,60	14216,80	12757,85	13873,82	12101,56	7386,77	7018,24	14507,20
07:00	11470,20	8947,27	16081,14	14364,20	16628,40	14094,60	10322,17	14272,00	15943,70	10628,69	9038,73	16330,70	7459,26
08:00	12873,40	12887,86	11219,41	9807,66	16718,70	11611,68	11321,93	8617,27	15982,70	12740,04	3855,68	16497,90	13982,09
09:00	14427,90	16078,51	10500,34	10964,85	14161,06	12657,73	12629,12	12705,98	15817,90	9001,51	11319,59	16433,20	11075,25
10:00	14633,70	11092,48	16267,30	14001,58	14233,03	8322,51	10227,70	12575,30	13768,00	10553,09	4911,18	16647,80	9863,68
11:00	12694,44	11444,11	10661,78	13570,47	16798,00	16291,90	9818,98	13435,93	14491,40	13895,15	7318,49	7629,23	14170,20
12:00	9834,52	16596,40	10484,89	10370,66	13302,81	16292,10	8740,20	9637,91	7543,80	16494,10	8912,33	17194,50	13212,26
13:00	9787,84	11776,99	16176,50	14207,75	12919,66	16354,80	8820,92	10461,07	12350,20	16395,40	3274,11	7348,86	8133,00
14:00	9835,77	13392,85	11638,76	10568,79	13404,52	8785,53	10375,04	10246,13	13628,04	16069,90	10065,30	13499,46	11580,28
15:00	12126,90	15479,52	15601,40	16200,30	11989,13	16375,70	9084,87	13397,69	6345,23	7199,07	6250,23	8946,14	11237,79
16:00	12068,92	11654,42	11567,91	9069,73	9390,80	16341,50	9224,56	10513,92	14041,40	13973,30	5190,67	14740,90	14208,80
17:00	4100,61	4126,00	4122,70	4021,47	4090,86	4083,80	3989,01	4087,93	4039,32	4052,36	1261,45	4123,94	4056,77
18:00	4010,85	4034,26	4034,94	4027,92	3972,47	3964,97	4003,97	3969,39	3927,70	3948,01	1255,21	3986,04	3933,05
19:00	10495,60	16108,80	14665,60	1106,55	8554,68	16101,10	3990,23	10609,01	10494,77	14167,42	12075,58	1029,36	10656,81
20:00	1142,38	4121,02	4110,64	1073,64	1147,58	4071,99	3976,93	1095,97	1200,70	4079,66	1376,81	1074,56	1224,55
21:00	10588,74	15533,20	13741,00	1074,54	8623,37	15523,90	1556,86	10818,96	10684,17	12586,85	12076,59	1075,07	10658,37
22:00	1154,35	1176,26	1168,48	1077,78	1156,68	1219,04	1091,69	1204,43	1208,00	1231,56	1231,52	1078,42	1235,84
23:00	11130,28	13012,89	11289,80	1078,30	8986,65	12913,41	1079,14	11295,50	11030,86	11134,16	11247,90	1078,16	11102,58
Total	213826	235396	243368	190916	238544	241758	180812	205807	226012	229172	158530	185603	223392

Hora	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun
00:00	1739,42	1243,35	1245,02	1252,28
01:00	11098,49	11080,99	10872,82	11211,37
02:00	1408,82	4120,68	1411,01	1412,11
03:00	12048,30	14752,75	12261,60	12097,93
04:00	1407,91	4164,86	1418,00	1417,83
05:00	12018,72	14577,29	12057,87	12006,94
06:00	11671,40	15802,40	15597,00	10152,26
07:00	3896,62	16146,50	16423,70	5752,24
08:00	12106,80	15998,60	17230,30	14336,70
09:00	13798,60	15844,70	16677,60	14185,60
10:00	14059,60	12593,45	16560,40	11161,28
11:00	7071,29	14244,59	16269,10	12843,79
12:00	13624,95	16309,40	16833,40	14616,00
13:00	6530,26	10135,34	16038,11	9022,73
14:00	14355,80	13586,96	10696,22	12439,05
15:00	14218,00	14260,70	12759,98	14460,80
16:00	9088,23	7290,36	8537,43	6206,58
17:00	4086,93	4107,39	4135,76	4028,18
18:00	3936,39	3965,07	3980,39	3910,03
19:00	10773,41	14577,30	14375,49	1101,84
20:00	1228,65	4132,28	4116,54	1074,92
21:00	10811,81	14292,44	14012,22	1076,58
22:00	1241,74	1261,36	257,67	1080,25
23:00	11107,33	11070,40	11064,32	1079,51
Total	203329	255559	254832	177927

COMPARATIVO DO AQUECIMENTO DURANTE A SEMANA

Média (kWh)		21-22 Maio	22-23 Maio	26-27 Maio	27-28 Maio	28-29 Maio	29-30 Maio	02-03 Junho	03-04 Junho	04-05 Junho	05-06 Junho	11-12 Junho	16-17 Junho	17-18 Junho	18-19 Junho	19-20 Junho	23-24 Junho	24-25 Junho	25-26 Junho
<b>Soma</b>	<b>78,42</b>	69,17	53,31	99,07	82,14	66,18	76,08	79,60	75,91	100,27	89,67	68,42	81,72	78,85	81,16	67,69	79,25	88,91	
19:00	12,23	12365,4	3816,5	15972,5	14294,9	12094,1	10471,9	10484,3	10495,60	16108,80	14665,60	16101,10	10609,01	10494,77	14167,42	12075,58	10656,81	10773,41	14577,30
21:00	11,97	10678,6	3109,2	16513,7	14144,8	12211,6	10791,9	10725,0	10588,74	15533,20	13741,00	15523,90	10818,96	10684,17	12586,85	12076,59	10658,37	10811,81	14292,44
23:00	10,24	9774,0	1055,9	13986,2	11859,4	8827,4	11020,3	11195,6	11130,28	13012,89	11289,80	12913,41	11295,50	11030,86	11134,16	11247,90	11102,58	11107,33	1261,36
01:00	11,00	9825,4	11980,6	14226,6	12285,7	9069,0	10997,5	11125,77	11197,47	13016,04	10981,36	5697,26	11157,27	10813,62	11055,63	11412,30	11098,49	11080,99	
03:00	11,92	9067,8	12504,9	14589,6	12311,2	8896,4	12315,6	12206,8	12472,60	14317,12	12233,45	6132,70	11987,37	11848,40	12409,08	12603,51	12048,30	14752,75	
05:00	11,20	9958,4	12396,7	14371,0	12142,5	8411,7	12197,1	12120,4	12040,48	14275,14	12301,00	6042,50	11973,53	11878,94	12415,27	1251,44	12018,72	14577,29	
06:00	9,85	7501,2	8441,3	9411,5	5098,4	6671,1	8286,5	11744,7	7983,2	14010,5	14459,8	6004,5	13873,8	12101,6	7386,8	7018,2	11671,4	15802,4	

Média (kWh)		07/abr	08/abr	09/abr	10/abr	11/abr	14/abr	15/abr	16/abr	17/abr	22/abr	23/abr	24/abr	30/abr	05/mai	06/mai	07/mai	08/mai	09/mai	12/mai	13/mai	14/mai	15/mai	16/mai	19/mai	20/mai	21/mai
<b>Soma</b>	<b>77,59</b>	82,51	83,03	85,22	70,55	75,16	36,58	78,05	134,75	88,63	92,37	90,63	88,72	69,35	86,88	84,37	73,81	90,18	72,49	90,16	70,13	71,26	62,44	54,81	55,37	59,72	70,26
01:00	9,01	1317,29	1291,49	9938,91	9888,27	9855,86	1077,43	10031,73	9967,38	9859,59	10079,09	9759,11	9772,89	9916,27	10101,72	10038,61	9987,46	11905,03	9986,12	10163,83	9968,68	9883,54	9864,6	10109,33	9903,86	9864,58	9795,15
02:00	9,41	10059,20	9825,30	10288,10	10146,20	10183,60	1301,34	10416,90	10286,10	10072,40	10372,50	10163,00	10125,4	10202,6	10430,5	10195,2	10159,4	12266,3	10319,5	10532,7	10383,8	10278,7	6126,53	3797,35	8152,74	8389,35	10218,2
03:00	9,45	10277,50	9898,80	10297,80	10140,70	10146,80	1287,05	10456,80	10204,40	10095,80	10356,60	10072,00	10060,5	10243,8	10400,4	10320,2	10227,1	12229,1	10282,9	10333,1	10370,8	10270,6	8029,45	8709,92	5443,52	5472,58	10157
04:00	8,43	10225,60	9807,20	8151,82	8406,25	7317,09	1276,37	10367,10	10196,10	10050,90	10304,10	10091,50	10030,1	10136,1	10368,1	10286,9	10250,1	12225,8	5585,15	10361,3	10233,6	3826,21	3558,11	5515,01	5671,63	4967,08	10001,6
05:00	7,68	10062,30	9961,20	6086,11	6549,97	6842,25	1259,66	7257,96	7066,90	9295,59	10106,20	9971,80	8709,58	6800,01	10296,6	5083,67	4377,9	11777	7395,4	10297,1	6576,76	8317,42	9472,95	4881,28	7630,65	8862,88	4719,78
06:00	8,63	11366,70	11707,21	10607,57	7067,65	11122,89	6880,81	7227,28	8503,15	11302,96	12113,70	9551,32	9160,61	6505,14	11784,9	11397,17	11029,31	10845,7	3357,76	11865	7632,13	5729,94	5363,3	8391,59	3022,17	3587,46	7339,86
07:00	12,85	14619,40	15191,40	14919,30	8925,10	10189,27	11870,50	7678,60	68112,50	13303,00	14551,30	15776,20	15050,1	5329,11	11878,5	15394	3747,26	5897	11118,73	11762,8	8174,35	10051,5	8605,06	4000,31	8992,74	8509,81	10472,63
08:00	12,12	14578,90	15350,50	14934,70	9426,89	9497,28	11623,60	14615,70	10414,46	14647,10	14489,50	15248,50	15807,9	10220,01	11616,7	11655,51	14028,4	13034,2	14441	14845,2	6794,36	12903,2	11420,89	9408,61	6549,48	10061,86	7556,97

"Normal"

# **Anexo A: Relatório Global Solar Atlas**

# GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

## Vila Nova de Famalicão

41.370914°, -008.544842°

Rua do Progresso, Vila Nova de Famalicão, Portugal

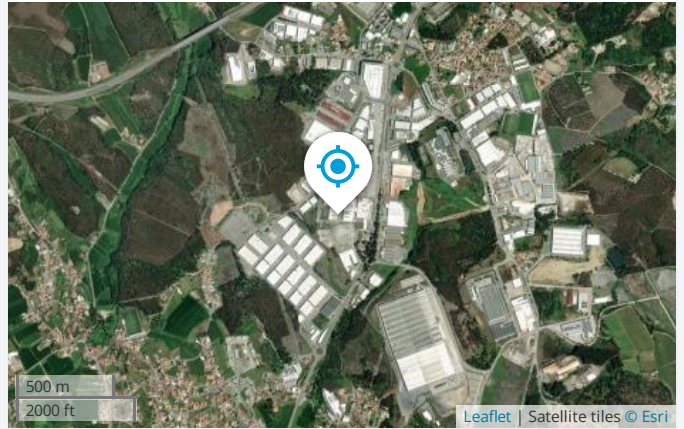
Time zone: UTC+01, Europe/Lisbon [WEST]

🕒 Report generated: 16 May 2025

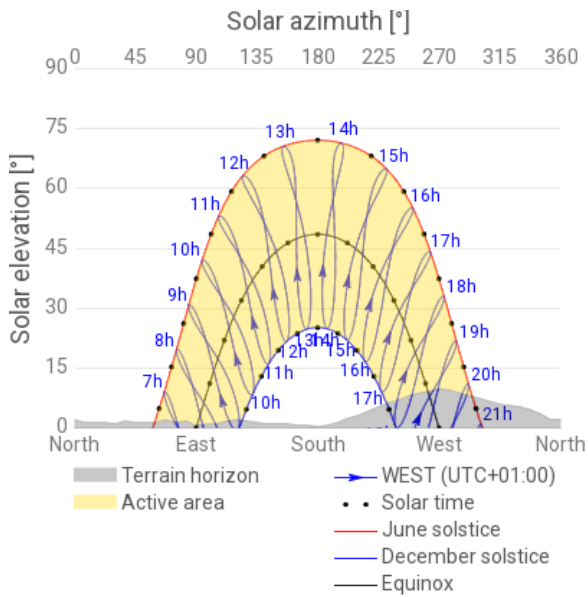
### SITE INFO

Map data		Per year	
Direct normal irradiation	DNI	1681.4	kWh/m <sup>2</sup>
Global horizontal irradiation	GHI	1547.1	kWh/m <sup>2</sup>
Diffuse horizontal irradiation	DIF	572.7	kWh/m <sup>2</sup>
Global tilted irradiation at optimum angle	GHI <sub>opta</sub>	1803.0	kWh/m <sup>2</sup>
Optimum tilt of PV modules	OPTA	34 / 180	°
Air temperature	TEMP	14.7	°C
Terrain elevation	ELE	112	m

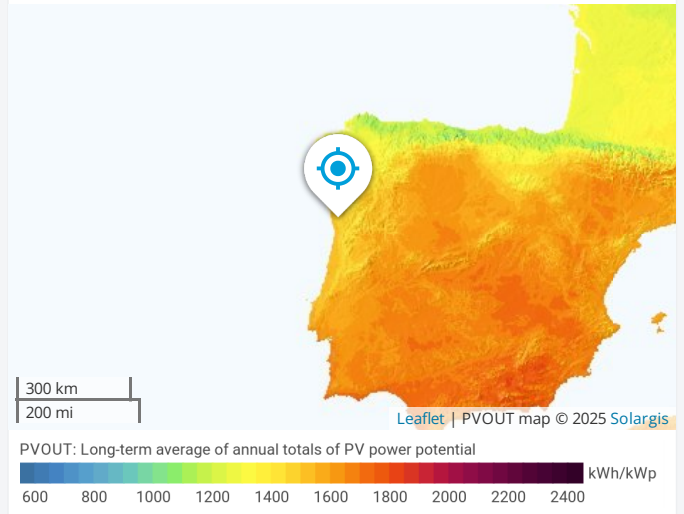
### Map



### Horizon and sunpath



### PVOUT map



## PV ELECTRICITY AND SOLAR RADIATION

### PV system configuration



Pv system: **Medium size comercial**  
 Azimuth of PV panels: **Default (180°)**  
 Tilt of PV panels: **34°**  
 Installed capacity: **23.2 kWp**

### Annual averages

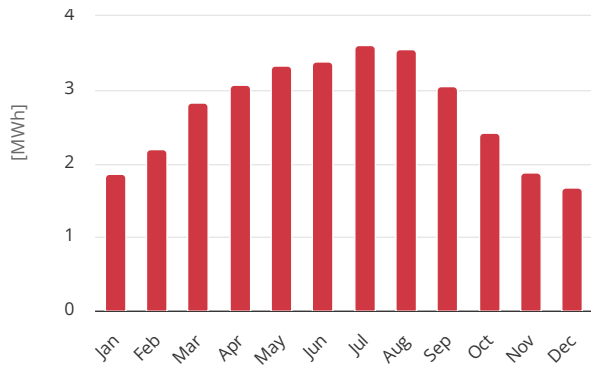
Total photovoltaic power output and Global tilted irradiation

**32.876**  
MWh per year

**1789.4**  
kWh/m<sup>2</sup> per year

### Monthly averages

Total photovoltaic power output



### Average hourly profiles

Total photovoltaic power output [kWh]



### Average hourly profiles

Total photovoltaic power output [kWh]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5					0.098	0.216	0.093	0.008				
5 - 6			0.006	0.432	1.074	1.165	0.937	0.563	0.137			
6 - 7		0.061	1.279	2.942	3.598	3.576	3.237	2.937	2.570	1.481	0.081	
7 - 8	0.885	2.970	4.861	6.358	6.786	6.776	6.496	6.326	6.273	4.972	2.959	0.898
8 - 9	4.918	6.712	8.021	9.154	9.466	9.539	9.493	9.397	9.366	7.793	6.576	4.672
9 - 10	7.934	9.400	10.541	11.445	11.604	11.593	11.878	12.157	11.969	10.043	8.914	7.849
10 - 11	9.702	11.456	12.402	12.996	13.018	13.362	13.907	14.159	13.546	11.887	10.167	9.304
11 - 12	10.171	12.256	13.027	13.688	13.763	14.377	14.949	15.313	14.049	11.486	10.128	9.605
12 - 13	9.592	11.344	12.216	13.110	13.459	14.302	14.900	15.142	13.541	10.574	9.264	8.796
13 - 14	8.253	10.071	10.992	11.796	12.351	13.132	13.895	13.917	12.096	9.064	7.656	7.423
14 - 15	6.486	8.272	9.134	9.696	10.115	10.929	11.767	11.609	9.708	6.965	5.560	4.664
15 - 16	2.129	5.388	6.240	6.720	7.171	7.844	8.631	8.242	6.353	3.637	1.125	0.689
16 - 17		0.805	2.553	3.335	3.725	4.280	4.779	4.243	2.265	0.103		
17 - 18			0.076	0.589	1.092	1.350	1.448	0.904	0.082			
18 - 19					0.093	0.255	0.224	0.006				
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	60	79	91	102	107	113	117	115	102	78	62	54

# GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

## PV ELECTRICITY AND SOLAR RADIATION

### Annual averages

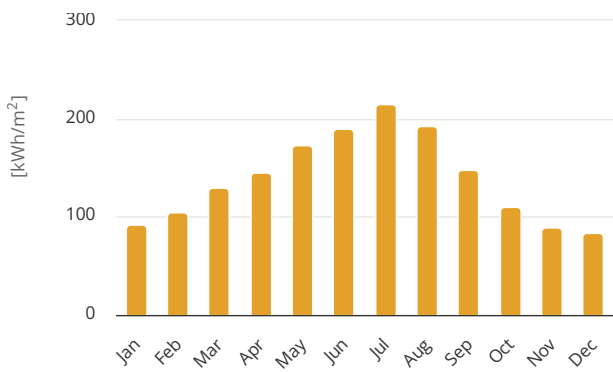
Direct normal irradiation

**1673.2**

kWh/m<sup>2</sup> per year

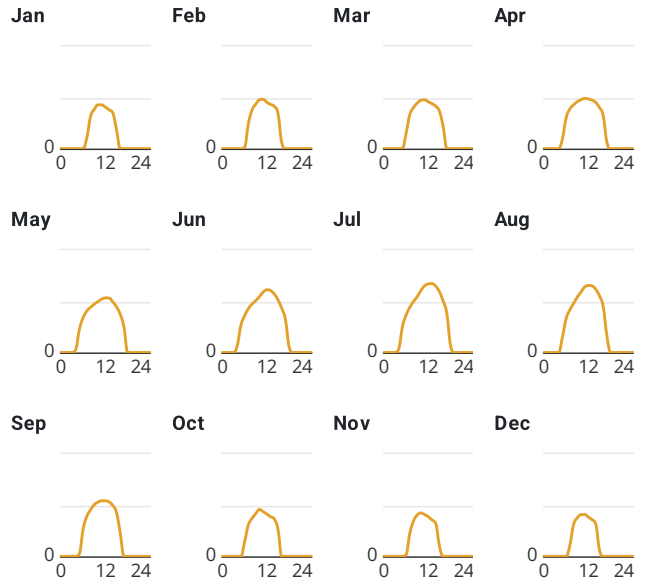
### Monthly averages

Direct normal irradiation



### Average hourly profiles

Direct normal irradiation [Wh/m<sup>2</sup>]



UTC+01

### Average hourly profiles

Direct normal irradiation [Wh/m<sup>2</sup>]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5					28	65	32					
5 - 6				94	228	265	249	148	28			
6 - 7		12	148	300	342	358	365	330	267	143	16	
7 - 8	107	241	332	386	406	428	441	416	392	306	224	106
8 - 9	314	377	401	428	441	473	498	477	455	370	346	309
9 - 10	384	434	445	458	472	507	545	540	505	417	404	376
10 - 11	428	477	472	477	498	546	605	590	530	458	424	408
11 - 12	427	482	477	491	521	591	651	639	543	436	408	409
12 - 13	406	453	458	485	534	613	670	655	543	413	387	383
13 - 14	379	432	439	473	532	605	673	650	532	388	355	358
14 - 15	348	413	414	451	495	572	648	616	496	364	320	313
15 - 16	183	343	365	400	446	513	593	552	427	263	99	60
16 - 17		60	215	322	373	432	502	448	228			
17 - 18				60	249	323	378	160				
18 - 19						56	65					
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	2,976	3,724	4,166	4,828	5,563	6,346	6,915	6,223	4,946	3,559	2,982	2,722

# GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

## GLOSSARY

Acronym	Full name	Unit	Type of use
DIF	Diffuse horizontal irradiation	kWh/m <sup>2</sup> , MJ/m <sup>2</sup>	Average yearly, monthly or daily sum of diffuse horizontal irradiation (© 2025 Solargis)
DNI	Direct normal irradiation	kWh/m <sup>2</sup> , MJ/m <sup>2</sup>	Average yearly, monthly or daily sum of direct normal irradiation (© 2025 Solargis)
ELE	Terrain elevation	m, ft	Elevation of terrain surface above/below sea level, processed and integrated from SRTM-3 data and related data products (SRTM v4.1 © 2004 - 2025, CGIAR-CSI)
GHI	Global horizontal irradiation	kWh/m <sup>2</sup> , MJ/m <sup>2</sup>	Average annual, monthly or daily sum of global horizontal irradiation (© 2025 Solargis)
GTI	Global tilted irradiation	kWh/m <sup>2</sup> , MJ/m <sup>2</sup>	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation (© 2025 Solargis)
GTI_opta	Global tilted irradiation at optimum angle	kWh/m <sup>2</sup> , MJ/m <sup>2</sup>	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation for PV modules fix-mounted at optimum angle (© 2025 Solargis)
OPTA	Optimum tilt of PV modules	°	Optimum tilt of fix-mounted PV modules facing towards Equator set for maximizing GTI input (© 2025 Solargis)
PVOUT_total	Total photovoltaic power output	kWh, MWh, GWh	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by the total installed capacity of a PV system (© 2025 Solargis)
PVOUT_specific	Specific photovoltaic power output	kWh/kWp	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by a PV system and normalized to 1 kWp of installed capacity (© 2025 Solargis)
TEMP	Air temperature	°C, °F	Average yearly, monthly and daily air temperature at 2 m above ground. Calculated from outputs of ERA5 model (© 2025 ECMWF, post-processed by Solargis)

## ABOUT

This pdf report (the "Work") is automatically generated from the Global Solar Atlas online app (<https://globalsolaratlas.info/>), prepared by Solargis under contract to The World Bank, based on a solar resource database that Solargis owns and maintains. It provides the estimated solar resource, air temperature data and potential solar power output for the selected location and input parameters of a photovoltaic (PV) power system.

Copyright © 2025 The World Bank  
1818 H Street NW, Washington DC 20433, USA

The World Bank, comprising the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) and the International Development Association (IDA), is the commissioning agent and copyright holder for this Work, acting on behalf of The World Bank Group. The Work is licensed by The World Bank under a Creative Commons Attribution license (CC BY 4.0 IGO) with a mandatory and binding addition (please refer to the GSA website for full terms and conditions of use <https://globalsolaratlas.info/support/terms-of-use>).

The World Bank Group disclaims all warranties of any kind related to the provision of the Work.

The Work is made available solely for general information purposes. Neither the World Bank, Solargis nor any of its partners and affiliates hold the responsibility for the accuracy and/or completeness of the data and shall not be liable for any errors, or omissions. It is strongly advised that the Work be limited to use in informing policy discussions on the subject, and/or in creating services that better educate relevant persons on the viability of solar development in areas of interest. As such, neither the World Bank nor any of its partners on the Global Solar Atlas project will be liable for any damages relating to the use of the Work for financial commitments or any similar use cases. Solargis has done its utmost to make an assessment of solar climate conditions based on the best available data, software, and knowledge.

Sources: Solar database and PV software © 2025 Solargis

## **Anexo B: Modelo antigo do registo de controlo dos banhos na LTR**

**1º Estágio - Desengorduramento**

Parâmetros	Valores Recomendados	Valores Lidos/ Observações							
		Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.
		Colab:		Colab:		Colab:		Colab:	
Temperatura (°C)	50-60								
Alcalinidade Livre (pontos)	70-80								

**2º Estágio - Lavagem Água Fria Industrial (água fria corrente)**

Parâmetros	Valores Recomendados	Valores Lidos/ Observações							
		Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.
		Colab:		Colab:		Colab:		Colab:	
Temperatura (°C)	≤ 40								
Alcalinidade Total (pontos)	≤ 2								

**3º Estágio - Afinador**

Parâmetros	Valores Recomendados	Valores Lidos/ Observações							
		Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.
		Colab:		Colab:		Colab:		Colab:	
Temperatura (°C)	Ambiente								
pH	9-10								

**4º Estágio - Fosfatação**

Parâmetros	Valores Recomendados	Valores Lidos/ Observações							
		Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.
		Colab:		Colab:		Colab:		Colab:	
Temperatura (°C)	92-98								
Acidez Total (pontos)	50-65								
Acidez Livre (pontos)	---								
AcT / AcL	6,5-7,5								
Teor em Ferro g/l	≤ 4								

**5º Estágio - Lavagem Água Fria Industrial (água fria corrente)**

Parâmetros	Valores Recomendados	Valores Lidos/ Observações							
		Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.
		Colab:		Colab:		Colab:		Colab:	
Temperatura (°C)	≤40								
Acidez Total (pontos)	≤2								

**6º Estágio - Neutralização**

Parâmetros	Valores Recomendados	Valores Lidos/ Observações							
		Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.
		Colab:		Colab:		Colab:		Colab:	
Temperatura (°C)	50-60								
Alcalinidade Livre (pontos)	7-10								

**7º Estágio - Oleagem**

Parâmetros	Valores Recomendados	Valores Lidos/ Observações							
		Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.	Data:	OBS.
		Colab:		Colab:		Colab:		Colab:	
Temperatura (°C)	Ambiente								

