



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Otimização de Ações e Processos de Manutenção na SRAMPORT

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos
Mecânicos

Autor

Carlos Filipe de Oliveira Castela Coimbra

Orientador

Prof. Doutor Luís Filipe Pires Borrego

Supervisor na empresa SRAMPORT - Transmissões Mecânicas,
LDA

Engenheiro Marco António Loureiro Almeida

Coimbra, janeiro de 2025



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

RESUMO

O investimento em políticas de manutenção preditiva com a adoção de tecnologias da indústria 4.0 são estratégias cada vez mais importantes para as empresas que procuram aumentar a sua competitividade num ambiente globalizado e altamente competitivo em vigor atualmente no mundo em que vivemos. Estas iniciativas não apenas melhoram a eficiência operacional, mas também contribuem significativamente para a redução dos custos e para o aumento da disponibilidade dos produtos no mercado.

A manutenção tem como objetivo cuidar e aumentar a vida útil dos equipamentos presentes na fábrica. O tema principal abordado é a Manutenção Produtiva Total que é uma abordagem à melhoria da produção.

Este relatório de estágio está inserido no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica do ISEC e pretende descrever o trabalho realizado em ambiente industrial da SRAMPORT- Transmissões Mecânicas Lda. que se dedica ao desenvolvimento e produção de correntes, rodas, cubos, pedais e cassetes.

A gestão documental de equipamentos garante a organização, manutenção e conformidade dos equipamentos de uma empresa. Este é um processo que envolve o registo detalhado e o controlo de todos os documentos técnicos e históricos de manutenção, otimizando a operação e prolongando a vida útil dos equipamentos.

Dentro deste contexto, a gestão de rolamentos e vedantes é importante para garantir a eficiência e a durabilidade dos equipamentos. A monitorização, manutenção e substituição destes componentes aleada com a documentação do histórico de manutenções efetuadas, asseguram o bom funcionamento do equipamento prevenindo eventuais falhas do mesmo.

Com a chegada da Indústria 4.0, que a SRAMPORT pretende implementar, o uso de tecnologias avançadas, como IoT e a análise de dados, integra e melhora os processos de produção das empresas o que proporciona a monitorização em tempo real, a manutenção preditiva o que eleva a eficiência e a confiabilidade dos equipamentos.

Com o objetivo de fortalecer ainda mais a eficiência operacional. A SRAMPORT quer capacitar todos os funcionários e dar a estes as melhores condições de trabalho possível para isso resolveu implementar templates para dar formação aos seus funcionários para que estes possam executar as manutenções preventivas sem qualquer dúvida, também melhorou o quadro de planeamento de tarefas de modo que este pudesse tornar as intervenções realizadas mais eficientes e no momento oportuno.

Em algumas destas intervenções, surge a necessidade de alterar a forma de como os técnicos as executam pois nem sempre têm as condições necessárias como por exemplo o difícil acesso aos componentes dos equipamentos presentes na fábrica como é o caso das bombas da ETARI, surgindo assim uma proposta de realocação das mesmas.

Palavras-chave: Manutenção, Indústria 4.0, Manutenção Produtiva Total, Gestão Documental, Gestão de Stocks

ABSTRACT

The investment in preventive maintenance policies and the adoption of Industry 4.0 technologies are increasingly important strategies for companies aiming to enhance their competitiveness in today's globalized and highly competitive environment. These initiatives not only improve operational efficiency but also significantly contribute to cost reduction and increased product availability in the market.

Maintenance aims to care for and extend the lifespan of equipment in the factory. The main theme addressed is Total Productive Maintenance, which is an approach to production improvement.

This internship report is part of the Master's program in Mechanical Engineering at ISEC and aims to describe the work carried out in the industrial environment of SRAMPOR - Mechanical Transmissions Ltd., which is dedicated to the development and production of chains, wheels, hubs, pedals, and cassettes.

Equipment document management ensures the organization, maintenance, and compliance of a company's equipment. This process involves detailed recording and control of all technical documents and maintenance histories, optimizing operation and extending equipment lifespan.

Within this context, the management of bearings and seals is crucial to ensure equipment efficiency and durability. Monitoring, maintenance, and replacement of these components, along with documentation of maintenance histories, ensure proper equipment functioning, preventing potential failures.

With the advent of Industry 4.0, which SRAMPOR intends to implement, the use of advanced technologies such as IoT and data analysis integrates and improves production processes, enabling real-time monitoring and predictive maintenance, thereby enhancing equipment efficiency and reliability.

To further strengthen operational efficiency, SRAMPOR aims to empower all employees and provide them with the best possible working conditions. To achieve this, it has decided to implement training templates for employees to execute preventive maintenance without any doubts. It has also enhanced task planning frameworks to ensure more efficient interventions at the right time.

Some of these interventions require changes in how technicians perform them due to inadequate conditions, such as difficult access to equipment components in the factory, such as in the case of ETARI pumps, prompting a proposal for their relocation.

Keywords: Maintenance, Industry 4.0, Total Productive Maintenance, Document Management, Inventory Management

AGRADECIMENTOS

Agradeço à SRAMPORT pela oportunidade de me acolher para o meu estágio e de ter proporcionado desde o primeiro dia todas as condições para a realização do mesmo.

Ao Engenheiro Marco Almeida pela orientação e por todos os conhecimentos, disponibilidade e apoio transmitido ao longo deste trabalho.

Ao Sr. António Reis e Sr. Manuel Duque por toda a disponibilidade e todo o conhecimento técnico transmitido durante o estágio.

A todos os colaboradores e membros da SRAMPORT e em especial a toda a equipa da manutenção pelo acolhimento e disponibilidade que sempre apresentaram durante o estágio.

Ao Professor Doutor Luís Borrego pela orientação efetuada na realização do trabalho e pela oportunidade que me ofereceu de estagiar na SRAMPORT.

Ao meu pai, à minha irmã e à minha mãe por tudo o que fizeram por mim e também aos restantes familiares que sempre demonstraram o seu apoio no meu trabalho.

À família da minha namorada (avós, pais, irmão, tio e outros familiares) pela ajuda e força que me deram durante estes anos.

À minha namorada por toda a paciência, carinho e auxílio ao longo de todos estes anos.

Por fim agradeço a todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram para a minha formação académica e que incentivaram a atingir este objetivo.

ÍNDICE

Resumo	i
<i>Abstract</i>	iii
Agradecimentos	iv
Índice.....	v
Índice de tabelas	vii
Índice de figuras.....	viii
Lista de acrónimos.....	xi
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Estrutura do relatório	2
2 Apresentação da empresa	4
2.1 SRAM	4
2.2 SRAM Portugal.....	7
2.3 Instalações	8
2.4 Produtos da SRAMPORT	9
3 Conceito e ferramentas da manutenção.....	12
3.1 Tipos de Manutenção	12
3.2 TPM (Manutenção Produtiva Total)	15
3.2.1 As 6 Grandes Perdas.....	16
3.2.2 Os 8 Pilares da TPM	17
3.3 Metodologia 5s	19
3.4 Indústria 4.0	20
3.4.1 Tecnologias da Indústria 4.0	22
4 Manutenção na SRAMPORT.....	24
4.1 Introdução.....	24
4.2 Manutenção Autónoma.....	26
5 Indústria 4.0 na SRAMPORT	31
5.1 Propostas de melhoria da Indústria 4.0 para a SRAMPORT	32
6 Templates para dar formação aos diferentes níveis.....	34
7 Gestão de rolamentos e vedantes	42
7.1 Gestão de rolamentos.....	42

7.2	Gestão de vedantes	53
8	Melhoria do quadro de planeamento de tarefas da manutenção	58
9	Gestão documental de equipamentos	62
9.1	Introdução.....	62
9.2	Organização do arquivo da documentação dos equipamentos	62
10	Melhorias na etari.....	66
10.1	Introdução.....	66
10.2	Proposta de realocação das bombas	68
11	Conclusão.....	72
11.1	Sugestões para trabalhos futuros.....	73
	Referências bibliográficas	74
	Anexos	75
	Anexo A.....	75
	Anexo B	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Classificação dos pedidos de intervenção e sua descrição.25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Sistema Grip Shift de 1988.....	4
Figura 2.2 - Aquisições da SRAM ao longo dos anos.....	5
Figura 2.3 – Logotipos das marcas adquiridas pela SRAM.....	6
Figura 2.4 – Logotipo da organização apoiada pela SRAM.....	6
Figura 2.5 – Logotipo do projeto de carácter social apoiado pela SRAM.....	6
Figura 2.6 – Produtos produzidos pela SRAMPORT.....	7
Figura 2.7 – Crescimento do grupo SRAM.....	7
Figura 2.8 – As várias unidades da SRAM espalhadas pelo mundo.....	8
Figura 2.9 – a) Entrada da fábrica; b) Escritórios atuais da SRAM.....	9
Figura 2.10 - Exemplo de transmissões do grupo EAGLE.....	10
Figura 2.11 - Representação dos grupos de todo o tipo de correntes produzidos na SRAMPORT.....	10
Figura 2.12 – a) Roda 101 XPLR da ZIPP; b) Cubo ZR1 fabricada na SRAMPORT.....	11
Figura 2.13 – Pedal XPRO 15 da TIME produzido pela SRAM.....	11
Figura 3.1 – Os 8 pilares da TPM [5].....	18
Figura 3.2 – Metodologia 5S [3].....	20
Figura 3.3 - Evolução industrial do ponto de vista temporal [11].....	21
Figura 4.1- Gama de manutenção nível I para uma máquina de bariar.....	27
Figura 4.2 – Instruções para o forno de revenido.....	28
Figura 4.3 – Forno de revenido (Ripoche).....	29
Figura 4.4 – Propostas de melhoria apresentadas.....	30
Figura 6.1 – Partes do forno CTC3: a) HTO- forno de têmpera ou cementação; b) EMB- banho de emulsão; c) NWM- lavadora; d) NTO-forno de revenido.....	34
Figura 6.2 – Slide do template do sensor referido no parágrafo anterior.....	36
Figura 6.3 – Slide do template relativo às gamas de manutenção nível 2.....	36
Figura 6.4 – Máquina de montar corrente.....	37
Figura 6.5 – Rebitagem.....	38
Figura 6.6 – Módulo de Tensionamento.....	38
Figura 6.7 – Máquina de visão.....	39
Figura 6.8 – Lubrificadora.....	39

Figura 6.9 – Máquina de corte de corrente.	40
Figura 6.10 – Paletes com corrente já cortadas ou em bobines.....	40
Figura 6.11 – Template para formação dos operadores e afinadores da linha 10.	41
Figura 7.1 – Excel inicialmente criado para a gestão de rolamentos.....	42
Figura 7.2 – a) Disposição da área da manutenção antes de mudada; b) Destaque do armário 7 à esquerda e foto do MG à direita.	43
Figura 7.3 – Locais possíveis para encontrar rolamentos antes da arrumação: a) Numa gaveta do armário 7; b) MG; c) Outra gaveta do armário 7.	43
Figura 7.4- Nova disposição dos armários com respectiva identificação.....	44
Figura 7.5- a) Nova listagem de rolamentos; b) Armário de rolamentos organizado..	44
Figura 7.6 – APP criada em Excel.....	45
Figura 7.7 – a) Procura por scroll; b) Procura por escrita à direita.	45
Figura 7.8 – a) Escolha das possíveis blindagens à esquerda b) Código para a escolha da primeira blindagem possível à direita.....	46
Figura 7.9 – Comando filtrar para receber a informação da quantidade em stock e respectiva localização.	47
Figura 7.10 – Código do botão retirar.	48
Figura 7.11 -Mensagem de erro de stock ao tentar retirar rolamento quando não existe stock.	49
Figura 7.12 – Erro ao introduzir valor inválido.....	50
Figura 7.13 – Código para antes de fechar ativar o código para enviar o email automático.....	50
Figura 7.14 - Código para pedir rolamentos automático.....	51
Figura 7.15 – Lista de rolamentos com a adição das 2 novas colunas.....	52
Figura 7.16 – Novo código para pedir rolamentos automático.....	52
Figura 7.17 – Listagem de retentores e o-rings.....	53
Figura 7.18 – Gaveta de vedantes inicialmente.....	54
Figura 7.19 – a) Armário 7 após arrumação; b) Caixa O-rings menores.....	54
Figura 7.20 – APP vedantes.	55
Figura 7.21 – Identificação de retentores ou o-rings.	55
Figura 7.22 – Código do botão retirar.	56
Figura 8.1 – Quadro de planeamento da manutenção.....	58
Figura 8.2 – Quadro de planeamento de manutenção após melhoria	59

Figura 8.3 – Competências que podem ser atribuídas aos técnicos e respetiva legenda.	60
Figura 8.4 – Cartão de identificação.....	60
Figura 8.5 – Cartão de identificação de prevenção.	61
Figura 9.1 – a) Arquivo em fase anterior ao projeto b) Arquivo em fase posterior ao projeto.....	63
Figura 9.2- Lista de procura dos documentos técnicos.	63
Figura 9.3 – a) Equipamento sem chapa de identificação; b) Equipamento com chapa de identificação.	65
Figura 9.4 – Lista de equipamentos obsoletos e ativos.....	65
Figura 10.1 – Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais da SRAMPORT.	66
Figura 10.2 – Tampas de visita dos tanques destacadas a vermelho, a azul estão destacadas as tampas de visita das bombas.	67
Figura 10.3- Caixa da bomba de águas residuais que fica com água e lixo.....	68
Figura 10.4 – 2D da ETARI.	69

LISTA DE ACRÓNIMOS

AFI	Afinador
BAR	Bariagem
EMB	Banho de Emulsão
CTC	Fornos de Cementação e Têmpera em Contínuo
CHC	Máquina de Montar Corrente
CPS	Sistema Cyber Físico
DAE	Desfibrilhador Automático Externo
DE	Dossier de Equipamento
EBS	Rebarbagem
EN	Norma Europeia
ETARI	Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais
FCH	Fornos de Cementação e Têmpera
HTO	Forno de Cementação e Têmpera
IOT	Internet das Coisas
INSP	Inspeção
LDF	Máquina de Cortar Corrente
LUB	Lubrificação
MG	Material Geral
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas
NTO	Forno de Revenido
NWM	Lavadora
OEE	Eficiência Global do Equipamento
POL	Polimento

RDP	Máquina de Rebitar Corrente
REV	Revenido
SAP	Desenvolvimento de Programas de Análise de Sistemas
SEC	Secagem
SP	SharePoint
TI	Tecnologia da Informação
TPM	Manutenção Produtiva Total
TRT	Tratamento Térmico

1 INTRODUÇÃO

Este relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica na Área de Especialização de Construção e Manutenção de Equipamentos Mecânicos do ISEC- Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e foi baseado no estágio realizado na SRAMPORT- Transmissões Mecânicas LDA, que teve como principal objetivo fazer uma ponte entre o ambiente académico e o ambiente industrial, permitindo a consolidação da formação académica e o desenvolvimento de competências técnicas e profissionais em contexto real de trabalho através de um estágio na empresa SRAMPORT.

A SRAMPORT é uma empresa, do grupo Norte Americano SRAM, que se dedica ao desenvolvimento e produção de uma vasta gama de componentes para bicicletas como por exemplo a produção e desenvolvimento de correntes para bicicletas e montagem de rodas e cubos da marca ZIPP, também pertencente ao grupo SRAM.

Com a intensificação da globalização surge uma intensa competição entre organizações em todos os setores. Neste cenário, a procura pela eficiência e pela melhoria dos processos produtivos tornou-se uma prioridade estratégica para as empresas em todo o mundo. Um ponto chave a destacar neste ambiente competitivo é ter conhecimento dos aspetos que possam ser melhorados para reduzir os custos e aumentar a disponibilidade dos produtos no mercado face aos seus concorrentes.

Nos últimos anos, observámos uma tendência crescente de empresas que direcionam os seus investimentos para planos de manutenção de carácter preventivo. Estes planos têm como objetivo eliminar perdas de tempo não planeadas e custos adicionais associadas a falhas existentes no processo produtivo. Ao investir em estratégias de manutenção preventiva, as empresas podem reduzir significativamente os riscos de paragens não planeadas e consequentemente, aumentar a eficiência operacional.

Além disso, com a perceção de que melhorar as políticas de manutenção não apenas melhora a eficiência, mas também contribui para a redução do custo total dos processos produtivos. Este conhecimento tem incentivado as empresas a adotarem tecnologias emergentes relacionadas à indústria 4.0. Um exemplo disso são as tecnologias existentes de apoio à manutenção baseadas em análises de dados em larga escala.

Com a implementação da IoT e da análise de Big Data, as empresas agora têm a capacidade de adquirir e armazenar grandes volumes de dados que são gerados pelos equipamentos em tempo real. Esta análise permite identificar padrões e tendências comportamentais dos equipamentos que muitas vezes indicam possíveis falhas antes mesmo de ocorrerem.

1.1 Objetivos

O presente estágio decorreu no departamento de manutenção e consistiu em: melhorar a plataforma de gestão de stocks de rolamentos e implementar a gestão visual dos mesmos, organizar e implementar a gestão visual e informática de stock de retentores, análise e sugestões de melhoria das gamas de manutenção nível 1 nos fornos FCH que são responsáveis pelo tratamento térmico efetuado nas peças (cimentação ou têmpera), fornos CTC cuja a funcionalidade é idêntica à dos fornos FCH, nos fornos Ripoche que fazem o tratamento térmico revenido, BAR cuja finalidade é a lavagem das peças, SEC que faz a secagem, POL responsável pelo polimento e EBS que tem a função de rebarbar as peças, a criação de templates de apresentação para dar formação aos diferentes níveis (operários/chefes de turno / técnicos de manutenção), apresentação de propostas para a implementação da manutenção 4.0 (ferramentas da indústria 4.0 aplicadas à manutenção), a proposta de melhoria do quadro de planeamento de tarefas dos técnicos de manutenção, a gestão documental de equipamentos e a alteração e melhoria das bombas da ETARI.

1.2 Estrutura do relatório

O presente relatório divide-se em 11 capítulos nos quais são ser descritos brevemente neste subcapítulo.

No primeiro capítulo é feita uma pequena introdução e contextualização ao relatório.

No segundo capítulo é feita uma descrição da empresa SRAMPORT onde é feito um resumo da história da empresa assim como uma breve apresentação de todas as marcas adquiridas ao longo dos anos. Também é feita uma breve descrição das instalações da SRAMPORT destacando o seu principal objetivo e também os valores e ainda a apresentação de alguns produtos produzidos na empresa.

O terceiro capítulo é apresentado um enquadramento teórico a fim de compreender alguns conceitos para que no decorrer do relatório os conteúdos apresentados sejam de fácil compreensão e integrar o leitor nesta área da engenharia.

O quarto capítulo diz respeito ao desenvolvimento onde é descrita a forma como a empresa aborda a manutenção, assim como as ações de manutenção que são executadas.

Otimização de Ações e Processos de Manutenção na SRAMPORT

No quinto capítulo é apresentado o que a SRAMPORT já fez para implementar a indústria 4.0 e a sugestão de algumas melhorias.

No sexto, sétimo, oitavo, nono e décimo capítulos é apresentado o trabalho executado durante o estágio, ou seja, a criação de templates para dar formação aos diferentes níveis, a gestão de rolamentos e vedantes, a melhoria do quadro de planeamento, a gestão documental de equipamentos e a alteração e melhoria das bombas da ETARI.

A conclusão é feita no décimo primeiro capítulo, onde é efetuada uma análise e avaliação do que foi realizado ao longo deste trabalho, sendo ainda expostas algumas observações associadas às melhorias apresentadas.

2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1 SRAM

A empresa SRAM foi fundada em 1987 em Chicago, nos Estados Unidos da América, é uma empresa especializada na fabricação e montagem de componentes para bicicletas que se destaca a nível global na indústria de componentes para bicicleta.

O nome SRAM é um acrónimo derivado do nome dos fundadores da empresa, **Scott, Ray e Sam**.

Em 1987 introduziu um novo mecanismo de mudança de velocidades (Grip Shift) no mercado das bicicletas de estrada como se pode ver na figura 1.



Figura 2.1 – Sistema Grip Shift de 1988.

Ao longo dos anos a SRAMPORT, inspirada pelo desejo de ascensão no mercado das bicicletas foi adquirindo várias marcas, marcas estas que estão enfatizadas cronologicamente na figura 2 e representadas através dos seus logotipos na figura 3.

Em 1991 esta tecnologia foi adaptada para as bicicletas de montanha o que permitiu à SRAM crescer rapidamente. De seguida, em 1995, apresentou o seu primeiro desviador traseiro chamado de ESP, o qual conseguiu conquistar o mercado por ser mais fácil de configurar do que os concorrentes da marca [1].

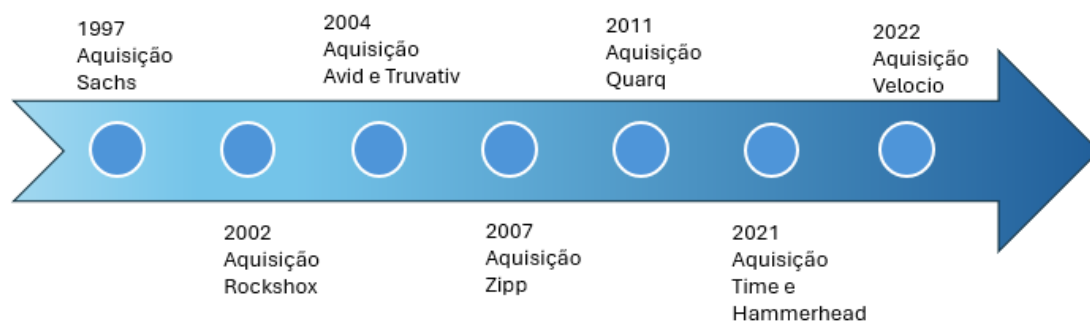


Figura 2.2 - Aquisições da SRAM ao longo dos anos.

Prosseguindo, inspirada pelo desenvolvimento e aquisição de novos produtos para conseguir a sua expansão, em 1997, a SRAM, comprou a fábrica localizada em Coimbra pertencente ao fabricante alemão Sachs conhecido pela sua experiência em correntes e engrenagens, o que permitiu obter o contacto de um grupo metalúrgico e de engenheiros experientes, bem como uma linha de produção bem-sucedida. Anos mais tarde, o seu nome ficará como SRAMPORT – Transmissões Mecânicas, Lda., focando-se apenas na componente de correntes para bicicletas e na montagem de alguns componentes.

Em 2002, comprou a RockShox, a qual é especializada em suspensões e amortecedores de bicicletas, sendo hoje uma das marcas mais reconhecidas nesta área do ciclismo.

Em 2004 a marca Avid foi adquirida, sendo conhecida pelos seus sistemas de travagem a disco hidráulico e também comprou a Truvativ, que se dedica à produção de guiadores, avanços e pedaleiras, o que permitiu vender um sistema de transmissão completo.

Em 2007 a SRAM introduziu um novo grupo de estrada ao adquirir a marca Zipp que é responsável pelo fabrico de rodas.

Em 2011 adquiriu o fabricante Quarq, o que permitiu incorporar medidores de potência de alta qualidade na sua gama de bicicletas de estrada, para os atletas acompanharem mais facilmente o seu desempenho.

Em 2021 adquiriu a marca Time, a qual é responsável por toda a gama de pedais e também adquiriu a marca Hammerhead, com o objetivo de desenvolver uma plataforma que permite integrar software e hardware para otimizar os seus produtos.

Por fim em 2022 adquiriu a Velocio que se dedica ao vestuário de ciclismo.



Figura 2.3 – Logotipos das marcas adquiridas pela SRAM.

De destacar ainda que a SRAM também apoia projetos de carácter social e humanitários, como apresentado na Figura 4 e 5.



Figura 2.4 – Logotipo da organização apoiada pela SRAM.

Organização independente fundada em 2005 por um dos cofundadores da SRAM, F.K. Day, como resposta à catástrofe que emergiu do Tsunami do Oceano Índico em 2004. Esta organização promove a mobilidade e acessos a cuidados de saúde e de educação em zonas rurais de países subdesenvolvidos, através do poder das bicicletas [2].



Figura 2.5 – Logotipo do projeto de carácter social apoiado pela SRAM.

A SRAM dedica parte dos seus lucros à promoção e ao desenvolvimento de infraestruturas, nos vários países onde opera, através do apoio a entidades organizadas. Este apoio tem vindo a conduzir significativos progressos tanto nos EUA como na Europa [2].

2.2 SRAM Portugal

A SRAM Portugal, adquirida pela SRAM em 1997, é atualmente a única unidade fabril do grupo da Europa e tem como atividades a produção de correntes e a montagem de rodas, cubos e pedais, na figura 6 podemos ver um exemplo destes produtos.



Figura 2.6 – Produtos produzidos pela SRAMPORT.

Como já referido anteriormente a SRAMPORT foi adquirindo várias marcas ao longo dos anos, mas no que diz respeito à unidade fabril de Portugal passou por um processo de aquisição de várias empresas e de várias denominações até chegar à denominação atual, podemos ver esta evolução na figura 7.

A empresa em Portugal foi fundada em 1968 com a denominação Transmeca-Transmissões Mecânicas, Lda. O capital da empresa era detido inicialmente pelo grupo Peugeot e o empresário português Armando Simões, detendo cada uma das partes 50% do seu capital. Anos mais tarde (1980), o grupo Peugeot adquiriu a totalidade da empresa ficando a deter 100% do seu capital.

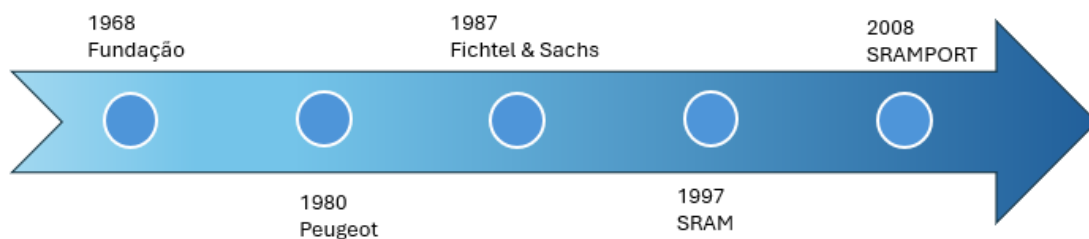


Figura 2.7 – Crescimento do grupo SRAM.

Em 1987, a empresa volta a ser adquirida, desta vez pelo grupo Fichtel & Sachs (Mannesmann). Dez anos mais tarde, em 1997, seguindo a sua estratégia de crescimento e expansão, a empresa SRAM adquire uma parte da empresa Fichtel & Sachs (segmento da bicicleta). Com esta aquisição a empresa com presença em

Portugal passou assim a ser detida pelo grupo norte-americano e iniciou o processo de alteração da sua denominação social para SRAMPORT que se concretizou anos mais tarde, em 2008.

Nos últimos anos, a SRAM Portugal tem vindo a crescer de forma sustentável e competitiva diversificando os seus produtos e mercados. Este crescimento assenta numa estratégia de qualidade, gestão ambiental e retenção de talentos que visa o desenvolvimento e a produção de produtos de excelência e a superação das expectativas do cliente através de práticas ambientais responsáveis [2].

2.3 Instalações

A empresa tem sede na cidade de Chicago, nos Estados Unidos, onde grande parte da engenharia, marketing e equipa sénior da SRAM estão reunidas. Para além de possuir outras instalações na América, a SRAM é internacionalmente conhecida, pois também está instalada noutros países como a Alemanha, Austrália, Canadá, China, França, Holanda, Irlanda, Portugal e Taiwan, como podemos ver na figura 8 [1].

Atualmente é empregadora de cerca de 5000 trabalhadores dispersos por 10 países. Na Europa é de destacar a cidade de Coimbra, onde está implantada a única fábrica de produção de correntes do grupo (SRAMPORT) que apesar de ter sido adquirida pelo grupo em 1997 conta com mais de 50 anos de existência e onde atualmente podem ser concebidos dezenas de milhares de metros por dia.



Figura 2.8 – As várias unidades da SRAM espalhadas pelo mundo.

Otimização de Ações e Processos de Manutenção na SRAMPORT

Conta com cerca de 276 colaboradores com contratos distribuídos pelos seguintes departamentos: finanças, recursos humanos, tecnologias de informação, segurança, logística, engenharia, conceção e desenvolvimento, produção, qualidade, infraestruturas, manutenção, limpeza, gerência, aftermarket e ambiente, saúde e segurança no trabalho. Por secções a empresa organiza-se em: peças soltas, montagem de correntes e montagem de cubos, rodas e pedais.

A SRAM tem como missão criar e desenvolver componentes que dão inspiração aos ciclistas e como principal objetivo expandir o potencial do ciclismo, defendendo os seguintes valores: Paixão, Inovação, Integridade, Compromisso, Inclusão e Colaboração. Os quais poderão ser observados em vários pontos das instalações como na entrada da fábrica (figura 9).



a)

b)

Figura 2.9 – a) Entrada da fábrica; b) Escritórios atuais da SRAM.

2.4 Produtos da SRAMPORT

A evolução da empresa com a aquisição de várias marcas, marcas estas referidas anteriormente, permitiu que esta conseguisse alargar a sua gama de produtos e componentes como pedais, rodas, desviadores, travões, correntes, cassetes e muitos outros acessórios relacionados com o ciclismo.

De toda a sua gama de produtos destacam-se os grupos EAGLE representados na figura 10 com as transmissões 1x12 velocidades.

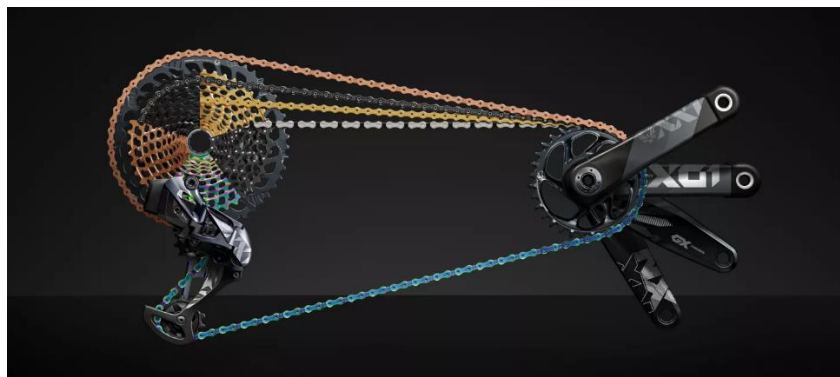


Figura 2.10 - Exemplo de transmissões do grupo EAGLE.

Mas existem também outras gamas de correntes, que se destacam igualmente, presentes no mercado como podemos ver na figura 11, mais á direita. Nesta figura são apresentadas todas as correntes feitas na SRAMPORT nas quais algumas delas, já foram descontinuadas, mas ainda assim importantes para a história da empresa.

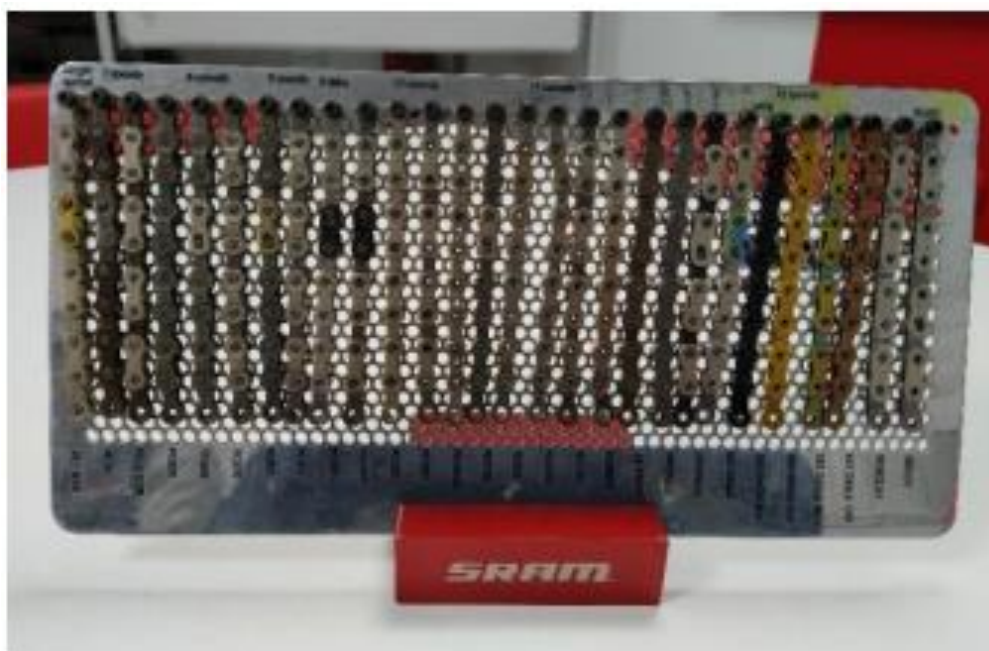


Figura 2.11 - Representação dos grupos de todo o tipo de correntes produzidos na SRAMPORT.

Destacam-se também as rodas da ZIPP 101 XPLR com o cubo ZR1, presentes na figura 12, que foram desenvolvidas especialmente para cascalho que proporciona aos ciclistas um maior controlo e durabilidade nestes tipos de terreno.



Figura 2.12 – a) Roda 101 XPLR da ZIPP; b) Cubo ZR1 fabricada na SRAMPORT.

Já nos pedais destaca-se o XPRO 15 da TIME, presente na figura 13, que se destaca pelo facto de ser feito em fibra de carbono com rolamentos cerâmicos e um eixo oco de titânio o que traduz um pedal mais leve, com uma estrutura mais robusta para transferir a potencia do ciclista para a estrada.



Figura 2.13 – Pedal XPRO 15 da TIME produzido pela SRAM.

De destacar ainda que a SRAM vende a maioria dos componentes necessários para a construção de uma bicicleta, não fabrica este produto final pois se assim o fizesse estaria diretamente a competir com os próprios clientes.

3 CONCEITO E FERRAMENTAS DA MANUTENÇÃO

De acordo com a norma EN 13306 a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e gerenciais durante o ciclo de vida de um item destinadas a mantê-lo ou restaurá-lo a um estado a que possa desempenhar a função requerida.

3.1 Tipos de Manutenção

Em relação ao conceito de manutenção é também pertinente falar sobre os tipos de manutenção que podem ser sintetizados da seguinte maneira [3]:

- Manutenção planeada;
 - Sistemática/programada;
 - Condicionada.
- Manutenção não planeada;

Relativamente à manutenção planeada as intervenções seguem um plano previamente estabelecido que visa os seguintes objetivos [3]:

- Para evitar falhas ou mau funcionamento e equilibrar a carga de trabalho da manutenção;
- Adequar as intervenções ao programa de produção do ativo;
- Preparar recursos antecipadamente para tornar as intervenções mais económicas e efetivas.

Na manutenção planeada sistemática, as intervenções seguem um programa que pretende que seja executado periodicamente, com os intervalos medidos numa unidade de tempo ou noutra variável de uso que traduz no funcionamento do ativo [3].

Na monitorização da manutenção, as ações são executadas de acordo com o estado do ativo, que também pode ser um mau funcionamento se esta for a condição previamente planeada. No geral, diversas variáveis podem estar associadas ao ativo, mensuradas numa determinada unidade que, ao atingir determinados limites, dá origem a uma intervenção [3].

A manutenção não planeada inclui todas as intervenções não planeadas [3].

Os conceitos anteriores são também compatíveis com os termos comumente usados pela manutenção preventiva e pela manutenção corretiva. As ações planeadas, sistemáticas ou condicionais são obviamente preventivas, mas também podemos incluir trabalhos de manutenção corretiva definidos no momento de intervenção [3].

Uma intervenção de manutenção não planeada, na maioria dos casos, corretiva e supostamente curativa, mas às vezes paliativa. No momento da implementação destas intervenções, podem ser incluídas ações de manutenção preventivas (planeadas), caso se justifique no momento da intervenção, de forma a otimizar recursos e aumentar a disponibilidade do ativo [3].

Neste contexto a terminologia incluída na EN13306 define os tipos e estratégias de manutenção da seguinte forma:

- Manutenção preventiva;
 - Manutenção realizada em intervalos pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos, a fim de reduzir a probabilidade de dano ou a degradação do funcionamento de um ativo.
- Manutenção planeada;
 - Manutenção preventiva realizada de acordo com um cronograma pré-estabelecido ou de acordo com um número definido de unidades de utilização.
- Manutenção sistemática;
 - Manutenção preventiva realizada em intervalos pré-estabelecidos ou de acordo com um número definido de unidades de utilização, mas sem um controlo prévio do estado do ativo.
- Manutenção de monitorização de condição;
 - Manutenção preventiva baseada na monitorização do funcionamento do ativo e/ou parâmetros significativos dessa operação, integrando as ações resultantes;
 - Nota: a monitorização da operação e alguns parâmetros do ativo pode ser realizado de acordo com um cronograma, por solicitação ou continuamente.

- Manutenção preditiva;
 - Manutenção condicional realizada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e avaliação de parâmetros da degradação do ativo.
- Manutenção corretiva;
 - Manutenção realizada após a deteção de uma falha e destinada a restaurar um ativo para um estado em que possa desempenhar a função requerida.
- Manutenção remota;
 - Manutenção de um ativo realizada sem acesso físico pelo técnico de manutenção.
- Manutenção diferida;
 - Manutenção corretiva que não é realizada imediatamente após a deteção de um estado de falha, mas é adiada de acordo com certas regras de manutenção.
- Manutenção urgente;
 - Manutenção corretiva que é realizada após a deteção de um estado de falha para evitar consequências inaceitáveis.
- Manutenção em operação;
 - Manutenção realizada durante o período de operação do ativo.
- Manutenção no local;
 - Manutenção realizada no local onde o ativo funciona.
- Manutenção do operador;
 - Manutenção realizada pelo usuário ou operador do ativo.

3.2 TPM (Manutenção Produtiva Total)

Após a segunda guerra mundial, as indústrias japonesas reconheceram que teriam de melhorar a qualidade dos seus produtos, de forma a serem bem-sucedidos nos seus negócios, no mercado mundial. Para tal, importaram, técnicas de gestão e produção, dos Estados Unidos da América (EUA), adaptando e otimizando-as de acordo com sua realidade, começando a produzir produtos muito competitivos e de grande qualidade [4].

O conceito de manutenção produtiva total é atribuído a Nippondenso, uma empresa que criou partes para a Toyota. No entanto, Seiichi Nakajima é considerado o pai da TPM por causa das suas inúmeras contribuições para a TPM [3].

O conceito da TPM pode ser entendido como um importante guarda-chuva que abrange diversos conceitos para gerenciar a manutenção e racionalizá-la levando em consideração a especificidade dos ativos [3].

A “Total Productive Maintenance” tem três características importantes, relacionadas com os três significados da palavra “Total” [4]:

- **Eficácia total:**
Procura contínua da eficácia económica ou rentabilidade → baseia-se na manutenção preditiva e produtiva;
- **PM total:**
Prevenção da manutenção e manutenção preventiva → foi também introduzido durante o período em que ainda só existia manutenção produtiva e significa estabelecer um plano de manutenção para toda a vida útil dos equipamentos que inclui a prevenção da manutenção;
- **Participação total:**
A manutenção autónoma realizada pelos operadores ou pequenos grupos, em cada nível e em cada departamento, característica esta, exclusiva da TPM.

3.2.1 As 6 Grandes Perdas

Para conseguir aumentar a produtividade, a TPM teve de se basear na eliminação dos desperdícios que causavam interrupções na produção. Um equipamento que sofre avarias, perdas de velocidade e que produz peças defeituosas não tem uma boa eficiência de trabalho [4]. Assim, ao serem eliminadas estas perdas abaixo mencionadas, haverá um aumento da eficiência da produção [5].

A primeira perda está relacionada com as falhas ou avarias dos equipamentos (breakdowns) que deixaram de funcionar no horário planeado, ou seja, a paragem de uma máquina impede a continuação da produção. Esta perda influencia o índice de disponibilidade do equipamento.

A segunda perda identificada, corresponde aos tempos de ajustes (set-up) de uma máquina. Qualquer interrupção na produção para calibrar ou ajustar as máquinas são perdas que também influenciam a disponibilidade do equipamento.

A terceira perda está relacionada com paragens curtas e ocasionais feitas pelo operador para resolver problemas simples, onde os técnicos de manutenção não intervêm. Estas pequenas pausas afetam a eficiência do equipamento.

A baixa de velocidade corresponde à quarta perda. Entende-se por aqui a diminuição da cadência de produção originada pelo mau estado dos equipamentos, por exemplo: o índice de eficiência baixa, uma vez que a velocidade de produção é menor do que a normal.

A quinta perda está associada à qualidade insatisfatória resultante dos produtos defeituosos causada pela falha do operador ou da má configuração do equipamento de fabrico. Apesar destes poderem ser restaurados ou enviados para a sucata, o índice de qualidade é diretamente afetado.

A sexta perda é designada por defeitos de arranque, que é originada pelo tempo que um equipamento leva até atingir o seu desempenho estável. Neste período são produzidos produtos com defeitos que influenciam o índice de qualidade do equipamento.

3.2.2 Os 8 Pilares da TPM

A TPM é suportada por 8 pilares que foram desenvolvidos para eliminar os desperdícios anteriormente mencionados [5]:

1. **Manutenção Autónoma:**

Este primeiro pilar da TPM introduz a responsabilidade dos operadores a terem rotinas simples de manutenção como a limpeza, inspeção e lubrificação dos equipamentos. Isto permite criar um senso de titularidade e aumenta o conhecimento dos funcionários sobre os mesmos. Para além disso liberta carga de trabalho para a equipa de manutenção poder executar tarefas mais complexas.

2. **Manutenção Planeada:**

O agendamento das intervenções da manutenção previne avarias que possam vir a acontecer e permite coordenar as ações de manutenção com a produção. Assim, a manutenção planeada aumenta a disponibilidade dos equipamentos, aumentando o tempo médio entre avarias MTBF.

3. **Gestão da Qualidade:**

O controlo da qualidade permite prevenir e detetar erros que possam aparecer no processo de fabrico, causados por defeitos provenientes dos equipamentos de produção. A implementação de melhorias nesses equipamentos permite reduzir a taxa de defeitos, tentando alcançar ao máximo o objetivo de zero defeitos.

4. **Melhoramento Contínuo:**

Analisar sistematicamente para ser possível melhorar continuamente um método de trabalho bem como um equipamento é essencial na eliminação das suas perdas identificadas. O cálculo da eficiência global de uma certa máquina é fundamental para desenvolver esta metodologia, sendo recorrente usar o indicador OEE, para tornar mais clara a identificação dos pontos críticos do processo de produção.

5. **Controlo Inicial:**

Este pilar consiste em usar as experiências obtidas anteriormente para ser possível atingir o desempenho pretendido na aquisição de novos equipamentos ou no desenvolvimento de novos produtos. Esta gestão antecipada é importante na redução dos problemas de arranque.

6. **Treino e Educação:**

O relacionamento interpessoal é um aspeto importante para o bom funcionamento de qualquer processo, uma vez que a transmissão de

competências e conhecimentos torna a evolução mais rápida. Possuir trabalhadores capazes de exercerem várias funções é uma mais-valia, sendo necessário efetuar avaliações e atualizações periódicas das suas competências.

7. Higiene e Segurança no Trabalho:

O facto de o ambiente de trabalho ser seguro e saudável também tem um peso importante para o processo de produção e para as pessoas nele envolvidas. Este pilar garante que a segurança dos pilares anteriores não seja afetada pelas melhorias implementadas. O principal objetivo é a obtenção de zero acidentes de trabalho.

8. TPM ao Nível Administrativo:

Ao nível da administração também é importante ter o cuidado em aplicar os conceitos da TPM, uma vez que a produção se apoia nesta secção. Falhas na documentação, nos agendamentos e nos pedidos de aquisição de equipamentos podem desencadear diminuição da produção, sendo por isso importante existir uma boa comunicação entre os vários grupos de trabalho.

Com estes oito pilares, apresentados na Figura 14, torna-se possível atingir a eficiência máxima dos equipamentos, diminuir os custos de produção, otimizar a disponibilidade dos equipamentos, melhorar o valor operacional da empresa e desenvolver a eficiência máxima de todos os setores da mesma [3].

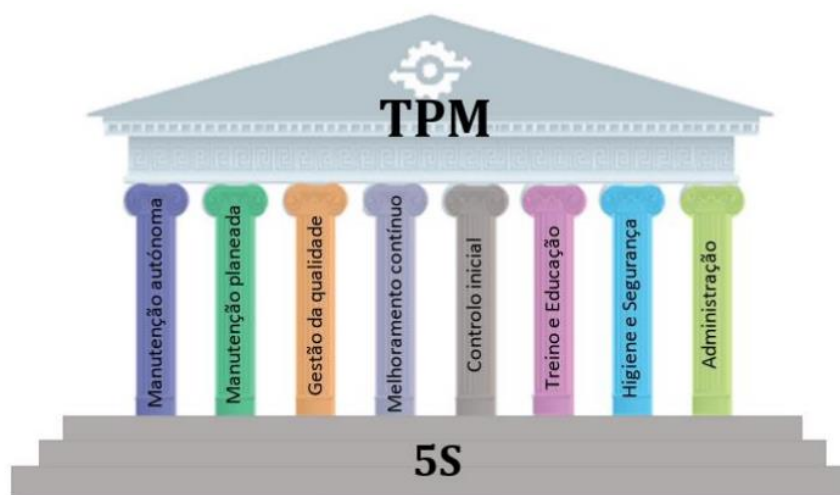


Figura 3.1 – Os 8 pilares da TPM [5].

3.3 Metodologia 5s

Uma metodologia obrigatória para a organização de qualquer planta é um sistema de origem japonesa chamado 5S porque é baseado em cinco princípios ou sentidos começados pela letra S representados na figura 15 e que significam: [3]

1. Seiri - senso de utilização - refere-se à prática de verificar todas as ferramentas, materiais e assim por diante, no desktop, mantendo apenas o essencial para as tarefas que estão a ser executadas. Tudo o resto é armazenado/arrumado ou descartado. Este processo leva a uma redução das barreiras à produtividade do trabalho.
2. Seton - senso de ordem – Enfatiza a necessidade de um espaço de trabalho organizado, ou seja, o fornecimento de ferramentas e equipamentos deve obedecer a uma ordem que permita um fácil fluxo para o desenvolvimento de tarefas. Ferramentas e equipamentos devem ser deixados em locais onde serão utilizados posteriormente. O processo deve ser feito de forma a eliminar movimentos desnecessários.
3. Seiso – senso de limpeza – Descreve a necessidade de manter o espaço de trabalho o mais limpo possível. A limpeza nas empresas japonesas é uma atividade diária. No final de cada dia de trabalho, o espaço de trabalho é limpo e tudo é colocado no seu devido lugar, facilitando saber o que corresponde a cada sítio e o que é essencial. A importância deste procedimento é lembrar que a limpeza deve ser uma parte integrante do trabalho diário, não uma mera tarefa casual quando os objetos estão desorganizados
4. Seiketsu – senso de saúde – Refere-se à padronização das práticas de trabalho, como manter objetos semelhantes em locais semelhantes. Este procedimento leva a uma prática de trabalho, layout padrão e práticas favoráveis à saúde física, mental e ambiental.
5. Shitsuke- senso de autodisciplina – Refere-se à manutenção e revisão de padrões. Desde a implementação dos anteriores 4Ss, eles tornaram-se uma nova forma de trabalhar e não devem permitir o retorno às antigas práticas. Porém, quando há uma nova melhoria ou ferramenta, ou a decisão de implementar novas práticas, é aconselhável rever os quatro princípios anteriores

O objetivo da metodologia 5S é melhorar a eficiência através da definição adequada dos objetivos na utilização dos materiais, identificando os desnecessários e salientando a importância na organização, limpeza e identificação de materiais e espaços de trabalho, bem como da manutenção e também da melhoria dos próprios 5S. Os principais benefícios desta abordagem são os seguintes:

- Aumento da produtividade reduzindo o tempo perdido a procurar objetos – Os objetos necessários devem estar à mão;
- Custos reduzidos e melhor utilização de materiais – O acúmulo excessivo de materiais proporciona degeneração e custos desnecessários;
- Melhorar a qualidade dos produtos e serviços;
- Menos acidentes de trabalho;
- Aumento da satisfação das pessoas com o seu trabalho.

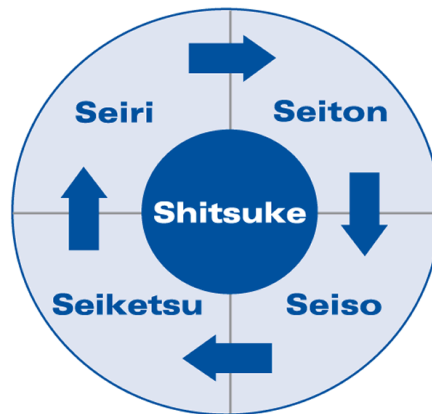


Figura 3.2 – Metodologia 5S [3].

3.4 Indústria 4.0

Os avanços à indústria 4.0 foram considerados movimentos estratégicos da Alemanha para sedimentar o seu posicionamento como um dos países que mais investe em investigação e desenvolvimento no mundo e se destacar frente a outras potências mundiais, o conceito foi criado em 2011 e adotado em 2013 como indústria 4.0 [6].

Quando nos referimos à indústria 4.0 (Alemanha/União Europeia) ou produção inteligente (Estados Unidos) não podemos deixar de ligar tais conceitos às revoluções industriais que ocorreram na história [7]. As três primeiras revoluções industriais surgiram do resultado da mecanização de processos, do uso da eletricidade e do surgimento da TI, respetivamente, podemos ver esta evolução

representada esquematicamente na figura 16. Agora, a introdução da IOT e do CPS, no meio industrial, inaugura um movimento chamado de quarta revolução industrial [8].

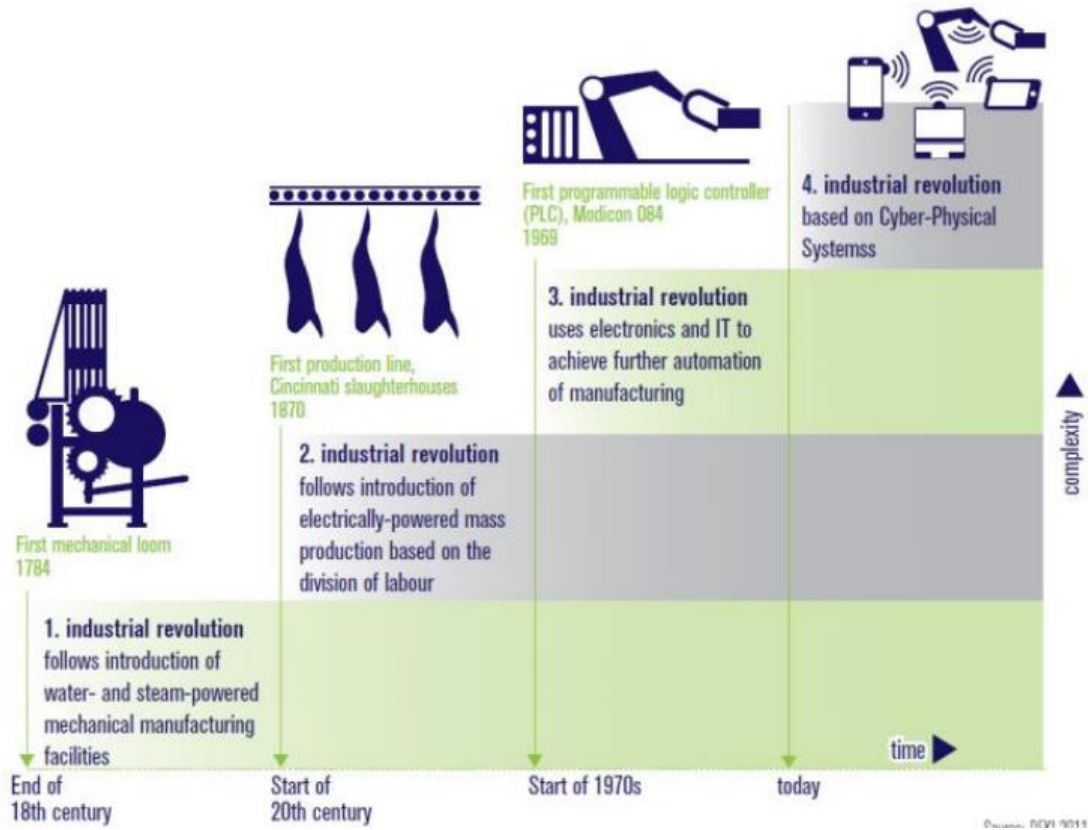


Figura 3.3 - Evolução industrial do ponto de vista temporal [11].

Este movimento representa uma mudança de paradigma na indústria [7] e transforma as fábricas em um ambiente interligado através de máquinas inteligentes que são capazes de melhorar processos de forma autónoma, potencializando o seu desempenho e para o trabalhador possibilitará que deixe de realizar tarefas rotineiras, permitindo que haja tempo para se dedicar a tarefas mais criativas, complexas e de maior valor acrescentado [8].

Thoben, Wiesner, Wuest, Kagermann, Wahlster e Helbig alegam que a indústria 4.0, através da transformação tecnológica, impactará diretamente a economia de recursos e sustentabilidade, melhorando a sua utilização e potencializando resolução de desafios mundiais, como melhoria da eficiência energética, por exemplo. [7] e [8]. Por outra ótica, existem alertas quanto aos desafios ambientais resultantes de maior exigência, mediante ao avanço da indústria 4.0, de recursos naturais já escassos [9].

Em Portugal, o Ministério da Economia, lançou em 2017 a iniciativa Portugal i4.0 para identificar as necessidades da indústria portuguesa e orientar medidas quanto

ao tema, em 2019, foi lançada a segunda etapa do projeto que dá continuidade à iniciativa. [10] e [11].

A indústria 4.0 tem como intuito a ampla integração da indústria, a parte tecnológica liga-se a parte humana em níveis hierárquicos distintos. [7] Através da tecnologia, trabalhadores, máquinas e recursos estão interligados para tornar o ambiente mais conectado, para que processos e decisões se tornem mais eficazes. A indústria 4.0 possui o potencial de transformar uma indústria, tornando-a mais eficiente [8].

3.4.1 Tecnologias da Indústria 4.0

A combinação de tecnologias que envolvem o ambiente da indústria 4.0 possibilita o surgimento das fábricas inteligentes (smart factories), que combinam homem, máquina e recursos de maneira mais eficiente [8]. Uma das tecnologias mais importantes desse processo, o CPS, será o centralizador da inteligência dessa nova fábrica [12] e a engrenagem que integra e se comunica com toda a cadeia de produção, promovendo melhoria em toda a estrutura dessa fábrica inteligente [8], que por sua vez, para obter sucesso na sua nova dinâmica, deverá se conectar à internet na sua totalidade. A IOT, que modifica a nossa percepção atual quanto a Internet, proporciona a conexão e interação de toda a fábrica à web, este nível de conexão viabiliza que máquinas possam tomar decisões cada vez com mais autonomia e que essa mesma máquina seja monitorada de forma remota, possibilitando maior eficiência, flexibilidade e redução de custos [13].

Por mais que não seja o tema central do relatório de estágio, é necessário entender as 9 tecnologias [14] que estão subjacentes ao paradigma da Indústria 4.0, que estão apresentadas abaixo:

- **Análise de dados:** Análise e gestão de grandes quantidades de dados proporcionando aumento do desempenho e otimização dos processos industriais, melhorando a qualidade de produção ao propiciar uma melhor leitura de cenários e tomadas de decisão mais velozes [14];
- **Robótica:** A inclusão de robôs inteligentes aos processos industriais, há o aumento de desempenho e disponibilidade, além de reduzir custos [14];
- **Simulação:** A simulação computacional é utilizada em plantas industriais para analisar dados em tempo real e testes, aperfeiçoando as configurações de máquinas para as próximas produções, disponibilizando assim uma visão virtual antes de qualquer mudança real, o que otimiza recursos, melhora a performance e mais economia [14];

- Integração de sistemas: Melhora a harmonia entre todos que fazem parte do ecossistema, garantindo uma gestão integral de experiência para que cadeias de valor sejam realmente automatizadas [14];
- IOT: Consiste na conexão entre rede de objetos físicos, ambientes, veículos e máquinas por meio de dispositivos eletrônicos, permitindo uma coleta e troca de informações mais rápida e efetiva [14];
- Cibersegurança: Fundamental que as empresas possuam sistemas de cibersegurança que protejam sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas [14];
- Computação em nuvem: Fornece recursos que refletem em uma importante redução de custo, tempo e eficiência na execução destas tarefas em relação a armazenamento de dados, transferência de informação e comunicação [14];
- Manufatura aditiva: Conhecida como impressão em 3D, esta estratégia pode ser utilizada para criar produtos personalizados que oferecem vantagens de construção e desenhos complexos [14];
- Realidade aumentada: Entre diversas utilizações, pode garantir a gestão e operação de determinadas máquinas remotamente, melhorando procedimentos de trabalho, além de realização de testes com a utilização de óculos de realidade aumentada [14].

4 MANUTENÇÃO NA SRAMPORT

4.1 Introdução

Na SRAMPORT, a gestão da manutenção é feita através da aquisição e posterior incorporação dos equipamentos em planos de manutenção preventiva e pelos pedidos de intervenção em situações de manutenção corretiva. A necessidade de intervenção surge em resposta a falhas identificadas nos equipamentos da linha de produção, podendo ser categorizadas como falhas mecânicas ou elétricas. Este processo abrange tanto a prevenção de problemas quanto a resolução de avarias para assegurar a eficiência da produção.

A aquisição e inclusão de um equipamento seguem um processo previamente definido pela equipa de manutenção. Inicialmente, cria-se a presença do ativo físico no sistema informático SAP e atribui-se uma chapa com o seu número de identificação. Uma vez identificado, o engenheiro responsável pela manutenção verifica e prepara a documentação física e virtual, contendo informações cruciais para caracterizar e garantir o bom funcionamento do equipamento. Posteriormente, inicia-se a elaboração dos planos de manutenção preventiva, assegurando uma abordagem proativa para a preservação do equipamento.

São estabelecidos dois tipos de gamas de manutenção: a nível I, relacionada com a manutenção autónoma e a nível II, associada à manutenção preventiva propriamente dita. A criação dessas gamas é realizada mediante a utilização de documentos fornecidos pelos fabricantes, informações provenientes do histórico de equipamentos semelhantes e experiências previamente adquiridas. Este processo visa garantir uma abordagem fundamentada e eficaz na gestão da manutenção, incorporando conhecimentos específicos e dados relevantes.

No contexto das gamas de manutenção nível I, o engenheiro responsável pela manutenção imprime e distribui tarefas mensais aos operários. Essas folhas detalham as ações de conservação a serem realizadas na fábrica, sendo posteriormente recolhidas para registo no sistema informático. Este processo não se encerra aqui, pois os operadores podem identificar anomalias nos equipamentos, desencadeando procedimentos de manutenção corretiva. Nesse caso, o chefe de turno é chamado para avaliar o problema e realizar o pedido de intervenção no sistema informático, fornecendo informações como o equipamento afetado, descrição da avaria, tipo e grau de prioridade, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 4.1 - Classificação dos pedidos de intervenção e sua descrição.

Classificação das prioridades	Descrição
Perigo de acidente	Máxima prioridade de intervenção no equipamento, uma vez que se identificou a existência de perigo ao operar com o equipamento nas condições atuais.
Equipamento parado e/ou produção reduzida	O problema identificado está a causar paragem do equipamento ou, em alguns casos, o equipamento mantém-se em funcionamento, mas em condições que prejudiquem a cadência da máquina.
Equipamento degradado	O equipamento funciona corretamente não havendo perda de cadência, mas um ou vários componentes apresentam danos visíveis.
Melhoria	Qualquer colaborador que identifique uma sugestão de melhoria a implementar no equipamento. Após avaliação pelo responsável de manutenção pode seguir ou não para execução.
Instalação	Trata-se de um pedido de intervenção para instalação de algum equipamento, acessório ou infraestrutura. Estas instalações são planeadas pelos responsáveis e são executadas nas datas planeadas.

Quanto às intervenções relacionadas às gamas de manutenção nível II, estas são programadas mensalmente no sistema SAP e executadas pelos técnicos de manutenção. Após concluírem as suas tarefas, os técnicos procuram identificar potenciais problemas. Se não forem encontrados problemas, a ação é encerrada no sistema, confirmando o tempo de trabalho dedicado. Caso contrário, avalia-se a necessidade de recorrer a subcontratação ou realizar uma intervenção interna para abordar as questões identificadas. Cabe então ao engenheiro responsável pela manutenção avaliar e tomar a decisão de subcontratação ou de definir que se trata de um trabalho interno.

Quando se opta pela intervenção interna, os técnicos de manutenção respondem aos pedidos seguindo a ordem de prioridade, conforme indicado na Tabela 1 e averigam os materiais necessários para solução do problema. Se houver falta, essa informação é comunicada ao responsável pela manutenção, que, por sua vez, faz o pedido de requisição e o regista no SAP. Com os materiais obtidos, a intervenção é realizada e posteriormente, é encerrada no sistema, conforme mencionado anteriormente. O encerramento da intervenção interna é conduzido pelo técnico de manutenção, que elabora um relatório conciso descrevendo as atividades realizadas.

No cenário de subcontratações, o engenheiro responsável pela manutenção assume a responsabilidade de solicitar orçamentos para os trabalhos em questão, aguardando a aprovação da gerência. A SRAMPORT mantém fornecedores próximos para alguns casos, oferecendo um tempo de resposta rápido que valoriza essas subcontratações. Após a conclusão do trabalho pela empresa externa, o engenheiro efetua o encerramento do processo de maneira semelhante ao descrito para as intervenções internas.

Após a submissão do pedido de intervenção, este fica disponível no SAP para consulta dos técnicos responsáveis pela manutenção, incluindo aqueles que foram emitidos pelos chefes de turno e pelo engenheiro responsável pela manutenção. Dado que as falhas são categorizadas como elétricas ou mecânicas, os técnicos de manutenção elétrica verificam a lista de pedidos no centro de trabalho elétrico, enquanto os técnicos de manutenção mecânica consultam a lista associada às avarias mecânicas no centro de trabalho mecânico.

4.2 Manutenção Autônoma

A manutenção autónoma, referida como gama nível I no subcapítulo 4.1, representa o primeiro pilar da TPM. Esta prática é cuidadosamente delineada nos equipamentos envolvidos no processo de produção das correntes, na montagem de rodas e pedais, além dos testes e controlo de qualidade. Cada máquina é identificada com um número único, facilitando o seu reconhecimento conforme definido no segundo senso da metodologia 5S. Estas máquinas estão sujeitas a um conjunto específico de ações de conservação, executadas semanalmente pelos operadores. Na figura 17 estão representadas as ações de conservação para uma máquina de bariar.



26.07.2024 Registo Manutenção N1-Semanal MALMEIDA Cópia 2 Página 1

Ordem	2709186	Plano manutenção	313
1000036-Máquina de bariar/AFI			
Data Inicial	08.07.2024	Data Final	08.07.2024
Loc. instalação	0341/TRT/BAR	BAR	
Equipamento	1000036	Máquina de bariar	
Dossier	620	Localização	BAR
Cr. trab. resp.	AFI		

```

0010      Nível 1 - Semana 1
0010      -----LIMPEZA-----
0011      Chão nas redondezas do tambor
0012      Peças presas na parte de trás do tambor
0013      Chapa frontal de proteção
0020      -----INSPEÇÕES-----
0021      Desgaste da cuba do tambor
0022      Estado das correias de transmissão
0023      Cabos eléricos descarnados
0024      Estado da escada de acesso
0025      Estado das botoneiras
0026      Funcionamento segurança rotação tambor
0027      Funcionamento segurança posição funil
0028      Funcionamento segurança chapa frontal
0029      Desgaste no ralo (prisão de peças)
0030      -----LUBRIFICAÇÃO-----
0031      Copos lubrificação tampa com massa geral

0020      Nível 1 - Semana 2
0010      -----LIMPEZA-----
0011      Chão nas redondezas do tambor
0012      Peças presas na parte de trás do tambor
0013      Chapa frontal de proteção
0020      -----INSPEÇÕES-----
0021      Desgaste da cuba do tambor
0022      Estado das correias de transmissão
0023      Cabos eléricos descarnados
0024      Estado da escada de acesso
0025      Estado das botoneiras
0026      Funcionamento segurança rotação tambor
0027      Funcionamento segurança posição funil
0028      Funcionamento segurança chapa frontal
0029      Desgaste no ralo (prisão de peças)
0030      -----LUBRIFICAÇÃO-----
0031      Copos lubrificação tampa com massa geral
    
```

Figura 4.1- Gama de manutenção nível I para uma máquina de bariar.

Estas ações são consistentes ao longo das semanas e as instruções associadas são feitas de maneira a conter a informação essencial para garantir a fácil execução, sendo claras o suficiente para serem compreendidas por qualquer membro da fábrica.

SRAM.

09.01.2024 Registo Manutenção NI-Semanal MALMEIDA Cópia 2 Página 1

Ordem	2703290	Plano manutenção	313
1000010-Forno de revenido , RIPOCHE/AFI			
Data Inicial	25.12.2023	Data Final	25.12.2023
Loc. instalação	0341/TRT/REV	REV	
Equipamento	1000010	Forno de revenido , RIPOCHE	
Dossier	610	Localização	REV
Ctr. trab. resp.	AFI		

0010	Nivel 1 Semana 1	_____
0010	INSP:Relogio e campanha	_____
0020	LUB:Chumaceiras do veio do ventilador	_____
0030	LUB:Pinhoes e correntes abertura forno	_____
0020	Nivel 1 Semana 2	_____
0010	INSP:Relogio e campanha	_____
0020	LUB:Chumaceiras do veio do ventilador	_____
0030	LUB:Pinhoes e correntes abertura forno	_____
0030	Nivel 1 Semana 3	_____
0010	INSP:Relogio e campanha	_____
0020	LUB:Chumaceiras do veio do ventilador	_____
0030	LUB:Pinhoes e correntes abertura forno	_____
0040	Nivel 1 Semana 4	_____
0010	INSP:Relogio e campanha	_____
0020	LUB:Chumaceiras do veio do ventilador	_____
0030	LUB:Pinhoes e correntes abertura forno	_____
S1	_____	S2 _____
		S3 _____
		S4 _____

Figura 4.2 – Instruções para o forno de revenido.

Na figura 18, há um exemplo destas instruções para o forno de revenido ilustrado na figura 19. De notar que são ações simples, envolvendo a inspeção, limpeza e lubrificação dos equipamentos. Todas as máquinas na fábrica possuem folhas de manutenção correspondentes, atualizadas mensalmente para que os operadores indiquem se realizaram as ações necessárias. Após a coleta dessas folhas, as tarefas executadas são registadas no sistema informático para calcular a eficácia do trabalho. Caso seja identificado um nível inaceitável de eficácia, podem ser implementadas medidas para garantir a execução correta dessas atividades de manutenção.



Figura 4.3 – Forno de revenido (Ripoche).

As melhorias destacadas na figura seguidamente apresentada (figura 20) focaram na organização e atualização das intervenções nos diversos fornos, como FCH, CTC e Ripoche, na BAR, SEC, POL e EBS. Estas melhorias incluíram a categorização das tarefas de acordo com os tipos de ação, como limpeza, inspeção e lubrificação. Esta abordagem contribui para tornar o processo de intervenção mais eficiente e menos monótono.

Proposta de melhoria apresentada:

Forno de revenido RIPOCHE/AFI

- 0010 Nível 1 – Semana 1
- 0010 -----LIMPEZA-----
- 0011 Excesso de massas lubrificantes
- 0012 Copos de lubrificação após a sua lubrificação
- 0013 Calhas de abertura (massa velha)
- 0014 Veio e espaço envolvente
- 0020 -----INSPEÇÕES-----
- 0021 Segurança fim de curso
- 0022 Estado dos cabos elétricos
- 0023 Estabilidade das calhas de abertura forno
- 0024 Estado do microswitch de abertura da tampa
- 0030 -----LUBRIFICAÇÃO-----
- 0031 Pinhões e correntes de abertura do forno (com massa geral)
- 0032 Chumaceiras do veio do ventilador (com massa geral) 2 bombadas
- 0033 Guias e roletes das calhas de abertura do forno (com massa geral)

Figura 4.4 – Propostas de melhoria apresentadas.

Além disso, destacar também que foi enfatizada a apresentação das massas lubrificantes a serem utilizadas durante a manutenção. Este aspeto é crucial, pois a identificação específica das massas lubrificantes é relevante para esclarecer qual tipo deve ser utilizado, uma vez que cada máquina requer uma massa lubrificante específica para operar nas condições ideais, tornando esta ação menos espontânea e mais delicada.

5 INDÚSTRIA 4.0 NA SRAMPORT

Na estrutura da empresa, evidenciam-se indicadores que comprovam a implementação de ferramentas da Indústria 4.0. A presença de monitores tanto na fábrica quanto nos escritórios onde são exibidos dados em tempo real como o desempenho das linhas de montagem, prensas e fornos, revela a integração dessas tecnologias. Estas informações são alimentadas pelo sistema NAVIGO da Critical Software.

Destaca-se que todos os colaboradores possuem acesso direto a esses dados, os quais são obtidos através da coleta automatizada pelos autómatos incorporados nos equipamentos. Posteriormente, estes dados são armazenados em uma base de dados, sendo acessíveis através da tecnologia de nuvem. No âmbito do indicador OEE, os dados são encaminhados diretamente para uma base de dados, e os operadores inserem informações adicionais para aprimorar o cálculo.

Além da abordagem voltada para o desempenho global da produção, a empresa explorou a Indústria 4.0 em termos mais técnicos, especialmente relacionados aos equipamentos específicos. Por exemplo, na prensa KAISER 2, embora a tecnologia de análise de vibrações esteja instalada, atualmente, a sua inatividade é atribuída a investimentos em outros setores pela SRAMPORT como a expansão da fábrica e também uma contenção de custos devido a uma baixa de encomendas após pandemia que ainda se reflete nos dias de hoje.

Outro exemplo materializa-se na prensa HAULICK, onde diversos parâmetros são meticulosamente coletados. A leitura da temperatura em pontos críticos é uma prática comum, utilizando sensores para identificar anomalias quando os valores típicos são ultrapassados. Além disso, a força fornecida pela tonelagem da prensa e o número de reposições de pressão são dados essenciais para monitorar o funcionamento adequado do equipamento.

Atualmente a SRAMPORT está a iniciar um projeto no âmbito da gestão de energia, onde irá investir e instalar equipamentos de monitorização de consumos das diversas fontes de energia e outros grandes consumos como por exemplo a eletricidade, o gás natural, o azoto e a água. Como primeiro objetivo será começar a medição para ter a noção de quanto estão a gastar em cada um dos recursos e terem um consumo específico como por exemplo kilowatt hora/metro de corrente ou lote. Como segundo objetivo seria essa monitorização de consumos permitir a construção de históricos e posteriormente, níveis normais e limites de alarme. Como exemplo ver numa plataforma online, a tendência ascendente no consumo de eletricidade de um FCH e quando este chegasse ao nível de alarme agendar a substituição da resistência que está com defeito.

O propósito subjacente a essa abordagem tecnológica é efetuar registos em tempo real dos valores capturados pelos sensores, permitindo um estudo aprofundado do comportamento dos equipamentos e a construção de um histórico de dados. Com o conhecimento dos valores típicos associados ao bom funcionamento das

máquinas, torna-se possível estimar a vida útil dos componentes analisados. Essa perspectiva otimiza as intervenções de manutenção, alinhando-as de maneira mais eficaz com as prioridades de produção.

Desta maneira, a evolução da manutenção condicionada na empresa orienta-se pela integração destas tecnologias avançadas, direcionando as intervenções para a chamada manutenção preditiva. A capacidade de prever falhas, aliada à automação das medições, não apenas aumenta a disponibilidade dos equipamentos, mas também contribui significativamente para a redução dos custos associados a falhas imprevistas.

5.1 Propostas de melhoria da Indústria 4.0 para a SRAMPORT

Apesar de a SRAMPORT ter implementado tecnologias associadas à Indústria 4.0, identificam-se alguns aspetos ainda por desenvolver devido a alguns aspetos mencionados anteriormente.

Ao longo deste estágio, na realização da distribuição e recolha das folhas relativas às tarefas da manutenção autónoma, constatou-se um investimento temporal significativo. Esta situação deve-se à necessidade de percorrer toda a fábrica para efetuar esta entrega. Contudo, esta ação, que acarreta deslocações desnecessárias, poderia ser otimizada através do envio automático destas tarefas por um CPS. Propõe-se o envio semanal de lembretes aos colaboradores para notificação das tarefas a realizar, facilitando a seleção das concluídas e potenciando uma gestão mais eficaz do tempo de trabalho.

Outra observação relevante neste contexto refere-se aos parâmetros analisados pelos sensores, que, atualmente, servem apenas para a recolha de dados. Sugere-se a criação de níveis de alarme associados às medições efetuadas nos equipamentos, conferindo uma dimensão prática e eficiente a esta tecnologia. A proposta envolve a associação de limites aos sensores em tempo real, desencadeando notificações ou decisões pré-estabelecidas com base nos valores recolhidos.

No que diz respeito à análise de vibrações mecânicas, particularmente em máquinas rotativas como as prensas de estampagem, salienta-se a necessidade de desenvolvimento nesta área. Sugere-se a implementação desta análise diretamente em órgãos constituintes do equipamento, como rolamentos e motores de acionamento, recorrendo a acelerómetros para medir as vibrações. Esta abordagem permitiria detetar defeitos, tais como a degradação de rolamentos e transmissões defeituosas.

Também poderia ser efetuada uma análise ao consumo de energia dos equipamentos, que apesar das oscilações e picos que há seria interessante estudar este parâmetro

pois valores que fujam aos valores normais indicam um mau funcionamento do equipamento o que pode tornar-se mais tarde em avaria de algum componente, sendo assim importante armazenar e estudar este valor anormal e criar um alerta para o mesmo.

Já no que diz respeito à emissão de gases, na secção de tratamentos térmicos mais concretamente nos fornos usados para o tratamento térmico dos componentes fabricados, implementar sensores de gases e mais uma vez criar níveis de alerta para valores que não estejam dentro dos valores normais, valores estes que podem contribuir para a identificação de problemas, como por exemplo, o consumo em excesso de gases utilizados neste processo, ou seja, que a combustão está a ocorrer conforme o que é esperado, a avaria de algum componente do forno que cause algum gás que seja detetado pelo sensor.

Uma análise de desgaste das peças que sofrem desgaste em equipamentos que sejam importantes para a empresa para perceber se de alguma forma aquele desgaste possa ser minimizado.

A implementação deste sistema deve contemplar considerações relativas ao local de medição, à montagem do sensor e às gamas de temperatura a que o mesmo pode estar sujeito. Esta solução visa conferir maior autonomia ao equipamento, permitindo uma gestão mais eficiente das intervenções de manutenção.

Importa salientar que a estimação dos valores de alarme pode ser obtida através da consulta da documentação do fabricante, análise do histórico do equipamento em condições normais de funcionamento ou a aplicação de normas específicas que categorizem os equipamentos consoante as suas características, abrangendo a maioria das aplicações.

A Indústria 4.0, dada a sua amplitude, propicia diversas oportunidades de melhoria e sugestões inovadoras, como a robotização da fábrica e a integração de inteligência artificial em processos de tomada de decisão autónoma.

A implementação da realidade aumentada para a resolução de problemas mais complexos onde os técnicos de manutenção necessitem auxílio para solucionar a avaria.

No entanto, é fundamental estudar cuidadosamente o aspeto financeiro para assegurar o retorno económico e gerir de forma atenta a crescente autonomia destas tecnologias, evitando descontrolos nas unidades industriais.

6 TEMPLATES PARA DAR FORMAÇÃO AOS DIFERENTES NÍVEIS

A introdução destes templates para a formação dos operadores, chefes de turno e técnicos de manutenção representa o sexto pilar da TPM. Ao padronizar este processo de aprendizagem a empresa promove a procura pela excelência operacional e a redução de perdas associadas à falta de conhecimento.

A SRAMPORT adquiriu há cerca de 2 anos um novo forno o qual denominaram CTC3 sendo que este se trata de um forno de cementação ou têmpera em contínuo e é composto por quatro partes ilustradas na figura 21 sendo elas o forno de têmpera ou cementação, o banho de emulsão, a lavadora e o forno de revenido.

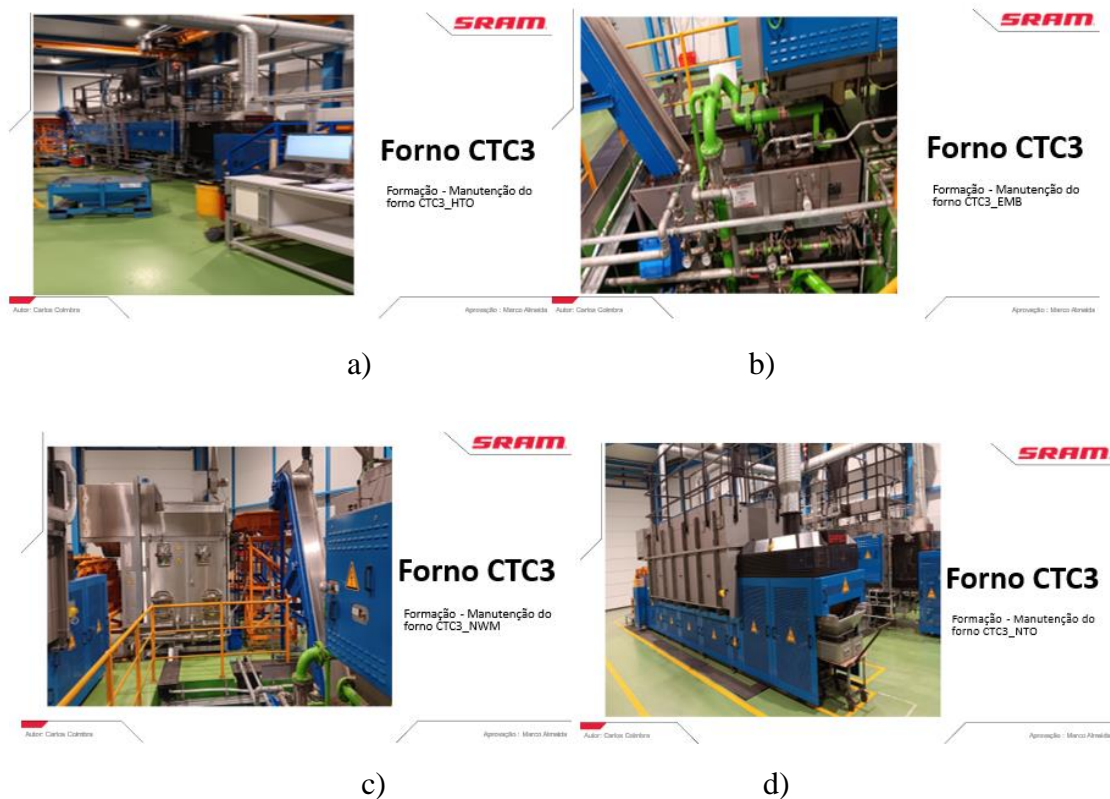


Figura 6.1 – Partes do forno CTC3: a) HTO- forno de têmpera ou cementação; b) EMB- banho de emulsão; c) NWM- lavadora; d) NTO-forno de revenido.

O seu processo consiste em colocar as peças no forno sejam placas ou outro tipo de peças, peças estas transportadas num contentor que vão ser despejadas num recipiente que está ligado a uma calha vibratória que vai doseando as peças para uma esteira que transporta as peças para dentro do forno, à entrada do forno está um queimador que queima os gases resultantes do processo de aquecimento das peças e

só depois é que estas entram para dentro do forno onde vão estar por algum tempo, mas sempre em movimento, depois de serem aquecidas até uma temperatura de cerca de 900°C as peças caem para um banho de água e óleo. Seguidamente estas peças através de um tapete magnético são levadas para outra calha vibratória que faz o doseamento para dentro da lavadora, onde vão ser transportadas por uma retorta até à outra extremidade, durante o tempo que estas estão dentro da retorta as peças são lavadas e secas para retirar as impurezas, quando chegam ao final da lavadora caem para mais uma calha vibratória que faz o doseamento das peças para a esteira do forno de revenido onde as peças atingem uma temperatura de 300°C e aliviam tensões. Por fim, caem dentro do contentor onde ficam a arrefecer para seguir para outro local.

Como se trata de um equipamento novo tem de se elaborar um plano de manutenção, como já foi referido mais acima, que foi criado aquando a instalação do forno, contudo, foi necessário reformular este plano de manutenção e para tal, foi pedido que se criassem templates para dar formação aos diferentes níveis, ou seja, aos operadores, aos chefes de turno e aos técnicos de manutenção sendo que estes estão diretamente ligados aos dois tipos de gamas de manutenção sendo eles o nível 1 e o nível 2.

Para a elaboração do template, template este que conta com 28 slides e que consta no anexo B, foi necessário primeiramente ler e reler o manual do fabricante da máquina para perceber e identificar as manutenções autónomas e preventivas. Estando estas identificadas podemos começar a definir como irá ser o template, sendo que, para a manutenção autónoma decidiu-se separar em tarefas a ser feitas diariamente e semanalmente que correspondem ao modo operativo e à gama de manutenção nível 1 respetivamente. De notar mais uma vez que estas ações são simples e estão agrupadas pelos grupos de limpeza e inspeção, a lubrificação neste caso não entra, uma vez que o plano de lubrificação contempla lubrificações mensais e semestrais e estas entram para a gama de manutenção nível 2.

Foi necessário também ter em conta as sugestões do responsável por este equipamento que ao longo deste ano de trabalho com o forno foi-se apercebendo de algumas anomalias do forno e estas anomalias poderiam ter sido evitadas com a manutenção autónoma o que levou a que estas fossem colocadas no template de modo a prevenir eventuais falhas futuras como foi o caso da limpeza de um sensor que por acumulação de sujidade dava erro, podemos ver este exemplo descrito na figura 22.

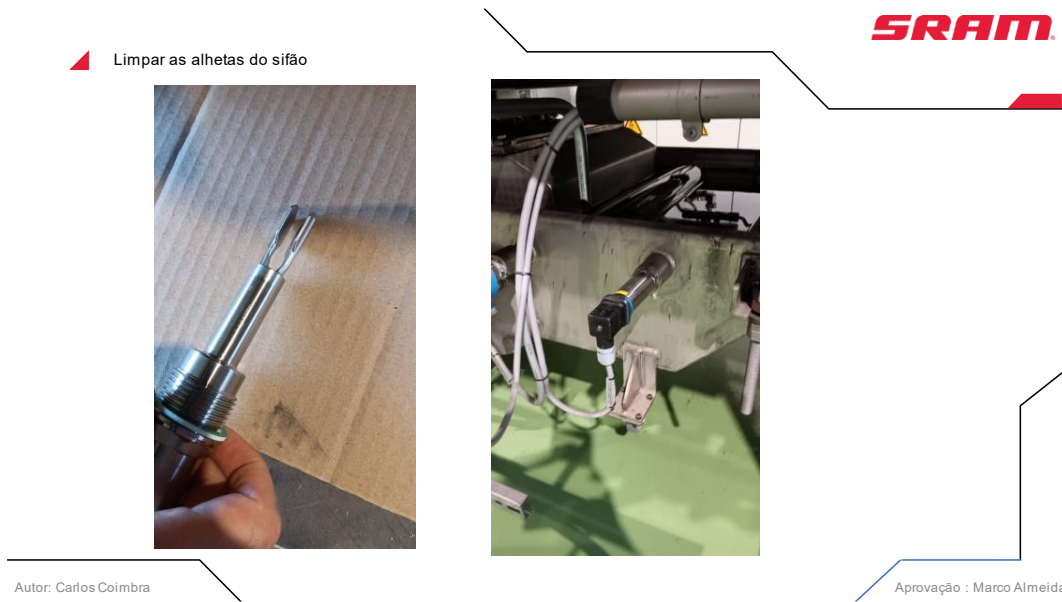


Figura 6.2 – Slide do template do sensor referido no parágrafo anterior.

Tendo o template concluído e a aprovação do responsável de manutenção foi dada formação, na qual fui formador auxiliar aos operadores para que estes pudessem executar o trabalho pretendido sem qualquer dúvida.

No que diz respeito às gamas de manutenção de nível 2, como já foi referido mais acima, foram identificadas as manutenções preventivas e então foram separadas em tarefas a realizar mensalmente, semestralmente e anualmente. De notar mais uma vez que estas ações são simples e estão agrupadas pelos grupos de limpeza, inspeção e também lubrificação.

Para a elaboração do template ilustrado na figura 23 e com 48 slides foi necessário mais uma vez o manual do fabricante, o responsável pelo equipamento e a intervenção que foi realizada pelos técnicos da própria marca.



Figura 6.3 – Slide do template relativo às gamas de manutenção nível 2.

Também foi pedido a elaboração de um template para dar formação aos operadores e afinadores das CHC que são responsáveis pela montagem das correntes, as peças após terem sido tratadas, termicamente e superficialmente, as peças soltas são encaminhadas para a montagem, montagem esta que vai ser descrita seguidamente.

A CHC, ilustrada na figura 24, é dividida em seis módulos, cada um com a sua função. Primeiramente, no primeiro módulo são cravados dois eixos na placa exterior inferior constituindo assim os elos. Esses são, seguidamente, unidos pela placa interior inferior no segundo módulo. No terceiro módulo, são colocados os rolos encaixados nos respetivos eixos. Depois, no quarto módulo é colocada a outra placa interior (que neste caso é denominada por superior) faltando apenas a colocação da placa exterior superior para a obtenção da corrente completa, cuja operação é executada no quinto módulo. Finalmente, no sexto módulo é feita a calibração que regula a cota do eixo que sai fora das placas. É de realçar que todo este processo descrito é realizado a grande velocidade, sendo alcançadas produções que se situam próximas dos 400 metros de corrente por hora.



Figura 6.4 – Máquina de montar corrente.

A linha de montagem avança e é feita a rebitagem da corrente (figura 25), ou seja, a deformação da extremidade do eixo de forma a garantir a união do conjunto para que todos os componentes não se separem. Este processo pode ser realizado de duas formas:

- Por esmagamento, através de discos;
- Por pancada.



Figura 6.5 – Rebitagem.

A próxima etapa consiste no tensionamento, evidenciado na figura 26, e no controlo da corrente, onde esta é tencionada a $1/3$ da sua carga de rotura de forma a garantir a qualidade desejada.



Figura 6.6 – Módulo de Tensionamento.

A seguir, as correntes passam por uma máquina de controlo, como podemos ver na figura 27, efetuado através de visão artificial, onde câmaras de alta velocidade

inspecionam toda a corrente de forma a detetar qualquer erro ou defeito que ainda possa existir.

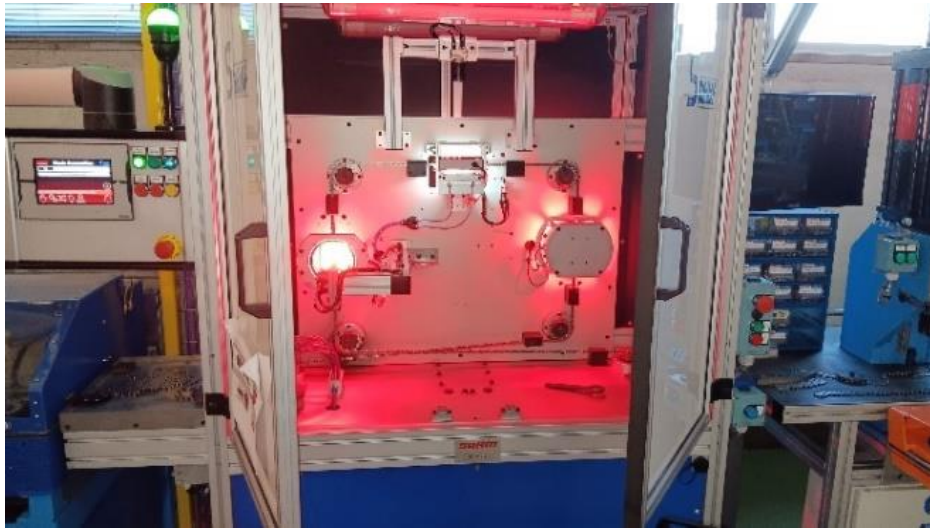


Figura 6.7 – Máquina de visão.

No passo seguinte é feita a lubrificação da corrente, representada na figura 28, pois quando é enviada para o cliente já segue devidamente lubrificada. Esta tarefa é executada na lubrificadora através de um processo de imersão e posterior remoção dos excedentes de massa que ficam na corrente.



Figura 6.8 – Lubrificadora.

Finalmente é efetuado o corte e embalagem da corrente, o qual é realizado num equipamento denominado LDF destacada na figura 29. Neste equipamento a corrente é cortada com o número de malhas desejadas pelo cliente e embalada em caixas (Barquetes) de 25 ou 50 unidades. Se for o caso do pedido do cliente, em vez de cortada, pode ainda ser embalada em bobines. Todo este processo de montagem desde a CHC até à LDF é automático.



Figura 6.9 – Máquina de corte de corrente.

Após todo este processo de montagem as correntes estão prontas para serem enviadas para os clientes, sendo as paletes de corrente já cortada ou em bobines colocadas no armazém de expedição para serem entregues, figura 30.



Figura 6.10 – Paletes com corrente já cortadas ou em bobines.

Para a criação do template, template este ilustrado na figura 31 e com 120 slides, foi necessário consultar as folhas referentes às gamas de manutenção nível 1 existentes para as CHC, neste caso a da linha 10. Como já foi referido foram separadas em ações simples como a limpeza, a inspeção e a lubrificação. Foi também necessário ter em atenção alguns detalhes referidos pelo responsável da manutenção assim como da pessoa que viu “nascer” estas máquinas na empresa.



Figura 6.11 – Template para formação dos operadores e afinadores da linha 10.

7 GESTÃO DE ROLAMENTOS E VEDANTES

7.1 Gestão de rolamentos

Tanto os rolamentos como os vedantes que são utilizados nas diversas máquinas na SRAMPORT são considerados material não gerido, querendo isto dizer que não entra no sistema informático SAP. Assim sendo todo este material não gerido acaba ao fim de algum tempo ficar desorganizado surgindo assim uma necessidade de melhoria onde este material fosse controlado de alguma forma. Para tal criou-se um Excel destinado à listagem de rolamentos como podemos ver na figura 32.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ROLAMENTO	BLINDAGEM	QUANTIDADE						
2	2202	2RS	2						
3	2205	2RS	5						
4	3204	BD	13				Procurar	6004	
5	3205	ATN	2						
6	5097	NATB	6						
7	6000	2RS	7						
8	6001	2RS	10						
9	6002	2RS	11						
10	6003	2RS	8						
11	6004	2RS	10						
12	6004	ZZ	5						
13	6005	2RS	6						
14	6005	zzc3	6						
15	6006	2RS	7						
16	6007	2RS	3						
17	6008	2RS	3						
18	6009	ZZ	1						
19	6010	2RS	5						
20	6012	2RS	1						
21	6200	2RS	8						
22	6201	2RS	7						
23	6202	2RS	2						
24	6203	ZZ	7						
25	6204	2RS	11						
26	6205	2RS	5						
27	6206	2RS	7						
28	6207	ZZ	2						
29	6210	2RS	5						
30	6302	ZZR	4						
31	6302	2RS	8						

ROLAMENTO	BLINDAGEM	QUANTIDADE
6004	2RS	10
6004	ZZ	5

Figura 7.1 – Excel inicialmente criado para a gestão de rolamentos.

Apesar deste Excel ter sido criado acabou por ser abordado superficialmente. Foi então pedido que se criasse um programa em Excel para otimizar este Excel primeiramente criado. Para tal foi feita uma procura de todos os rolamentos que estavam espalhados por vários locais sendo eles em duas gavetas no armário 7 da manutenção e num armazém que está à parte da fábrica o qual é denominado MG. Estes locais podem ser vistos na figura 33.



a)

b)

Figura 7.2 – a) Disposição da área da manutenção antes de mudada; b) Destaque do armário 7 à esquerda e foto do MG à direita.

Com esta disposição de arrumação os rolamentos poderiam estar tanto na gaveta de cima como na gaveta de baixo ou então no MG tendo assim 3 locais onde o mesmo rolamento poderia ser encontrado como podemos ver na figura 34.



a)

b)

c)

Figura 7.3 – Locais possíveis para encontrar rolamentos antes da arrumação: a) Numa gaveta do armário 7; b) MG; c) Outra gaveta do armário 7.

Como a empresa se encontra em contenção de custos e em otimização de recursos, em vez de comprar um novo armário para arrumação dos rolamentos optou-se por, com os meios existentes adaptar um armário para a arrumação destes. Feito este armário primeiramente arrumou-se a zona da manutenção e identificou-se os armários que não tinha identificação de acordo com o segundo senso da metodologia dos 5s como podemos ver na figura 35.



Figura 7.4- Nova disposição dos armários com respetiva identificação.

Seguidamente, arrumaram-se todos os rolamentos por ordem seguindo as suas identificações também de acordo com o segundo senso da metodologia dos 5s, ou seja, número do rolamento e respetiva blindagem fazendo assim a sua contagem e criando uma listagem de rolamentos que agora se encontram todos no mesmo armário. Podemos observar a lista e o armário organizado na figura 36.

	A	B	C	D
	ROLAMENTO	BLINDAGEM	Quantidade	Inventário
1	6000	2RS	5	Gaveta 1.1
2	6001	2RS	12	Gaveta 1.1
3	6002	2RS	15	Gaveta 1.1
4	6003	2RS	5	Gaveta 1.1 e 1.2
5	6004	2RS	6	Gaveta 1.2
6	6004	ZZ	12	Gaveta 1.2
7	6004	2/C3	2	Gaveta 1.2
8	6005	2RS	6	Gaveta 1.2
9	6005	ZZC3	11	Gaveta 1.2
10	6200	2RS	7	Gaveta 1.2
11	6201	2RS	6	Gaveta 1.2
12	6202	2RS	6	Gaveta 1.2
13	6203	ZZ	7	Gaveta 1.2
14	6204	2RS	10	Gaveta 1.2
15	6204	ZZ	1	Gaveta 1.2
16	6006	2RS	7	Gaveta 1.3
17	6007	2RS	3	Gaveta 1.3
18	6008	2RS	3	Gaveta 1.3
19	6009	ZZ	1	Gaveta 1.3
20	6009	2RS	4	Gaveta 1.3
21	6010	2RS	5	Gaveta 1.3
22	6012	2RS	4	Gaveta 1.3
23	6208	ZZ	21	Gaveta 1.3 e 1.5
24	6205	2RS C3	35	Gaveta 1.4
25	6206	2RS C3	7	Gaveta 1.5
26	6207	ZZ	2	Gaveta 1.5
27	6208	Z	3	Gaveta 1.5
28	6301	ZZ	9	Gaveta 2.1
29	6302	ZZR	4	Gaveta 2.1
30	6303	2RS	13	Gaveta 2.1
31	6303	ZZ	5	Gaveta 2.1
32	2202	2RS	2	Gaveta 2.2



a)

b)

Figura 7.5- a) Nova listagem de rolamentos; b) Armário de rolamentos organizado.

Tendo esta listagem completa criou-se então a dita APP em Excel, destacada na figura 37, que tem como objetivo simplificar a procura do local dos rolamentos e facilitar a gestão de stock dos mesmos.

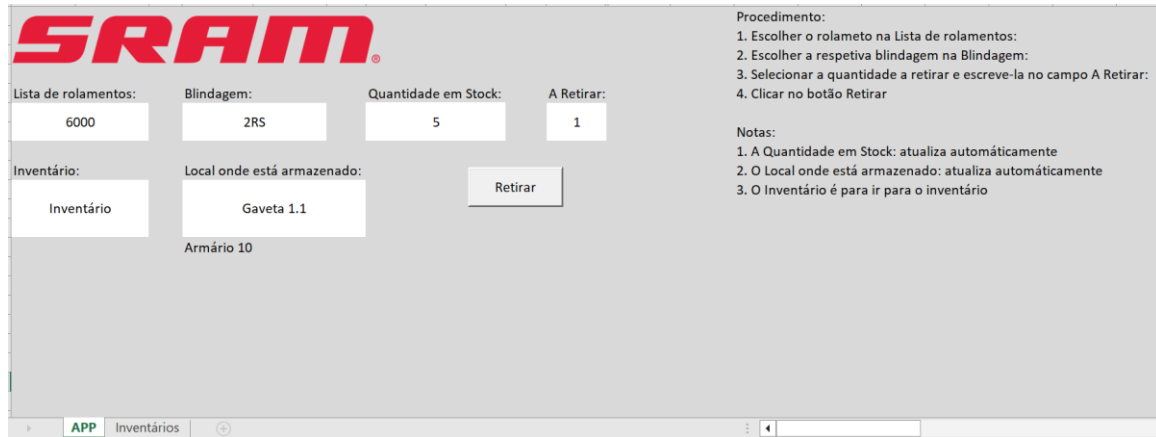


Figura 7.6 – APP criada em Excel.

APP esta que tem todos os rolamentos em uma lista que pode ser consultada ou começando a escrever o número do rolamento que a lista vai dando os possíveis rolamentos como fazendo simplesmente scroll pela lista e escolhendo o respetivo rolamento como é possível observar na figura 38.

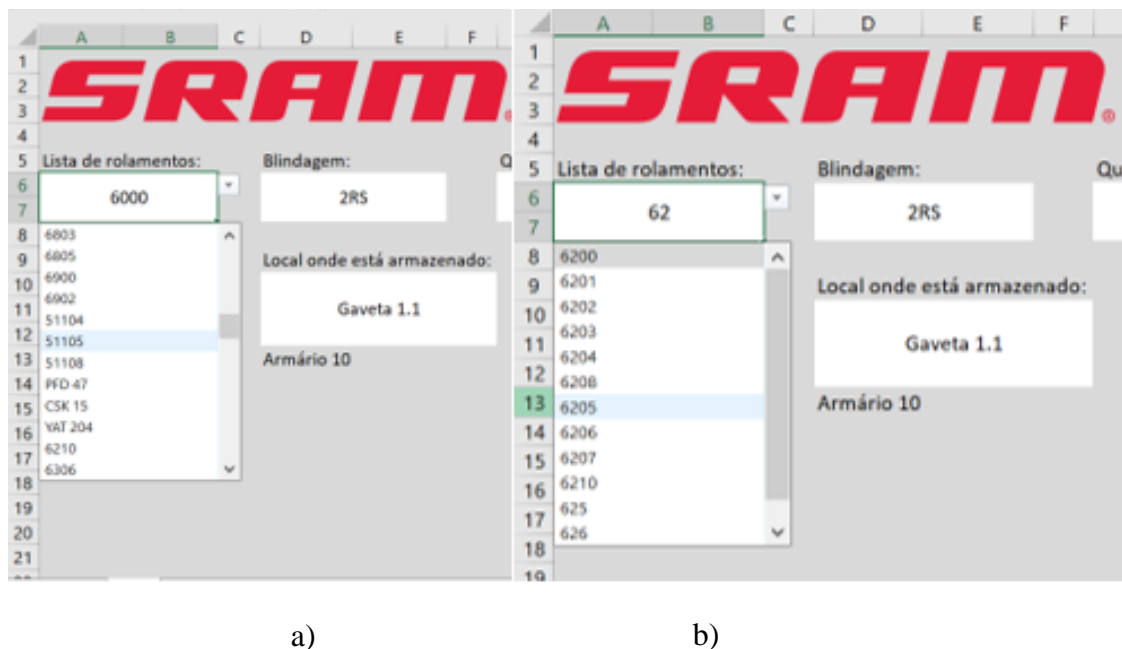
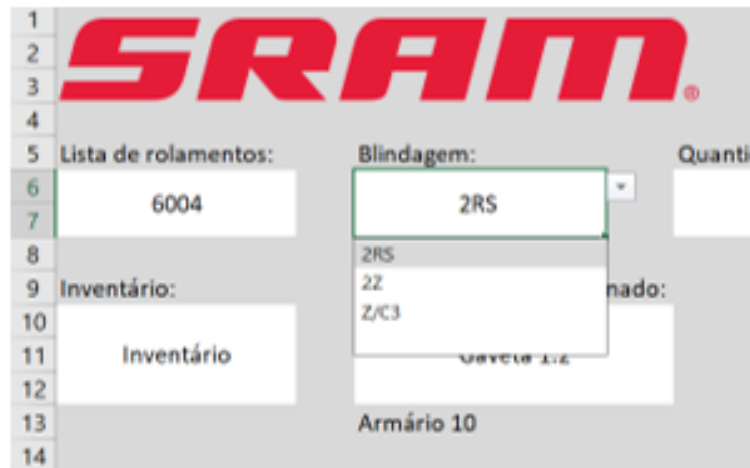


Figura 7.7 – a) Procura por scroll; b) Procura por escrita à direita.

Depois de escolherem o rolamento seguem para a escolha da respetiva blindagem que em alguns casos pode haver mais do que uma blindagem e noutros pode não existir nenhuma. Este campo o utilizador ao escolher o número do rolamento não atualizava sozinho, ou seja, tinha-se de selecionar a blindagem para o programa fazer o resto da sua função. Então criou-se um código que escolhia a primeira blindagem possível para um determinado rolamento como podemos ver na figura 39 e então o programa executava o resto da sua função.



a)

```
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
    ' Declaração das variáveis
    Dim ws As Worksheet
    Dim celulavalidacao As Range
    Dim primeirovalor As Variant

    ' Define a variável 'ws' como a folha "APP"
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets("APP")

    ' Define a célula de validação como a célula A6 da folha "APP"
    Set celulavalidacao = ws.Range("A6")

    ' Verifica se a célula alterada (Target) é a célula de validação (A6)
    If Not Intersect(Target, celulavalidacao) Is Nothing Then
        ' Armazena o valor da célula (linha 5, coluna 11) na variável 'primeirovalor'
        primeirovalor = ws.Cells(5, 11).Value
        ' Atualiza o valor da célula D6 com o valor armazenado em 'primeirovalor'
        ws.Range("D6").Value = primeirovalor
    End If
End Sub
```

b)

Figura 7.8 – a) Escolha das possíveis blindagens à esquerda b) Código para a escolha da primeira blindagem possível à direita.

Ao terem estes dois campos selecionados é necessário receber informação da quantidade em stock e em que local estava armazenado para isso foi utilizado o comando filtrar como podemos ver na figura 40.

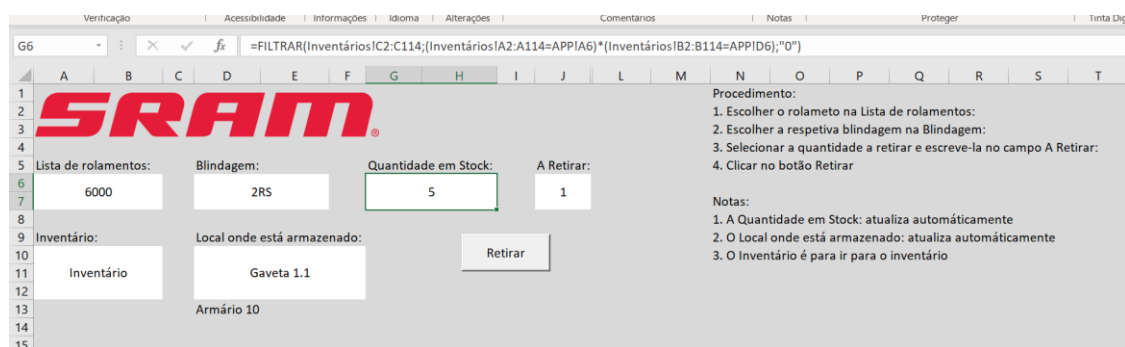


Figura 7.9 – Comando filtrar para receber a informação da quantidade em stock e respetiva localização.

Ao terem toda esta informação é muito mais fácil identificar a localização do rolamento. Por fim seria necessário que a quantidade em stock fosse atualizada após o rolamento ser retirado, para isso recorreu-se a um botão denominado retirar onde ao clicar no botão fosse retirado a quantidade que está no campo a retirar, campo este que tem de ser introduzido pelo operador, pois este pode necessitar de retirar mais do que uma unidade.

Como já referi a quantidade em stock tem de ser atualizada automaticamente na respetiva célula, como temos rolamentos cujo número pode ter mais do que uma blindagem correspondente foi necessário percorrer a primeira coluna toda à procura do número do rolamento e depois percorrer a segunda coluna toda à procura da respetiva blindagem. Na primeira coluna podemos encontrar mais que uma vez o mesmo número de rolamento, assim como na segunda coluna podemos encontrar mais do que uma vez a respetiva blindagem.

Para saber a linha que corresponde o rolamento com a respetiva blindagem foi necessário armazenar as linhas da primeira coluna com o número do rolamento e armazenar as linhas da segunda coluna com a blindagem e depois comparar qual a linha com a mesma numeração. Um exemplo seria o rolamento 6004 que tem 3 blindagens o 2RS,2Z e o Z/C3, ou seja, para escolher o 6004 2RS vamos a primeira coluna e encontramos o 6004 nas linhas 6, 7, e 8 já na segunda coluna encontramos o 2RS nas linhas 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, ... como podemos ver na figura 36 que se encontra no relatório mais acima.

Logo comparando as linhas vemos que o número comum seria o 6, assim sendo a linha 6 contem toda a informação deste rolamento e é onde vai ser substituído a nova quantidade em stock na coluna das quantidades ao clicar no botão retirar, podemos ver este código na figura 41.

```

Private Sub Retirar_Click()
    ' Verifica se o valor da célula G6 é menor ou igual a 0
    If Range("G6").Value <= 0 Then
        ' Exibe uma mensagem de erro se não houver stock
        MsgBox "Não existe stock deste rolamento", vbCritical
    ElseIf Range("G6").Value > 0 Then
        ' Define a variável 'planilha' como a folha "Inventários"
        Dim planilha As Worksheet
        Set planilha = ThisWorkbook.Sheets("Inventários")

        ' Armazena o valor da célula A6 na variável 'valor1'
        Dim valor1 As Variant
        valor1 = Range("A6").Value

        ' Define a coluna a ser pesquisada (coluna A)
        Dim coluna1 As Integer
        coluna1 = 1

        ' Encontra a última linha usada na coluna A
        Dim ultimalinha1 As Integer
        ultimalinha1 = planilha.Cells(planilha.Rows.Count, coluna1).End(xlUp).Row

        ' Inicializa a variável para armazenar a linha onde o valor é encontrado
        Dim linhaencontrada1 As Long
        linhaencontrada1 = 0

        ' Inicializa um contador e um array para armazenar as linhas encontradas
        counter1 = 0
        ReDim linhasencontradasarray1(0 To 500)

        ' Percorre todas as linhas até a última linha usada na coluna A
        For i = 1 To ultimalinha1
            ' Verifica se o valor da célula atual na coluna A é igual a 'valor1'
            If planilha.Cells(i, coluna1).Value = valor1 Then
                ' Armazena o número da linha encontrada
                linhaencontrada1 = i
                ' Redimensiona o array para armazenar a linha encontrada
                ReDim Preserve linhasencontradasarray1(counter1)
                linhasencontradasarray1(counter1) = linhaencontrada1
                counter1 = counter1 + 1
            End If
        Next i

        ' Armazena o valor da célula D6 na variável 'valor2'
        Dim valor2 As Variant
        valor2 = Range("D6").Value

        ' Define a coluna a ser pesquisada (coluna B)
        Dim coluna2 As Integer
        coluna2 = 2

        ' Encontra a última linha usada na coluna B
        Dim ultimalinha2 As Integer
        ultimalinha2 = planilha.Cells(planilha.Rows.Count, coluna2).End(xlUp).Row

        ' Inicializa a variável para armazenar a linha onde o valor é encontrado
        Dim linhaencontrada2 As Long
        linhaencontrada2 = 0

        ' Inicializa um contador e um array para armazenar as linhas encontradas
        counter2 = 0
        ReDim linhasencontradasarray2(0 To 500)

        ' Percorre todas as linhas até a última linha usada na coluna B
        For i = 1 To ultimalinha2
            ' Verifica se o valor da célula atual na coluna B é igual a 'valor2'
            If planilha.Cells(i, coluna2).Value = valor2 Then
                ' Armazena o número da linha encontrada
                linhaencontrada2 = i
                ' Redimensiona o array para armazenar a linha encontrada
                ReDim Preserve linhasencontradasarray2(counter2)
                linhasencontradasarray2(counter2) = linhaencontrada2
                counter2 = counter2 + 1
            End If
        Next i

        ' Verifica se há linhas comuns encontradas nos dois arrays
        For i = 0 To counter1 - 1
            For j = 0 To counter2 - 1
                If linhasencontradasarray1(i) = linhasencontradasarray2(j) Then
                    ' Verifica se o stock é suficiente para retirada
                    If Range("G6").Value >= Range("J6").Value Then
                        ' Calcula o novo valor de stock
                        resultado = Range("G6").Value - Range("J6").Value
                        ' Atualiza o valor de stock na célula correspondente na coluna C
                        planilha.Cells(linhasencontradasarray1(i), 3).Value = resultado
                    ElseIf Range("G6").Value < Range("J6").Value Then
                        ' Exibe uma mensagem de erro se não houver stock suficiente
                        MsgBox "Não existe stock deste rolamento", vbCritical
                    End If
                End If
            Next j
        Next i
    End If
End Sub

```

Figura 7.10 – Código do botão retirar.

Quando um valor da coluna das quantidades chegar a 0 não vai ser possível retirar mais nenhum rolamento aparecendo assim uma mensagem de erro como podemos ver na figura 42. Esta mensagem também aparece quando tentam retirar mais do que a quantidade em stock existente.

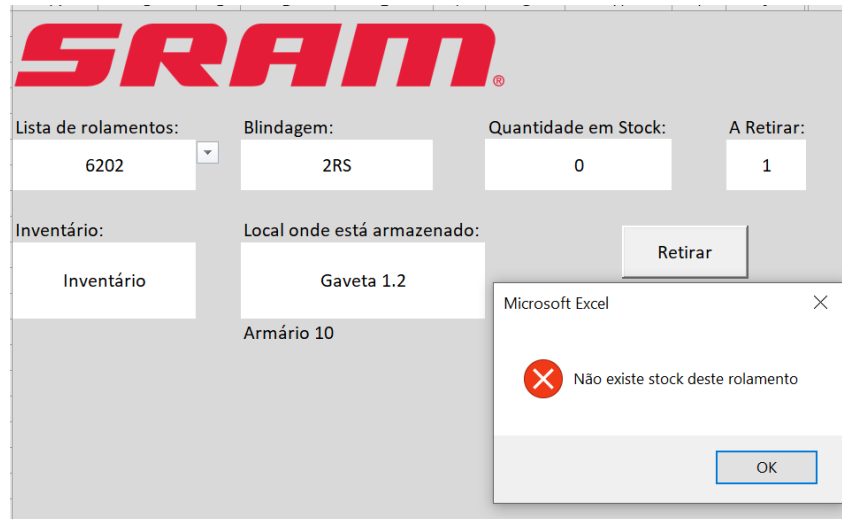


Figura 7.11 -Mensagem de erro de stock ao tentar retirar rolamento quando não existe stock.

Assim como, caso introduzam um valor que não está na lista de rolamentos também vai gerar um erro como podemos verificar na figura 43. Assim como também acontece se tentarem introduzir uma blindagem que não está na lista das blindagens para esse rolamento como podemos ver também na figura 43.

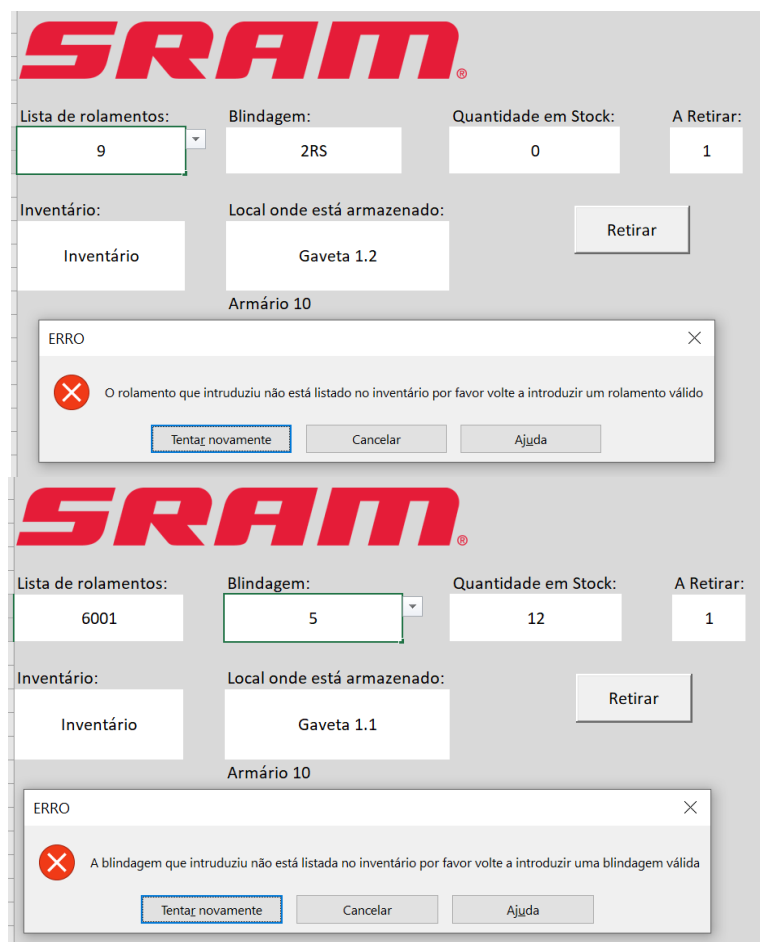


Figura 7.12 – Erro ao introduzir valor inválido.

Ao fechar a aplicação o Excel vai executar um comando que vai verificar na coluna das quantidades os valores que estão abaixo de um valor (constante) definido pelo responsável de manutenção e ao verificar esta condição vai executar um alerta automático enviando um email com o número do rolamento e respetiva blindagem e quantidade em stock para o responsável de manutenção para depois este poder pedir novos rolamentos. Podemos observar estes códigos nas figuras 44 e 45.

```
Private Sub Workbook_BeforeClose(Cancel As Boolean)
    ' Salva o workbook atual
    ThisWorkbook.Save

    ' Ativa a folha "Inventários"
    Sheets("Inventários").Activate

    ' Chama o procedimento Alerta_Email para enviar um alerta por email
    Alerta_Email
End Sub
```

Figura 7.13 – Código para antes de fechar ativar o código para enviar o email automático.

Otimização de Ações e Processos de Manutenção na SRAMPORT

```
Sub Alerta_Email()  
  
    Dim planilha As Worksheet  
    Set planilha = ThisWorkbook.Sheets("Inventários")  
  
    Dim celula As Range  
    Set celula = planilha.Range("C2")  
  
    Do Until celula.Value = ""  
        If celula.Value < planilha.Range("K1").Value Then  
  
            Dim MeuOutlook As Outlook.Application  
            Dim CriarEmail As Outlook.MailItem  
  
            Set MeuOutlook = New Outlook.Application  
            Set CriarEmail = MeuOutlook.CreateItem(olMailItem)  
  
            With CriarEmail  
  
                .BodyFormat = olFormatHTML  
                .Display  
                .HTMLBody = "Alerta automático" & "<br>" & "O rolamento nº: " & celula.Offset(0, -2).Value & " " & celula.Offset(0, -1).Value & " só tem stock de " & celula.Offset(0, 0).Value & " na gaveta."  
                .To = Range("K3").Value  
                .CC = Range("K2").Value  
                .Subject = "Alerta de Stock: " & celula.Offset(0, -2).Value  
                .Send  
  
            End With  
  
        End If  
        Set celula = celula.Offset(1, 0)  
    Loop  
    MsgBox ("Enviado com sucesso")  
End Sub
```

Figura 7.14 - Código para pedir rolamentos automático.

Para evitar possíveis contratemplos, como por exemplo, apagar alguma folha ou apagar alguma fórmula ou célula importante para o funcionamento da APP, a folha de Excel foi protegida assim como o livro por uma palavra-passe definida pelo responsável da manutenção.

Foi também criado um aviso para manter a arrumação do armário dos rolamentos e também para lembrar que tem de ser dada baixa do rolamento que foi retirado, aviso este que se pode ver na figura 36. Posteriormente, foi dada uma formação a todos os colaboradores que poderiam ter acesso àquele armário.

Após alguns meses de uso da APP verificou-se que para alguns rolamentos pedir o rolamento aquando se verificava a condição descrita mais acima não era suficiente, pois alguns equipamentos levavam mais rolamentos o que acabava com o stock rapidamente e não tinha o pedido feito a tempo para poder trocar tudo de 1 vez. Um exemplo seria 1 forno levar 4 rolamentos de uma determinada referência e o stock existente estar a 3 o que leva a falta de 1 rolamento e não se poder montar o forno pois era necessário outro rolamento.

Visto isto criou-se na lista de inventários duas outras colunas, como se pode verificar na figura 46, sendo uma delas para o stock máximo de rolamentos e outra com o stock de alerta. Os valores colocados nas colunas mencionadas foram valores recomendados pelos técnicos de manutenção e validados pelo responsável de manutenção.

Rolamento	Blindagem	Quantidade	Inventário	Stock Alerta	Stock Máximo
6000	2RS	5	Gaveta 1.1	2	4
6001	2RS	12	Gaveta 1.1	2	6
6002	2RS	15	Gaveta 1.1	4	8
6003	2RS	6	Gaveta 1.1	4	8
6004	2RS	6	Gaveta 1.2	4	8
6004	ZZ	16	Gaveta 1.2	4	12
6005	2RS	6	Gaveta 1.2	4	8
6005	ZZC3	9	Gaveta 1.2	4	12
6200	2RS	6	Gaveta 1.2	2	4
6201	2RS	3	Gaveta 1.2	2	4
6203	ZZ	7	Gaveta 1.2	2	4
6204	2RS	7	Gaveta 1.2	2	4
6204	ZZ	4	Gaveta 1.2	2	4
6006	2RS	6	Gaveta 1.3	4	6
6007	2RS	3	Gaveta 1.3	2	4
6008	2RS	3	Gaveta 1.3	2	4
6009	ZZ	1	Gaveta 1.3	1	2
6009	2RS	4	Gaveta 1.3	1	2
6010	2RS	5	Gaveta 1.3	1	2
6012	2RS	4	Gaveta 1.3	1	2

Figura 7.15 – Lista de rolamentos com a adição das 2 novas colunas.

Com estas duas colunas o que se pretende é que quando chegar ao stock de alerta pedir automaticamente a diferença entre o stock máximo de rolamentos e a quantidade existente na gaveta, garantindo assim um stock que tenha rolamentos suficientes para que não ocorra uma rotura do stock. Pode-se verificar isto no código descrito na figura 47.

```

Sub Alerta_Email()
' Define a variável 'planilha' como a folha "Inventários"
Dim planilha As Worksheet
Set planilha = ThisWorkbook.Sheets("Inventários")

' Define a célula inicial para verificação (C2)
Dim celula As Range
Set celula = planilha.Range("C2")

' Loop até encontrar uma célula vazia
Do Until celula.Value = ""
' Verifica se o valor da célula é menor ou igual ao valor de alerta (duas colunas à direita)
If celula.Value <= celula.Offset(0, 2).Value Then
' Cria uma nova instância do Outlook
Dim MeuOutlook As Outlook.Application
Dim CriarEmail As Outlook.MailItem

Set MeuOutlook = New Outlook.Application
Set CriarEmail = MeuOutlook.CreateItem(olMailItem)

' Configura o email
With CriarEmail
.BodyFormat = olFormatHTML
.HTMLBody = "Alerta automático. " & "<br>" & "O rolamento n.º: " & _
celula.Offset(0, -2).Value & " " & celula.Offset(0, -1).Value & " chegou ao stock de alerta de " & _
celula.Offset(0, 2).Value & " e é necessário pedir " & (celula.Offset(0, 3).Value - celula.Offset(0, 0).Value) & _
" para chegar ao stock máximo de " & celula.Offset(0, 3).Value & "." & "<br>" & "Quantidade na gaveta: " & _
celula.Offset(0, 0).Value & "."
' Define os destinatários
.To = Range("K3").Value
.CC = Range("K2").Value & ";" & Range("K4").Value
' Define o assunto do email
.Subject = "Alerta de Stock: " & celula.Offset(0, -2).Value & " " & celula.Offset(0, -1).Value
' Envia o email
.Send
End With
End If
' Move para a próxima célula na coluna C
Set celula = celula.Offset(1, 0)
Loop
MsgBox ("Enviado com sucesso")
End Sub

```

Figura 7.16 – Novo código para pedir rolamentos automático.

7.2 Gestão de vedantes

Quanto à gestão de stock de vedantes ainda não havia sido nada feito e como tal foi criada uma APP que é muito semelhante a APP dos rolamentos. O procedimento foi o mesmo, ou seja, foi feita uma listagem de todos os retentores e de todos os o-rings usados nas máquinas da SRAMPORT como podemos ver na figura 48.

VEDANTE	Quantidade	Inventário	Tipo					
					3.50-34	2	Caixa 1.8	O-ring
85-110-12	1	Gaveta 1.1	Retentor		3.63-38	1	Caixa 1.8	O-ring
65-100-10	2	Gaveta 1.1	Retentor		2.00-35	1	Caixa 1.7	O-ring
60-90-10	1	Gaveta 1.1	Retentor		2.62-35	1	Caixa 1.7	O-ring
70-90-13/10	4	Gaveta 1.1	Retentor		4.00-30	7	Caixa 1.7	O-ring
58-90-10	5	Gaveta 1.1	Retentor		2.00-28	1	Caixa 1.7	O-ring
50-90-10	2	Gaveta 1.1	Retentor		1.80-25	2	Caixa 1.6	O-ring
22-32-7	2	Gaveta 1.2	Retentor		3.63-18	5	Caixa 1.6	O-ring
22-35-10	1	Gaveta 1.2	Retentor		2.60-20	4	Caixa 1.6	O-ring
22-35-5	3	Gaveta 1.2	Retentor		bomba lamas azul	6	Caixa 1.6	O-ring
22-35-8	1	Gaveta 1.2	Retentor		1.80-20	4	Caixa 1.5	O-ring
22-32-4	2	Gaveta 1.2	Retentor		1.80-18	2	Caixa 1.5	O-ring
20-35-7	3	Gaveta 1.2	Retentor		2.50-20	1	Caixa 1.5	O-ring
22-32-8	2	Gaveta 1.2	Retentor		2.50-17	1	Caixa 1.5	O-ring
20-30-7	5	Gaveta 1.2	Retentor		2.50-13	1	Caixa 1.4	O-ring
20-42-7	2	Gaveta 1.2	Retentor		2.40-13	1	Caixa 1.4	O-ring
20-38-8	1	Gaveta 1.2	Retentor		1.80-15	1	Caixa 1.4	O-ring
20-42-10	2	Gaveta 1.2	Retentor		2.00-14	1	Caixa 1.3	O-ring
20-28-6.2-7.8	4	Gaveta 1.2	Retentor		15-26.40-8	4	Caixa 1.4	O-ring
20-30	3	Gaveta 1.2	Retentor		1.50-14	1	Caixa 1.3	O-ring
20-39-10	3	Gaveta 1.2	Retentor		1.20-16	1	Caixa 1.3	O-ring
18-26-5	1	Gaveta 1.2	Retentor		1.00-8	38	Caixa 1.1	O-ring
18-26	4	Gaveta 1.2	Retentor		1.80-6	32	Caixa 1.1	O-ring
18-24-4	2	Gaveta 1.2	Retentor		1.80-8	3	Caixa 1.1	O-ring
17-40-7	2	Gaveta 1.2	Retentor		1.80-5	22	Caixa 1.1	O-ring

Figura 7.17 – Listagem de retentores e o-rings.

Como foram retirados os rolamentos e os vedantes que estavam no armário 7, vedantes estes que estavam numa gaveta desorganizada e que foi retirada para fazer a nova listagem, como se pode ver na figura 49, ficaram gavetas livres para arrumação. Mais uma vez foi feita toda a listagem com base nas características dos vedantes. No caso dos retentores foram identificados com as inscrições que estava no próprio retentor que correspondiam ao diâmetro interior, exterior e espessura. Já no caso dos o-rings foram identificados através da sua espessura e do seu diâmetro interior como podemos ver na figura anterior.



Figura 7.18 – Gaveta de vedantes inicialmente.

Feita a listagem de todos os retentores e o-rings foram organizados nas gavetas, como evidenciando na figura 50 à esquerda, que tinham ficado vazias como já referi no parágrafo anterior. Os o-rings mais pequenos foram arrumados numa caixa mais pequena, como destacado na figura 50 à direita, que tem divisórias que fazem uma melhor separação dos mesmos.



a)

b)

Figura 7.19 – a) Armário 7 após arrumação; b) Caixa O-rings menores.

Seguidamente foi criada então a APP de gestão de stock de vedantes como podemos ver na figura 51 onde se pode à semelhança da APP dos rolamentos procurar os

retentores e o-rings por scroll ou escrevendo simplesmente que vão aparecendo os possíveis resultados.

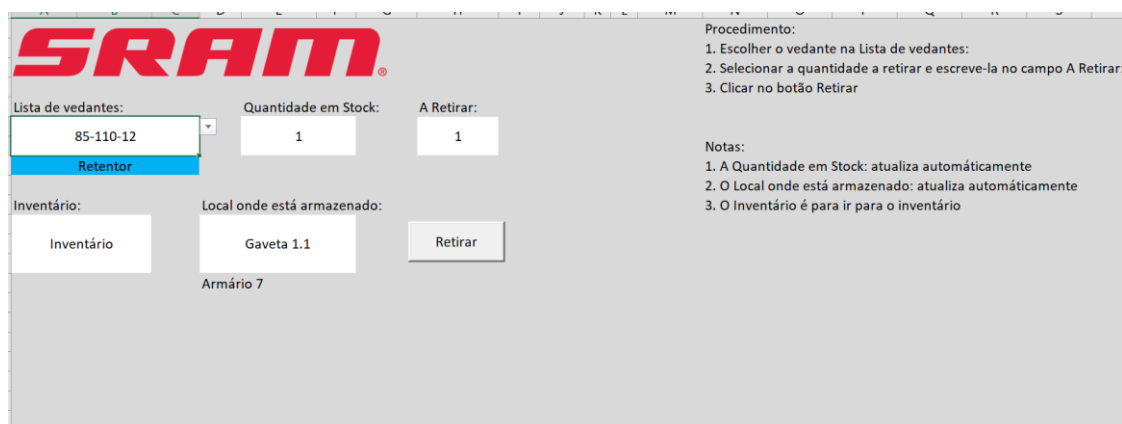


Figura 7.20 – APP vedantes.

Ao seleccionar o vedante desejado a APP vai dar a informação da quantidade em stock disponível, a sua localização e se se trata de um retentor ou de um o-ring, (figura 52).



Figura 7.21 – Identificação de retentores ou o-rings.

O botão retirar funciona com o mesmo princípio do botão presente na APP dos rolamentos, ou seja, retirar a quantidade que se deseja retirar à quantidade em stock presente na listagem de vedantes. O código para tal acontecer está presente na figura 53. Neste código como não temos uma combinação de colunas como acontece com os rolamentos é mais simples, só se tem de escrever o novo valor de stock na coluna das quantidades e linha correspondente ao vedante selecionado.

```
Private Sub Retirar_Click()
    ' Verifica se o valor da célula E6 é menor ou igual a 0
    If Range("E6").Value <= 0 Then
        ' Exibe uma mensagem de erro se não houver stock
        MsgBox "Não existe stock deste vedante", vbCritical
    ElseIf Range("E6").Value > 0 Then
        ' Define a variável 'planilha' como a folha "Inventários"
        Dim planilha As Worksheet
        Set planilha = ThisWorkbook.Sheets("Inventários")

        ' Armazena o valor da célula A6 na variável 'valor1'
        Dim valor1 As Variant
        valor1 = Range("A6").Value

        ' Define a coluna a ser pesquisada (coluna A)
        Dim colunal As Integer
        colunal = 1

        ' Encontra a última linha usada na coluna A
        Dim ultimalinhal As Integer
        ultimalinhal = planilha.Cells(planilha.Rows.Count, colunal).End(xlUp).Row

        ' Inicializa a variável para armazenar a linha onde o valor é encontrado
        Dim linhaencontradal As Long
        linhaencontradal = 0

        ' Percorre todas as linhas até a última linha usada
        For i = 1 To ultimalinhal
            ' Verifica se o valor da célula atual na coluna A é igual a 'valor1'
            If planilha.Cells(i, colunal).Value = valor1 Then
                ' Armazena o número da linha encontrada
                linhaencontradal = i
                ' Verifica se o stock é suficiente para retirada
                If Range("E6").Value >= Range("H6").Value Then
                    ' Calcula o novo valor de stock
                    resultado = Range("E6").Value - Range("H6").Value
                    ' Atualiza o valor de stock na célula correspondente na coluna
                    planilha.Cells(linhaencontradal, 2).Value = resultado
                ElseIf Range("E6").Value < Range("H6").Value Then
                    ' Exibe uma mensagem de erro se não houver stock suficiente
                    MsgBox "Não existe stock deste vedante", vbCritical
                End If
            End If
        Next i
    End If
End Sub
```

Figura 7.22 – Código do botão retirar.

Tal como na APP dos rolamentos a APP dos vedantes tem seguranças quase iguais à dos rolamentos só muda onde diz rolamentos passa a vedantes e não existe a segurança da blindagem. Ao fechar este Excel também vai seguir os mesmos passos que ao fechar o Excel dos rolamentos.

À semelhança do aviso dos rolamentos foi também criado um aviso para manter a arrumação do armário dos vedantes e também para lembrar que tem de ser dada baixa do vedante que foi retirado, aviso este que se pode ver na figura 50. Posteriormente também à semelhança da formação dos rolamentos foi dada uma formação a todos os colaboradores que poderiam ter acesso àquele armário.

A gestão eficiente do stock de rolamentos e de vedantes desempenha um papel essencial na implementação da TPM. Ao manter um stock adequado destes componentes a empresa assegura a boa prontidão para a execução das manutenções autónomas minimizando o tempo de inatividade não planeado. Além disso a

disponibilidade imediata de rolamentos e vedantes contribui para a execução eficaz de manutenções planejadas, promovendo a prevenção proativa das falhas. Assim sendo, otimiza a eficiência operacional, alinhando-se aos princípios da TPM, mas também apoia a qualidade do produto, a segurança no local de trabalho e uma resposta rápida a desafios inesperados.

8 MELHORIA DO QUADRO DE PLANEAMENTO DE TAREFAS DA MANUTENÇÃO

Estas melhorias propostas vão ao encontro com os princípios da TPM ao procurar eficiência, envolvimento dos colaboradores e melhoria contínua, enquanto também incorporam os conceitos dos 5s, promovendo a organização, limpeza, padronização e disciplina.

O quadro em destaque na figura 54 realça as tarefas prioritárias identificadas na Tabela 1, distribuídas ao longo de duas semanas e alocadas aos técnicos de manutenção mais adequados para a execução dessas tarefas específicas. A estrutura do quadro, dividida em colunas para cada semana, permite uma visão clara das atribuições, com os técnicos de manutenção listados nas linhas correspondentes. Além disso, na parte inferior do quadro, há um espaço reservado para informações pertinentes, como anúncios de futuras formações e outros detalhes relevantes para os técnicos.

The image shows a maintenance planning board with the following structure:

- Header:** "SEMANA" (top left), "PLANEAMENTO DAS AÇÕES DE MANUTENÇÃO" (center), "SEMANA ACTUAL" (left side), "PRÓXIMA SEMANA" (right side).
- Columns:** 2ª FEIRA, 3ª FEIRA, 4ª FEIRA, 5ª FEIRA, SÁBADO, 2ª FEIRA, 3ª FEIRA, 4ª FEIRA, 5ª FEIRA, SÁBADO.
- Rows (Technicians):**
 - CARLOS CARVALHO:** Tasks on 5th Friday of both weeks.
 - BENEDITO SANTOS:** Tasks on 2nd, 3rd, 4th, and 5th Fridays of both weeks.
 - ALEXANDRE ALVES:** Tasks on 2nd, 3rd, and 4th Fridays of both weeks.
 - SÉRGIO SIMÕES:** Tasks on 2nd, 3rd, 4th, and 5th Fridays of both weeks.
 - JOÃO SILVA:** Tasks on 2nd and 3rd Fridays of both weeks.
 - DANIEL SANTOS:** Tasks on 2nd, 3rd, and 4th Fridays of both weeks.
- Bottom Section:** "PROBLEMAS" and "OBSERVAÇÕES" labels.

Figura 8.1 – Quadro de planeamento da manutenção.

No que diz respeito aos cartões de identificação, a proposta é a elaboração dos mesmos à semelhança dos utilizados em outros quadros de planeamento nas diversas secções da fábrica. Estes cartões uniformizados incluiriam o nome do colaborador, número de identificação, fotografia, a identificação se se trata de um electricista ou de um mecânico e as competências específicas do técnico, competências estas que podemos ver na figura 56, proporcionando uma rápida identificação e atribuição de tarefas.

★	Coordenador de equipa
▲	Equipa de intervenção
🚛	Condução de empilhadores
+	Socorrista
💡	DAE
🚶	Equipa de evacuação
🏠	Plataforma elevatória

Figura 8.3 – Competências que podem ser atribuídas aos técnicos e respetiva legenda.

Como já referi mais acima existe sempre um mecânico e um electricista de prevenção sendo que vai alternando o técnico de semana para semana, logo surge a necessidade de haver 2 cartões para cada técnico um para identificação normal, representado na figura 57, e outro para quando estão de prevenção, representado na figura 58. A escolha da cor amarela no cartão de identificação de prevenção deve-se ao facto de esta se destacar e facilitar a identificação dos técnicos que estão de prevenção.

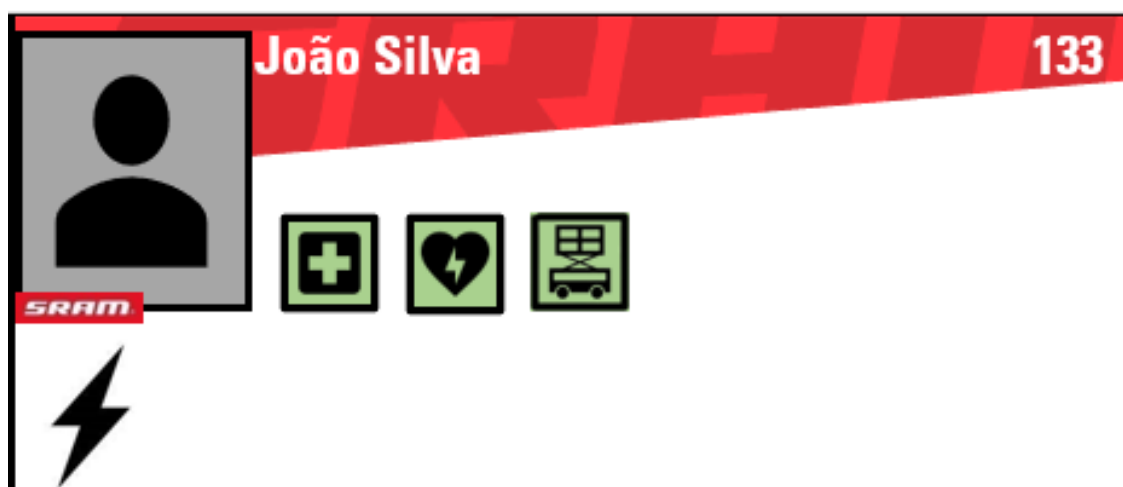


Figura 8.4 – Cartão de identificação.

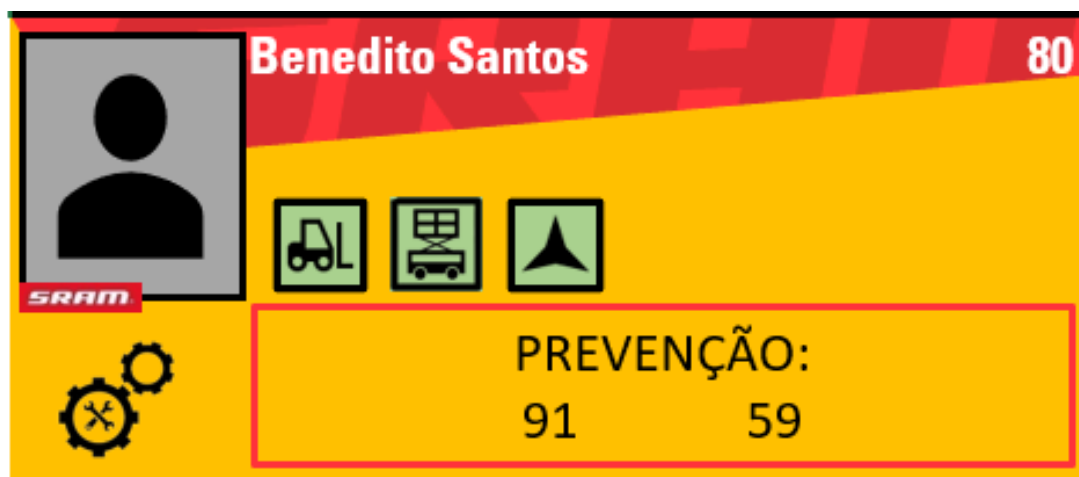


Figura 8.5 – Cartão de identificação de prevenção.

Estas melhorias visam não apenas otimizar a eficiência na gestão de tarefas, mas também aprimorar a capacidade de resposta a problemas de manutenção, garantindo um ambiente de trabalho mais fluido e organizado para a equipa de técnicos.

9 GESTÃO DOCUMENTAL DE EQUIPAMENTOS

9.1 Introdução

Um dos pilares essenciais para garantir que a eficiência de todas as operações de manutenção reside na disponibilidade de uma documentação técnica abrangente referente aos equipamentos em questão. É necessário que todos os equipamentos estejam acompanhados da sua documentação técnica, detalhando especificações, procedimentos e orientações relevantes para que o seu funcionamento e respetiva manutenção sejam adequados.

Diante deste cenário, a empresa propõe este projeto, uma iniciativa voltada para a organização do arquivo, seguindo uma estrutura clara e lógica, contendo a documentação de todos os equipamentos em uso. O objetivo central deste projeto é a melhoria na rapidez e eficácia das intervenções de manutenção. Ou seja, ao garantir que o processo de localização dos dossiês relacionados aos equipamentos seja o mais rápido e eficiente possível, o que leva à possível redução significativa no tempo necessário para a execução das atividades de manutenção.

Uma abordagem eficaz neste sentido não apenas otimizará as operações de manutenção, mas também contribuirá para a maximização da vida útil e desempenho dos equipamentos, além de minimizar potenciais paralisações não planeadas.

9.2 Organização do arquivo da documentação dos equipamentos

Ao organizar o arquivo, composto por gavetas e separadores, onde cada separador corresponde a um equipamento, foi realizada uma melhoria na identificação de todos os separadores e gavetas, visando tornar o processo mais visualmente acessível. O arquivo é ilustrado na figura 59 mostrando a fase anterior à esquerda e posterior do projeto à direita, na fase anterior o arquivo tinha as gavetas todas cheias de documentos obsoletos e documentos de equipamentos no ativo, como já foi referido mais acima. Depois de toda a arrumação do arquivo este ficou com 5 gavetas livres para arrumação de nova documentação de equipamentos.

Otimização de Ações e Processos de Manutenção na SRAMPOR



a)

b)

Figura 9.1 – a) Arquivo em fase anterior ao projeto b) Arquivo em fase posterior ao projeto.

A organização da documentação técnica iniciou-se com a remoção de todos os documentos obsoletos no arquivo, além da eliminação dos separadores que não continham documentação relevante, como aqueles que possuíam apenas a folha de capa sem outros documentos, ou separadores que remetiam a outros sem documentação adicional, também foi verificado todos os dossiês que ainda não estavam arquivados.

Em seguida, foi elaborada uma lista para inventariar todos os dossiês dos equipamentos retirados do arquivo, identificando-os como obsoletos ou em funcionamento, mas com documentação comum a outros equipamentos, ou sem documentação, assim como uma lista dos equipamentos relacionados à atividade e que são mantidos pelo serviço de manutenção.

Após a organização completa do arquivo, foi criada uma lista para facilitar a procura dos documentos técnicos, organizando os equipamentos por secções a que pertencem, conforme mostrado na figura 60.

DOSSIERS DE EQUIPAMENTOS				SRAM	
SECCÃO DE MANUTENÇÃO				SRAMPOR- COIMBRA	
Grupo: Peças Soltas				Março de 2024	
Grupo	Nr.	Descrição	Localização		Equipamento Comum
			Física	Digital	
Prensas Verticais					
	1000006	Prensa "COLOMBO" duplo montante - 100 ton.	G1		
	1000092	Prensa "MINSTER" PM3 - 125 ton.	G4 e 5	DE & SP	
	1000124	Prensa "MINSTER" PM2 - 125 ton.	G6	DE & SP	
	1000132	Prensa MINSTER P2H-100	G7	DE & SP	
	1000382	Prensa "HAULICK ROOS - 200 ton."	G12	DE & SP	
	1003028	Prensa "ANDRITZ KAISER - 200 ton."	G14	DE & SP	
	1003278	Prensa "ANDRITZ KAISER 2 - 200 ton."		SP	1003028
	1003441	Prensa "MINSTER PM3 - 270 ton"		SP	
	1004255	Prensa "ANDRITZ KAISER 3 - 200 ton."		SP	1003028
	1004256	Prensa "ANDRITZ KAISER 4 - 200 ton."		SP	1003028

Figura 9.2- Lista de procura dos documentos técnicos.

Nesta lista para cada equipamento que está inserido na gaveta está identificado com o número e respetiva descrição e está identificada a localização física com a letra "G" e com o respetivo número da gaveta, já se houver documentação digital associada está identificada com SP ou DE ou ainda SP & DE. Além disso, para os equipamentos idênticos com apenas um documento técnico, na lista é indicado o separador onde está o documento comum a vários equipamentos. Foram ainda tomadas algumas providências, tais como a consideração de que alguns equipamentos, devido à sua antiguidade, podem não possuir documentação e ainda alguma documentação pode estar guardada noutra secção.

Paralelamente à organização do arquivo físico, o arquivo digital foi atualizado para a documentação técnica atual, incluindo apenas os documentos dos equipamentos que já possuem essa forma de documentação digital.

As diferentes formas de pesquisa implementadas visaram reduzir o tempo necessário para localizar a documentação técnica dos equipamentos, pois quanto mais rápido esse processo, menor será o tempo técnico de reparação realizado pela equipa de manutenção, resultando em menor tempo de paragem dos equipamentos e melhoria do processo de produção. Todo este processo de melhoria e organização foi fundamentado na filosofia 5's, oriunda do sistema de melhoria contínua do conceito TPM, conforme explicado no capítulo 3.

Também durante este projeto, foi realizada uma procura por todas as chapas de identificação dos equipamentos que se encontram em sistema. Neste processo foram colocadas algumas chapas de identificação, como podemos verificar na figura 61, que por alguma razão tenham sido removidas do equipamento seja por pintar o equipamento e esquecimento de recolocar a chapa ou reparação do mesmo. Esta iniciativa permitiu atualizar o sistema indicando se os equipamentos estão no ativo ou obsoletos pois muitos estavam abatidos, mas em sistema constavam ativos e ainda conhecer todos os equipamentos da empresa e interagir com os funcionários.

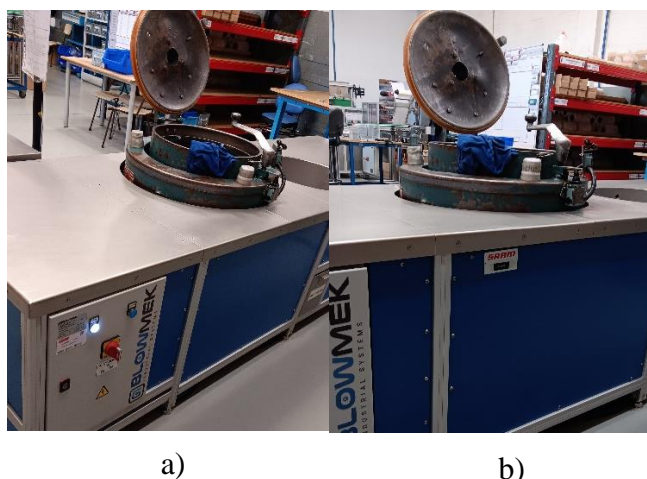


Figura 9.3 – a) Equipamento sem chapa de identificação; b) Equipamento com chapa de identificação.

Nesta figura (62) podemos observar o que referi anteriormente, ou seja, a atualização do sistema com a indicação de atividade dos equipamentos. Na figura estão a vermelhos os equipamentos que estão obsoletos e a azul estão os documentos que estão no ativo.

1000035	INST	Máquina de rebitar elos	0341/MTG/RIV
1000036	INST	Máquina de bariar	0341/TRT/BAR
1000037	INST	Forno de tratamento delta (RIPOCHE)	0341/TRT/REV
1000038	INST	Máquina de bariar	0341/TRT/BAR
1000039	INST	Máquina de bariar	0341/TRT/BAR
1000040	INST	Máquina de montar elos Power-Link	0341/MTG/MPL
1000041	INST	Prensa pneumática 3ª - L4	0341/MTG/PPR
1000042	INST	Instalação filtragem do óleo solúvel	0341/CRT/DPE
1000043	INST	Cisalha de eixos	0341/CRT/CIS
1000044	INST	Empilhador diesel CATERPILLAR	0341
1000045	INST	Máquina de bariar	0341/TRT/BAR
1000046	INST	Prensa pneumática Arrancamentos	0341/MTG/PPR
1000047	INST	Prensa pneumática 1ª Linha 3	0341/MTG/PPR
1000048	INST	Secadora vibratória, Tecnofinish	0341/TRT/TTD
1000049	INST	Diferencial de Ponte Rolante	0341/TRT/BAR
1000050	INST	Máquina de Bobinar Corrente Linha 2	0341/MTG/BOB
1000051	INST	Diferencial de Ponte Rolante	0341/TRT/BAR
1000052	INST	Secadora vibratória, Tecnofinish	0341/TRT/SEC

Figura 9.4 – Lista de equipamentos obsoletos e ativos

10 MELHORIAS NA ETARI

10.1 Introdução

A SRAMPORT dispõe de uma ETARI que podemos observar na figura 63, que recebe todos os efluentes oriundos dos processos de produção existentes tanto da bariagem, dos CTC e das EBS e os trata de modo que possam ser menos prejudiciais para o meio ambiente.



Figura 10.1 – Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais da SRAMPORT.

O seu processo consiste em o efluente, ou seja, um curso de água com elementos sólidos ser armazenado em um tanque. Neste tanque pretende-se obter a homogeneização do efluente, já que este é originário de lavagens de diferentes produtos com diferentes composições. Posteriormente o efluente é transferido para um tanque, onde são adicionados alguns reagentes para ajustes de vários parâmetros, entre eles o pH. Em outra etapa filtram-se os elementos sólidos e líquidos. É adicionado um agente de solidificação que acelera a agregação de partículas, passando por uma filtragem que retém os elementos sólidos. O líquido segue para um coletor e posteriormente transferido para um último tanque. Os elementos sólidos vão para a prensa de lamas onde vão ser prensados o que retira a maior parte da água ainda presente e depois caem para um contentor, que depois é levado por uma entidade competente para o tratamento dos mesmos.

Perto da ETARI existem 3 tanques de armazenamento de efluentes, destacados na figura 64, provenientes das linhas de niquelagem 1 e 2, do CTC3 e da EBS3 que a SRAMPORT possui, das linhas de niquelagem saem ácidos e bases assim como

águas residuais, do CTC3 e da EBS3 saem águas residuais, logo a existência dos 3 tanques um para ácidos, outro para bases e outro para as águas residuais.



Figura 10.2 – Tampas de visita dos tanques destacadas a vermelho, a azul estão destacadas as tampas de visita das bombas.

Para transportar estes efluentes para a ETARI existem 3 bombas ligadas a cada um dos tanques já mencionados que por sua vez seguem em um negativo subterrâneo para a ETARI. Estas 3 bombas encontram-se no subsolo o que traz algumas desvantagens como:

- O difícil acesso às bombas pois estas quando necessitam de ser intervencionadas por algum motivo tem um espaço reduzido para o fazer;
- Devido a um desnível subterrâneo de terreno uma das caixas fica com água e lixo (figura 65) o que pode representar um risco de contaminação ambiental e implicar custos pela degradação dos componentes naquele meio;
- Demora no tempo de execução dos trabalhos de intervenção pois para fazer a intervenção demoraria algum tempo para conseguir aceder ao local em questão;
- O ambiente confinado e de difícil acesso às bombas podem ser um risco de acidentes, acidentes estes causados enquanto se realizam as operações de intervenção.



Figura 10.3- Caixa da bomba de águas residuais que fica com água e lixo.

10.2 Proposta de realocação das bombas

Ultimamente estas bombas ou tubos associados a elas tem sido um alvo de intervenções frequentes (1 a 2 vezes por mês) e como já referi o espaço para aceder às bombas é apertado o que dificultam o trabalho dos técnicos de manutenção e então surge a necessidade de estas bombas passarem para uma localização mais acessível e para isso foi feito um levantamento interno de um possível espaço e respetiva implementação do mesmo, assim foi pedido que fizesse um esboço do possível local assim como um desenho 2D à escala, desenho este representado na figura 66, de onde poderiam ficar as bombas que iriam fazer a mesma ação bombear os efluentes para a ETARI, mas de uma posição centralizada, ou seja, as bombas estarem no mesmo espaço e a partir daí levarem os efluentes para a ETARI.

No 2D podemos ver a ETARI no canto inferior esquerdo, a fábrica não está completamente representada pois só interessava a parede perto da ETARI, podemos ver os negativos representados de ligação entre as caixas de visita as bombas e a caixa da ETARI. Podemos também ver os tanques representados no 2D pois era necessário perceber a sua localização, mas estes estão debaixo de solo, ou seja, noutra camada que não deveria estar representada na mesma camada do solo, também observamos as caixas de visita aos tanques e as caixas à saída da fábrica por onde passam alguns efluentes. Em destaque está a localização proposta assim como a localização das respetivas bombas. No anexo A está o 2D com as respetivas dimensões.

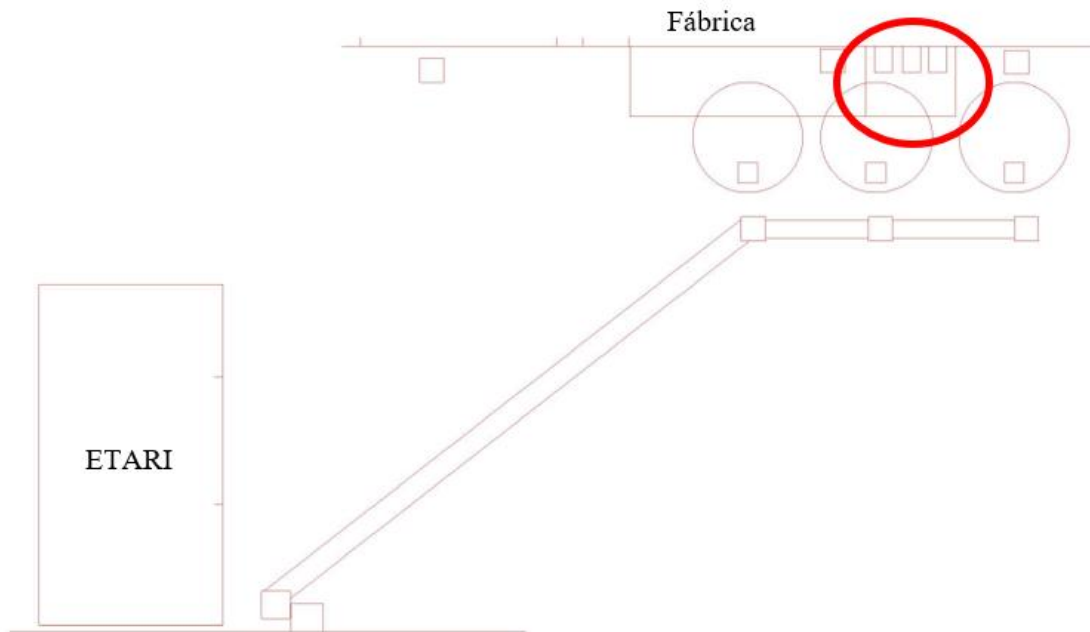


Figura 10.4 – 2D da ETARI.

Foi também feito um levantamento de todas as medidas de tubos usados, estes tubos dividem-se em tubos que transportam o líquido dos tanques para as bombas e das bombas para a ETARI, assim como também foi feito o levantamento de cabos elétricos, onde passa um cabo da ETARI para a primeira caixa de visita onde é feita uma derivação que alimenta cada uma das electroválvulas associadas a cada bomba referida anteriormente e também para cada boia de nível presente em cada tanque, neste caso estão duas boias por tanque o que totaliza um total de 6 cabos para as boias, assim como do tubo de ar comprimido que alimenta as electroválvulas que vem da fábrica à ETARI e depois volta para a primeira caixa de visita onde faz uma derivação para a bomba e segue para a próxima caixa, assim como do percurso dos efluentes desde os equipamentos onde são usados até aos respetivos tanques passando pelas respetivas caixas que possam ou não passar, ou seja mapear o percurso de um efluente como é o caso das águas provenientes do CTC3 que passam pela caixa mais à esquerda perto da fábrica representada na figura 66 e depois segue para o primeiro tanque mais à esquerda também representado na figura 66.

Deste processo saem algumas sugestões, sugestões estas que foram dadas por todos os elementos envolvidos no projeto, tais como:

- A criação de uma bacia de retenção para que caso haja alguma fuga o efluente ficar ali contido e não contaminar nada;
- Implementação de um sensor de nível na bacia de retenção para que em caso de fuga haja um respetivo alarme;
- A implementação de um sensor de nível na caixa de passagem dos tubos para que caso haja um rompimento em algum tubo e respetiva fuga haja um aviso;
- A elevação das tampas junto da ETARI para que a caixa fique estanque e as águas pluviais não escoem para a caixa de passagem como acontecia;
- A picagem pneumática ser feita dentro da fábrica para a nova posição das bombas para a alimentação das electroválvulas sendo que existiria uma torneira de segurança dentro da fábrica para fechar o circuito quando fosse necessário;
- O cabo elétrico que está em derivação na caixa de passagem passar direto pela caixa e no local onde estão as bombas fazer a respetiva derivação aí;
- Os negativos dos chupadores serem feitos com 2 curvas a 45° para não serem tão difíceis de substituir se necessário;
- A ligação dos chupadores às bombas ser feita em tubo flexível.

A resolução deste projeto traz algumas vantagens como:

- O acesso mais fácil para as ações de manutenção;
- Redução do tempo das ações resultando num menor tempo de inatividade e redução de custos associados;
- A facilidade de detetar problemas que possam existir pois é mais fácil de fazer uma inspeção visual;
- Maior segurança para os técnicos de manutenção reduzindo assim os riscos de acidentes; melhor eficiência operacional;
- A facilidade de substituição ou atualização das bombas ou componentes;

Otimização de Ações e Processos de Manutenção na SRAMPORT

- Menor risco de danos ambientais;
- Melhoria na ergonomia dos técnicos de manutenção.

De momento o projeto está em fase de orçamentação.

11 CONCLUSÃO

A realização deste relatório de estágio permitiu aprofundar os conhecimentos adquiridos na área da manutenção industrial, bem como aplicar várias ferramentas que sustentam esta área da engenharia. Foi também uma experiência enriquecedora, especialmente a nível da integração no mundo industrial.

Também permitiu que conseguisse aprofundar conhecimentos sobre o Excel pois foi necessária programação em VBA para conseguir finalizar o programa descrito no capítulo 7, programa este que permitiu à empresa estabelecer uma base para uma gestão mais eficiente do material não gerido.

No que diz respeito à criação de templates para dar formação aos diferentes níveis, a implementação destes templates para formação e gestão da manutenção na SRAMPORT é um marco significativo alinhado com os princípios da TPM. A abordagem proativa ao desenvolver guias padronizados para diferentes níveis de pessoal, especialmente para o novo forno CTC3 e a linha de montagem de correntes, destaca a redução de perdas decorrentes de falta de conhecimento.

Em relação às melhorias propostas para o quadro de manutenção visam aprimorar a eficiência operacional, proporcionando uma gestão mais eficaz das tarefas e uma resposta mais ágil a problemas de manutenção. A otimização do espaço, a padronização dos cartões de identificação e a distinção para técnicos de prevenção contribuem para uma organização visual clara, facilitando a identificação dos colaboradores. Estas iniciativas não apenas promovem um ambiente de trabalhos mais fluido, mas também refletem o compromisso da empresa em alcançar operações mais eficientes e eficazes na equipa de técnicos de manutenção.

O projeto da gestão dos documentos evidencia a importância de uma organização eficiente da documentação técnica para garantir a eficácia das ações de manutenção. Com a reorganização do arquivo físico e digital, a empresa conseguiu melhorar o acesso à informação, reduzindo assim o tempo que era necessário para a localização dos documentos e aumentando a eficiência das ações de manutenção. A aplicação dos 5s e a integração das chapas de identificação dos equipamentos foram importantes para garantir a continuidade da melhoria contínua neste processo. Em suma, esta abordagem sistemática e organizada resultou em benefícios tangíveis para a empresa, contribuindo para a otimização dos recursos e para a melhoria global do processo de produção.

Quanto ao projeto da melhoria na ETARI é um projeto que visa otimizar o tratamento das águas industriais, proveniente do processo produtivo da empresa, e que numa primeira fase enfrenta desafios como as intervenções frequentes nas bombas que se encontram num espaço reduzido e de difícil acesso. A proposta de realocação das bombas para uma localização mais acessível, assim como as outras sugestões providenciam trazer benefícios significativos, tais como a redução de

custos e riscos ambientais, facilitar a manutenção e melhorar a segurança e a eficiência operacional. Com o projeto atualmente em fase de orçamentação, espera-se uma melhoria substancial no funcionamento e sustentabilidade do sistema da ETARI da empresa.

Na abordagem à Indústria 4.0, a SRAMPORT demonstra um significativo interesse em incorporar esta tecnologia à sua linha de produção, mesmo que ainda esteja em estágio inicial de desenvolvimento. Este interesse é compreensível, especialmente considerando a expansão da fábrica. A análise de desgaste das peças e a integração de realidade virtual para resolução de problemas complexos demonstram um compromisso com a manutenção preventiva e resolução eficaz de questões operacionais. No entanto, é notável a necessidade de equilibrar essa implementação com a contenção de custos vigente.

À medida que a SRAMPORT tenta atingir os seus objetivos, a evolução da Indústria 4.0 pode desempenhar um papel crucial, particularmente em união com a Manutenção Produtiva Total. A antecipação de falhas proporcionada por esta tecnologia é uma perspectiva promissora para mitigar custos associados a avarias e alinhar-se aos princípios da TPM.

Conclui-se que a manutenção constitui um pilar importante no mundo industrial, pois apesar de ser muitas vezes subestimado é sem dúvida alguma um dos fatores que permite fazer a diferença no alcance da perfeição industrial.

11.1 Sugestões para trabalhos futuros

Com base nas propostas de melhoria na ETARI, sugeria o término deste projeto, visto que este contribui para sustentabilidade ambiental e trazendo também benefícios económicos.

De seguida, seria o desenvolvimento de ferramentas digitais, como aplicações móveis, para facilitar o acesso a documentação técnica e o registo de intervenções de manutenção, agilizando o processo e minimizando erros operacionais.

Futuramente, a investigação de novas formas de otimizar a eficiência energética dos equipamentos industriais, unindo a manutenção preventiva à sustentabilidade ambiental, o que traria benefícios económicos e ecológicos.

Por fim, a última sugestão que daria seria a continuação da criação de templates para a formação dos funcionários, visto que estes contribuem para a padronização dos procedimentos, facilitam a transferência de conhecimento entre diferentes níveis de colaboradores e promovem uma melhoria contínua nas competências e eficiência da equipa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SRAM, “About SRAM,” [Online]. Available: <https://www.sram.com/en/company/about/history>. [Acedido em 15 01 2024].
- [2] Ramos, S., Manual de Acolhimento. SRAMPORT- Transmissões Mecânicas, Lda., Coimbra, 2023.
- [3] J. Farinha, Asset Maintenance Engineering Methodologies,, FL, USA: CRC Press: Boca Raton, 2018.
- [4] J. Coelho, “Implementação da Total Productive Maintenance (TPM) numa Empresa de Produção,” 2008.
- [5] I. P. S. A. a. J. S. Khamba, Total productive maintenance: Literature review and directions, vol. 25, 2008, pp. 709-726.
- [6] EC, “Germany; Industrie 4.0,” 2017. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/growth/toolsdatabases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%204.0.pdf>. [Acedido em 13 02 2024].
- [7] K.-D. W. S. & W. T. Thoben, ““Industrie 4.0” and Smart Manufacturing – A Review of Research Issues and Application Examples. International Journal of Automation Technology,” p. 4–16, 2017.
- [8] H. W. W. & H. J. Kagermann, “Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUS,” 2013.
- [9] F. G. M. F. S. & K. H. Hecklau, “Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Procedia CIRP,” pp. 1-6, 2016.
- [10] IAPMEI., “Indústria 4.0,” 2019. [Online]. Available: <http://www.iapmei.pt/Paginas/Industria-4-0.aspx>. [Acedido em 20 02 2024].
- [11] Deloitte, “Indústria 4.0,” 2017. [Online]. Available: <https://www2.deloitte.com/pt/pt/pages/consumer-industrial-products/articles/industria-4-0-.html#>. [Acedido em 22 02 2024].
- [12] R. Poovendran, “Cyber–Physical Systems: Close Encounters Between Two Parallel Worlds [Point of View]. Proceedings of the IEEE,” pp. 1363-1366, 2010.
- [13] V. M. M. & K. A. Roblek, “A Complex View of Industry 4.0,” 2016.
- [14] BCG, “Industry 4.0 - the Nine Technologies Transforming Industrial Production,” 2019. [Online]. Available: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>. [Acedido em 09 02 2024].

Anexo B



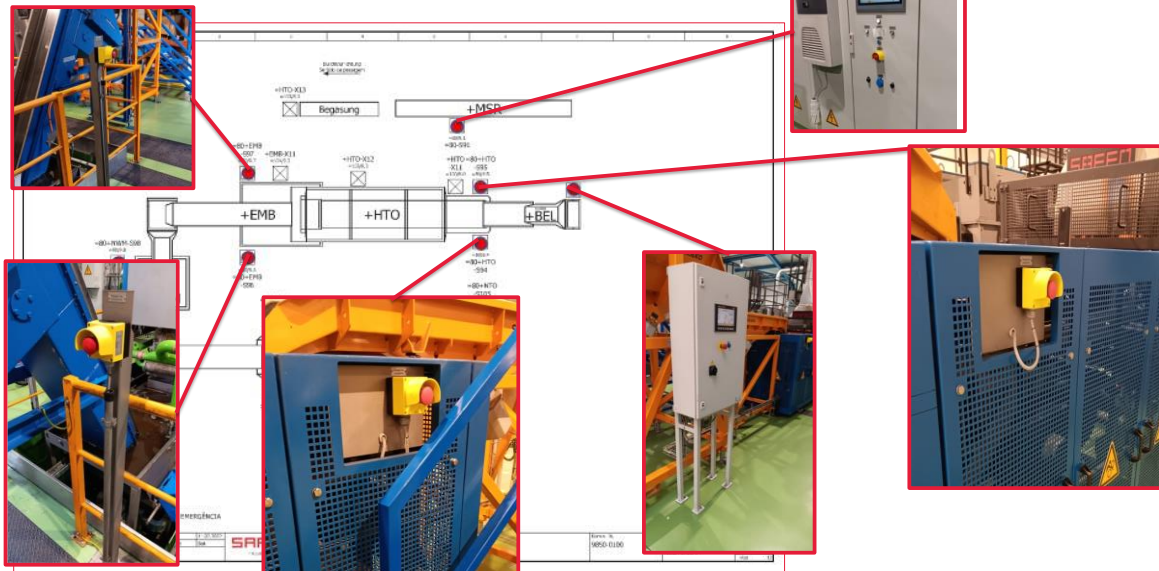
Forno CTC3

Formação_N1 - Manutenção do forno CTC3_HTO

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

Localização do botão de paragem de emergência



Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

Inspeção

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

Diariamente

- Sifão

- Verificar se está limpo (por exemplo, fuligem na superfície da água)



Autor: Carlos Coimbra

- Sistema de água de refrigeração

- Fluxo (ver se corre água)



- Se a temperatura é inferior a 50 °C



Aprovação : Marco Almeida

Diariamente

- Correia transportadora / Guia da correia
 - Verificar se a tela da esteira está centrada
 - Verificar rotura ou desgaste



Autor: Carlos Coimbra

- Extremidades da calha (folhas laterais):
Verificar se está completa ou danificada



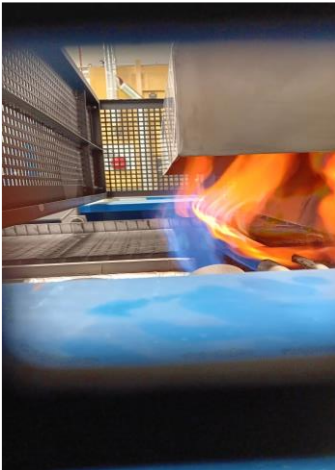
- Ver se a correia tem folga



Aprovação : Marco Almeida

Diariamente

- Queimador - piloto controlar funcionamento e ajustes



Autor: Carlos Coimbra

- Fluxímetro: verificar se está dentro dos valores. Se não ajustar na válvula vermelha



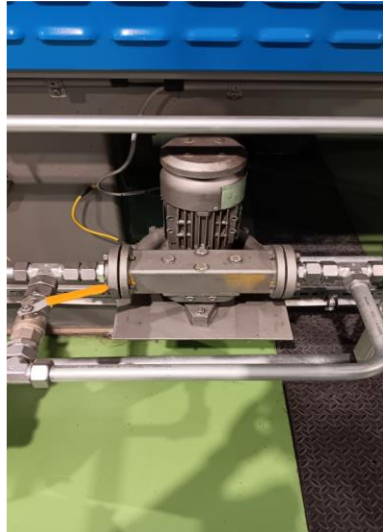
- Filtro de aspiração de vapor de óleo:
ver se está colmatado. Se estiver, fazer pedido de intervenção



Aprovação : Marco Almeida

▲ Diariamente

- Unidade de circulação
 - Verificar se existe algum ruído anormal



Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

▲ Semanalmente

- Sifão
 - Nível da água



Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

Limpeza

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

▲ Semanalmente

- Limpeza do fundo móvel,



Autor: Carlos Coimbra

- Filtro de aspiração de vapor de óleo
limpar a tampa



Aprovação : Marco Almeida

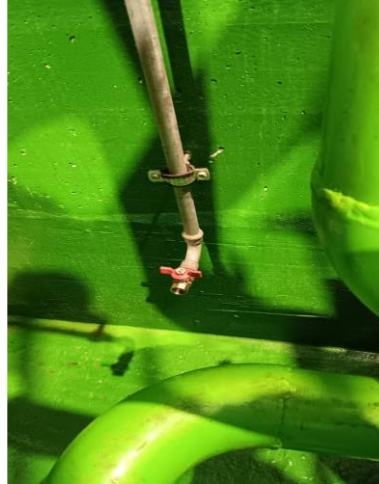
▲ Semanalmente

- Barreiras fotoelétricas limpar pano humedecido com água



Autor: Carlos Coimbra

- Esvaziar o filtro de óleo antes da bomba de aspiração de gás



Para isso :

1. Colocar um recipiente para recolher o óleo
2. Abrir a purga
3. Deixar escorrer
4. Fechar a purga

Aprovação : Marco Almeida

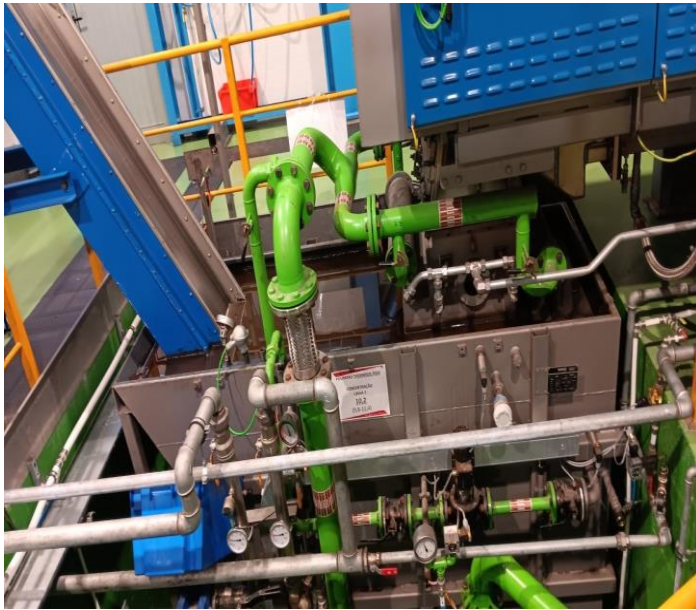
- ▲ Limpar as alhetas do sifão
É necessário parar a correia para limpar



Autor: Carlos Coimbra



Aprovação : Marco Almeida



Forno CTC3

Formação_N1 - Manutenção
do forno CTC3_EMB

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida



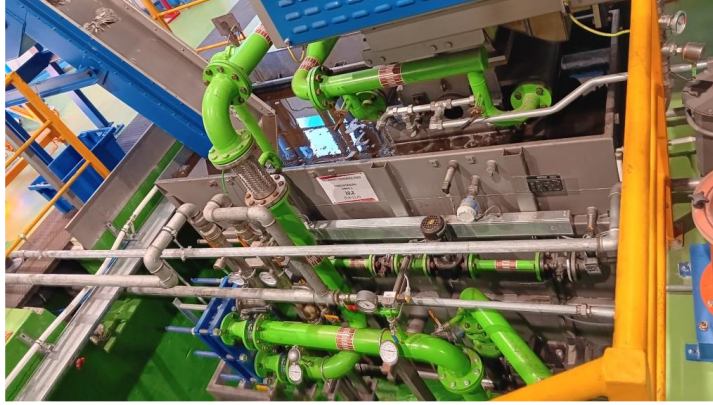
Inspeção

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

Diariamente

- Ver se há fugas nas tubagens do banho



Autor: Carlos Coimbra

- Verificar agitação do banho



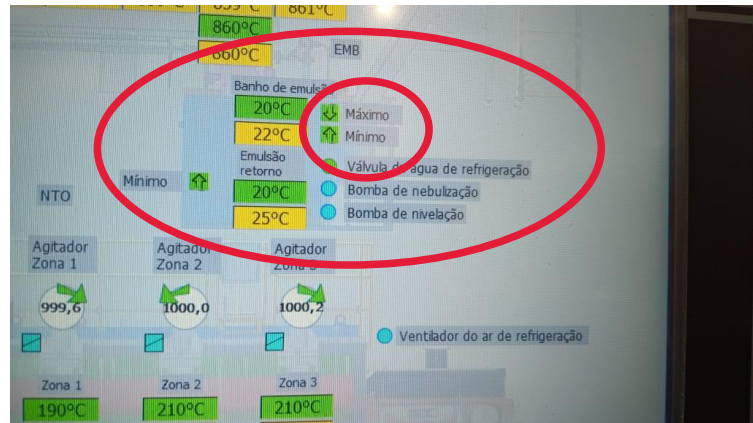
Aprovação : Marco Almeida

- Ver o nível do banho ou seja ver se a barra esta visível, mas ver também se não está muito abaixo da barra



Autor: Carlos Coimbra

- Ver o nível do banho também se pode ver no ecrã principal do forno, podemos ver através das luzes verdes que aparecem destacadas se não estiver no nível aparecem amarelas



Aprovação : Marco Almeida



Forno CTC3

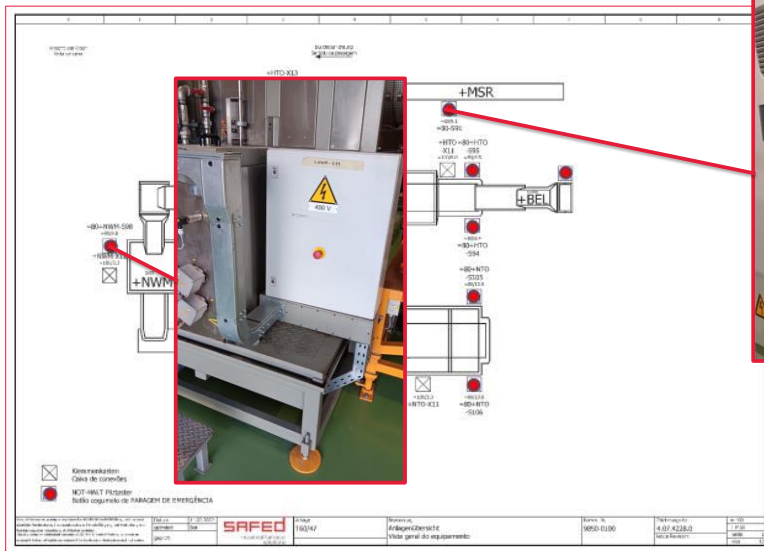
Formação_N1 - Manutenção do forno CTC3_NWM

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida



Localização do botão de paragem de emergência



Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

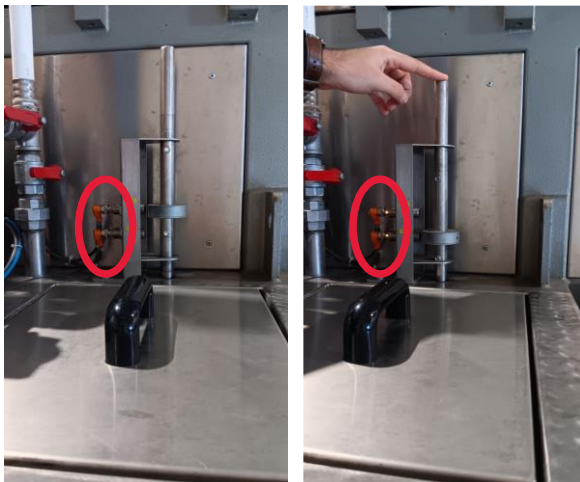
Inspeção

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

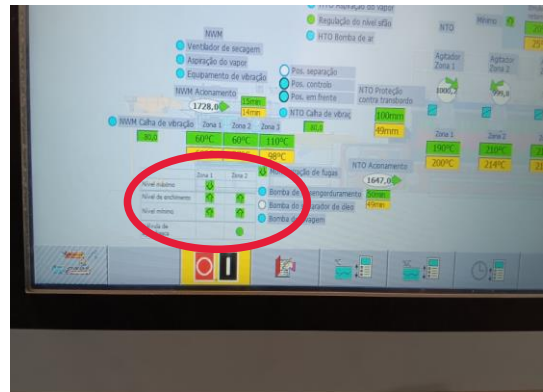
Diariamente

- Ver o monitor de nível, ver se as luzes estão apagadas se estiverem acesas está fora de nível



Autor: Carlos Coimbra

- Também se pode verificar o nível pelas luzes verdes destacadas na imagem se estiver fora de nível estas são amarelas



Aprovação : Marco Almeida

Limpeza

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

▲ Semanalmente

- Limpar os crivos de filtro.



Autor: Carlos Coimbra



Aprovação : Marco Almeida



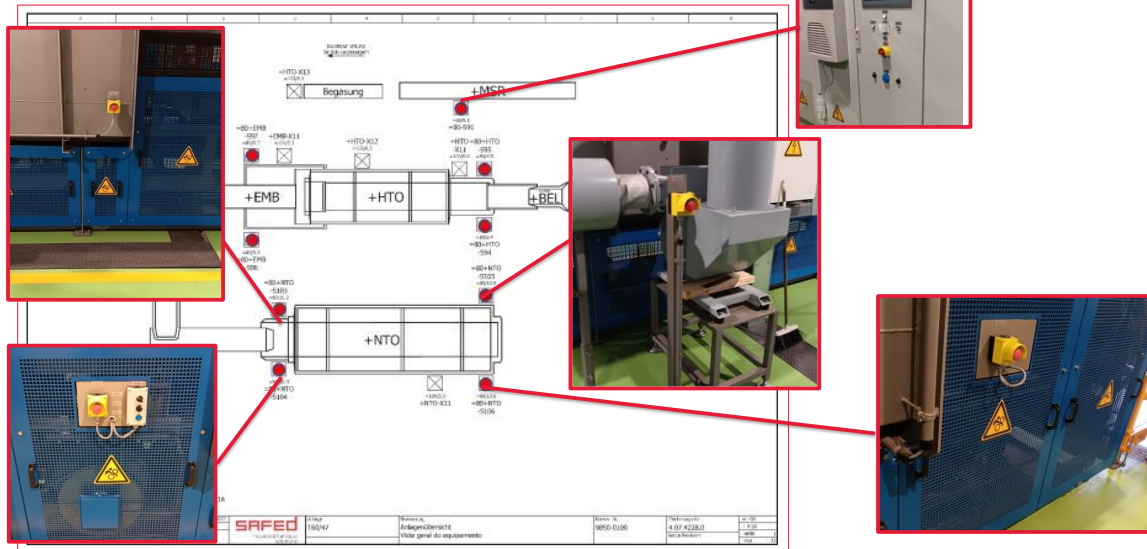
Forno CTC3

Formação_N1 - Manutenção do forno CTC3_NTO

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

Localização do botão de paragem de emergência



Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

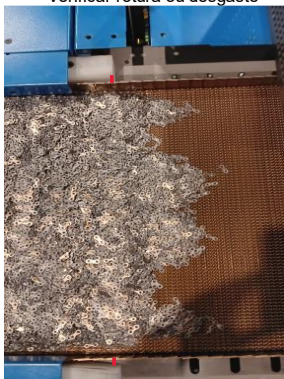
Inspeção

Autor: Carlos Coimbra

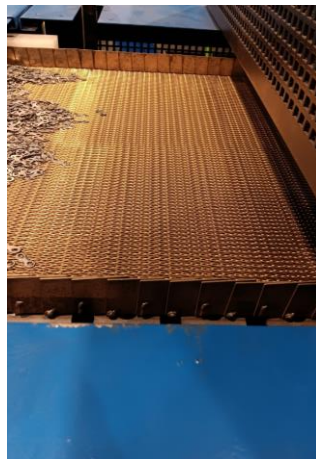
Aprovação : Marco Almeida

Diariamente

- Correia transportadora/ Guia da correia
 - Verificar se a tela da esteira está centrada
 - Verificar rotura ou desgaste
- Extremidades da calha (folhas laterais):
Verificar se está completa ou danificada
- Ver se a correia tem folga



Autor: Carlos Coimbra



Aprovação : Marco Almeida

Limpeza

Autor: Carlos Coimbra

Aprovação : Marco Almeida

Semanalmente

- Barreiras fotoelétricas limpar com pano humedecido com água



Autor: Carlos Coimbra

- Limpeza do fundo



Aprovação : Marco Almeida



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra