Planeamento da Manutenção numa Indústria de Decoração de Embalagens de Vidro

André Filipe Coutinho Faria

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Maria João Pires



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2019-07-01

À minha família

Resumo

A presente dissertação aborda todo o planeamento da manutenção numa industria de decoração de embalagens de vidro, desde a análise da situação existente até à organização e posterior implementação de tarefas de manutenção. A principal motivação do projeto foi a elevada ocorrência de avarias que era consequência da inexistência de um plano geral de manutenção, resultando em elevados custos, não só de manutenção, mas também de produção.

A finalidade do trabalho foi, então, a redução do número de avarias e aumento do controlo dos custos de manutenção, por forma a alcançar uma maior eficiência dos processos produtivos. Para tal, foi fundamental criar uma base robusta que sustente e prolongue as boas práticas da manutenção.

O foco inicial consistiu no levantamento de todos os equipamentos, organização e estudo dos seus manuais para recolher o máximo de informação possível. Dada a elevada importância da organização do parque material, todos os equipamentos e respetivas localizações foram devidamente codificados e minuciosamente especificados.

De seguida, foi realizada uma análise fiabilística e de criticidade para perceber quais os equipamentos com maior preponderância para a empresa, de modo a focalizar nestes os principais esforços.

Reunindo toda a informação dos manuais dos equipamentos e experiência dos operadores e equipas de manutenção, foi realizado um plano de manutenção preventiva para todos os equipamentos, nos quais os operadores passaram a ter um papel fundamental. Dada a elevada importância da compreensão da operação a executar, elaboraram-se procedimentos de trabalho para diminuir o tempo de execução. Adicionalmente, com o intuito de manter uma boa gestão dos equipamentos, foram realizados procedimentos de criação de equipamentos e planos de manutenção.

Por fim, dado o estado atual do armazém de peças de reserva e a elevada importância que possui, era imprescindível a sua organização para o sucesso da gestão da manutenção.

Com este projeto, a manutenção tornou-se dotada de um maior apoio na execução das intervenções, pois passou a ter ao seu dispor informações detalhadas sobre cada equipamento. A execução do plano da manutenção com periodicidades e instruções de trabalho adequadas, melhorará as condições de operação dos equipamentos que, consequentemente, conduzirá a uma redução do número de avarias assim como ao aumento da vida útil dos equipamentos

O registo de intervenções de cada equipamento permite uma monitorização constante do comportamento dos equipamentos através do cálculo de indicadores chave. Por fim, a nova organização dos armazéns, reduziu os tempos de reparação e permitiu *setups* mais rápidos. Todos estes resultados, de forma direta ou indireta, reduzem os custos da manutenção.

Palavras Chave: Gestão da Manutenção, Manutenção Preventiva, Manutenção Industrial, SAP, Melhoria Contínua, Indicadores Chave, Custos da Manutenção, Registo da Manutenção, Armazém de peças de reserva.

Maintenance Planning in a Glass Packaging Decoration Industry

Abstract

The present dissertation covers all maintenance planning in a glass packaging decoration industry, from the analysis of the existing situation to the organization and subsequent implementation of maintenance tasks. The main motivation of the project was the high occurrence of failures that was a consequence of the inexistence of a maintenance plan, resulting in high costs, not only in maintenance but also in production.

Therefore, the purpose of the work was to reduce the number of failures and increase the control of maintenance costs, in order to achieve greater efficiency of production processes. Thus, it was fundamental to create a robust base that sustains and prolongs good maintenance practices.

The initial focus consisted of surveying all the equipment, organizing and studying their manuals to collect as much information as possible. All equipment and its locations were duly coded and meticulously specified due to the high importance of the organization of the material park.

Then, reliability and critical analysis were performed to understand which equipment had the greatest preponderance for the company, in order to focus on the main efforts.

Gathering all the information from the equipment manuals and the experience of the operators and maintenance teams, a preventive maintenance plan was carried out for all equipment, in which operators have come to play a key role. Due to the high importance of understanding of the operation to be performed, work procedures was elaborated to reduce working time. In addition, in order to maintain good management of the equipment, procedures were developed to create equipment and maintenance plans.

Finally, given the current state of the spare parts warehouse and the high importance it has, its organization was essential for the success of maintenance management.

With this project, the maintenance became endowed with greater support in the execution of the interventions, since it now has at its disposal detailed information about each equipment. The execution of the maintenance plan with appropriate periodicity and working instructions has improved the operating conditions of the equipment, which consequently leads to a reduction in the number of failures as well as an increase in the useful life of the equipment.

Recording the interventions made on each equipment allows for constant monitoring of equipment behavior by calculating key indicators. Finally, the new organization of the warehouses, reduced repair times and allowed faster setups. All these results, directly or indirectly, reduce maintenance costs.

Keywords: Maintenance Management, Preventive Maintenance, Industrial Maintenance, SAP, Continuous Improvement, Key Indicators, Maintenance Costs, Maintenance Registry, Spare parts warehouse.

Agradecimentos

Antes de mais, quero agradecer profundamente:

A todas as pessoas da *BA Glass* que me ajudaram no processo de integração na empresa.

Ao Engenheiro José Carlos Silva, que sempre me motivou e apoiou em todas as questões relacionadas com o SAP.

A todos os colaboradores da Decoração, em especial ao Nuno Pereira, ao José Adrião e ao Sr. Samuel Dias Vieira, não só por se mostrarem sempre disponíveis para me apoiar neste projeto, mas também por me proporcionarem um excelente ambiente de trabalho.

Ao Dr. Nuno Rocha, meu orientador na empresa, que esteve sempre disponível para me ajudar no que fosse necessário.

À Professora e Engenheira Maria João Pires, pela disponibilidade, apoio e sugestões ao longo do projeto

Ao Professor Armando Leitão, pela disponibilidade em esclarecer todas as questões mais técnicas relacionadas com a gestão da manutenção.

A todos os meus amigos pelo apoio constante e amizade, ajudando-me a manter um espírito positivo ao longo do projeto.

À Diana Corte-Real pelo apoio incondicional que sempre demonstrou, ajudando-me a ultrapassar todas as dificuldades.

À minha família, em especial aos meus pais e irmão, por sempre me proporcionarem todas as condições para me tornar no que sou hoje e por demonstrarem sempre um amor incondicional, a vocês um obrigado.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1

1.1 Ba Glass 1
1.2 Enquadramento do projeto e motivação 2
1.3 Objetivos do projeto 3
1.4 Método seguido no projeto 3
1.5 Estrutura da dissertação 4

2 Revisão bibliográfica 5

2.1 Definição de Manutenção 5
2.2 Evolução histórica da gestão da manutenção 6
2.3 Função e objetivos da manutenção 7
2.4 Tipos de manutenção 7
2.4.1 Manutenção corretiva 8
2.4.2 Manutenção corretiva de emergência 8
2.4.3 Manutenção preventiva 8

2.5 Custos da manutenção 10
2.6 Conhecimento dos equipamentos 11
2.7 Estratégias de manutenção 12
2.7.1 TPM (Total Productive Maintenance) 12
2.7.2 RCM (Reliability Centred Maintenance) 13

2.8 Fiabilidade 14
2.8.1 Taxa de avarias 15
2.8.2 MTBF 16
2.8.3 Métodos estatísticos para o cálculo da fiabilidade 17

2.9 Manutibilidade 19
2.10 Disponibilidade 19
2.11 Indicadores de desempenho 20
2.12 Gestão do armazém 20
2.12.1 Objetivos de uma boa gestão de materiais 21
2.12.2 Fatores que influenciam o armazenamento de spare parts 21
2.12.3 Layout do armazém 21

3 Processos produtivos e situação inicial da empresa 22

3.1 Processo produtivo 22
3.1.1 Serigrafia 23
3.1.2 Pressure Sensitive Label 25
3.1.3 Sleeving 26

3.2 Descrição estado empresa 28
3.3 Equipa de manutenção 28
3.4 Sistema de informação 28
3.5 Ordens de trabalho 29
3.6 Documentação preenchida por operadores 29
3.7 Armazém de apoio à manutenção 30

4 Apresentação e implementação das propostas de melhoria 32

4.1 Análise das mudanças de fabrico 33
4.2 Distribuição das avarias 34
4.3 Análise fiabilística da Serigrafia 35
4.4 Organização do parque material 37
4.4.1 Organização dos transportadores 38
4.4.2 Estruturação do sistema informático SAP 38

4.5 Análise da criticidade dos equipamentos 39
4.6 Análise dos modos de falha 40
4.7 Registo de intervenções 41

4.8 Plano de manutenção 41
4.9 Elaboração do Manual de Equipamento 43
4.10 Análise de custos 43
4.11 Indicadores de manutenção 46
4.12 Procedimentos de trabalhos 46
4.13 Organização do Armazém 46
5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro 49
5.1 Sugestões de trabalhos Futuros 50
Referências 51
ANEXO A: Cálculo do OEE 52
ANEXO B: Relatório de turno 53
ANEXO C: Estado inicial dos armazéns 55
ANEXO D: Melhorias na identificação dos transportadores 57
ANEXO E: Exemplo de parte da documentação dos transportadores 58
ANEXO F: Codificação BA Glass 60
ANEXO G: Nova estrutura das localizações da decoração 63
ANEXO H: Análise criticidade 66
ANEXO I: Exemplo do registo de paragens 67
ANEXO J: Tipificação de avarias 68
ANEXO L: Exemplo do novo registo de intervenção 72
ANEXO M: Plano de manutenção da máquina de Sleeves 73
ANEXO N:Manual da máquina de serigrafia de SA8 76
ANEXO O: Exemplo de um documento ilustrativo 79
ANEXO P: Procedimento para gestão de equipamentos 81
ANEXO Q: Procedimento para criação de planos de manutenção 90
ANEXO R: Procedimento em caso de avaria 96
ANEXO S: Estado atual dos armazéns 97

Siglas

CBM - *Condition-based maintenance*

ERP - *Enterprise Resource Planning*

IID - Independentes e identicamente distribuídas

MTBF - *Mean Time Between Failure*

MTTF – *Mean Time to Failures*

MTTR – *Mean Time to Repair*

PSL - *Pressure Sensitive Labels*

SAP (*Systems, Applications and Products) – software* que permite controlar as interações do próprio negócio.

RCM – *Reliability Centered Maintenance*

TBM - *Time-based maintenance*

TPM – *Total Productive Maintenance*

Índice de Figuras

Figura 1 - Fábricas da BA Glass 1
Figura 2 - Efeitos de uma manutenção inadequada (Ahuja e Khamba 2008) 5
Figura 3 - Evolução do conceito de manutenção (Adaptado de Moubray 1997) 6
Figura 4 - Funções técnicas da indústria (Ferreira 1998) 7
Figura 5 - Tipos de manutenção 8
Figura 6 - Custos da manutenção (Roberto Marcorin e Lima, n.d.) 10
Figura 7 - Ponto ótimo de disponibilidade (Roberto Marcorin e Lima, n.d.) 11
Figura 8 - Pilares do TPM (Adaptado de Borris (2006)) 13
Figura 9 - Relação entre as funções F(t), f(t) e R(t) (Pinto, 2002) 14
Figura 10 - Curva da banheira (adaptado de Guedes Soares et al. (2010)) 15
Figura 11 - Tempos relativos a equipamentos reparáveis (Ferreira 1998) 16
Figura 12 - Distribuição exponencial (Ferreira 1998) 17
Figura 13 - Efeito do fator de forma na distribuição Weibull (Ferreira 1998) 18
Figura 14 - Efeito do fator de escala na distribuição de Weibull (Ferreira 1998) 18
Figura 15 - Efeito do parâmetro de posição na distribuição de Weibull (Ferreira 1998) 19
Figura 16 - Layout fabril da Decoração 22
Figura 17 - Processo de serigrafia (Decoglas 2019) 23
Figura 18 - Funcionamento da máquina de serigrafia 24
Figura 19 - Processo de PSL (Decoglas 2019) 25
Figura 20 - Máquina de PSL 26
Figura 21 - Processo de *Sleeving* (Decoglas 2019) 26
Figura 22 - Máquina de *Sleeves* 27
Figura 23 - Layout antigo do armazém 31
Figura 24 – Abordagem proposta da gestão da manutenção (Marquez e Gupta 2006) 33
Figura 25 – Distribuição das avarias na Decoração 34
Figura 26 - Fiabilidade do despaletizador SA7 37
Figura 27 - Layout final do armazém 48

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Número de *setups* 33
Tabela 2 - Resultados da análise fiabilística 36
Tabela 3 - Valores acumulados dos tempos de avaria 36
Tabela 4 - Critérios de criticidade 39
Tabela 5 - Classificação dos equipamentos 40
Tabela 6 - Impacto de cada processo na Decoração 44
Tabela 7 - Proporção do lucro por cada 1000 embalagens 44
Tabela 8 - Proporção do lucro por linha 45

1 Introdução

O presente trabalho foi realizado no âmbito do projeto de Dissertação, do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, mais precisamente do mestrado de Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O projeto aborda a temática da Gestão da Manutenção, tendo sido realizado no 2º semestre, no departamento de Decoração da *BA Glass* localizado em Avintes.

No presente capítulo, primeiramente é feita uma introdução à empresa, seguindo-se da apresentação do âmbito do projeto assim como seus objetivos, método seguido e, por fim, apresentação da estrutura da dissertação.

1.1 Ba Glass

A *BA Glass*, anteriormente denominada BA Vidro, produz e comercializa embalagens de vidro (garrafas, frascos e boiões) destinadas às indústrias de alimentação e de bebidas. Com mais de 100 anos de existência, a empresa iniciou a sua atividade comercial em 1912 com foco no comércio de garrafas de vidro. A sua atividade industrial emerge em 1930 com o início da produção industrial em Campanhã.

A atual sede da empresa está situada junto da fábrica de Avintes que opera desde o ano de 1969. A partir dos anos 90, a *BA Glass* iniciou uma fase de expansão, tendo adquirido várias fábricas com a finalidade de fortalecer a sua posição de liderança em Portugal e de forma a permitir o seu crescimento no mercado ibérico. O crescimento foi tal que, atualmente, o grupo é constituído por 12 unidades fabris distribuídas por 7 países: 3 em Portugal (Avintes, Marinha Grande e Venda Nova), 2 em Espanha (Léon e Villafranca de los Barros), 2 na Polónia (Jedlice e Sieraków), 1 na Grécia (Atenas), 1 na Alemanha (Gardelegen), 1 na Roménia (Bucareste) e 2 na Bulgária (Sofia e Plovdiv). Na Figura 1 estão representadas todas unidades fabris assim como os armazéns da empresa espalhados pela europa.

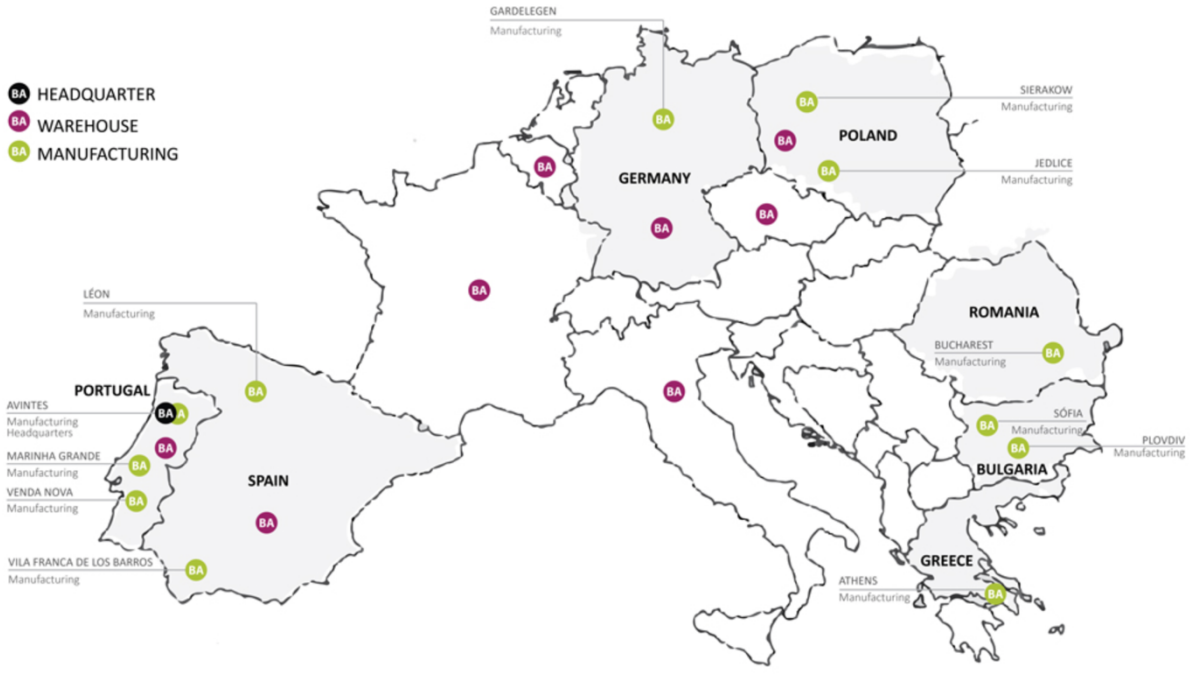


Figura 1 - Fábricas da BA Glass

Atualmente, a *BA Glass* emprega cerca de 3800 funcionários, produzindo, por ano, mais de 8 biliões de garrafas, em 11 cores.

De modo a satisfazer a elevada diversidade de embalagens de vidro das indústrias alimentares e de bebidas, todas as unidades fabris estão estruturadas em termos de dimensão e tecnologia, com linhas de produção especializadas.

Todas as fábricas estão equipadas com máquinas de inspeção automática que verificam todos os produtos da mesma forma, assegurando a conformidade das suas características físicas e dimensionais exigidas por cada cliente. Para garantir a qualidade e melhoria contínua, são ainda realizados testes laboratoriais para controlar o tratamento de superfície, capacidade, resistência ao calor e pressão, entre outros.

Como resultado desses esforços, a BA tornou-se um fornecedor de referência para as principais indústrias alimentares e de bebidas, destacando-se pela qualidade dos seus produtos e capacidade de encontrar soluções inovadoras e flexíveis, junto dos seus clientes (Glass 2019).

Este projeto foi desenvolvido mais concretamente no departamento de Decoração localizado na fábrica de Avintes. Este departamento foi desenvolvido para fornecer um valor acrescentado às garrafas produzidas e para proporcionar ao cliente um produto final pronto a encher. Trata-se de uma secção com mais de 60 anos de experiência com uma equipa de 50 pessoas distribuída numa área com 3000 m^2. Anualmente, são decoradas cerca de 170 milhões de garrafas para mais de 70 clientes diferentes.

O fabrico de embalagens de vidro é o processo fundamental da *BA Glass*, daí que o processo de decoração seja considerado como de suporte. Consiste num trabalho decorativo da embalagem depois de produzida, sendo efetuados, em Avintes, os processos de serigrafia, PSL e *Sleeving.* Adicionalmente, consoante acordos com os clientes, recorre-se à subcontratação do processo de foscagem.

1.2 Enquadramento do projeto e motivação

A preocupação pela realização de uma boa manutenção deve estar inerente em todas as empresas que queiram ter o máximo de eficiência aliado a excelência no custo-benefício. O sucesso produtivo, ou seja, o bom funcionamento dos equipamentos e qualidade dos produtos, é totalmente dependente do sucesso da manutenção. Outros aspetos igualmente importantes, dos quais a manutenção constitui o cerne, são a segurança dos equipamentos e operadores, garantir os prazos de entrega e reduzir os custos de produção. No fundo, o objetivo primordial é assegurar os requisitos de uma empresa a um custo global mínimo.

Para uma empresa se manter competitiva deve procurar evoluir em todas as áreas funcionais, não destoando a manutenção. Neste sentido, é evidente que no departamento de Decoração esta área não está a evoluir ao ritmo das outras. Desde sempre a manutenção foi vista como um encargo dispendioso por isso, somente eram realizadas manutenções corretivas de emergência aquando da falha de algum equipamento.

O que motivou a realização do projeto foi o elevado número de paragens que acarretam, não só custos diretos da manutenção mas também custos que advêm da perda de produção. Tornou-se evidente que seria crucial a implementação de um plano de manutenção devidamente estruturado para permitir uma manutenção continua e, desta forma, prolongar a vida útil dos equipamentos e aspirar uma maior fluidez em todos os processos produtivos. Na sua realização, deve estar intrínseca a importância de balancear os custos provenientes das avarias e os custos de manutenção preventiva, de modo a encontrar um ponto ótimo. Para tal, a necessidade de organização dos equipamentos que permitisse uma monitorização dos seus comportamentos era incontestável. Apesar de a empresa possuir um sistema de informação, a sua potencialidade não estava a ser aproveitada para apoiar a organização da manutenção.

Todos estes fatores constituem oportunidades de melhoria que devem ser analisados, para se fazer o máximo possível com o mínimo custo, tendo sempre em vista a exequibilidade das rotinas de manutenção, ou seja, projetar intervenções preventivas tendo em vista a disponibilidade atual do setor de manutenção e o orçamento da empresa.

1.3 Objetivos do projeto

O trabalho consiste na implementação de procedimentos com vista a uma manutenção bem estruturada, desde organização do armazém de peças até à elaboração de um plano de manutenção, assim como a preparação de documentos fundamentais para o cálculo de indicadores. Todo este trabalho engloba o estudo profundo dos equipamentos para tornar possível a criação de documentação específica, ordens de trabalho e histórico das intervenções. O projeto tem como finalidade:

- Redução de paragens de equipamentos não programadas;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;
- Redução de custos de manutenção;
- Aumento da produtividade.

Para tal, a criação de uma base robusta que proporcione o prolongamento de uma manutenção organizada é fulcral. Consequentemente, será possível efetuar análises fiabilísticas mais precisas resultando num plano de manutenção em constante melhoria contínua.

1.4 Método seguido no projeto

Inicialmente, o esforço baseou-se em perceber o estado inicial da manutenção na empresa. Rapidamente se constatou que esta era muito escassa e baseada em intervenções corretivas de emergência. Seguidamente, verificou-se o sistema de informação SAP mas, para a decoração, este encontrava-se desatualizado e com escassez de informação.

O foco inicial consistiu no levantamento de todos os equipamentos, organização e estudo dos seus manuais para retirar o máximo de informação possível. A organização do parque material é fundamental, dado que facilita profundamente a gestão da manutenção. Portanto, todos os equipamentos e respetivas localizações foram devidamente codificados e minuciosamente especificados.

Ao mesmo tempo, preparou-se um documento provisório para registo de paragens com o intuito de recolher dados plausíveis no decorrer do projeto. Este documento permitiu perceber, desde cedo, as falhas no seu preenchimento possibilitando a adaptação, no final do projeto, do documento de modo a facilitar e tornar mais intuitivo o seu preenchimento.

Realizou-se uma análise aos relatórios de turno com o objetivo de retirar o máximo de informação sobre o comportamento dos equipamentos. Este trabalho originou uma base de dados que permitiu uma análise fiabilística e de criticidade dos equipamentos, com o propósito de perceber quais deveriam ser as principais áreas de intervenção.

Juntamente com elementos do departamento técnico e de manutenção, operadores e informação dos manuais, foi elaborado um plano de manutenção inicial. Desta forma, considerando a carga de trabalho das equipas de manutenção e o planeamento de produção, encontrou-se um equilíbrio entre o ideal e o praticável. Este plano é baseado em verificações e lubrificações, visto que não existe um histórico que permita uma análise fiabilística para eventuais substituições preventivas. Devido à elevada importância da compreensão da operação a executar, elaboraram-se procedimentos de trabalho para diminuir o tempo de execução.

Por fim, era imprescindível a organização do armazém de peças para o sucesso da gestão da manutenção.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em 5 capítulos:

No primeiro capítulo, apresenta-se resumidamente o projeto e sua contextualização na empresa.

O segundo capítulo apresenta os fundamentos teóricos que sustentaram os conceitos aplicados no projeto.

No terceiro capítulo, faz-se uma abordagem ao processo produtivo e uma elucidação da situação atual da empresa.

O quarto capítulo descreve todo o trabalho desenvolvido com base nos conceitos teóricos expostos no segundo capítulo, descrevendo a metodologia utilizada na resolução dos problemas existentes.

Por último, no quinto capítulo, apresentam-se as conclusões do trabalho. São expostos os resultados provenientes das melhorias implementadas, sendo que alguns só se manifestarão a longo prazo. Neste capítulo são também indicadas propostas para trabalhos futuros, dando continuidade às medidas desenvolvidas no projeto.

2 Revisão bibliográfica

No ambiente altamente dinâmico e em rápida mutação de hoje, a competição global entre as organizações levou a uma maior necessidade de mudança nas indústrias. Melhorias lentas e constantes nas operações não garantem lucratividade sustentada ou sobrevivência de uma organização. Assim, se as organizações quiserem ser líderes do setor precisam melhorar a um ritmo mais elevado do que os seus concorrentes.

Deste modo, uma das áreas que, quando bem gerida, conduz a uma melhoria acentuada é a gestão da manutenção. O sucesso do sistema produtivo, assim como o bom funcionamento dos equipamentos e qualidade dos produtos, depende veemente do êxito da manutenção. Geralmente, uma das principais causas de baixos níveis de desempenho e de baixa produtividade são as paragens devidas a problemas com os equipamentos o que conduz a elevados custos das operações (Martins e Leitão, sem data).

Observa-se que tem havido uma falta geral de sinergia entre a gestão da manutenção e as estratégias de melhoria da qualidade nas organizações, juntamente com uma negligência geral da manutenção como estratégia competitiva. A Figura 2 evidencia os efeitos de uma manutenção inadequada.

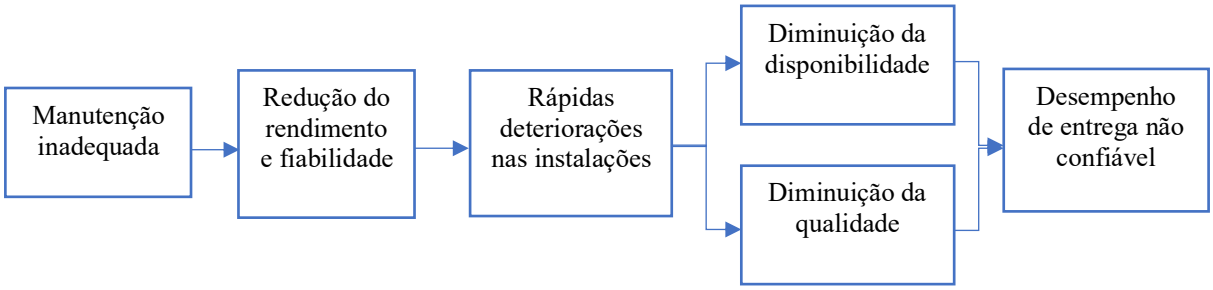


Figura 2 - Efeitos de uma manutenção inadequada (Ahuja e Khamba 2008)

Para melhorar a produtividade a maioria das empresas canaliza os esforços para o estudo e desenvolvimento de novas tecnologias de fabrico sem darem a devida atenção ao papel fulcral que a manutenção possui. Deve ser reconhecida como parte integrante da estratégia de produção da fábrica para se alcançar níveis de excelência (Ahuja e Khamba 2008).

2.1 Definição de Manutenção

Segundo a norma AFNOR e corroborado por Guedes Soares et al. (2010), a manutenção "... é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida".

"A manutenção começa muito antes da primeira avaria: começa na fase de projeto do equipamento da instalação industrial." Ou seja, a manutibilidade, fiabilidade, disponibilidade e durabilidade do equipamento são predefinidos na fase de conceção. É importante o acompanhamento da instalação por parte da equipa de manutenção, assim como do habitual funcionamento do equipamento. Nesta fase, é fundamental a vigilância periódica, realizar ações corretivas e preventivas e, por fim, proceder à respetiva recolha e tratamento dos dados. Tal comportamento permite conhecer e acompanhar a degradação do equipamento possibilitando realizar correções de melhoria contínua (Ferreira 1998).

Para Marquez e Gupta (2006), a gestão de manutenção é definida como todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, prioridades, estratégias e responsabilidades da manutenção e implementá-los por meio de planeamento, controlo e supervisão da manutenção.

Por fim, a derradeira ação da equipa de manutenção será determinar o momento económico de terminar as ações corretivas e preventivas e proceder à substituição do equipamento (Ferreira 1998).

2.2 Evolução histórica da gestão da manutenção

Ainda que a história da manutenção seja longa, os principais desenvolvimentos ocorreram na segunda metade do século XX, no qual o desenvolvimento tecnológico foi mais acentuado. Com este desenvolvimento, foram surgindo novas necessidades que implicaram uma evolução do conceito de manutenção. Existe um consenso relativamente a esta evolução, baseada na perspetiva que Moubray (1997) defende, a qual é dividida em três fases distintas:

1ª geração – abrange o período precedente à segunda guerra mundial. Nesta altura a manutenção ainda era incipiente, dado que as empresas intervinham nos equipamentos apenas em caso de avaria. A simplicidade dos equipamentos e sua reparação aliada com a pouca relevância das paragens provocadas pela falha dos equipamentos tornaram a prevenção irrelevante na visão dos técnicos de manutenção.

2ª geração – ocorreu durante a segunda guerra mundial com a necessidade de produção de bens enquanto a mão-de-obra reduzia drasticamente. Consequentemente, a partir dos anos 50, iniciou-se uma automatização da indústria que gerou o incremento do número e complexidade das máquinas. A dependência dos equipamentos era uma realidade cada vez mais intensificada e qualquer avaria acarretava custos elevados e longas paragens na produção. Foi notória a progressiva evolução para uma manutenção preventiva incentivada pela magnitude dos efeitos de uma paragem.

3ª geração –Nos anos 70, houve um agravamento das consequências das paragens causado pelo aparecimento de filosofias inovadoras como o *Just-in-time*, que apelava por uma otimização dos recursos. Deste modo, pequenas avarias podem causar a paragem de uma fábrica inteira. A automatização veio trazer um aumento eminente da qualidade dos produtos, mas, ao mesmo tempo, aumentar a complexidade e números de avarias dos equipamentos. É, portanto, óbvia a crescente importância dos conceitos de fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos em qualquer setor. Foi neste ponto que surgiram as técnicas de manutenção revolucionárias como o TPM (*Total Productive Maintenance)* e RCM (*Reliability Centered Maintenance)* que, atualmente, fazem parte da organização de uma empresa.

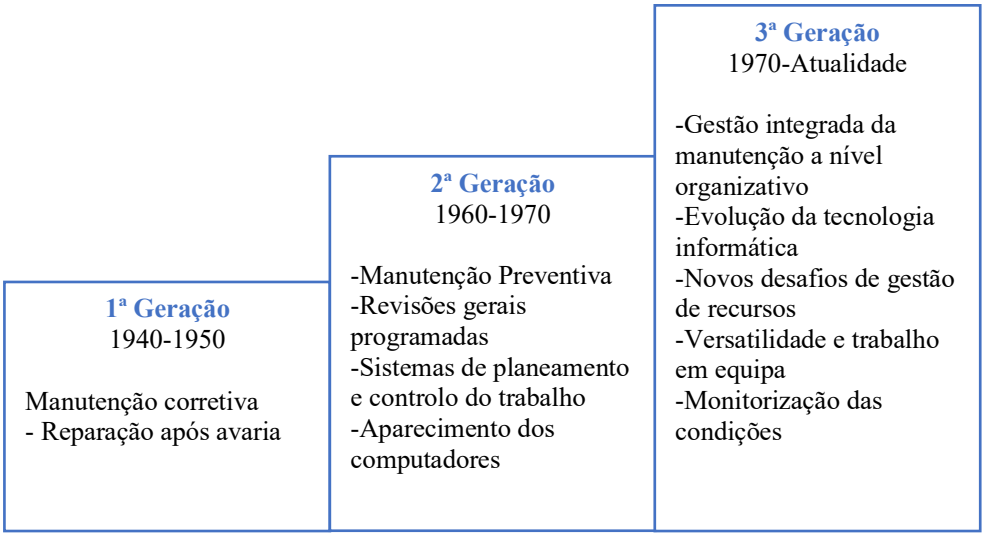


Figura 3 - Evolução do conceito de manutenção (Adaptado de Moubray 1997)

2.3 Função e objetivos da manutenção

Segundo Ferreira (1998), tanto a nível da prestação de serviços como na indústria, a manutenção apresenta os seguintes objetivos:

1. Segurança das pessoas e bens. Preservação do meio ambiente;
2. Assegurar os níveis de qualidade;
3. Assegurar o custo do "produto".

Guedes Soares et al. (2010) afirmam que o objetivo subjacente da manutenção é fornecer confiabilidade e produção com os requisitos de disponibilidade a um custo mínimo. A filosofia de manutenção basicamente resume-se a executar o plano de manutenção ideal que otimize a disponibilidade do sistema, sem comprometer a segurança.

A indústria está dividida em três funções técnicas sendo uma delas a manutenção:

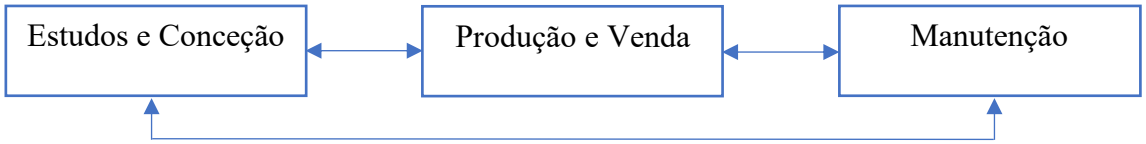


Figura 4 - Funções técnicas da indústria (Ferreira 1998)

Todas estas áreas têm que agir em consonância, sobretudo a produção e a manutenção na medida em que existem fatores como produtividade, qualidade dos produtos e rendimento dos equipamentos que implicam uma sinergia das entidades envolventes. No entanto, é inevitável uma interação da manutenção com todos os setores das empresas dado o seu papel fundamental.

Ferreira (1998) destaca que a manutenção é organizada em 6 módulos que são uma combinação de ações de gestão, economia e tecnologia tendo em vista a fiabilidade e manutibilidade dos equipamentos assim como o seu desempenho e custo de funcionamento, instalação, conservação, modificação e durabilidade:

- Gestão de equipamentos – realização do plano de manutenção, nomenclaturas, desenhos técnicos e histórico de avarias;
- Gestão dos pedidos de intervenção – pedido de intervenção, planificação, programação, execução e relatório;
- Gestão de stocks – movimentos, situação, reserva, receção e reaprovisionamento;
- Gestão de compras – Pedidos, preparação, controlo e análise;
- Apuramento e controlo de custos – análise e apuramento;
- Gestão de mão-de-obra.

2.4 Tipos de manutenção

Existem várias propostas para a classificação dos tipos de manutenção. Na Figura 5 é apresentada uma divisão proposta por Leitão (2018) e consensual entre vários autores. É sempre aconselhável a combinação de várias políticas de manutenção visando a minimização do custo global. A utilização de apenas uma política não contribui para a maximização do potencial de todos os equipamentos, pois cada um detém características e condições de funcionamentos próprias.

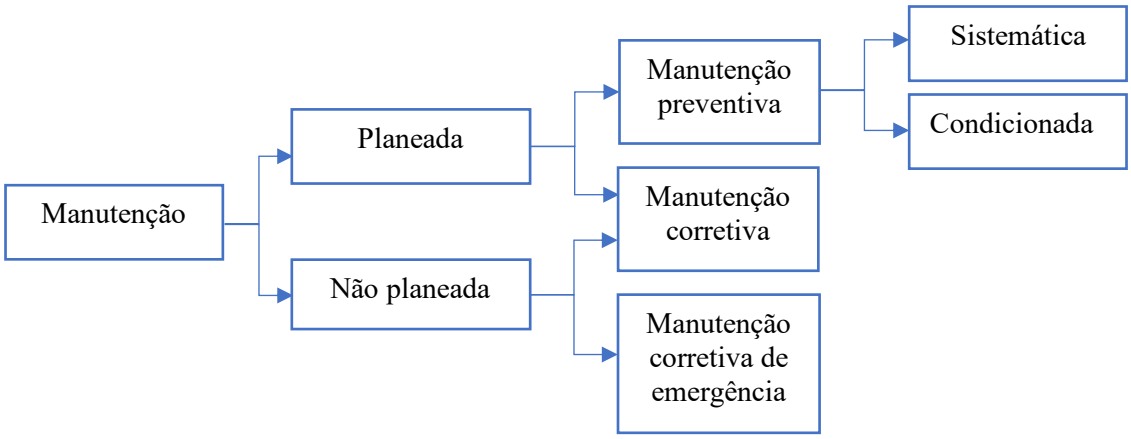


Figura 5 - Tipos de manutenção

Seguidamente, será detalhado cada tipo de manutenção.

2.4.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é executada sempre que ocorre uma avaria. Tratam-se de reparações efetuadas a avarias que surgem sem aviso prévio e em que não foi decida anteriormente uma oportunidade de intervenção. É um processo dispendioso pois obriga à paragem da produção, apesar de não se verificar gastos em manutenção até que ocorra uma avaria. Geralmente, a escolha deste método tem por base o fator económico, ou seja, muitas vezes é mais barato intervir só após a avaria (Xenos 1998). Os equipamentos cuja indisponibilidade tenha pouca relevância sobre a produção devem adotar este tipo de manutenção, que pode ser dividido em dois tipos, manutenção corretiva não planeada e manutenção corretiva planeada.

Manutenção corretiva não planeada - É a atividade técnica executada depois da ocorrência de uma avaria e tem como objetivo restaurar o ativo para uma condição em que o equipamento funcione como pretendido, quer pela sua reparação ou por substituição. É a forma mais básica de manutenção e acarreta custos não só de perda de produção e de qualidade do produto, como também de manutenção, para reparo ou substituição, devido a falhas repentinas (Ahmad e Kamaruddin 2012). A preparação do trabalho é feita após análise da avaria. Quando uma empresa utiliza esta manutenção como método principal a equipa de manutenção é comandada pelos equipamentos e o desempenho da organização não será adequado às necessidades de competitividade.

Manutenção corretiva planeada - Na manutenção corretiva programada as tarefas de manutenção são preparadas antecipadamente, diminuindo o tempo de execução da tarefa e evitando quebras de produção inesperadas. Adicionalmente, este método apresenta um menor custo, sendo igualmente mais seguro que o anterior.

2.4.2 Manutenção corretiva de emergência

Enquanto que na manutenção corretiva o equipamento é inspecionado para identificar o motivo da falha e para permitir que uma ação seja tomada a fim de eliminar ou reduzir a frequência de futuras falhas semelhantes, a manutenção corretiva de emergência é uma manutenção de urgência com intervenções provisórias sem uma correta análise e preparação do trabalho. Este tipo de manutenção acarreta elevados custos e pode comprometer a qualidade dos produtos fabricados.

2.4.3 Manutenção preventiva

Deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa. É um tipo de manutenção que necessita de um profundo estudo prévio sobre as avarias que, geralmente, consiste num

trabalho complexo, na medida em que, é imprescindível o conhecimento de todos os mecanismos. Esta estratégia contribui para a diminuição da taxa de avarias e seus custos, tendo como consequência o aumento da disponibilidade dos equipamentos e a qualidade dos produtos (Ahmad e Kamaruddin 2012).

Segundo Cabral (2004), esta técnica tem como objetivos:

- Calendarização das possíveis avarias, de forma elaborar ordens de trabalho preventivas para poder evitá-las;
- Reduzir os fatores que contribuem para as avarias;
- Mitigar as consequências de uma avaria.

É sugerido por Ferreira (1998) que esta política seja aplicada a:

- Equipamentos com custo de avaria elevados;
- Equipamentos que acarretam a paragem da produção;
- Equipamentos cuja paragem vai ser de longa duração;
- Equipamentos que colocam em causa a segurança do pessoal ou dos utilizadores;
- Equipamentos sujeitos a legislação particular.

A manutenção preventiva pode ser dividida em:

Manutenção preventiva sistemática - A manutenção preventiva efetuada com intervenções sistemáticas segundo uma periodicidade obtida, numa primeira fase, a partir do fabricante do equipamento sendo depois baseada no historial de avarias e manutenções preventivas, otimizando os custos (Ferreira 1998).

Manutenção preventiva condicional - Manutenção baseada no controlo do funcionamento, ou seja, rege-se por um acompanhamento de parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, com o objetivo de intervir imediatamente, caso seja necessário. A decisão de intervenção preventiva é realizada quando existe evidência de avaria eminente ou que se aproxima do limite de degradação admissível pré-determinado (Monchy 1989).

Permite assim intervir o mais próximo possível do ponto de avaria, sem que esta chegue a ocorrer, maximizando o tempo útil de cada um dos componentes. Os equipamentos são utilizados praticamente toda a sua vida útil sem que se verifique alguma avaria grave inesperada que ponha em causa a produção, originando uma otimização dos custos.

São várias as vantagens da manutenção preventiva condicional apontadas por Ferreira (1998):

- Utiliza ao máximo das suas possibilidades os órgãos e equipamentos, diminuindo o stock de peças sobresselentes;
- Evita as intervenções sistemáticas em que a sua periocidade não está completamente ajustada à realidade de funcionamento dos equipamentos;
- Diminui as análises técnico-económicas para obter o valor das periodicidades, mas implica a implementação de sistemas de vigilância pesados;
- Obriga ao controlo da fiabilidade dos equipamentos de medida.

As técnicas de controlo de condição mais utilizados são a inspeção visual (fugas, fissuras, desaperto), análise de vibrações (desalinhamentos, rolamentos em mau estado), termografia (setor elétrico, isolamentos térmicos, refratários), análise de lubrificantes (grau de contaminação do óleo) e a análise aos parâmetros de rendimento (binário, velocidades, temperaturas, pressões, intensidades) (Cabral 2004).

Na perspetiva de Ahmad e Kamaruddin (2012), a manutenção condicional (CBM - *Condition-based maintenance*) apresenta mais benefícios relativamente à manutenção sistemática (TBM - *Time-based maintenance*). Tem um princípio mais realista, pois a grande maioria das avarias são precedidas de sinais ou indicações da sua ocorrência. Adicionalmente, possui uma maior

disponibilidade e precisão dos dados, objetivos mais claros para avaliar as condições do equipamento com a modelação da deterioração e processo de decisão mais simples. Contudo, a manutenção condicional só é aplicável com sucesso em instalações onde haja um investimento em equipamento de análise bem como uma formação especializada para a realização do diagnóstico, e nem todas as empresas estão dispostas a proceder a esse investimento.

2.5 Custos da manutenção

Apesar de a análise dos custos não ser o objetivo primordial da gestão da manutenção, tem que haver uma sensibilidade para se reconhecer, avaliar, perceber e procurar otimizar os custos (Cabral 2009).

Atualmente as margens de lucro das empresas são muito reduzidas em muitos setores o que conduz a uma enorme necessidade de organizar racional e economicamente a manutenção. Posto isto, é impreterível que os custos de manutenção sejam considerados no preço final de produção dos produtos fabricados ou nos serviços fornecidos (Ferreira 1998).

Estes custos são divididos em custos diretos e custo indiretos de manutenção. Os custos diretos de manutenção englobam os custos de mão-de-obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nas reparações, custo com subcontratação e outros relacionados com a instalação ocupada pela equipa de manutenção, isto é, são no fundo custos visíveis (Roberto Marcorin e Lima, sem data).Os custos indiretos abrangem os custos de perda de produção (perda dos produtos não fabricados, perda de qualidade, mão-de-obra parada, acidentes, amortização dos equipamentos parados, prazos não conseguidos que podem causar perda de clientes e fraca imagem) que são mais difíceis de quantificar (Ferreira 1998).

A falta de manutenção desencadeia um descontrolo do processo produtivo, deste modo, deve-se definir a melhor política a ser adotada para otimizar os custos. Como se pode observar no gráfico da Figura 6, um investimento crescente em manutenção preventiva despoleta uma diminuição dos custos de falha e, consequentemente, reduz o custo total da manutenção. Contudo, a partir de um ponto ótimo o investimento em manutenção preventiva começa a ser excessivo, ou seja, não traz benefícios no que diz respeito à redução do custo das falhas, aumentando o custo total da manutenção (Roberto Marcorin e Lima, sem data).

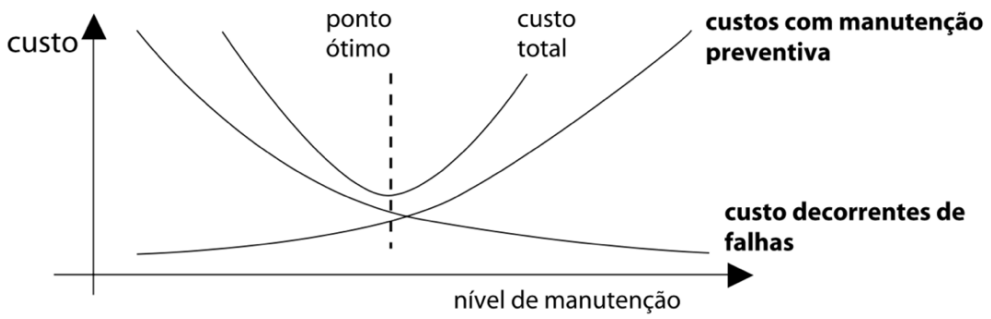


Figura 6 - Custos da manutenção (Roberto Marcorin e Lima, n.d.)

Por outro lado, é pertinente encontrar um ponto que relacione o lucro com a disponibilidade. A busca por falha zero requer um enorme investimento em manutenção que provoca uma diminuição dos lucros. Portanto, um dos maiores desafios da manutenção é encontrar o ponto ótimo de disponibilidade, que maximize os lucros, como ilustrado na Figura 7.

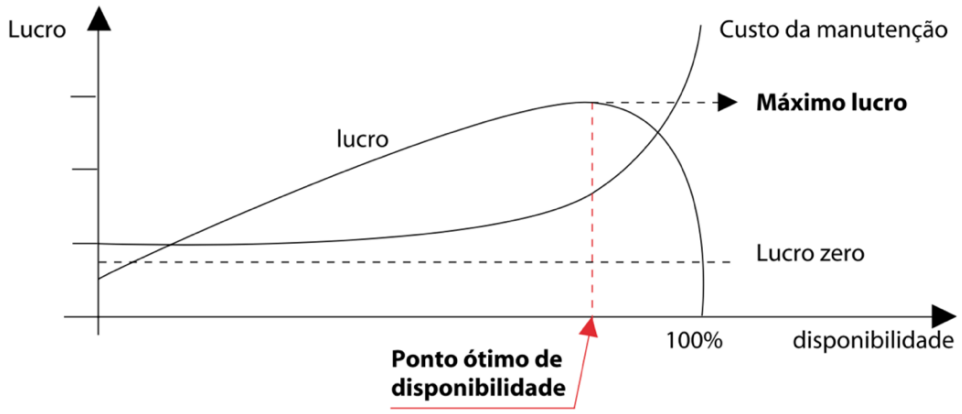


Figura 7 - Ponto ótimo de disponibilidade (Roberto Marcorin e Lima, n.d.)

2.6 Conhecimento dos equipamentos

Para alcançar uma manutenção de excelência é primordial um conhecimento profundo dos equipamentos existentes nas instalações, caso contrário sucederá uma inibição de uma gestão adequada destes bens. Tal conhecimento abrange tanto as questões técnicas dos equipamentos como o histórico de todas as intervenções a que foi sujeito ao longo da sua vida útil. Permite uma resposta rápida e estruturada sempre que seja necessário saber que equipamentos devem ter manutenção preventiva, determinar as periodicidades e procedimentos para a manutenção e reconhecer se a manutenção está, técnica e economicamente, a ser devidamente efetuada.

O procedimento para o conhecimento de uma variedade de equipamentos passa pela criação de um inventário do material codificado, analisado e localizado. Este inventário deve não só reagrupar os equipamentos por famílias como também definir as responsabilidades, prioridades e níveis de manutenção (Ferreira 1998).

O histórico de cada equipamento é igualmente um documento de consulta vital para uma manutenção adequada. Ele "reflete todos os acontecimentos passados com a máquina ou equipamento: avarias, reparações, intervenções preventivas, substituição de componentes, etc..." devendo ser mantido sempre atualizado (Ferreira 1998). Informações sobre o tempo de reparação, custos, tempos de espera, etc. devem também constar neste documento. Através de um registo devidamente organizado e atualizado é possível determinar:

Fiabilidade - sabendo que a ocorrência de avarias é incerta, a utilização de métodos estatísticos (*Weibull*, normal, etc.) torna-se inevitável. O MTBF *(Mean Time Between Failure)*, evolução das taxas de avarias, duração nominal e períodos de intervenção correspondentes a limites de fiabilidade pré-determinados são exemplos indicadores essenciais deduzidos de um histórico de avarias.

Disponibilidade - Tempos Técnicos de Reparação (TTR), ou seja, a duração das intervenções e a duração de paragem.

Gestão de stocks – o histórico fornece informações sobre a quantidade de peças consumidas assim como a data das intervenções.

Política de manutenção – implica a memorização dos tempos e custos de intervenção, ou seja, custo direto em mão-de-obra e materiais. Permite incutir custos por máquina, por tipo de avaria, por tipo de intervenção e, através da análise das informações técnico-económicas, facilmente se compreende o estado da gestão da manutenção tornando exequível a seleção do método de manutenção mais apropriado.

2.7 Estratégias de manutenção

Dependendo das características de cada equipamento, necessidades operacionais e dos recursos da manutenção, o objetivo da gestão da manutenção é escolher a melhor abordagem para aumentar a rentabilidade e competitividade da empresa. As duas filosofias de manutenção mais importantes são a *Total Productive Maintenance* (TPM) e *Reliability Centred Maintenance* (RCM) (Guedes Soares et al. 2010).

2.7.1 TPM (Total Productive Maintenance)

A definição de TPM assenta principalmente no princípio do envolvimento de todos os elementos da organização. Este princípio transportou a manutenção para um nível de envolvimento do pessoal da produção, uma vez que, são as entidades que melhor conhecem o funcionamento das máquinas e providenciam melhores condições de prevenção de avarias (Cabral 2004).

Esta filosofia de manutenção caracteriza-se, segundo Nakajima (1990), por:

- Maximizar a eficiência global das máquinas e dos equipamentos, geralmente conhecido como *Overall Equipment Efficiency* (OEE);
- Abranger todo o ciclo de vida útil do equipamento;
- Englobar a participação de todos, desde a alta direção até aos operários;
- Desenvolver um ambiente propício para condução de atividades voluntárias, formando um movimento motivacional na forma de pequenos grupos.

Para Cabral (2004), o objetivo capital do TPM é, através do envolvimento de todos, maximizar o rendimento operacional eliminando todos os tipos de perdas:

- Perdas por avaria/falha – paragens acidentais;
- Perdas por paragem nas mudanças de fabrico;
- Perdas devidas a pequenas paragens e funcionamento sem carga;
- Perdas por redução de velocidade de produção;
- Perdas por produtos defeituosos;
- Perdas causadas pelo arranque da máquina.

Borris (2006) defende que o TPM envolve um plano de implementação de oito pilares que resulta num aumento substancial da produtividade do trabalho através de manutenção controlada, redução dos custos e redução das paragens de produção. Mas para ter uma estrutura mais robusta, é fundamental ter como base o 5s. Esta ferramenta possibilita ter o local de trabalho organizado, limpo, seguro e eficiente, sendo amplamente reconhecido como um passo fundamental para técnicas de melhoria contínua.

O nome provém de 5 iniciais japonesas:

- *Seiri* (separar) - eliminar tudo o que não é preciso na área de trabalho, como ferramentas ou peças desnecessárias;
- *Seiton* (organizar) - organizar o restante material;
- *Seiso* (limpar) - limpar e inspecionar a área de trabalho;
- *Seiketsu* (padronizar) - criar padrões para pôr em prática as 3 atividades acima descritas;
- *Shitsuke* (sustentar) - assegurar que os padrões são aplicados regularmente e melhorados.

A grande importância desta metodologia prende-se com o facto de se poder descobrir os problemas mais cedo e, em alguns casos até, prevenir a sua ocorrência. Também proporciona uma maneira prática de introduzir os funcionários aos conceitos de desperdício e produtividade, oferecendo-lhes a oportunidade de melhorar a maneira como trabalham.

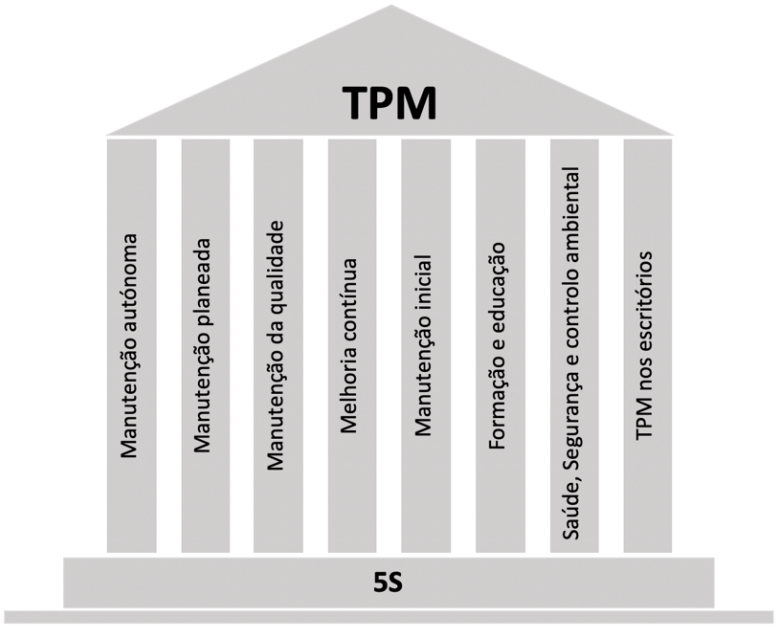


Figura 8 - Pilares do TPM (Adaptado de Borris (2006))

Toda esta informação é sustentada pela Figura 8 que expressa veemente a importância de cada pilar para alcançar excelentes resultados (Borris 2006).

OEE – Overall Equipment Effectiveness

O OEE é o indicador de performance do TPM. Este indicador reconhece que a avaria dos equipamentos não é a única fonte de perdas de produção. Defende que produzir a uma velocidade abaixo da capacidade e gerar produtos defeituosos também tem um impacto sisudo na produção. As seis grandes categorias de perdas do TPM supramencionadas influenciam o OEE de uma empresa o qual engloba três parâmetros operacionais (*Borris* 2006). O cálculo deste indicador está explicitado no Anexo A.

2.7.2 RCM (Reliability Centred Maintenance)

O RCM (em português, Manutenção Centrada na Fiabilidade) direciona os esforços da manutenção para os equipamentos críticos do ponto de vista da fiabilidade, segurança e continuidade da produção (Guedes Soares et al. 2010), ou seja, promove a aplicação de politicas de manutenção baseadas no conhecimento das funções do equipamento e efeitos das suas avarias, não só na a produção, mas também na segurança das pessoas, bens e meio ambiente (Cabral 2004).

O principal objetivo da aplicação deste método é determinar a combinação de tarefas de manutenção que reduzirão os fatores que têm um impacto negativo nos custos de manutenção e na fiabilidade. Para Guedes Soares et al. (2010), esta filosofia de manutenção é executada em quatro etapas principais:

- Executar análise dos modos de falha para identificar os componentes críticos;
- Através de uma metodologia específica, é determinada a política de manutenção mais vantajosa para ser aplicada a cada um dos equipamentos, tendo em conta os custos da manutenção e as consequências das avarias;
- Implementar as decisões definindo tarefas de manutenção específicas, requisitos, periodicidades, limites de parâmetros e recolher os dados necessários para futuras análises;
- Analisar os dados de fiabilidade com o intuito de otimizar o processo.

2.8 Fiabilidade

Segundo Ferreira (1998), podemos definir fiabilidade como sendo "a característica dum dispositivo expressa pela probabilidade de que este dispositivo exerça uma função requerida em condições de utilização e por um período de tempo determinados". É dito pelo mesmo autor que a fiabilidade se distingue da qualidade dado que a qualidade de um produto é a sua conformidade a uma especificação, enquanto que a fiabilidade é a capacidade de manter a conformidade durante a sua vida de funcionamento. É fundamental a criação de um histórico de avarias para deduzir as leis de fiabilidade, isto é, sabendo que a ocorrência de avarias é incerta.

Sendo:
f(t) – função densidade de probabilidades de avarias.
F(t) – função acumulada de avarias.
R(t) – função de fiabilidade.

Pode-se definir a função F(t) como probabilidade de avaria, onde a variável aleatória T é o tempo até a avaria:

$$F(t) = Prob(T < t) \tag{2.1}$$

A fiabilidade é a função complementar de F(t):

$$R(t) = Prob(T \geq t) = 1 - F(t) \tag{2.2}$$

A derivada da função F (t), é dada por f (t), e consiste na probabilidade de avaria no intervalo de tempo dt:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \tag{2.3}$$

Na Figura 9 estão representados os gráficos das funções F(t), R(t) e f(t).

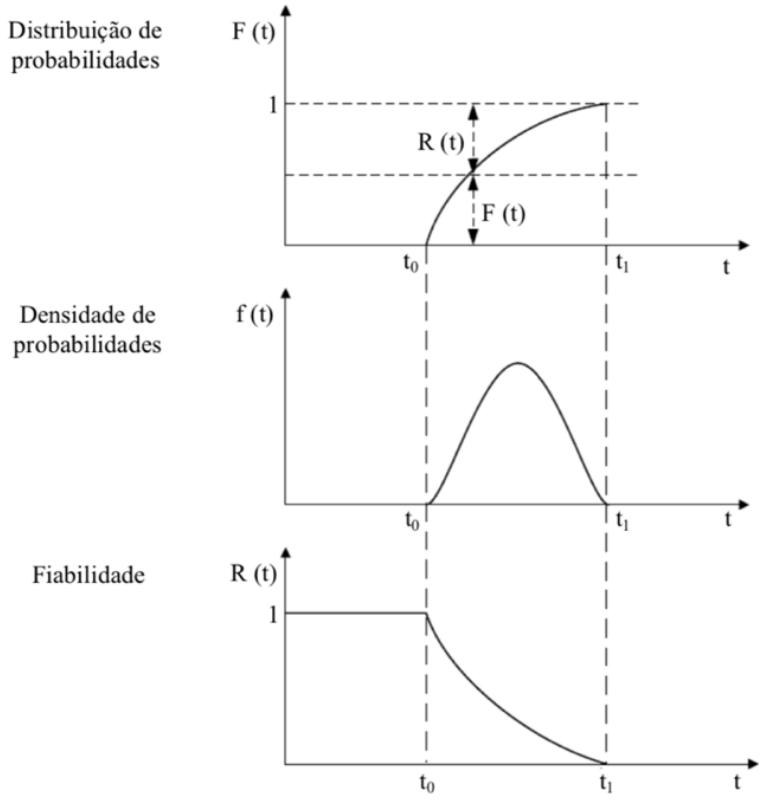


Figura 9 - Relação entre as funções F(t), f(t) e R(t) (Pinto, 2002)

2.8.1 Taxa de avarias

A taxa de avarias é um indicador de fiabilidade que não é mais do que a derivada do número esperado de avarias:

$$\lambda(y) = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{dy}}[E\{N(y)\}] \tag{2.4}$$

As avarias podem verificar-se de três formas diferentes (Leitão 2018):

1) Forma aleatória (Independentes e identicamente distribuídas)

Neste caso, a taxa de avarias é constante e exprime o número de avarias por unidade de tempo, sendo que, em alguns casos, é utilizada a unidade de utilização ao invés da unidade de tempo.

$$\lambda = \frac{\text{Número de avarias}}{\text{Duração de utilização}} \tag{2.5}$$

2) Tendência logarítmica

O número de avarias diminui por unidade de tempo, ou seja, a fiabilidade é crescente alcançada através da melhoria do equipamento, resultando numa taxa de avarias decrescente. O seu cálculo é obtido a partir do modelo de Crow da equação 2.6.

$$\lambda(T) = \gamma\beta T^{\beta-1} \tag{2.6}$$

Os parâmetros β e γ são obtidos pelo método de máxima verosimilhança de Crow.

3) Tendência exponencial

Como consequência da degradação do equipamento, o número de avarias aumenta por unidade de tempo o que origina uma taxa de avarias crescente. Não existe um interesse prático no cálculo da taxa de avarias, mas seria obtido a partir do estimador da equação 2.7.

$$\lambda(T) = \frac{\alpha}{\eta^{\alpha}} T^{\alpha-1} \tag{2.7}$$

Os parâmetros α (α>1) e η podem ser obtidos pelo método de máxima verosimilhança.

Estes três tipos de tendências de avarias caracterizam a "curva da banheira", exibida na Figura 10, que representa a distribuição de avarias dos sistemas reparáveis ao longo do tempo. Trata-se de uma representação gráfica que reparte a vida dos equipamentos em três fases (Monchy 1989).

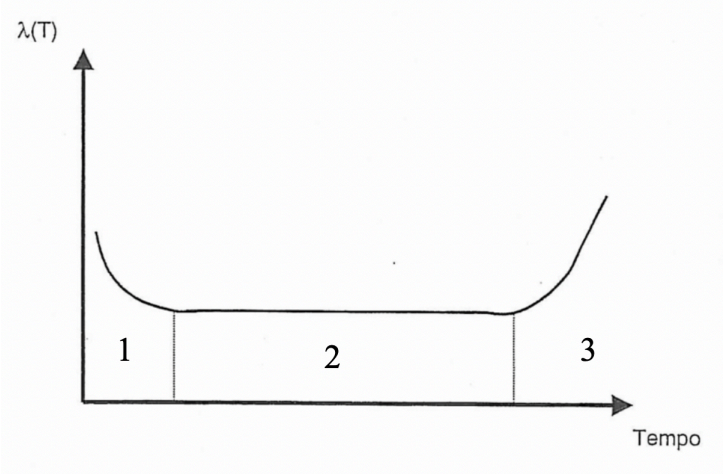


Figura 10 - Curva da banheira (adaptado de Guedes Soares et al. (2010))

1) **Período de falhas precoces** - a taxa de avarias é mais elevada devido ao facto dos equipamentos serem novos e necessitarem de algumas modificações sendo eliminados os componentes suscetíveis a falhas. A existência de problemas de transporte ou instalação também incitam a ocorrência de falhas iniciais.
2) **Período de falhas aleatórias** – é o período de rendimento ótimo do equipamento com taxa de avarias constante, onde as falhas são causadas por acontecimentos aleatórios, não havendo, geralmente, degradação prévia visível.
3) **Período de falhas de desgaste** – É notória uma degradação acelerada e o equipamento perde progressivamente a sua capacidade de bom funcionamento. Num determinado patamar de taxa de avarias, o equipamento é desclassificado, rejeitado ou reconstituído. A determinação do momento de fim de vida do equipamento é obtida a partir de critérios técnico-económicos.

O comportamento dos dados históricos das avarias pode normalmente ser aproximado por distribuições estatísticas. No entanto, antes de se assumir qualquer tipo de distribuição, deve-se verificar se esses tempos são IID (Independentes e Identicamente Distribuídas), utilizando o teste de Laplace (Leitão 2018).

2.8.2 MTBF

O MTBF deriva do inglês *Mean Time Between Failures.* Exprime o tempo médio de bom funcionamento, isto é, é o tempo médio que decorre entre duas avarias consecutivas (Cabral 2004).

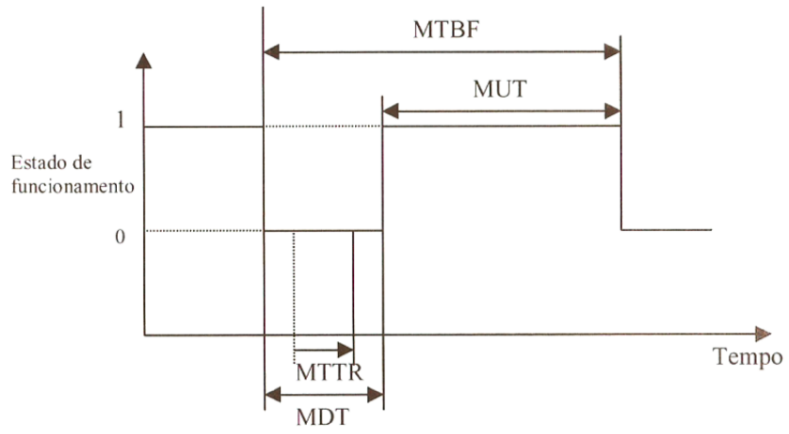


Figura 11 - Tempos relativos a equipamentos reparáveis (Ferreira 1998)

MTBF – *Mean Time Between Failures* (tempo médio entre avarias);
MUT – *Mean Up Time* (tempo médio de funcionamento);
MTTR – *Mean Time To Repair* (tempo médio de reparação);
MDT – *Mean Down Time* (tempo médio de paragem).

Caso a taxa de avarias seja constante, ou seja, a ocorrência de avarias siga uma distribuição do tipo exponencial, o MTBF vem dado pela equação 2.8.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \tag{2.8}$$

Em que λ representa a taxa de avarias.

Quando são analisados os equipamentos não reparáveis a fiabilidade pode ser quantificada pelo MTTF, *mean time to failures*, e representa o tempo médio até à ocorrência da falha.

2.8.3 Métodos estatísticos para o cálculo da fiabilidade

Existem vários métodos estatísticos para o cálculo da fiabilidade, sendo as distribuições mais utilizadas a Exponencial e a de *Weibull*.

A distribuição exponencial (Figura 12) é utilizada na predição da fiabilidade no caso de, pela aplicação do teste de Laplace, a taxa de avarias ser constante. A função da fiabilidade, R(t), e da densidade de probabilidade de avarias, f(t), em que R(t) representa a probabilidade de sobrevivência entre 0 e *t* e f(t) a probabilidade de avaria entre *t* e *dt* são:

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda \, dt} = e^{-\lambda t} \tag{2.9}$$

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = -\frac{d\big(1 - R(t)\big)}{dt} = \lambda e^{-\lambda t} \tag{2.10}$$

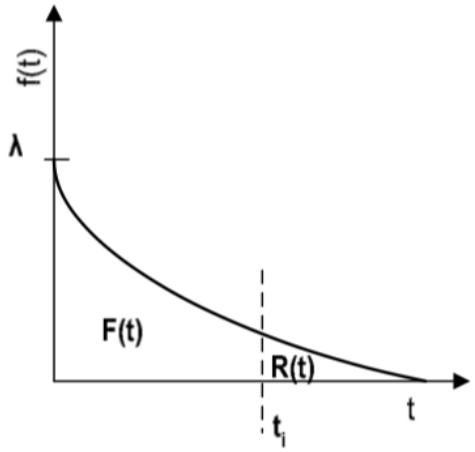


Figura 12 - Distribuição exponencial (Ferreira 1998)

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\lambda e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \lambda = constante \tag{2.11}$$

O modelo de *Weibull* abrange todas as zonas da curva da banheira pois trata-se de uma expressão a três parâmetros que possui a particularidade de não possuir uma única forma característica. É dos modelos mais utilizados devido à sua flexibilidade, dado que pode ser adaptada a diversas distribuições do tempo entre avarias, por modificação dos seus parâmetros, nomeadamente o de forma β (Martins e Leitão, sem data).

As expressões de função fiabilidade, R(t), função de distribuição, F(t), e densidade de probabilidade, f(t), são apresentadas de seguida.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \tag{2.12}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \tag{2.13}$$

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta^{\beta}} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \tag{2.14}$$

A taxa instantânea de avaria expressa-se pela Equação 2.15.

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (2.15)$$

Fator de forma, β - permite adaptar a forma da curva da função densidade probabilidade f(t), podendo igualmente servir de indicador para um diagnóstico.

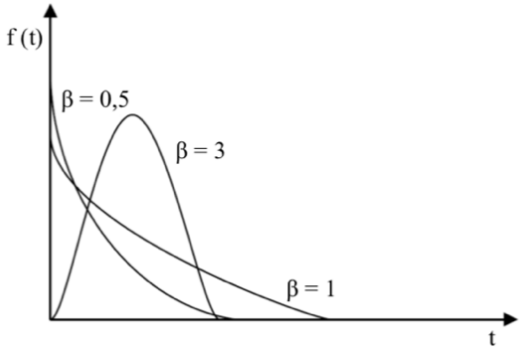


Figura 13 - Efeito do fator de forma na distribuição Weibull (Ferreira 1998)

Se:

β >1 - função de risco crescente, λ(t) aumenta
β =1 - distribuição exponencial, λ(t) constante
β <1 - função de risco decrescente, λ(t) diminui, encontra-se, provavelmente, em fase de rodagem
β ≅ 3.5 - Distribuição normal

Parâmetro de escala (em unidades de tempo), η – corresponde ao tempo em que a probabilidade de avaria é de 63,2%, indicando o número de horas de funcionamento durante o qual a maioria dos elementos da amostra (63,2%) serão afetados. Do ponto de vista estatístico é determinado parâmetro de escala pois, mantendo β constante, as variações no seu valor causam a compressão ou expansão do gráfico (Figura 14).

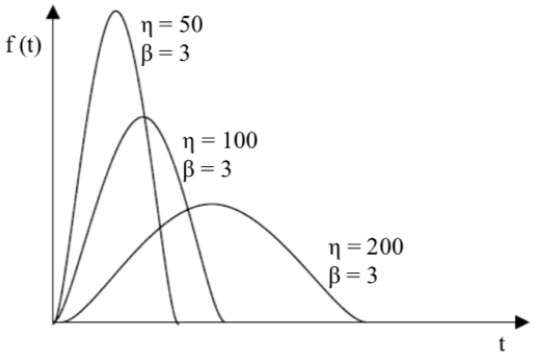


Figura 14 - Efeito do fator de escala na distribuição de Weibull (Ferreira 1998)

Parâmetro de posição (em unidade de tempo), γ - localiza a distribuição ao longo da abcissa. Quando a vigilância começa a partir de t=0, assume valor igual a zero (Figura 15).

- Se γ > 0, há sobrevivência total entre t = 0 e t = γ;
- Se γ = 0, as avarias começam na origem dos tempos;
- Se γ < 0, as avarias começam antes da origem dos tempos.

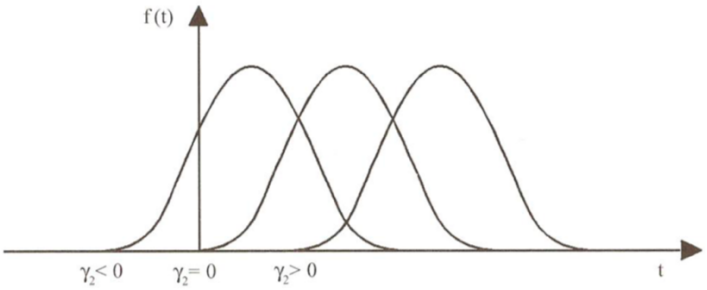


Figura 15 - Efeito do parâmetro de posição na distribuição de Weibull (Ferreira 1998)

2.9 Manutibilidade

Ferreira (1998) afirma que a manutibilidade "É a probabilidade de recuperar um sistema nas condições de funcionamento especificadas, em prazos de tempo estabelecidas, quando as ações de manutenção são efetuadas nas condições e com os meios previstos". No fundo, exprime a facilidade com que o equipamento é mantido em boas condições operacionais.

Pode ser quantificada pela média dos tempos de reparação, MTTR, deriva do inglês *Mean Time to Repair*. Revela o tempo medio necessário para reparar uma avaria e pode ser calculado através da divisão do somatório de tempo de reparação num determinado período pelo respetivo número de reparações (Equação 2.16). O tempo dedicado à reparação engloba todos os tempos que foram necessários para diagnosticar a avaria, reunir recursos, efetuar a reparação, testar e colocar o equipamento a funcionar (Cabral 2004).

$$MTTR = \frac{\Sigma\, TR_i}{Número\ de\ avarias} \tag{2.16}$$

Em que TR_i é o tempo de reparação da avaria i.

Outro conceito com importância no contexto da reparação das avarias é o MWT (Mean Waiting Time), representa o tempo médio de espera para reparação e fornece um indicador importante sobre as condições de atendimento da manutenção (Equação 2.17).

$$MWT = \frac{\Sigma\, TR_i}{Número\ de\ avarias} \tag{2.17}$$

Em que TR_i é o tempo de reparação da avaria i.

2.10 Disponibilidade

A disponibilidade, como o próprio nome indica, é um indicador sobre a proporção de tempo em que é assegurado que o sistema se encontra em condições para ser usado e, assim, poder realizar as suas funções especificas. Este indicador determina a probabilidade de um equipamento estar operacional num instante *t*.

Ferreira (1998) defende que a disponibilidade está dependente:

- do número de avarias;
- da rapidez com que elas são reparadas;
- do tipo de manutenção;
- da quantidade dos meios à disposição;
- da sua interdependência.

Segundo Martins e Leitão, a disponibilidade é uma característica dos sistemas reparáveis e é uma composição da fiabilidade e manutibilidade. Na manutenção a disponibilidade de um equipamento é a razão entre o tempo em que o objeto de manutenção esteve disponível e o tempo total (Equação 2.18).

$$Disponibilidade = \frac{T_{up}}{T_{up} + T_{Down}} \quad (2.18)$$

em que:

T_{up} é o período de tempo em que o equipamento está em condições de ser utilizado.
T_{Down} é o período de tempo em que o equipamento não está em condições de ser utilizado.

2.11 Indicadores de desempenho

Um indicador serve, como o próprio nome indica, para dar uma indicação sobre uma característica ou acontecimento. Na verdade, é uma forma de monitorização dos processos avaliando a eficiência da manutenção com a finalidade de aumentar a produtividade de uma empresa. Desta forma, fica mais fácil fazer o planeamento e controlo da manutenção de equipamentos e, assim, tomar decisões de forma mais assertiva.

Contudo, poderá tornar-se prejudicial trabalhar com muitos indicadores na medida em que, muitas vezes, é um processo complexo e exaustivo compreender a interação de muitos parâmetros com uma relação muito restrita (Cabral 2004).

Os indicadores supramencionados, taxa de avarias, MTBF, MTTR, MWT, disponibilidade e os próprios custos, são os principais indicadores empregues na gestão da manutenção.

2.12 Gestão do armazém

Segundo Cabral (2009), "O objetivo da gestão do armazém é proporcionar à manutenção, nas melhores condições técnicas e económicas, a logística imediata dos artigos e das peças sobressalentes necessários para o seu desempenho."

Deve ser primordial definir quais os artigos que devem ser mantidos em armazém, assim como as suas quantidades, e os que devem ser aplicados diretamente. Para além disso, deve haver uma monitorização constante do material em armazém de modo a saber as suas quantidades e custos em qualquer momento. O objetivo é garantir uma logística imediata da manutenção eficaz com o mínimo possível em armazém. Anualmente, deve-se realizar uma contagem do inventário de forma a corrigir eventuais erros administrativos.

Uma má gestão dos materiais propicia elevados custos, desde os tangíveis como custos relacionados com a perda de tempo na procura da peça; compra de peças apesar da sua existência em armazém; perda de tempo à procura de um fornecedor, entre outros, até aos menos palpáveis como desmotivação causada pela execução de trabalhos defeituosos devido à falta de peças apropriadas (Cabral 2004).

Facilmente se conclui que a gestão do armazém tem um papel fulcral na gestão da manutenção, na medida em que, sem uma boa logística dos materiais não é possível realizar uma manutenção adequada.

Cabral (2004) aconselha eleger as seguintes classes de materiais:

- Sobressalentes específicos, são as peças de reserva específicas de cada equipamento que são fornecidas pelos fabricantes.
- Peças de reserva comuns, são peças com aplicação em diversos equipamentos. Fazem parte deste grupo rolamentos, válvulas, filtros, etc.
- Consumíveis, são peças de baixo valor, elevada rotação e difícil de controlar o fluxo de entrada e saída. Abrangem peças como parafusos, vedantes, porcas, tubos, anilhas, etc.
- Lubrificantes, utilizadas para reduzir o ruído, calor e desgaste, aumentando a vida útil dos componentes móveis dos motores, rolamentos, etc.
- Ferramentas, utilizados nos trabalhos de manutenção.

2.12.1 Objetivos de uma boa gestão de materiais

Numa espécie de síntese, Cabral (2004) afirma que os principais objetivos de uma boa gestão de materiais são:

Financeiros:

- Fornecer informação financeira rigorosa para a gestão da empresa;
- Reduzir o imobilizado em armazém;
- Identificar e eliminar os obsoletos;
- Saber a quantidade e custos em armazém, a qualquer momento.

Operacionais:

- Dispor de materiais necessários nas ocasiões certas;
- Eliminar o tempo despendido na procura de material;
- Perceber se os equipamentos têm os consumos corretos ou se estão a consumir demasiados componentes, permitindo proceder a ações corretivas;
- Conhecer a verdadeira situação do stock relativamente às exigências da manutenção.

Motivacionais:

- Estímulo à organização, dado que, o armazém torna-se o reflexo da manutenção;
- Motivação dos técnicos.

2.12.2 Fatores que influenciam o armazenamento de *spare parts*

Segundo Leitão (2018), os fatores que influenciam a gestão de *spare parts* deve ser analisada para minimizar o custo do inventário e maximizar a eficiência da gestão da manutenção:

Importância do componente – deve ser dada prioridade aos componentes críticos na qual a sua avaria causa a paragem do equipamento ou até da produção inteira. A elaboração de uma análise crítica é fundamental para classificar o impacto que cada componente tem na produção.
Duração da paragem proveniente da avaria do componente – a preferência incorre sobre os componentes com reparações mais longas.
Dificuldade da compra do componente – há equipamentos que demoram meses a ficarem disponíveis no mercado enquanto outros apenas umas horas.
Custo do componente – a prioridade deve ser dada aos equipamentos mais baratos
Quantidade que está a ser usada e armazenada – quanto maior o número de componentes instalado, maior terá que ser o nível de stock.
Tempo de serviço do componente – quanto maior a frequência de substituição, maior o nível de stock do componente.

2.12.3 Layout do armazém

Para se desenvolver um layout é necessário criar vários layouts e, envolvendo todos as pessoas que utilizam o armazém, compará-los de forma a ir ao encontro das expectativas de todos os utilizadores. Tompkins et al. (1996) afirmam que um bom layout deve garantir:

- Minimizar as movimentações dos materiais;
- Utilizar o espaço existente com a maior eficiência possível;
- Minimizar os custos de armazenagem;
- Promover a flexibilidade;
- Facilitar a arrumação e limpeza.

3 Processos produtivos e situação inicial da empresa

Neste capítulo, primeiramente, são descritos os processos produtivos (serigrafia, PSL e *Sleeving*) realizados na Decoração, por representar o departamento no qual este projeto incide diretamente. Seguidamente, a situação inicial é exposta por forma a contextualizar o projeto e identificar oportunidades de melhoria.

3.1 Processo produtivo

Como já foi dito anteriormente, no departamento de Decoração o trabalho realizado, como o próprio nome indica, é o decorativo da embalagem, sendo efetuados os processos de serigrafia, PSL e *Sleeving*.

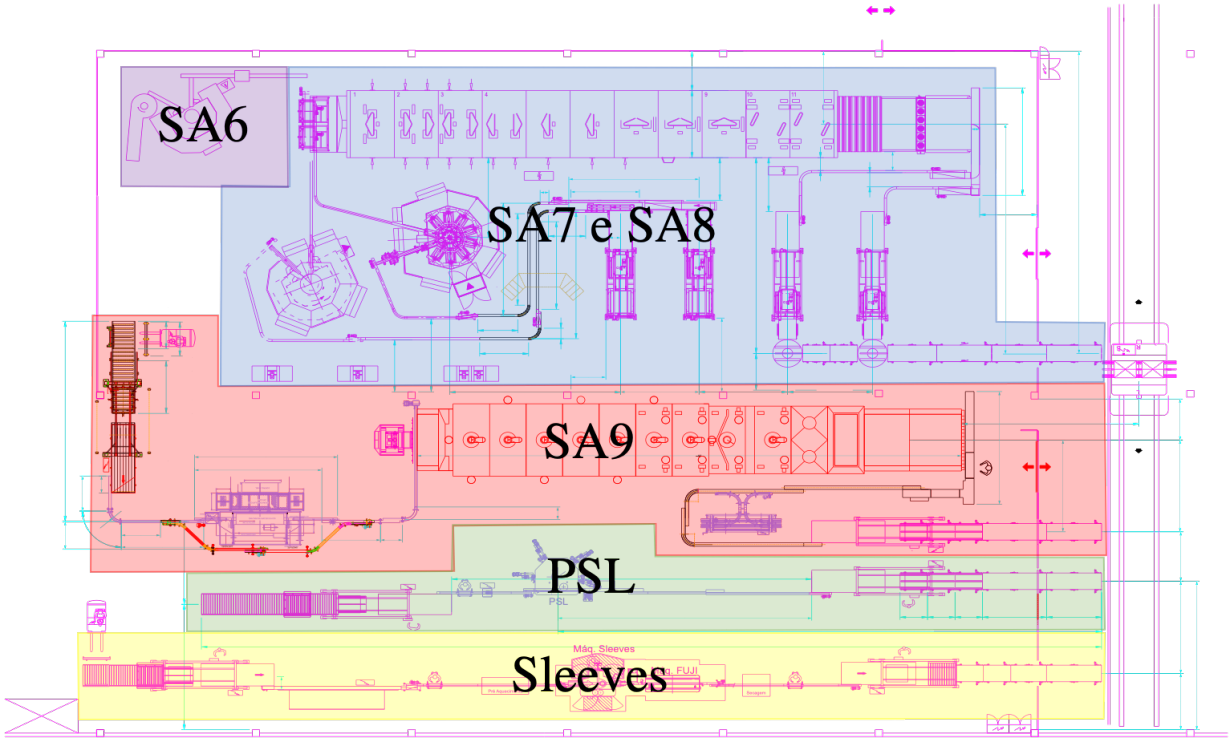


Figura 16 - Layout fabril da Decoração

Facilmente se percebe através do layout fabril, ilustrado na Figura 16, a diferença da área da serigrafia comparativamente com a de PSL e *Sleeves*. Demonstrando que consiste no processo fundamental para o departamento.

A secção é composta por:

- 3 linhas automáticas de serigrafia:
  - Linha automática SA7;
  - Linha automática SA8;
  - Linha automática SA9 – o projeto não incidiu tanto sobre esta linha de produção por ser recente e não estar 100% no ativo;
- 1 linha semiautomática SA6 de serigrafia;
- 5 máquinas manuais de serigrafia;
- 1 linha automática de PSL;
- 1 linha automática de *Sleeving*.

Os processos produtivos efetuados na secção detêm procedimentos comuns. Primeiramente, as paletes com a garrafa pronta a decorar, são transportadas para a secção através de um

empilhador. As linhas de PSL e *sleeves*, com cadências mais elevadas, possuem transportadores de paletes antes dos despaletizadores, que servem como *buffers*. Enquanto que, nas linhas de serigrafia, as paletes são colocadas diretamente nos despaletizadores.

A despaletização é feita por despaletizadores semi-automáticos que requerem uma pessoa dedicada a este trabalho. As garrafas vêm acondicionadas por camadas numa palete, sendo retirada gradualmente cada uma e colocada na mesa do despaletizador. Seguidamente, as garrafas seguem para os transportadores, que as conduzem para todos os processos, específicos de cada técnica de decoração, até aos paletizadores. Estes são equipamentos idênticos aos despaletizadores e que fazem o processo inverso. O acondicionamento é feito novamente por andares e com intercalares entre cada camada. Dependendo das especificações do cliente, estes intercalares podem ser de diferentes materiais.

Por último, as paletes são conduzidas até ao final da linha através dos transportadores. Aí esperam pelo *trolley* automático, comum à fábrica, que os transporta até à zona de retratilização. As paletes são cobertas com um filme de plástico, que se destina a proteger as embalagens e a facilitar o seu transporte. O filme de plástico é retratilizado num forno de retração deixando a palete pronta a ser armazenada.

3.1.1 Serigrafia



Figura 17 - Processo de serigrafia (Decoglas 2019)

A serigrafia é um processo de impressão de texto ou figura numa superfície, no qual a tinta é vazada, pela pressão de uma espátula, através de uma tela previamente preparada, resultando numa personalização das embalagens com uma perceção de produto *premium.* A serigrafia é uma técnica de impressão muito versátil, na medida em que permite obter uma grande variedade de resultados em diferentes tipos de embalagens.

O processo inicia-se na preparação dos ecrãs com o seguinte procedimento:

- Elaboração e retificação do desenho;
- Impressão de películas transparentes com o desenho;
- Escolha da malha mais adequada;
- Revestir as telas com uma emulsão fotossensível;
- Colocação do ecrã numa mesa de exposição.

São utilizadas tintas cerâmicas que têm excelentes características de resistência mecânica e permitem realizar trabalhos com elevada precisão. Podem ser adicionados metais preciosos, como ouro ou prata.

Máquina serigrafia

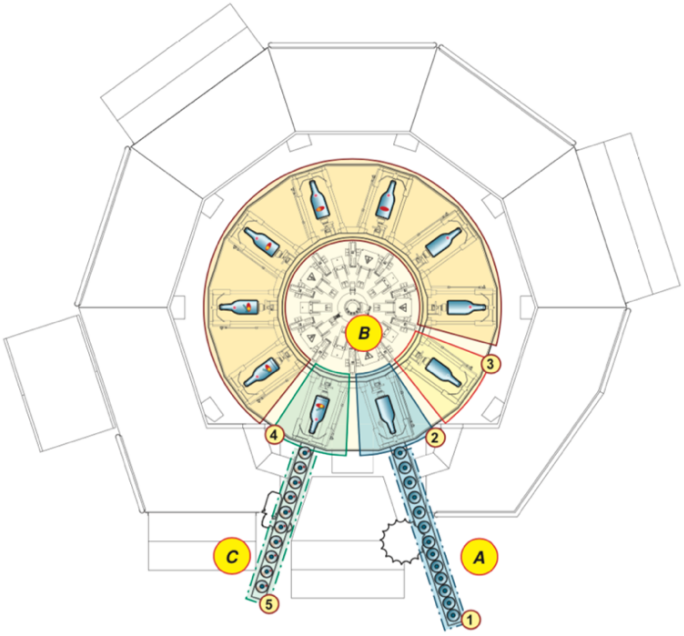


Figura 18 - Funcionamento da máquina de serigrafia

Na Figura 18 está ilustrado o funcionamento da máquina de serigrafia. A máquina recebe os recipientes na zona de carregamento (A), compostos por um transportador e por um disco espaçador, que separa os recipientes. No final do transportador, um dispositivo bloqueia os recipientes para serem mantidos na posição correta. O sistema de carregamento, através de pinças, segura a garrafa e leva-a para a zona de impressão rotativa. A fixação da garrafa é feita na base por godés e no gargalo por bicos com tamanhos específicos que se ajustam às dimensões do recipiente.

Durante a transferência da posição (2) para a posição (3), o artigo é orientado para a posição inicial de impressão. Como na impressão de garrafas, a superfície de impressão é redonda, é necessário girar a garrafa na mesma velocidade em que é movido o ecrã. Ao sincronizar cuidadosamente o movimento do ecrã e da garrafa, é impressa uma imagem precisa.

Dependendo do número de estações que a máquina possui, a impressão é efetuada nos vários postos até à posição de descarga (4). Nesta zona, a descarga é feita de modo similar ao carregamento, com a colocação da garrafa na vertical para o transportador de saída (C5).

Sempre que há uma mudança de fabrico, é realizada uma miríade de ajustes para garantir a realização de um trabalho de excelência. Devido a este facto, a qualidade da serigrafia depende veemente do cuidado e experiência do operador.

Arca de recozimento

Posteriormente, as embalagens são transferidas, desde a máquina de serigrafia até ao enfornador, através de um transportador. O enfornador executa um movimento transversal ao movimento dos transportadores de forma a colocar as garrafas na arca de recozimento. À saída da máquina de serigrafia, a tinta ainda está muito vulnerável na medida em que facilmente fica degradada. Basicamente, este processo é um aquecimento e arrefecimento controlado, onde são ajustadas temperaturas específicas por períodos de tempo predeterminados. Este processo permite que a tinta cure e adira ao recipiente devido a solventes dentro da tinta que se dissolvem durante o tratamento, deixando uma tinta endurecida na garrafa. É necessário ter cuidado com a curva de temperatura da arca de modo a evitar aparecimento de novas tensões residuais no vidro.

Tratamento de superfície a frio

No final da arca de recozimento, é dado ao vidro um tratamento de superfície a frio. Este é feito à temperatura ambiente, através de uma torneira com um movimento transversal ao tapete da arca de recozimento. É, então, aplicada uma emulsão baseada em polietileno, que diminui o atrito da superfície exterior, tornando as embalagens mais resistentes à ocorrência de riscos ou ranhuras.

Controlo de qualidade

Este controlo é realizado visualmente por um operador à saída da máquina de serigrafia e por outro à saída da arca de recozimento. Tal controlo não é possível de se realizar de outro modo visto que existe uma infinidade de decorações que tornam inexequível a inserção de uma máquina de inspeção automática para detetar defeitos.

A inspeção visual à saída da máquina serve para detetar um possível defeito proveniente do rompimento do ecrã, de um desajuste da máquina, excesso de humidade da garrafa ou defeito da própria garrafa. O objetivo é detetar o mais rápido possível o defeito de modo a ser corrigido, evitando ao máximo a produção de embalagens com defeito.

A inspeção realizada à saída da arca é necessária dado que, depois de realizado o recozimento, podem aparecer vários defeitos tanto na impressão como no próprio vidro da garrafa. As causas mais comuns são o excesso de humidade na garrafa durante o processo de impressão, uma curva de temperatura mal calculada ou até um defeito proveniente da produção da garrafa que foi amplificado com o recozimento.

3.1.2 *Pressure Sensitive Label*



Figura 19 - Processo de PSL (Decoglas 2019)

A técnica de *Pressure Sensitive Label* (PSL) é uma técnica de impressão usada sobre uma superfície transparente que é aplicada na embalagem através de pressão, por forma a garantir uma aderência uniforme e sem bolhas de ar. Os rótulos são constituídos por camadas, cada uma com uma função característica, que tornam possível a sua aplicação na superfície do produto apenas com uma pressão leve ou moderada sem ser necessário a existência de calor, solvente ou água. É uma decoração de grande impacto que permite muitas utilizações em termos de design e marketing. Os rótulos vêm enrolados em bobines e, através de máquinas apropriadas, é feita a desbobinação e aplicação dos rótulos nos recipientes.

Estufa de pre-aquecimento

Esta estufa de pré-aquecimento, como o próprio nome indica, tem como função aquecer o recipiente antes da máquina de PSL. Este pré-aquecimento facilita a aplicação dos rótulos evitando a ocorrência de defeitos devido a uma aplicação débil. Não é um equipamento principal visto que é usado maioritariamente no inverno quando as temperaturas são mais baixas e comprometem a qualidade do produto.

Máquina PSL

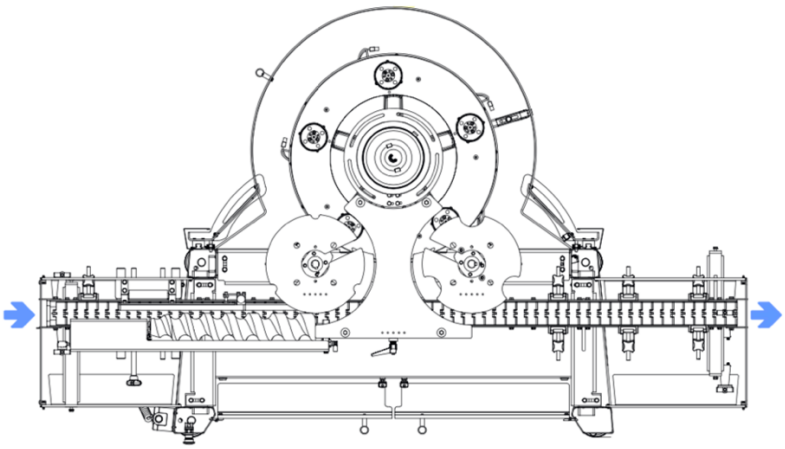


Figura 20 - Máquina de PSL

As rotuladoras são máquinas modulares, de carga e descarga automática dos recipientes, apropriadas para a aplicação de rótulos sobre recipientes rígidos. A máquina dispõe de locais onde estão colocados 3 módulos de rotulagem, um responsável pela aplicação dos rótulos na parte da frente, outro da parte de trás e o último no gargalo da garrafa.

Os recipientes são transferidos para o carrossel central para serem rotulados. No final deste processo, na zona de saída da máquina é feita uma inspeção por duas câmaras que são afinadas conforme especificações predeterminadas. Quando é detetado um defeito, a máquina abranda e para, de modo a serem efetuadas afinações para corrigir as não conformidades.

3.1.3 *Sleeving*



Figura 21 - Processo de *Sleeving* (Decoglas 2019)

Esta técnica envolve as embalagens com uma manga de plástico termoretrátil, que após a passagem por um forno de retratilização, adapta-se à forma da embalagem. Permite uma grande superfície de impressão, podendo cobrir parte ou a totalidade do recipiente, com uma definição de elevada resolução e um infindável número de cores.

Forno de pré-aquecimento

O forno de pré-aquecimento está colocado antes da máquina de sleeves e tem como função facilitar a adesão da manga termoretratil à garrafa. Sem este equipamento, ocorre uma retratilização deficiente com o aparecimento de defeitos como rugas. Mais uma vez, é essencial no inverno quando a temperatura ambiente é mais baixa. Nas restantes épocas o processo

produtivo pode continuar sem a utilização deste equipamento, contudo, corre-se o risco do produto final apresentar alguns defeitos.

Máquina sleeves

Na Figura 22 estão representados todos os componentes da máquina de *sleeves*. Um filme de plástico é fornecido desde a bobina (C) até ao aplicador de mangas termoretráteis (D). O aplicador abre o filme e corta-o no comprimento correto. Seguidamente a manga é aplicada no produto e encaminhada para o forno de retratilização (G), de forma a retrair a manga, ajustando-a ao produto.

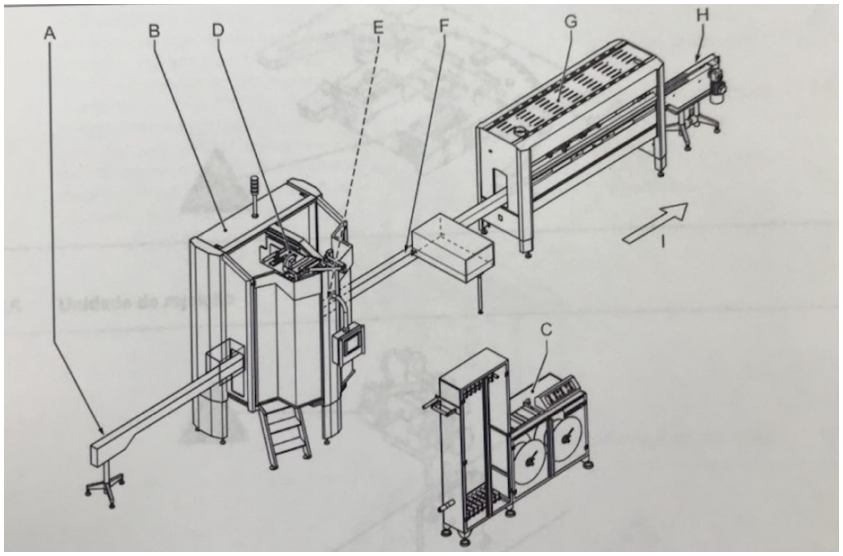


Figura 22 - Máquina de *Sleeves*

As mudanças de fabrico neste equipamento costumam ser muito demoradas podendo durar mais do que um turno. Inicialmente é necessário colocar as novas bobinas de *sleeves*, fazendo-a passar desde a alimentação da bobine e unidade de acumulação até ao aplicador de *sleeves*. Neste local devem ser afinados os sensores, cortador rotativo, mandril. No transportador, as fotocélulas e os parafusos sem fim também devem ser adaptados ao tamanho da garrafa, assim como a unidade de rejeição.

Por fim, o mais difícil é afinar o forno de retratilização. Aqui é preciso ajustar a posição vertical e horizontal dos bocais, controlar o fluxo de vapor, controlar a alimentação de vapor para o forno de retratilização e afinar as fotocélulas que detetam a obstrução no forno, evitando a entrada de mais produto. Conforme a qualidade do produto verificada no final do forno, procede-se aos ajustes supramencionados até alcançar a qualidade pretendida. Deste modo, as mudanças de fabrico traduzem-se em processos morosos e graduais até atingir os requisitos do produto final.

Caldeira

É um equipamento fundamental neste processo produtivo, na medida em que fornece o vapor de água necessário ao forno de retratilização. O caudal de vapor fornecido deve ser contínuo, sem grandes oscilações para não provocar o surgimento de defeitos nos produtos, como o aparecimento de bolhas e rugas nos *sleeves*.

Soprador (*centrifugal blower*)

Este equipamento está colocado à saída da máquina de *sleeves* e tem como função retirar toda a água remanescente da retratilização. Não é um equipamento fundamental no processo, na medida em que se o equipamento avariar, apesar da humidade presente na garrafa, o processo pode continuar.

3.2 Descrição estado empresa

Para perceber o estado da empresa era vital proceder a um levantamento profundo do máximo de dados alusivos a:

- Tipos de manutenções praticadas;
- Procedimentos de trabalho da equipa de Manutenção;
- Equipamentos existentes na fábrica e respetiva localização;
- Condições de funcionamento dos equipamentos;
- Custos de Manutenção;
- Análise de documentos com vista a perceber o comportamento dos equipamentos;
- Informações dos manuais dos equipamentos;
- Anomalias detetadas pelos operadores.

A aplicação dos conceitos mencionados no capítulo 2 depende vigorosamente da qualidade de informação existente. Logo à partida, foi notória a falta de informação sobre os equipamentos na medida em que não estavam devidamente localizados, especificados e codificados. A criação de uma base de dados com a informação completa sobre todos os equipamentos tornou-se uma potencialidade de desenvolvimento da organização da manutenção.

Evidentemente, seria vantajoso identificar os modos de falha e dividir os equipamentos por sistemas. Deste modo, a inserção da informação no sistema informático da empresa e a sua futura análise fiabilística é facilitada. Esta base para trabalhos futuros deve ser auxiliada com os procedimentos e indicadores necessários para a análise do estado da manutenção.

Após algum tempo de integração na unidade fabril e verificação dos procedimentos, era incontestável a desorganização do armazém que causava elevadas perdas de tempo nas mudanças de fabrico e reparações dos equipamentos.

3.3 Equipa de manutenção

As equipas de manutenção da fábrica que intervêm na decoração são:

- Equipa de manutenção geral que realiza intervenções nas arcas de recozimento;
- Equipa de manutenção da zona fria que intervém em todos os outros equipamentos.

A fábrica efetua mudanças de fabrico praticamente todos os dias que ocupam o dia inteiro. As equipas de manutenção apenas têm tempo para as realizar e efetuar intervenções corretivas aquando das avarias. Consequentemente, a execução das ordens de trabalho preventivas fica comprometida devido à carga de trabalho. Obviamente que o correto funcionamento da manutenção necessita que todas as ordens preventivas e corretivas sejam realizadas e posteriormente inseridas em SAP. Naturalmente, é percetível a existência de um problema de falta de recursos humanos ou mesmo uma gestão defeituosa que desencadeia uma acumulação das ordens de trabalho.

Na Decoração, existem operadores com bastante experiência e aptidões para efetuar intervenções nos equipamentos. No entanto, há certos equipamentos mais complexos que só os técnicos de manutenção da fábrica intervêm. Sendo a prioridade a produção da garrafa e dada a elevada carga de trabalho das equipas de manutenção, a produção na Decoração fica imensamente comprometida. Este motivo impulsiona o departamento a recorrer a empresas subcontratadas para reparar os equipamentos que, obviamente, elevam os custos de manutenção.

3.4 Sistema de informação

Atualmente com a constante evolução, as empresas fazem um enorme esforço para se manterem competitivas. Dada a elevada dimensão da informação é inconcebível ter uma boa gestão sem o auxílio de um sistema de informação atual e eficaz. Um sistema de informação integrado e

adaptado às necessidades de cada empresa potencializa melhor desempenho, maior competitividade e melhor tomada de decisão permitindo reduzir os custos operacionais e facilitar o acesso à informação pretendida. As soluções de ERP (*Enterprise Resource Planning*) procuram agilizar e integrar os processos de operação e os fluxos de informações na empresa para promover uma sinergia entre os recursos de uma organização (Nikolopoulos et al. 2003).

A *BA Glass* utiliza o software SAP como ferramenta principal de apoio à gestão que é, indubitavelmente, um elemento essencial para manter a empresa na liderança do mercado.

Dada a elevada busca pela melhoria contínua, o SAP está num processo de migração para uma versão mais recente e adaptada às necessidades da empresa. Esta atualização proporciona elevadas melhorias relacionadas com a gestão da manutenção. Principalmente na organização do parque material de cada unidade fabril que, a partir de agora, terá uma codificação comum a todas as fábricas. Tal permite aceder a toda a informação pretendida mais rápida e intuitivamente. O processo de introdução de localizações e equipamentos foi, igualmente, melhorado assim como todos os trabalhos relacionados com os planos de manutenção. Todo este processo envolve um trabalho de equipa exaustivo e moroso que constituiu um entrave na realização do projeto.

No que diz respeito à decoração, apesar da existência do SAP, este não era utilizado com o intuito de gestão da manutenção. Apenas existiam informações sobre alguns equipamentos e suas localizações. No entanto, a informação existente era escassa e desatualizada. A enorme potencialidade do sistema informático, para criar um histórico de avarias e um plano de manutenção, não estava a ser aproveitada.

O objetivo é organizar toda a informação sobre os equipamentos em SAP de forma a construir uma estrutura coesa. Isto torna possível a elaboração e implementação de planos de manutenção e consequente geração de ordens de trabalho para todas as linhas e grupos, automaticamente.

3.5 Ordens de trabalho

Na necessidade de alguma intervenção corretiva, os pedidos não são registados em papel, muito menos no sistema de informação. Normalmente, o operador examina o equipamento de modo a descobrir a causa e, caso seja simples, procede à sua reparação. Isto leva a que, por vezes, o trabalho não seja devidamente realizado porque, apesar da experiência dos operadores, estes não possuem as competências de um técnico especializado. Quando a avaria é mais complexa, o pedido de intervenção da equipa de manutenção é feito ao responsável pela produção que, depois de analisar a causa, efetua o pedido à equipa de manutenção.

Sempre que o operador verifique que existe alguma anomalia nos equipamentos que pode causar a paragem, o responsável pela produção é informado. Este último averigua a disponibilidade de tempo e decide a melhor altura para a intervenção.

3.6 Documentação preenchida por operadores

Em cada turno é preenchido um relatório de turno onde são mencionados todos os acontecimentos ocorridos. O primeiro campo consiste num registo de inspeção realizado de hora em hora. Funciona com um método de *checklist* de forma a facilitar o seu preenchimento. De seguida é feito um controlo no sentido de perceber se ocorreu algum incidente que possa comprometer a segurança alimentar, como vidro partido.

Mais voltada para a manutenção, são recolhidos dados relativos às mudanças de fabrico e ocorrência de avarias. No caso da ocorrência de avarias deve ser indicado o local e se necessitou da intervenção da equipa de manutenção. Tal registo mostrou-se maioritariamente mal preenchido e com insuficiência de informação. A maioria das vezes é apenas indicado que ocorreu uma avaria sem a devida indicação do local. Mesmo quando bem preenchido, a informação acerca das avarias é muito vaga, pois cada equipamento possui vários tipos de avarias dependendo da sua complexidade. Tal apenas permite um estudo da fiabilidade por

equipamento. Para além disso, não é indicado o tempo de paragem, tempo de reparação e material utilizado, fatores que são fundamentais para o sucesso da manutenção.

É evidente que a criação de um documento de manutenção mais conciso constitui uma oportunidade de melhoria. Nele teria que constar toda a informação de forma intuitiva sobre cada intervenção para ser posteriormente colocado no sistema de informação.

No entanto, foram verificados todos os relatórios de turno desde janeiro de 2017 para se perceber quais os equipamentos que mais avariam. É importante referir que não existe uma total veracidade na informação inserida pelos operadores dado que, muitas vezes os dados não eram bem inseridos no documento. Contudo, apesar de haver informação do número de avarias, o tempo de paragem não foi quantificado.

No Anexo B, pode-se ver um exemplo de um relatório de turno assim como o seu preenchimento.

3.7 Armazém de apoio à manutenção

As peças mais valiosas são mantidas numa divisão separada junto ao gabinete do chefe de produção para que haja um maior controlo do material. O restante é armazenado num armazém geral de peças de reserva. Apesar de o atual sistema informático ter capacidade para albergar a lista de peças em armazém, não existe qualquer registo, pelo que não há noção do valor e quantidade de peças em armazém. Para além disso, dada a elevada desorganização, existe um número incalculável de peças obsoletas.

O armazém é um componente essencial para a manutenção. É necessário alocar os recursos do armazém de forma eficiente e eficaz para melhorar a produtividade e reduzir os custos da operação. Deve haver um equilíbrio na gestão do stock. Se por um lado, existir em número reduzido, pode originar ruturas que causam paragens de produção, por outro, a existência de stocks em excesso em armazém conduz a elevados custos de stock e aumenta a possibilidade de constituição de obsoletos a médio e longo prazo.

A desorganização do armazém provocava elevadas perdas tanto nas reparações dos equipamentos como nos *setups*. O problema existente tem origem na ausência de controlo de saídas que dificulta a perceção do inventário atual. Idealmente, a organização, codificação e inventariação de todo o material seguidos pela imposição de um sistema de controlo de saídas seria o indicado. No entanto, este processo é moroso, exige muito tempo dedicado em formações dos intervenientes e investimento em sistemas capazes de permitir um controlo contínuo. Tais fatores impedem a sua realização em muitas empresas, que naturalmente têm o foco direcionado para problemas com impactos mais diretos no processo produtivo.

Para além da desorganização, como se pode aferir pela Figura 23, o espaço estava muito mal aproveitado sendo evidente que a alteração do seu layout seria uma mais-valia.

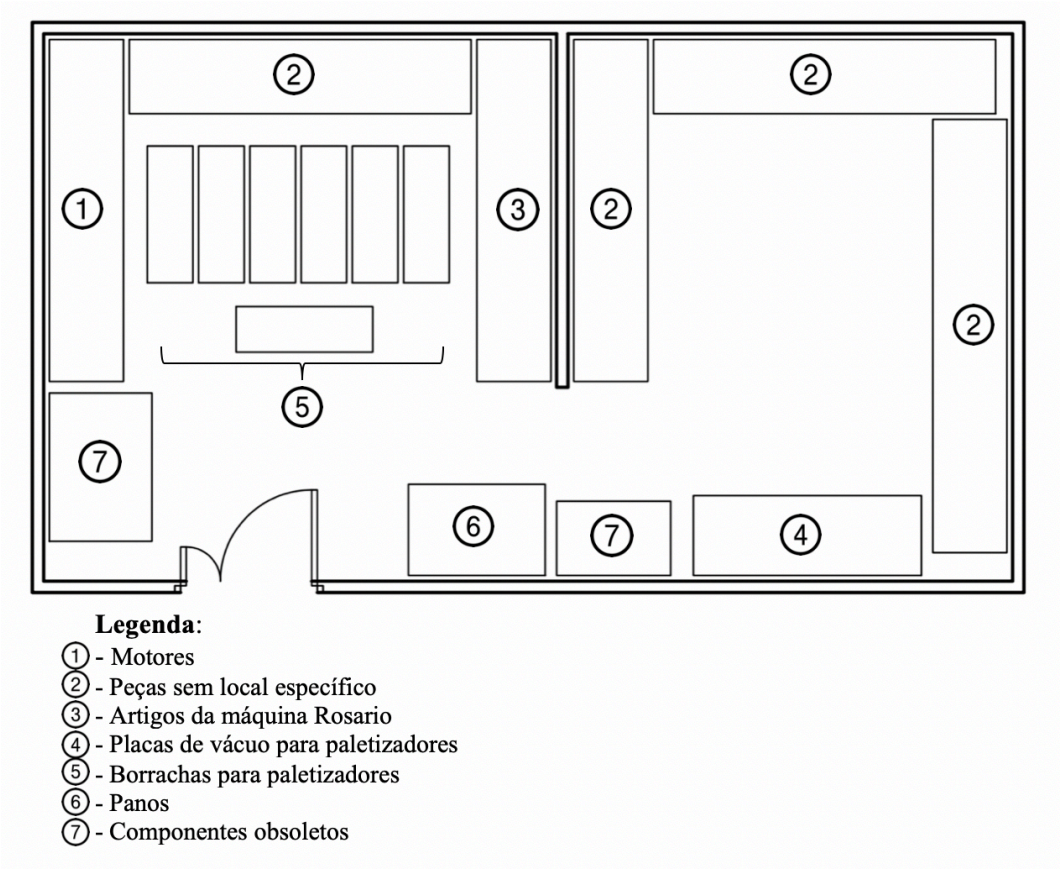


Figura 23 - Layout antigo do armazém

O que salta logo à vista é o modo como estavam armazenados os suportes amovíveis das borrachas dos paletizadores. Não existia um local específico para os colocar, sendo totalmente compreensível que os operadores os colocassem o mais próximo possível da entrada, de modo diminuir as suas deslocações. No entanto, como se pode verificar, este modo de armazenagem dificultava o acesso às estantes. Analogamente, o modo como as placas de vácuo estavam acondicionadas em nada facilitava a sua identificação e o processo de *picking.* Deste modo, teria que ser estudada uma forma de otimizar o espaço próximo da entrada para colocar os suportes amovíveis e as placas de vácuo sem comprometer o acesso ao restante material existente.

Outro inconveniente encontrado foi a existência de uma parede que não permitia uma disposição mais eficiente das estantes. Com o aproveitamento da largura destas, era possível a colocação de material em ambos os lados e reduzir o número de estantes no armazém. Para além disso, todas as estantes com material danificado e obsoleto deveriam ser removidas para eliminar a sua acumulação.

Relativamente ao armazém onde são guardadas as peças e tintas de serigrafia mais valiosas, EPI's e material de escritório, a desorganização era incontestável. Não havia um local específico para cada tipo de material, por exemplo, era comum encontrar peças de reserva misturadas com as tintas ou EPI's. Deste modo, era crucial dividir o material e proceder à sua identificação. O Anexo C mostra o estado inicial dos dois armazéns onde é visível a sua desorganização.

4 Apresentação e implementação das propostas de melhoria

Depois de conhecido o estado da empresa, sobretudo da manutenção, aplicaram-se os conhecimentos supracitados no capítulo 2. No presente capítulo é mostrado todo o trabalho desenvolvido, expondo, numa fase inicial, a realização de uma análise das paragens de produção na totalidade da secção, assim como uma análise fiabilística às principais linhas de produção, de forma a discernir os pontos críticos da organização. Aborda a organização do parque material e posterior implementação dos planos de manutenção. Para além disso, são apresentadas melhorias tanto no registo de intervenções como na imputação de custos e elaboração de procedimentos de trabalho, visando criar condições para uma monitorização constante do departamento. Por último, demonstra as melhorias evidentes nos armazéns de peças de reserva.

Em suma, e após a análise dos problemas existentes, descritos no capítulo 3, foram definidas como áreas de intervenção do trabalho as seguintes:

- Análise detalhada de todos os equipamentos;
- Organização e codificação de todos equipamentos;
- Identificação dos equipamentos críticos;
- Identificação dos modos de falha dos equipamentos;
- Criação de um plano de manutenção;
- Criação de procedimentos de trabalho;
- Elaboração de manuais de equipamento;
- Elaboração de documentos para registo de paragens e intervenções;
- Imputação de custos de paragens e manutenção;
- Criação de condições para o cálculo de indicadores;
- Organização dos armazéns de peças de reserva.

A estrutura do trabalho foi baseada na abordagem sugerida por Marquez e Gupta (2006) e ilustrada na figura 24. Segundo estes autores, a gestão da manutenção assenta sobre ações de nível estratégico, tático e operacional.

As ações do nível estratégico dão ênfase à manutenção, transformando as prioridades de negócios em prioridades de manutenção, com o objetivo de elaborar estratégias para eliminar as lacunas no desempenho da manutenção de equipamentos. Para tal, são realizadas análises de criticidade para estabelecer os alvos críticos nas operações atuais e desenvolvidas ações estratégicas para os abordar.

As ações de nível tático determinariam a atribuição correta de recursos de manutenção (habilidades, materiais, equipamentos de teste, etc.) para cumprir o plano de manutenção. Como resultado, seria concretizado um plano detalhado com todas as tarefas especificadas e toda a informação necessária para a realização do trabalho.

As ações de nível operacional garantem a execução das tarefas de manutenção por técnicos qualificados, no horário programado, seguindo os procedimentos corretos e usando as ferramentas adequadas. Deste modo, o trabalho é bem efetuado e os dados são registados no sistema de informação.

Para facilitar a gestão da manutenção é fundamental ter uma base estruturada com um sistema de informação que fornece informações sobre todo o trabalho realizado em cada equipamento, ajustar a manutenção de acordo com as estratégias de negócio e criar condições para registar todas as intervenções de modo a analisar os equipamentos e aplicar modelos de previsão de falhas e otimização de manutenção.

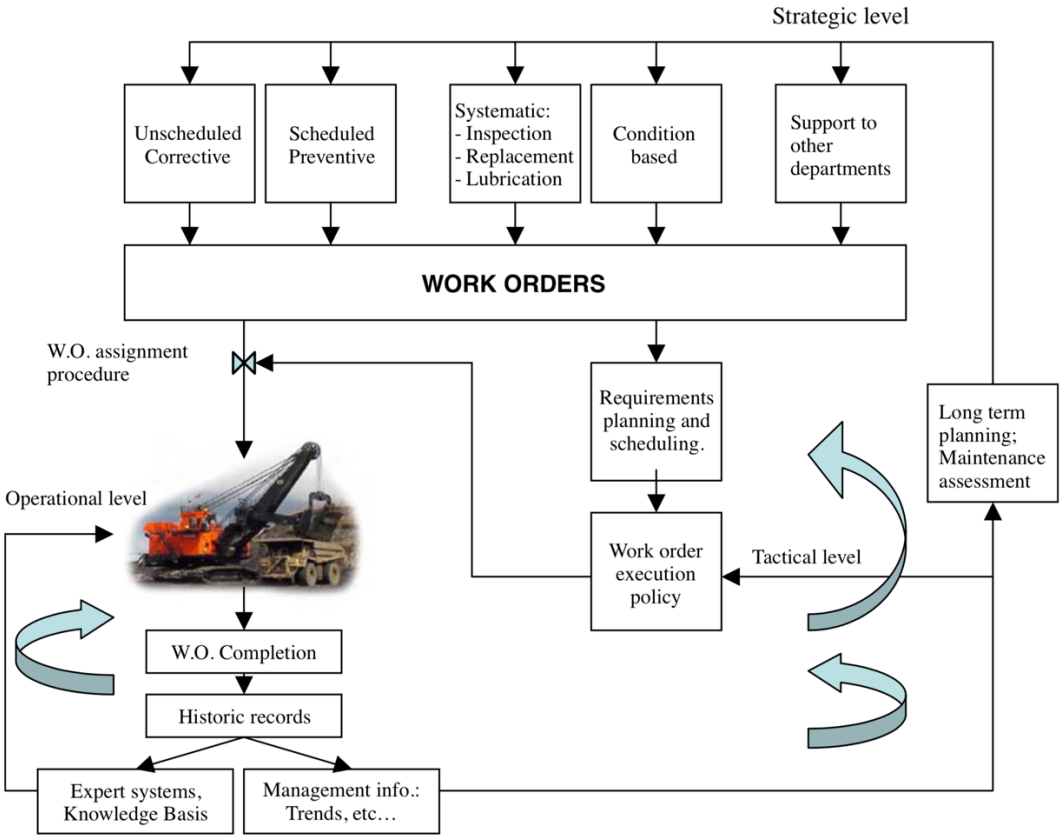


Figura 24 – Abordagem proposta da gestão da manutenção (Marquez e Gupta 2006)

4.1 Análise das mudanças de fabrico

Todas as linhas de produção, como se pode ver na Tabela 1, possuem um elevado número de *setups*, principalmente na serigrafia. Deste modo, apesar de bastante relevante para o cálculo de indicadores, o registo dos tempos despendidos em mudanças de fabrico é inexistente. Todos estes dados foram retirados dos relatórios de turno em formato de papel.

Tabela 1 - Número de *setups*

Linha / Ano	SA8	SA7	SA6	PSL	*Sleeves*
2017	18	88	98	17	48
2018	24	90	78	13	46

Analisando os dados da tabela, podemos conferir que, relativamente à serigrafia, a máquina SA8 é sujeita a menos mudanças de fabrico que as outras duas. Tal acontece porque esta máquina é utilizada para as referências com maior volume de produção, enquanto as outras referências são empregues às máquinas SA7 e SA6. Importante será referir que a máquina SA6 não funciona em regime contínuo, ou seja, como se trata de uma linha semi-automática, é utilizada apenas quando o volume de produção assim o obriga, estando o restante do tempo em inatividade. No que concerne a PSL, constata-se que o número de mudanças de fabrico é reduzido dado que trabalha com referências com elevado volume de produção. A linha de *Sleeves* já produz encomendas mais pequenas, que se reflete num maior número de mudanças de fabrico.

Como consequência da elevada flexibilidade de produção, as maiores causas das paragens são as mudanças de fabrico e afinações intermédias quando é detetada alguma não conformidade no produto. A otimização dos tempos de *setup* constitui uma oportunidade de melhoria que,

apesar de não se enquadrar no projeto, foi considerada na melhoria no aprovisionamento das peças de manutenção.

4.2 Distribuição das avarias

Apesar de não existir um histórico de avarias, é fornecida pelos operadores informação pertinente nos relatórios de turno. Ainda que indevidamente especificados, foi possível, de um modo geral, identificar as avarias por equipamentos. Foram recolhidas, dos relatórios de turno, todas as avarias registadas desde janeiro de 2017, ilustradas na forma de diagramas de pareto na Figura 25.

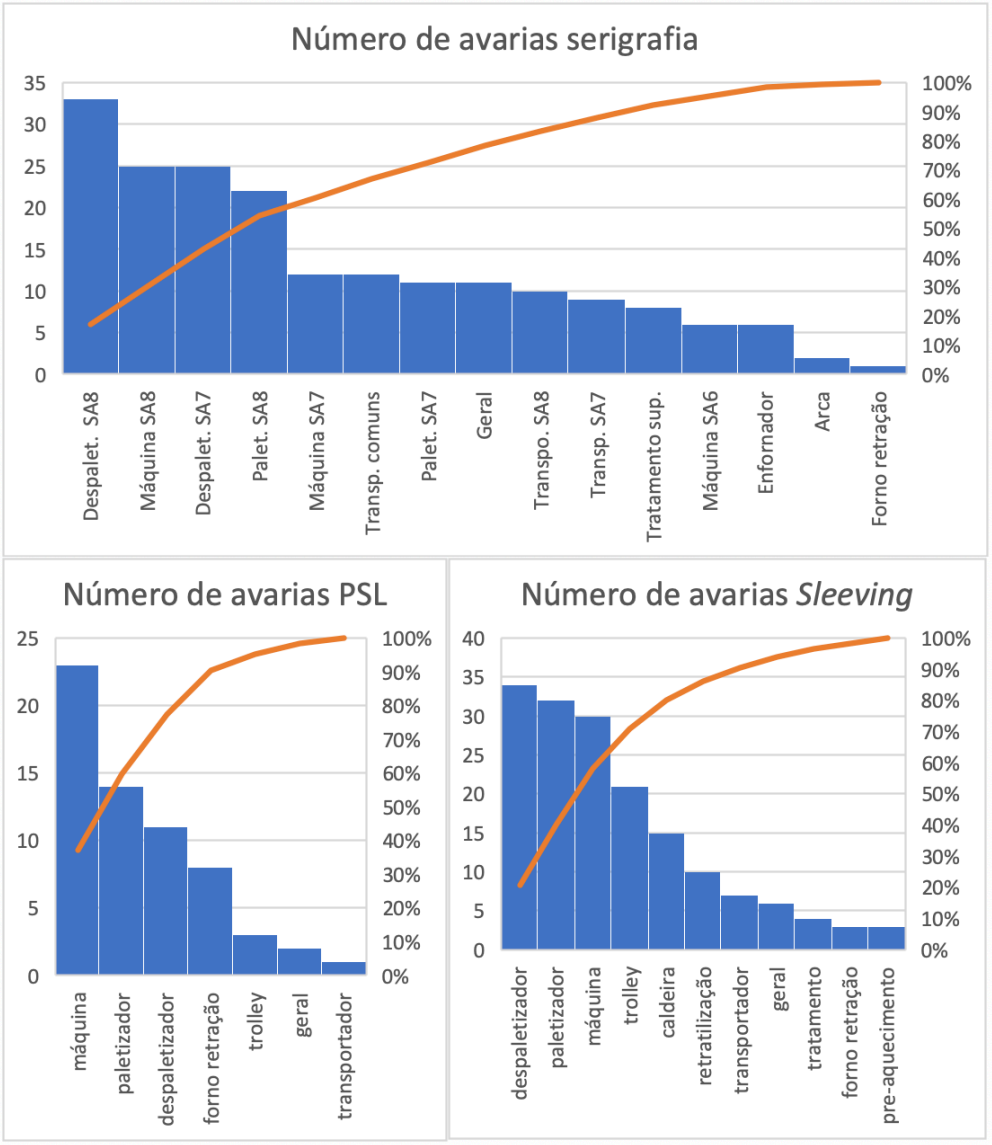


Figura 25 – Distribuição das avarias na Decoração

Num modo geral, podemos observar que os equipamentos que causam o maior número de avarias são os paletizadores, despaletizadores e máquinas que realizam os processos de decoração. No conjunto, representam cerca de 60-75% das avarias de cada processo. Relativamente aos paletizadores e despaletizadores, sendo estes equipamentos muito antigos e que já estiveram a operar noutras unidades fabris, é evidente que necessitam de um cuidado especial. Adicionalmente, não é realizada uma manutenção adequada provocando a ocorrência de problemas de forma recorrente e uma maior degradação.

Estes equipamentos causam os transtornos mais ostensivos, tanto para a produção como para os operadores. Maioritariamente, a manutenção realizada é a corretiva de emergência, ou seja,

a atividade do equipamento é reposta, sem oportunidade de analisar a avaria e proceder a uma intervenção corretiva definitiva. A prioridade da reparação é apenas repor a atividade sem ter em atenção o correto funcionamento. Daí derivam sérias limitações no trabalho dos operadores, dado o funcionamento defeituoso do equipamento. Neste sentido, é essencial criar um plano de manutenção preventiva.

As máquinas que realizam os processos de decoração, por serem mais complexas e trabalharem em regime contínuo, também são das principais causas de paragem. Possuem vários sistemas e um elevado número de componentes, muitos deles com funções cruciais. Basta a falha de um para provocar a paragem da máquina e, consequentemente, da produção. Aliado a isto, a falta de uma manutenção adequada contribui para a proliferação do número de avarias.

É visível o elevado número de avarias dos transportadores, no entanto tendo em conta que no registo não é identificado o transportador em questão e sabendo que são os equipamentos mais abundantes, este número revela-se plausível.

Na caldeira surgiram 15 avarias no período analisado, no entanto já foram tomadas medidas corretivas para as reduzir. O elevado número de avarias fez com que se recorresse aos serviços do fabricante de modo a solucionar o problema. Chegou-se à conclusão que foi mal projetada estando constantemente a trabalhar em grande esforço para fornecer o caudal de vapor necessário à instalação. A solução ideal seria substituí-la, todavia, esse investimento não se justifica. Portanto, optou-se por fazer um contrato de assistência que consiste na realização de manutenções trimestrais pelo fabricante, das quais advieram bons resultados.

Nas linhas com maiores cadências, *sleeving* e PSL, as avarias no *trolley* e forno de retração são sentidas com o enchimento das linhas de produção e consequente paragem. Estes equipamentos são programados para dar prioridade ao processo de produção das embalagens de vidro da fábrica. Deste modo, até ser reposta a normalidade na restante fábrica, as paletes das embalagens provenientes da Decoração ficam em espera no final das respetivas linhas. No que diz respeito a este problema, nada se pode fazer pois é uma questão de gestão exterior ao departamento.

Todas as paragens indicadas como “geral” dizem respeito a interrupções causadas pela falha de energia e ar comprimido na fábrica. As restantes avarias não se revelam tão significativas devido à sua baixa ocorrência.

4.3 Análise fiabilística da Serigrafia

No período correspondente aos dados recolhidos, os processos de PSL e *Sleeving* sofreram alterações no horário dos turnos para além de que ocorreram várias paragens de produção por falta de planeamento. Deste modo, sem saber exatamente o seu período de funcionamento, não é viável proceder ao estudo da fiabilidade destes equipamentos. Sendo a serigrafia o único processo que funcionou em regime contínuo no período de tempo analisado, foi alvo de uma análise fiabilística.

Idealmente, esta análise deveria ser distinguida por diferentes modos de avaria. Porém, foi efetuada por equipamento, dado que, como já foi referido, o registo das avarias não era devidamente efetuado. A informação retirada dos relatórios de turno foi registada numa folha de cálculo para poder ser filtrada e analisada mais facilmente.

Os dados utilizados correspondem a ocorrências compreendidas entre 01/01/2017 e 31/12/2018, perfazendo um total de 729 dias de atividade. Foram analisados os equipamentos responsáveis por cerca de 65% das avarias da serigrafia, ou seja, despaletizadores, paletizadores e máquinas de serigrafia das linhas SA7 e SA8. Na Tabela 2 apresenta-se os valores obtidos da análise:

Tabela 2 - Resultados da análise fiabilística

	ET	V. Prova	Testes Laplace	λ	MTBF
Despaletizador SA7	0,6021	54,71 %	Constante	0,034294	29,2
Paletizador SA7	-1,3418	17,97 %	Constante	0,015089	66,3
Máquina SA7	-0,1591	87,36 %	Constante	0,016461	60,8
Despaletizador SA8	-1,1866	23,54 %	Constante	0,045267	22,1
Paletizador SA8	1,8510	6,42 %	Constante	0,027435	36,4
Máquina SA8	-0,1468	88,33 %	Constante	0,034294	29,2

De seguida, é explicado, de forma detalhada, o modo como todos estes valores foram calculados, tomando como exemplo o despaletizador da linha SA7.

Primeiramente, foi feito um teste de Laplace, com os seguintes passos:

1- Definição das hipóteses

H0: taxa de avarias constante
H1: taxa de avarias crescente ou decrescente

Destas hipóteses resulta um teste bilateral.

2- Identificação da estatística do teste

Os testes são limitados por tempo, sendo apresentados na Tabela 3, os tempos acumulados das 25 ocorrências.

Tabela 3 - Valores acumulados dos tempos de avaria

Ni	Tempo		Ni	Tempo
1	3		14	488
2	19		15	489
3	77		16	499
4	86		17	501
5	133		18	572
6	137		19	574
7	218		20	581
8	277		21	589
9	278		22	594
10	384		23	604
11	419		24	628
12	472		25	647
13	477			

Daí a utilização da seguinte estatística de teste:

$$ET = \sqrt{12.N} * [\frac{\sum_{i=1}^{N} T_i}{N.T_0} - 0.5] \quad (4.1)$$

com:
$N \geq 4$
T0: Tempo total de operação;
Ti: Tempo do sistema na avaria *i*;
N: Nº total de avarias.

3 – *Definição da regra de decisão e especificação do nível de significância* α

Utilizou-se um nível de significância de 5%.

Desta análise de tendência, resultou um valor de ET=0,602, concluindo-se que há tendência linear, uma vez que o valor obtido está compreendido entre -1,95<ET<1,95. Esta estatística de teste corresponde a um valor de prova de 54,71%. Nesta situação, os acontecimentos num espaço amostral contínuo esperam-se aleatórios, podendo-se calcular a taxa de avarias e o MTBF da seguinte forma:

$$\lambda = \frac{\text{Número de avarias}}{\text{Duração de utilização}} = 0{,}034294 \tag{4.2}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = 29{,}2\ dias \tag{4.3}$$

Também se conclui que o comportamento fiabilístico do equipamento, pode ser estudado através da aplicação do modelo exponencial negativo. A aplicação deste modelo origina um gráfico (Figura 26) de onde podemos inferir que:

- A probabilidade de funcionar ao fim de 30 dias é aproximadamente 36%.
- A probabilidade de avariar no fim de 20 dias é cerca de 50 %.
- A probabilidade de avaria ao fim de 120 dias é praticamente 100%

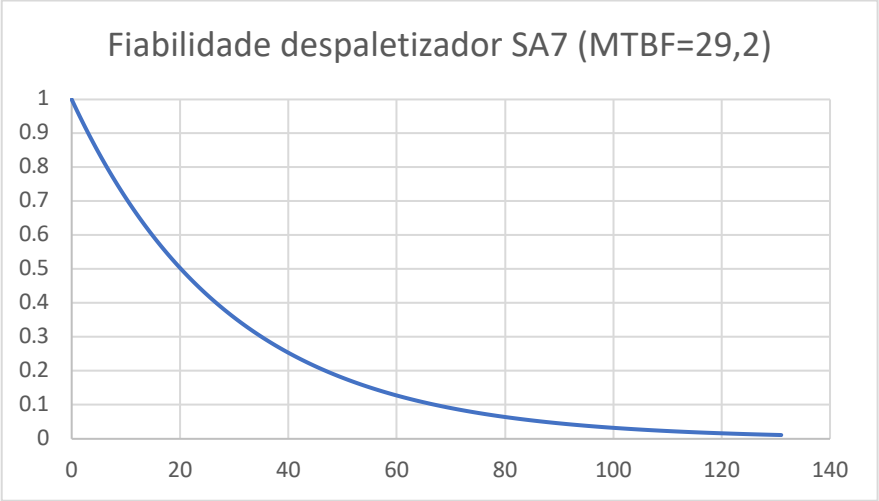


Figura 26 - Fiabilidade do despaletizador SA7

Com esta análise foi possível perceber que a maioria dos equipamentos apresenta um MTBF muito baixo, cerca de 1 mês, na medida em que devem ser tomadas medidas preventivas com o propósito de detetar e corrigir as anomalias que poderão causar as paragens destes equipamentos.

4.4 Organização do parque material

Como já foi referido, os equipamentos não estavam devidamente codificados. Nesta fase foi essencial tanto o contacto direto com os equipamentos como a leitura dos seus manuais para recolher o máximo de informação.

4.4.1 Organização dos transportadores

Os transportadores são os equipamentos mais abundantes no departamento, no total contabilizam-se cerca de 80 transportadores de garrafas e paletes. Como tal, é fundamental uma identificação única para cada transportador, tanto para facilitar o trabalho dos operadores como para a monitorização do comportamento do funcionamento de cada transportador.

Em cada linha de produção havia transportadores com a mesma designação nos quadros elétricos, dificultando o trabalho dos operadores no seu reconhecimento. Para além disso, não havia identificação no próprio transportador para que, por exemplo, em caso de avaria seja facilmente percetível a localização do equipamento e posterior registo da intervenção.

Deste modo, foi atribuída uma designação a cada transportador e colocado no respetivo quadro elétrico, a planta da fábrica apenas com os devidos transportadores em destaque. Os botões e variadores de velocidade correspondentes a cada transportador, foram devidamente identificados assim como os próprios transportadores. No Anexo D, pode-se observar um exemplo deste trabalho.

Para além disso, foram criados documentos com a designação e localização dos transportadores e todas as especificações dos seus motoredutores para facilitar os trabalhos de manutenção destes equipamentos. Parte de um destes documentos está ilustrado no Anexo E.

4.4.2 Estruturação do sistema informático SAP

Atualmente, o projeto de melhoria do SAP, relacionado com a padronização da nova codificação dos equipamentos, está quase terminado sendo essencial uma implementação gradual. Desta forma, é fundamental aplicar os procedimentos predeterminados e evidenciar qualquer anomalia na sua execução e sugerir melhorias para tornar o processo o mais fluido possível. Os procedimentos da nova codificação podem ser consultados no Anexo F.

Neste projeto existe um documento com as classes dos equipamentos existentes em todas as fábricas e respetiva codificação, a qual deve ser rigorosamente utilizada. Contudo, alguns equipamentos existentes no departamento de decoração não possuíam codificação pois não são comuns às restantes fábricas. Depois do levantamento de todos os equipamentos, foi feita uma listagem daqueles que não existiam, com uma codificação proposta, designação, foto e por fim uma breve descrição das funcionalidades. Posteriormente, realizou-se um pedido para adicionar as classes dos equipamentos no documento e ao sistema.

Estando todas as classes criadas, já foi possível atribuir os equipamentos às devidas localizações e associar à respetiva classe. Idealmente, ao associar a classe, apareceriam campos para preencher com as características predefinidas para aquela classe. Porém, como processo ainda não está totalmente terminado, tal ainda não é possível. Para além disso, apenas é permitido inserir o equipamento principal sem poder desenvolver a sua hierarquia, dado que o resto da codificação ainda não está disponível no SAP.

A implementação da nova codificação promoveu o contacto com técnicos de informação e departamento técnico da empresa para o esclarecimento de dúvidas e resolução de problemas.

No Anexo G, é possível verificar a nova estruturação das localizações dos equipamentos na Decoração. No total foram criadas cerca de 140 localizações e 113 equipamentos principais.

Melhorias provenientes da organização do parque material no SAP

- Aumento da produtividade da manutenção e do tempo de vida dos equipamentos na medida em que estes beneficiam melhor da manutenção preventiva;
- Redução dos custos de manutenção, toda a informação foi devidamente organizada, o que viabiliza uma rápida perceção da situação financeira;

- Redução dos tempos de espera, devido à existência, em SAP, dos equipamentos e suas localizações, assim como toda a documentação técnica necessária para a compreensão dos trabalhos a realizar;
- Maior sincronização dos planos de produção e de manutenção, visto que é possível conciliar mais acertadamente os dois planos, de forma a minimizar o tempo de paragens de produção;
- Maior monitorização da manutenção, sendo agora possível calcular os indicadores que alertam aquando de desvios relevantes e proceder às melhorias necessárias;
- Melhor organização da manutenção, com todo o histórico relativo a avarias e intervenções nos equipamentos, é possível perceber o estado dos equipamentos e realizar processos de melhoria continua dos planos de manutenção, adequando-os à fase da vida de cada equipamento.

4.5 Análise da criticidade dos equipamentos

Antes de qualquer trabalho deve-se organizar a informação e perceber quais serão os principais focos. Neste sentido, procedeu-se a uma análise de criticidade por forma a classificar a sua importância para a empresa. O objetivo da elaboração desta tabela é a de atribuir um índice de criticidade a cada equipamento com o intuito de determinar as prioridades na preparação do plano de manutenção preventiva. Para tal, com base no método utilizado por Ferreira (1998), selecionaram-se os critérios com maior relevância. Inicialmente, classificaram-se todos os critérios com a pontuação máxima de 2, contudo, para ajustar a análise ao contexto da empresa, afetou-se a pontuação com um coeficiente de ponderação. Por exemplo, o critério "paragem do processo" com um coeficiente de 4, passou a ter uma pontuação máxima de 8 pontos.

Na Tabela 4 estão explicitados os critérios utilizados assim como a sua pontuação e coeficiente de ponderação.

Tabela 4 - Critérios de criticidade

	Nível de criticidade			
	Baixos	**Médios**	**Elevados**	**Coef.**
Paragem do processo	Não afeta a produção	Paragem de parte do processo	Paragem de todo o processo	4
	Pontuação: (0-2)	**Pontuação:(3-6)**	**Pontuação: (7-8)**	
Segurança	Sem risco de acidentes	Risco médio de ocorrência de acidentes	Elevado risco de acidentes	2
	Pontuação: (0-1)	**Pontuação: (2-3)**	**Pontuação: (4)**	
Qualidade	Não afeta a qualidade do produto	Pode afetar a qualidade do produto	Compromete a qualidade do produto	2
	Pontuação: (0-1)	**Pontuação: (2-3)**	**Pontuação: (4)**	
Valor de aquisição	Baixo custo de substituição por material idêntico	Médio custo de substituição por material idêntico	Elevado custo de substituição por material idêntico	1
	Pontuação: (0)	**Pontuação: (1)**	**Pontuação: (2)**	
Custo manutenção	O custo de manutenção é baixo	O custo de manutenção é médio	O custo de manutenção é elevado	3
	Pontuação: (0-2)	**Pontuação:(3-4)**	**Pontuação: (5-6)**	
Taxa de ocupação	Episódico	Intermitente	Contínuo	2
	Pontuação: (0)	**Pontuação: (1)**	**Pontuação: (2)**	

MTBF	Curto intervalo de tempo entre avarias	Médio intervalo de tempo entre avarias	Elevado intervalo de tempo entre avarias	4
	Pontuação: (0-2)	**Pontuação:(3-6)**	**Pontuação: (7-8)**	
Tempos de reparação	Baixo tempo de espera e rápida reparação	Médio tempo de espera e reparação	Elevado tempo de espera e reparação	3
	Pontuação: (0-2)	**Pontuação:(3-4)**	**Pontuação: (5-6)**	

O máximo de pontuação que cada equipamento pode deter é 40 e são classificados em 3 categorias ilustrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação dos equipamentos

Criticidade	Classificação	Pontuação
A	Críticos	Acima de 80% - (32-40)
B	Importantes	Entre 50-80% - (20-31)
C	Menor importância	Até os 50% - (0-19)

Olhando para a globalidade da produção da secção, é fundamental perceber a eventual existência de equipamentos que causam a sua paragem total. Como tal, identificou-se o *trolley* e o forno de retração como determinantes para todos os processos. No entanto, esta criticidade depende veemente do tempo de paragem destes equipamentos, ou seja, se a paragem não for muito longa a produção prossegue até ao enchimento das linhas. Nesta fase, a situação torna-se dramática com a paragem de todos os processos. Contudo, como já foi mencionado, a gestão destes equipamentos não é da competência da decoração que fica, assim, sujeita a elevadas perdas de produção.

Os restantes equipamentos foram sujeitos à análise supramencionada alcançando-se os resultados do Anexo H. É importante realçar que, na atribuição de pontuação ao impacto causado pela paragem do equipamento, foi considerado o valor que o respetivo processo representa para o departamento. Analogamente, os equipamentos que causam a paragem de mais do que uma linha, também foram afetados com maior pontuação.

Com esta análise é possível focalizar os principais esforços nos equipamentos com maior preponderância para a empresa. Deste forma, deve-se estabelecer medidas preventivas com periodicidades mais reduzidas, procedimentos dos trabalhos mais detalhados e estabelecer um maior nível de detalhe nos manuais do equipamento. No entanto, não se desconsiderou os equipamentos com menor importância nos processos.

4.6 Análise dos modos de falha

O método de registo atual é, indubitavelmente, arcaico, não estando a ser aproveitada toda a potencialidade da tecnologia existente na empresa no que à manutenção concerne. Após a integração na empresa e perceção do estado da manutenção, foi preparado um documento com o objetivo de ter dados mais concisos sobre as paragens dos equipamentos e que se encontra no Anexo I. Aquando da ocorrência de uma paragem o documento deveria ser preenchido com data, hora de início e fim da paragem e código da paragem. Em caso de avaria, a parte direita deveria ser preenchida pelo técnico indicando a hora de início e fim da reparação, local ou peça substituída e uma breve descrição do trabalho.

No entanto, como se pode aferir a partir do exemplo ilustrado no Anexo I, eram imensas as falhas no seu preenchimento. Apenas se conseguia retirar a data da ocorrência, período de paragem e código da paragem. No caso de avaria o local da ocorrência raramente era indicado, apenas o tipo de avaria. Constatou-se que o documento não estava bem estruturado e o seu preenchimento não era muito intuitivo. Tal causava uma evidente resistência ao seu

preenchimento que originava a não contabilização das paragens. Deste modo, torna-se inviável proceder-se a uma análise de indicadores de manutenção a partir destes dados.

Diante esta situação, adveio a necessidade de criar documentos mais estruturados, adaptados a cada equipamento, e de preenchimento fácil e intuitivo. Além disso, da inexistência dos modos de falha, surgiu a necessidade de os analisar, de forma a poder registar devidamente o comportamento dos equipamentos. Revelou-se um trabalho progressivo pois só depois de se analisar os manuais dos equipamentos, relatórios de turnos e registos de compras, juntamente com as informações retiradas do diálogo com colaboradores, foi possível perceber as principais causas de avarias.

Para cada tipo de equipamento foram criadas tabelas com todos os sistemas e respetivas funções, tipos de avarias e possíveis causas. No Anexo J estão representadas as tabelas da máquina de serigrafia, PSL, *Sleeves* e dos paletizadores.

4.7 Registo de intervenções

Com a criação de documentos adaptados a cada equipamento, surge uma uniformização do tipo de avaria, não havendo diferentes designações para a mesma avaria. Portanto, a informação alusiva a cada equipamento passa a ser devidamente especificada e inserida no SAP para facilitar a análise do comportamento dos equipamentos.

A inserção contínua dos registos das intervenções conduzirá a um histórico organizado cronologicamente, para cada equipamento, com toda a informação sobre a manutenção. Consiste num elemento essencial que contém toda a informação fidedigna sobre o funcionamento dos equipamentos na situação operacional real.

A sua eficácia é amplificada quando contém todos os elementos cruciais para a compreensão do comportamento dos equipamentos. Dada a elevada diversidade, era percetível a necessidade de criar um registo adaptado a cada tipo de equipamento para facilitar a análise da avaria. Desta forma, está exemplificado no Anexo L, os registos de intervenção com toda a informação pertinente sobre as avarias:

- Data de realização;
- Hora de início e fim de paragem de produção e de reparação;
- Tipo de trabalho (preventivo ou corretivo);
- Descrição do trabalho;
- Sistema;
- Tipo de avaria;
- Causa da avaria;
- Para o cálculo dos custos envolvidos:
    - Participação interna ou externa, ou seja, se foi realizada pela equipa de manutenção ou por uma empresa subcontratada;
    - Pessoal envolvido, para cálculo de custos de mão-de-obra;
    - Peças substituídas, assim como indicação da origem da peça (se estava presente em armazém ou se foi adquirida no momento da reparação).

Ao fechar a ordem de manutenção corretiva, todos estes dados devem ser registados em SAP. Este registo proporciona informações tanto operacionais como económicas associadas a cada equipamento, permitindo calcular indicadores com elevada relevância.

4.8 Plano de manutenção

Após a organização do parque material, o plano de manutenção foi elaborado com base, não só na análise pormenorizada dos manuais dos equipamentos, como também na experiência dos operadores e equipa de manutenção. Consiste, fundamentalmente, em inspeções e lubrificações,

pois não foi possível determinar periodicidades de substituição de componentes devido à escassez de dados.

Depois de finalizadas as tarefas preventivas necessárias para cada equipamento, era importante atribuir um executante para cada uma delas. Chegou-se à conclusão que a equipa de manutenção geral ficava encarregue da arca de recozimento e das lubrificações de todos os equipamentos enquanto que a equipa de manutenção da zona fria ficava incumbida de realizar as intervenções nos paletizadores e transportadores. A manutenção dos restantes equipamentos ficava ao encargo do departamento de Decoração.

A elevada carga de trabalho das equipas de manutenção foi considerada na execução do plano. Um número exagerado de intervenções seria irrealizável e iria comprometer a eficácia da manutenção preventiva. Por forma a contornar este problema, depois de finalizadas as tarefas, foram selecionadas aquelas que poderiam ser realizadas pelos operadores, pois a manutenção autónoma, sendo um dos pilares do TPM, é uma ferramenta da qual se pode retirar muito proveito.

A lubrificação dos componentes é um fator fundamental para o bom funcionamento dos equipamentos. Caso não seja praticada devidamente, a probabilidade de ocorrência de avarias aumenta bruscamente. Na Decoração, não existia nenhum plano de lubrificação, sendo apenas realizada nas máquinas essenciais aos processos sem nenhuma periodicidade estipulada. A maioria dos equipamentos, como os transportadores e paletizadores, não eram lubrificados. Assim como, o óleo dos redutores nunca era substituído nem sujeitos a nenhuma análise. Neste sentido, foram verificados os lubrificantes utilizados em cada componente assim como o óleo de cada redutor. De seguida, fez-se a conversão dos lubrificantes, para uns com as mesmas características da marca utilizada pela empresa. Por fim, as lubrificações foram incluídas nos planos de manutenção.

Relativamente aos custos das manutenções preventivas, apenas serão quantificados os custos de mão de obra e eventuais substituições de materiais. Os custos de mão de obra são calculados diretamente pelo SAP quando se insere o número de executantes e o tempo despendido na intervenção.

Ordens de trabalho

Posteriormente, já com um plano apropriado, foram criadas, em SAP, as ordens de trabalho. O intuito deste trabalho era torná-lo o mais inequívoco possível daí a introdução de instruções em formato *checklist* e de imagens que descrevam melhor a função a exercer. Tal permite simplificar não só o processo de realização da ordem de trabalho como também o seu controlo.

Deste modo, é indicada a forma mais correta de executar a tarefa pretendida diminuindo a suscetibilidade a falhas na execução. Este trabalho pretende eliminar a inexecução das ordens por incompreensão, principalmente por parte dos operadores. Contudo, a empresa ainda não possui a funcionalidade do SAP que possibilita colocar imagens ou tabelas. Assim sendo, criaram-se os documentos ilustrativos que podem ser consultados caso haja alguma incerteza no procedimento dos trabalhos.

Em cada ordem são inseridas automaticamente, pelo sistema, informações sobre periodicidade, localização, equipamento, ação, tempo estimado, procedimento, ferramentas, peças a substituir e segurança. Aquando da realização das operações, o técnico tem que colocar nome, data, hora de início e fim, preencher todos os campos exigidos pela ordem de trabalho e, por fim, incluir comentários sobre o trabalho.

Para cada ordem, foi incutida uma periodicidade, a mais otimizada possível de forma a retirar o máximo rendimento do plano de manutenção preventiva. Esta periodicidade foi baseada na criticidade dos equipamentos e adaptada à carga de trabalho das equipas de manutenção. Por outras palavras, as intervenções devem ser planeadas de modo a alcançar um equilíbrio entre

os benefícios esperados e as consequências económicas correspondentes. As ordens são emitidas no início da semana para poderem ser realizadas no momento mais pertinente consoante o planeamento da produção. Ou seja, dado o elevado número de *setups*, as ordens preventivas devem ser efetuadas nestes momentos para não haver perdas de produção.

Calendarização

Quando se realiza a calendarização das ordens de trabalho preventivas, o principal objetivo é uniformizar a sua distribuição anual, ou seja, deve existir o cuidado de agrupar o máximo possível de manutenções semelhantes na mesma semana. Assim sendo, os tempos perdidos em deslocações da equipa de manutenção são reduzidos. Após a reunião de todos os trabalhos previstos de manutenção preventiva, dividiu-se por localização e equipamentos semelhantes. Teve-se o cuidado de atribuir a cada semana, no máximo, duas deslocações por cada equipa de manutenção para garantir a realização das tarefas.

Por forma a exemplificar o trabalho realizado neste sentido, é apresentado no Anexo M o plano de manutenção da máquina de *Sleeves*.

4.9 Elaboração do Manual de Equipamento

Os manuais de equipamento foram criados para que este possa ser facilmente identificado. Estes manuais apresentam, de forma mais detalhada, as suas características. Possuem uma elevada importância na organização e gestão da manutenção e devem ser mantidos em boas condições e atualizados.

Uma vez que, como já foi referido, está em desenvolvimento um projeto de melhoria do SAP, a devida estruturação dos equipamentos, segundo os novos procedimentos, ainda não está disponível. De modo a contornar esta situação, foram criados documentos com todos os dados técnicos:

- Codificação completa do equipamento – por forma a facilitar a futura estruturação do equipamento no sistema informático;
- Chapa de identificação e fotos do equipamento;
- Características da máquina;
- Desenhos técnicos;
- Lista de peças – criou -se uma lista de peças para cada equipamento, sendo que os mais complexos foram divididos em sistema, por forma a organizar a informação.

No entanto, as restantes funcionalidades estão disponíveis sendo possível associar ao manual do equipamento, em SAP, os:

- Planos de manutenção e lubrificação;
- Registos de manutenções preventivas;
- Registos de avarias.

Deste modo, toda a informação relevante sobre cada equipamento está organizada com o intuito de identificar e corrigir eventuais problemas. O SAP indica automaticamente a localização exata do equipamento defeituoso e gera uma ordem de manutenção detalhada. Quanto mais pormenorizada for a informação sobre o equipamento, menor o risco de uma longa paragem. Para além disso, há uma monitorização do comportamento e deterioração dos equipamentos ao longo do tempo.

Devido à grande dimensão dos manuais, está ilustrado no Anexo N apenas parte do manual da máquina de serigrafia da linha SA8 com a estrutura do equipamento, chapa de identificação, lista de peças e desenho de um dos sistemas.

4.10 Análise de custos

Dada a escassa informação sobre o tempo despendido em paragens de produção causadas por avarias, não foi possível calcular os custos de manutenção. Apenas existem registos dos custos

de cada processo sem serem explicitados quais os equipamentos em questão. Deste modo, foram fornecidas condições para o cálculo dos custos de mão-de-obra e materiais em cada intervenção. Adicionalmente, foram calculados os custos que uma paragem acarreta em cada linha de produção por forma a elucidar os intervenientes da importância da fluidez dos processos produtivos.

Perda de produção

A paragem da produção pode ser causada pela ocorrência de uma avaria, constatação de uma deficiência no desempenho ou realização de uma manutenção preventiva. No primeiro caso ocorre uma paragem involuntária enquanto que nos outros dois a paragem é decidida quando for mais pertinente. No entanto, no segundo caso, não tem interesse produzir produto não conforme e por isso a paragem deve ser imediata.

Os custos de perda de produção relacionados com amortização dos equipamentos parados e prazos não conseguidos, que podem causar perda de clientes e fraca imagem, são muito difíceis de quantificar. Porém, considerando o volume da produção, é mais inteligível determinar as perdas relacionadas com produtos não fabricados, mão-de-obra parada e perda na produção de produto defeituoso.

Para cada linha de produção foram considerados os custos totais (estrutura, administrativos, energia, matérias-primas, pessoal, embalagem, serviços, etc.) no ano de 2018. O resultado da subtração destes custos às vendas desse ano constitui o lucro. Na Tabela 6, está exposta a proporção do lucro de cada processo, calculados a partir da Equação 4.4, demonstrando o impacto de cada um.

$$Proporção\ Lucro_i = \frac{Vendas_i - Custos_i}{\sum_j^n Vendas_j - Custos_j} \tag{4.4}$$

Tabela 6 - Impacto de cada processo na Decoração

Serigrafia	PSL	*Sleeves*
83,8%	9,4%	6,8%

É importante referir que a serigrafia apresenta uma elevada percentagem do lucro do departamento porque é o processo com mais linhas de produção. Para haver uma melhor margem de comparação, obteve-se o lucro por cada 1000 embalagens (Equação 4.5), tendo cada processo a proporção do lucro total mostrada na Tabela 7.

$$Proporção\ lucro/1000uni_i = \frac{(Vendas_i - Custos_i) * \frac{1000}{Qt\ produzida_i}}{\sum_j^n (Vendas_j - Custos_j) * \frac{1000}{Qt\ produzida_j}} \tag{4.5}$$

Tabela 7 - Proporção do lucro por cada 1000 embalagens

Serigrafia	PSL	*Sleeves*
67,5%	2,3%	30,2%

Com estes dados é mais percetível qual o processo com mais impacto, no entanto ainda não é inteligível quais as repercussões que uma paragem de produção, em cada linha, acarreta. Para isso é necessário ter em conta as cadências médias de cada linha (Equação 4.6), obtendo-se os resultados da Tabela 8.

$$Proporção\ lucro\ por\ linha_i = \frac{(Vendas_i - Custos_i) * \frac{Cadência_i}{Qt\ produzida_i}}{\sum_j^n (Vendas_j - Custos_j) * \frac{Cadência_j}{Qt\ produzida_j}} \quad (4.6)$$

Tabela 8 - Proporção do lucro por linha

Serigrafia	PSL	*Sleeves*
35,4%	4,4%	24,7%

Deste modo, já está clarificado o impacto de uma paragem em cada linha de produção. Aquando uma paragem, este lucro constitui um custo de oportunidade relacionado com as perdas de produtos não fabricados. Ou seja, são receitas que não se obtiveram devido às paragens de produção causadas por avaria dos equipamentos.

No entanto, no caso de avaria de um equipamento comum na serigrafia, estes provocam perdas de cerca de 71% relativamente às perdas totais do departamento, pois causam a paragem de todo o processo.

Relativamente aos custos da mão de obra parada, não foram quantificados, na medida em que sempre que há alguma paragem numa linha de produção, os operadores não ficam parados sem desenvolver alguma atividade produtiva.

Quanto aos custos associados à produção de produto defeituoso, em todos os processos, os defeitos são detetados imediatamente por forma a restituir a normalidade. Apenas a arca de recozimento possui o inconveniente de um possível defeito ser detetável unicamente na sua saída. Os defeitos podem surgir em virtude de uma avaria em algum componente ou da ineficiência da curva de temperatura utilizada. Visto que o produto demora, em média, 1 hora e 45 minutos (105 minutos) a percorrer a arca, toda a produção efetuada neste período é rejeitada.

De forma a esclarecer o impacto que a arca tem na produção, determinaram-se os custos que englobam não só as perdas de produtos não fabricados (71% do total das perdas de produto não fabricado, correspondentes às duas linhas automáticas de serigrafia), mas também as perdas da produção de produtos que serão rejeitados. Estas últimas, não são mais do que o custo de produção das duas linhas automáticas de serigrafia, calculando-se segundo a Equação 4.7.

$$Perdas\ produto\ rejeitado = \frac{Custos}{Qt.\ produzida} * Cadência * 105 * 2 \quad (4.7)$$

Custo mão-de-obra: Os equipamentos podem ser repostos à normalidade por recursos humanos internos ou externos:

Internos:

$$Custo = Tempo\ x \sum_{i=1}^{n} (T_i x C_i) \quad (4.8)$$

n - Número total de envolventes
C*i* - Custo de mão de obra do elemento i por hora
T*i* - tempo de intervenção do elemento i

Externos: Normalmente, é fornecido o custo total do serviço. O recurso a entidades externas nem sempre é a melhor solução, na medida em que pode ocorrer a incapacidade de resolução do problema ou realização do trabalho acima do tempo estimado.

A soma destes dois custos constitui o custo total de mão de obra.

Custos em materiais: Devem ser contabilizados todos os materiais substituídos nas reparações. Contribuem para este custo os consumíveis, peças e produtos aplicados nos equipamentos.

Os custos de mão-de-obra e dos materiais podem ser calculados a partir dos dados dos registos das manutenções preventivas e corretivas.

4.11 Indicadores de manutenção

Com a tecnologia existente na empresa, é possível inserir toda e qualquer informação sobre cada equipamento de forma organizada. Dependendo da forma como os dados são inseridos pelo utilizador, estes podem ser filtrados e serem expostos apenas os elementos pretendidos.

Os indicadores apresentados no capítulo 2 são os mais importantes e que se adequam ao estado atual da manutenção na decoração. Estando providos de documentos com toda a informação pertinente, torna-se possível o cálculo dos seguintes indicadores:

- Fiabilidade (taxa de avarias e MTBF) – a partir do histórico de avarias;
- Manutibilidade (MTTR e MWT) – a partir dos tempos de paragem e tempos de reparação;
- Disponibilidade – a partir dos tempos de paragem causadas pelas avarias e manutenções preventivas;
- Custos de manutenção - custos de mão-de-obra, perda de produção, materiais e serviços;
- Rácio de manutenções preventivas e corretivas – pode ser um rácio entre o número de intervenções de cada tipo ou entre o tempo despendido nas manutenções preventivas e corretivas.

4.12 Procedimentos de trabalhos

Como já foi referido, as ordens de trabalho são providas de lista de tarefas com os procedimentos que auxiliam o técnico a executar devidamente as manutenções preventivas. Essencialmente para as ordens de trabalho executadas pela decoração, que comparativamente com as equipas de manutenção possuem menos experiência, foram criados documentos ilustrativos, servindo de exemplo o Anexo O, para a realização das tarefas.

Para além disso, visto que nenhum trabalho deste tipo foi realizado no departamento de decoração, não existe ninguém que tenha conhecimentos para dar continuidade ao trabalho realizado. Apesar de ser da responsabilidade do departamento técnico da fábrica implementar, gerenciar e manter atualizados os dados do software de manutenção, é conveniente para a chefia do departamento perceber quais os procedimentos para a criação de equipamentos e planos de manutenção. Na eventualidade do departamento necessitar de manter atualizado a lista de localizações e equipamentos, foram criados procedimentos para a gestão de equipamento (Anexo P) e para criação de planos de manutenção (Anexo Q).

Por fim, para ser explicito o procedimento no caso de uma avaria, foi realizado o fluxograma do Anexo R.

4.13 Organização do Armazém

Numa fase embrionária, realizou-se um *benchmarking* com outros armazéns da fábrica bem como com outros trabalhos semelhantes, com o principal objetivo de procurar as melhores práticas que permitam implementar alterações que conduzam a melhorias significativas no aprovisionamento das *spare parts*.

Paralelamente, foi observado todo o espaço e material existente de modo a realizar as melhorias com o menor custo possível. Efetuaram-se vários layouts e foram analisados, juntamente com os colaboradores, os pós e contras de cada um de modo a optar pela opção mais conveniente. Os critérios utilizados na avaliação dos layouts foram:

- Rentabilidade do espaço – deve haver uma preocupação na disposição das estantes de modo a aproveitar o espaço da melhor forma;
- Rotatividade dos materiais (análise ABC) – os materiais com maior rotatividade devem colocados junto da porta, reduzindo ao máximo as deslocações;
- Formas de armazenagem - as formas de armazenagem devem estar adaptadas ao formato e dimensão de cada material.

Este trabalho teve como base os conceitos dos 5's, cujo principal objetivo é manter o local organizado, limpo, seguro e eficiente, procedendo-se na seguinte forma:

1- Eram abundantes as peças obsoletas existentes em armazém. Existiam materiais de máquinas que já não operavam na secção, assim como um número incalculável de peças danificadas das quais não se retiraria qualquer proveito. Obviamente que, apenas com o apoio do chefe de produção e operadores com elevada experiência e conhecimento dos equipamentos, foi possível realizar esta separação da melhor forma.

2- Organizou-se o material remanescente desta seleção conforme ilustrado na Figura 27, de modo a facilitar a procura de material e, com isso, reduzir o tempo gasto nesta tarefa. Para tal foi necessário alterar o layout e dividir os materiais por localizações.

3- Era notória a necessidade de limpeza e reparação do espaço, principalmente a visível degradação do teto e paredes. Deste modo, substituiu-se o teto e pintaram-se as paredes, resultando em melhorias evidentes no aspeto do armazém. Adicionalmente, foi retirada a parede que existia no centro do armazém que comprometia o bom aprovisionamento das estantes.

4- Todas estas melhorias implementadas, caso não sejam convertidas em rotina, rapidamente caem em desuso. Neste sentido, foi feito um esforço para incutir aos operadores a importância da organização do armazém, até para facilitar o seu próprio trabalho. Desde início que o trabalho foi efetuado em conjunto com os operadores, desde a fase do planeamento até à sua colocação em prática, com vista a envolvê-los nos trabalhos de melhoria. Revela-se uma atitude fundamental, na medida em que são os utilizadores diários que terão como função manter as condições atuais de limpeza e organização.

De seguida é apresentado o novo *layout* do armazém.

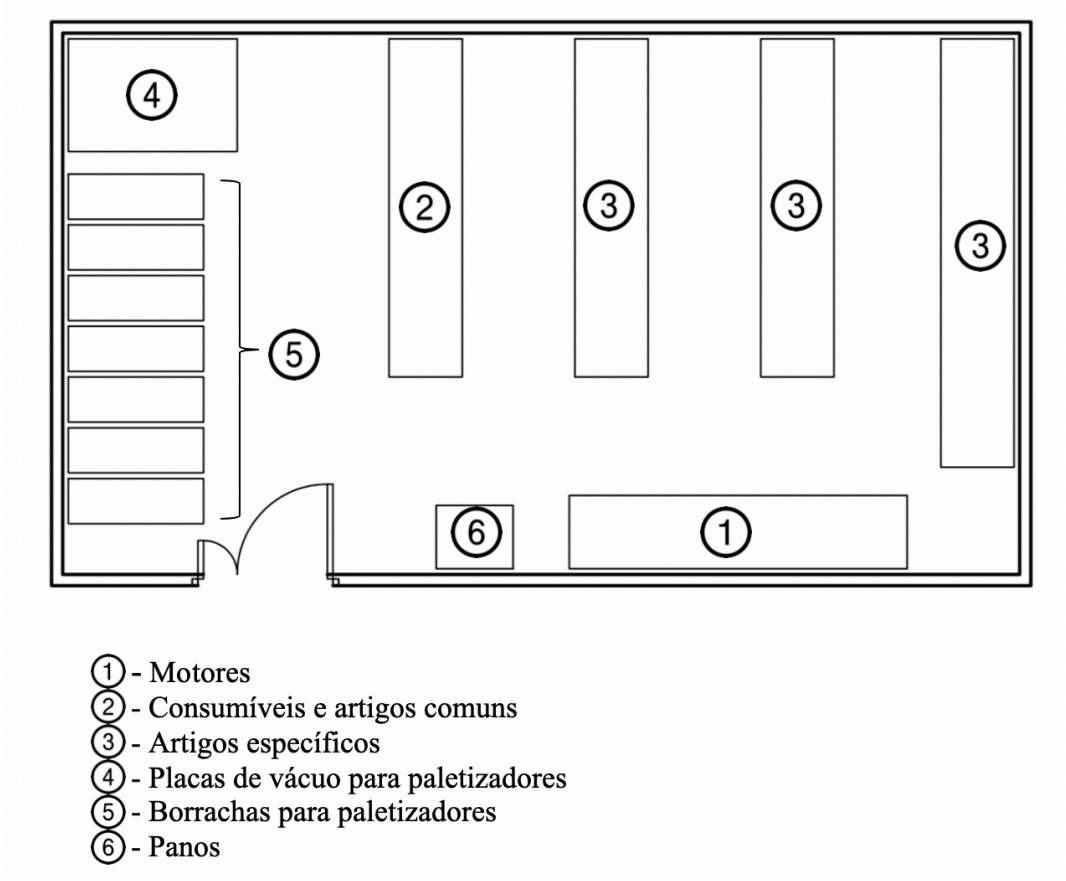


Figura 27 - *Layout* final do armazém

Junto da entrada estão os artigos com maior rotatividade, sendo eles as borrachas e as placas de vácuo dos paletizadores assim como os consumíveis. Os motores também continuam próximos da entrada, devido a serem artigos de peso elevado e difíceis de manobrar. Nas restantes estantes estão dispostos os artigos específicos de cada máquina, estando separados por equipamentos.

O modo como as placas de vácuo estavam armazenadas em nada facilitava a sua identificação e movimentação. Neste sentido, foram separadas as placas que já não se utilizavam e colocadas as restantes num suporte amovível. Tratou-se de uma solução simples e sem custos, pois este suporte existia na secção e não estava a ser utilizado.

Adquiriram-se caixas SUC de vários tamanhos para um melhor aprovisionamento das peças e os equipamentos que não possibilitam o armazenamento em caixas foram colocados diretamente nas estantes e devidamente identificados.

Com este novo *layout* o espaço é rentabilizado e, para além de reduzir-se as distâncias percorridas, torna-se mais fácil e intuitiva a procura e reposição das peças. Estima-se que estas melhorias reduziram pelo menos 5 minutos em cada *setup* e reparação.

Relativamente ao armazém mais pequeno onde se armazena os materiais mais valiosos, o procedimento foi praticamente o mesmo. Primeiro removeu-se o material obsoleto e, de seguida, atribui-se uma localização para cada tipo de material. Relativamente às peças de reserva, foram divididas por máquina e armazenadas em caixas SUC com a devida identificação. No anexo S, pode-se ver o aspeto final dos dois armazéns.

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Todo o trabalho incidiu no planeamento de uma estrutura de manutenção com capacidade de manter as boas práticas da manutenção e monitorizar em todos os momentos a situação atual.

Após a organização e codificação do parque material, a decoração ficou provida de uma base bem estruturada para serem introduzidas todas as informações sobre o comportamento dos equipamentos. Para além disso, esta estrutura permite apoiar as equipas de manutenção na preparação das intervenções e monitorização do comportamento dos equipamentos. Consiste num ponto fulcral para a redução dos tempos de reparação. No total foram criadas cerca de 140 localizações e 113 equipamentos principais.

Relativamente às análises fiabilísticas realizadas, concluiu-se que as avarias dos equipamentos tinham um comportamento aleatório. Deste modo, através da aplicação do modelo exponencial negativo, foram estimadas as probabilidades das ocorrências das avarias. O MTBF revelou-se, na maioria dos equipamentos, inferior a 1 mês, mostrando a necessidade de se proceder a medidas preventivas com o intuito de detetar as anomalias que poderão causar a sua paragem.

Os planos de manutenção elaborados são adaptados a cada equipamento e carga de trabalho das equipas de manutenção, por forma a não inviabilizar a sua realização. Com a implementação do plano de manutenção, prevê-se um aumento significativo na disponibilidade dos equipamentos e uma redução dos custos de manutenção. O plano garante o bom funcionamento dos equipamentos que, obviamente, originará a redução do número de avarias. Estima-se que esta redução ultrapassará os 30 %, dado que se passou de uma abordagem totalmente corretiva para uma preventiva. Os ganhos correspondentes são superiores a 16 000€ anuais no que diz respeito a perdas de produção. A estes lucros ainda acrescem os custos poupados em mão-de-obra e materiais das próprias avarias. Depois de criado o plano de manutenção, a preocupação em atribuir tarefas a operadores permitiu reduzir em mais de 50% a carga de trabalho das equipas de manutenção.

Com as fichas de intervenção passou a ser percetível a eventual recorrência de um tipo de avaria. O seu registo viabiliza o cálculo de indicadores de manutenção, que de certa forma funcionam como uma advertência para a realização de uma análise das ocorrências e uma possível medida corretiva definitiva. Para além disso, estas fichas permitem a imputação de custos, relacionados com mão-de-obra e materiais, em cada intervenção.

Adicionalmente, foram calculados os custos que uma paragem acarreta em cada linha de produção por forma a elucidar os intervenientes da importância da fluidez dos processos produtivos. Chegou-se à conclusão, que as linhas, nas quais as paragens provocam maiores perdas, são as de serigrafia com 35,4% das perdas totais.

A organização dos armazéns de peças de reserva resultou em melhorias significativas na redução dos tempos, não só de reparação dos equipamentos, mas também de mudanças de fabrico. Ou seja, com distribuição mais racional dos artigos, reduziu-se significativamente as deslocações e o tempo de procura dos artigos. Estima-se redução de pelo menos 5 minutos em cada mudança de fabrico, que proporcionam ganhos de cerca de 1600€ anuais. Analogamente, esta organização permitiu uma redução do tempo de reparação de pelo menos 5 minutos, gerando lucro de 2300 € anuais.

Com a atribuição de uma designação a cada transportador, o trabalho dos operadores na sua identificação foi facilitado. As melhorias também serão sentidas na redução dos tempos de reparação e passou a ser possível o registo das intervenções e monitorização do comportamento de cada transportador.

Para além disso, a Decoração beneficiará de uma melhor avaliação relacionada com regras de *housekeeping*, realizada anualmente pela empresa, devido a todo o trabalho efetuado durante o projeto.

Em suma, este projeto foi muito enriquecedor para a minha formação pessoal e profissional. As adversidades encontradas permitiram o desenvolvimento de competências por forma a encontrar as melhores soluções para as ultrapassar. Ficou clara a importância da manutenção numa empresa assim como a sua versatilidade, na medida em que envolve todas as entidades.

5.1 Sugestões de trabalhos Futuros

Todos os colaboradores, desde a chefia até aos operadores, devem estar cientes da elevada importância da execução das boas práticas de manutenção. O trabalho realizado neste projeto necessita de ações de melhoria contínua por forma a não deixar cair em desuso todas as melhorias implementadas.

De seguida, de forma a dar continuidade ao projeto desenvolvido, são indicadas sugestões de trabalhos futuros:

- Uma vez terminado o projeto de melhoria do SAP, a devida estruturação dos equipamentos, segundo os novos procedimentos, deve ser efetuada. Este trabalho deve ter por base os documentos criados com toda a codificação e dados técnicos sobre cada equipamento.
- Visto que foram criadas condições de organização dos armazéns, deve-se proceder à inventariação de todo o material e posterior colocação em SAP;
- De forma a garantir a continuação da correta manutenção dos equipamentos, uma possível medida consiste na colocação de um elemento da manutenção mais focado no departamento de Decoração, que fosse responsável por:
    - Manutenções preventivas;
    - Manutenções corretivas;
    - Gerir o armazém de *spare parts*;
    - Inserir novos equipamentos no sistema SAP assim como retirar aqueles que por algum motivo foram removidos;
    - Proceder à ordem de compra de equipamentos/peças necessárias à manutenção;
    - Inserir todas as intervenções a que os equipamentos foram sujeitos, sendo possível realizar uma manutenção contínua que se adapte à degradação dos equipamentos;
    - Sempre que fosse necessário também poderia auxiliar a equipa de manutenção da fábrica.

Referências

Ahmad, Rosmaini, e Shahrul Kamaruddin. 2012. «An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application». *Computers & Industrial Engineering* 63 (1): 135–49. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.02.002.

Ahuja, Inderpreet, e Jaimal Khamba. 2008. «Total productive maintenance: Literature review and directions». *International Journal of Quality & Reliability Management* 25: 709–56. https://doi.org/10.1108/02656710810890890.

Borris, Steve. 2006. *Total Productive Maintenance*. Editado por McGraw Hill.

Cabral, José Paulo Saraiva. 2004. *Organização e Gestão da Manutenção dos Conceitos à Prática...* Editado por Lidel. 4ª Edição.

Cabral, José Paulo Saraiva. 2009. *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios*. Editado por Lidel. Lisboa - Porto.

Decoglas. 2019. «Glass Packaging Decoration Company». 2019. https://www.deco-glas.de.

Ferreira, Luís Andrade. 1998. *Uma Introdução à Manutenção*. Editado por Publindústria. 1ª Edição. Porto.

Glass, BA. 2019. «O Grupo BA». 2019. http://www.bavidro.com/pt/.

Guedes Soares, Carlos, J C. Duarte, Yordan Garbatov, Enrico Zio, e John Sørensen. 2010. «Framework for Maintenance Planning». Em , 33–52. https://doi.org/10.1201/b10572-6.

Leitão, Armando. 2018. *Acetatos de apoio à disciplina de Gestão da Manutenção*.

Marquez, Adolfo Crespo, e Jatinder N D Gupta. 2006. «Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars». *Omega* 34 (3): 313–26. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.11.003.

Martins, Maria Prudência G., e Armando L. F. Leitão. sem data. «Predição de Falhas no Apoio à Decisão na Gestão da Manutenção». Bragança.

Monchy, François. 1989. *Função Manutenção - Formação para a Gestão da Manutenção Industrial*. Editado por Ebras/Durban. São Paulo.

Moubray, John. 1997. *Reliability-centred Maintenance - RCM II*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Nakajima, Seiichi. 1990. *Total Productive Maintenance ou «Zero Avarias»*. Lisboa: Seminário Internacional de TPM.

Nikolopoulos, Konstantinos, Kostas Metaxiotis, N Lekatis, e Vassilis Assimakopoulos. 2003. «Integrating industrial maintenance strategy into ERP». *Industrial Management and Data Systems* 103: 184–91. https://doi.org/10.1108/02635570310465661.

Roberto Marcorin, Wilson, e Carlos Roberto Lima. sem data. «Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos Cost Analysis of Maintenance and Non-Maintenance Policies for Productive Equipments».

Tompkins, James A., John A. White, Yavuz A. Bozer, e J. M. A. Tanchoco. 1996. *Facilities Planning*. 2ª. Nova Iorque: John Wiley & Sons.

Xenos, Harilaus G. 1998. *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerência.

ANEXO A: Cálculo do OEE

As paragens por avarias e *setups* afetam diretamente a quantidade de tempo disponível para produção e permitem definir o Índice de Disponibilidade.

$$Disponibilidade\ do\ equipamento = \frac{\text{Tempo total} - \text{Tempo parado}}{\text{Tempo total}}$$

Já as perdas causadas por baixas cadências e pequenas paragens influenciam diretamente o tempo de ciclo da máquina e constituem o Índice de Performance.

$$Performance\ do\ equipamento = \frac{\text{quantidade produzida}}{\text{tempo operacional disponível}}$$

Por último, as perdas provocadas pelo arranque e produtos defeituosos indicam a quantidade de tempo perdido a fabricar peças não conformes e permitem definir o Índice de Qualidade.

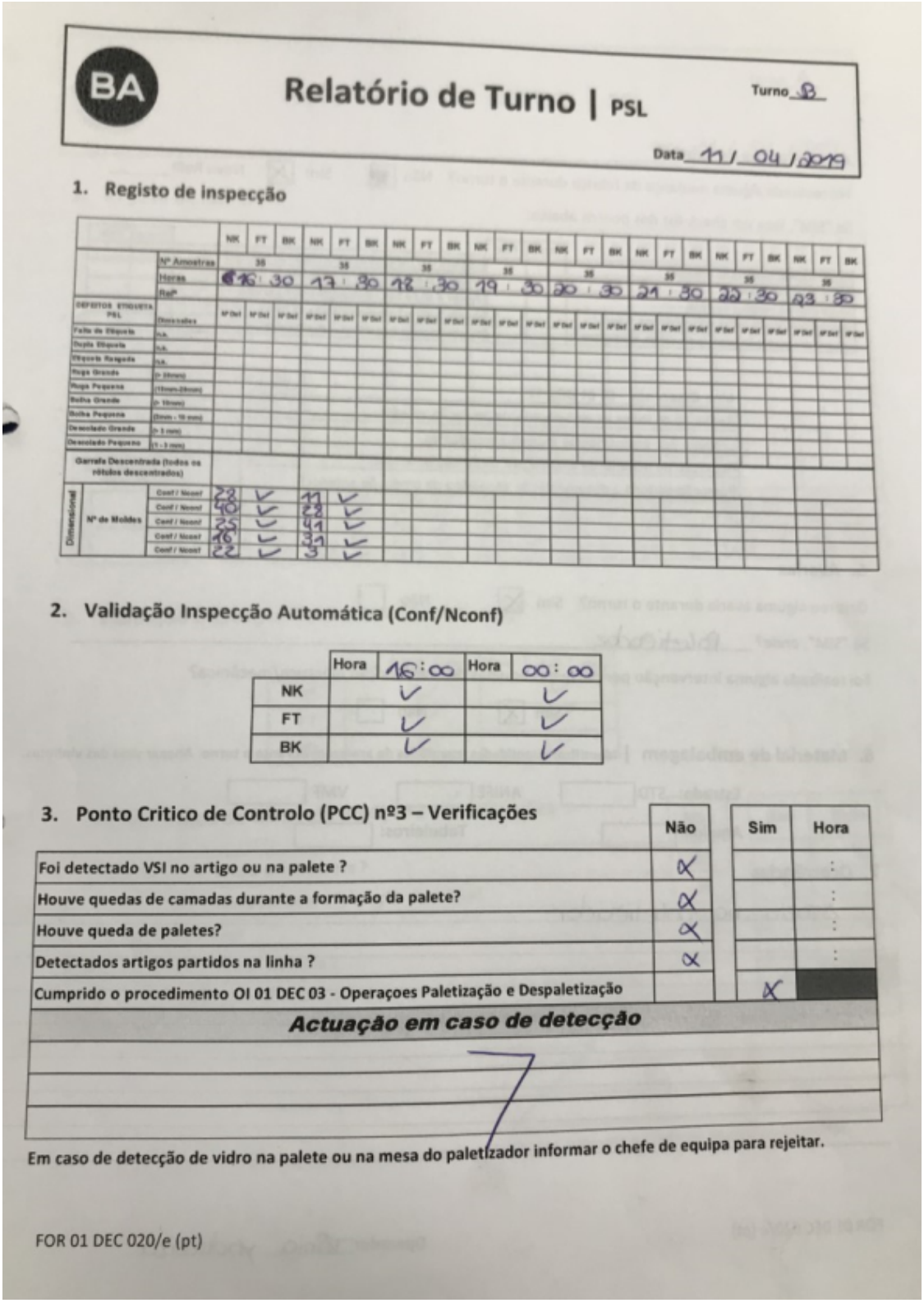
$$Qualidade\ da\ produção = \frac{\text{quantidade produzida} - \text{quantidade defeituosos}}{\text{quantidade produzida}}$$

A OEE é calculada obtendo-se o produto de disponibilidade do equipamento, performance do equipamento do processo e qualidade da produção.

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade}$$

Pode-se conferir que mesmo que a ferramenta tenha 100% de disponibilidade, o OEE ainda pode revelar valores baixos devido às perdas de desempenho e qualidade. Se estes índices assumirem valores de 75%, o OEE resultante cai para um valor 56%. Habitualmente, constata-se que as empresas operam com um índice entre os 50% e 60% (Nakajima 1990).

ANEXO B: Relatório de turno



BA

Relatório de Turno | PSL

Turno B

Data 11 / 04 / 2019

1. Registo de inspecção

		NK	FT	BK	NK	FT	BK	NK	FT	BK	NK	FT	BK	NK	FT	BK	NK	FT	BK	NK	FT	BK	NK	FT	BK
	Nº Amostras	35			35			35			35			35			35			35			35		
	Horas	16 : 30			17 : 30			18 : 30			19 : 30			20 : 30			21 : 30			22 : 30			23 : 30		
	RePº																								
DEFEITOS ETIQUETA PSL	Ocorrências	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def	Nº Def
Falta de Etiqueta	n.a.																								
Dupla Etiqueta	n.a.																								
Etiqueta Rasgada	n.a.																								
Ruga Grande	(> 24mm)																								
Ruga Pequena	(10mm-24mm)																								
Bolha Grande	(> 10mm)																								
Bolha Pequena	(2mm - 10 mm)																								
Descolado Grande	(> 3 mm)																								
Descolado Pequeno	(1 - 3 mm)																								
Garrafa Descentrada (todos os rótulos descentrados)																									
Dimensional	Nº de Moldes	Conf / Nconf	23	V		11	V																		
		Conf / Nconf	40	V		23	V																		
		Conf / Nconf	25	V		41	V																		
		Conf / Nconf	16	V		33	V																		
		Conf / Nconf	22	V		3	V																		

2. Validação Inspecção Automática (Conf/Nconf)

	Hora	16 : 00	Hora	00 : 00
NK		V		V
FT		V		V
BK		V		V

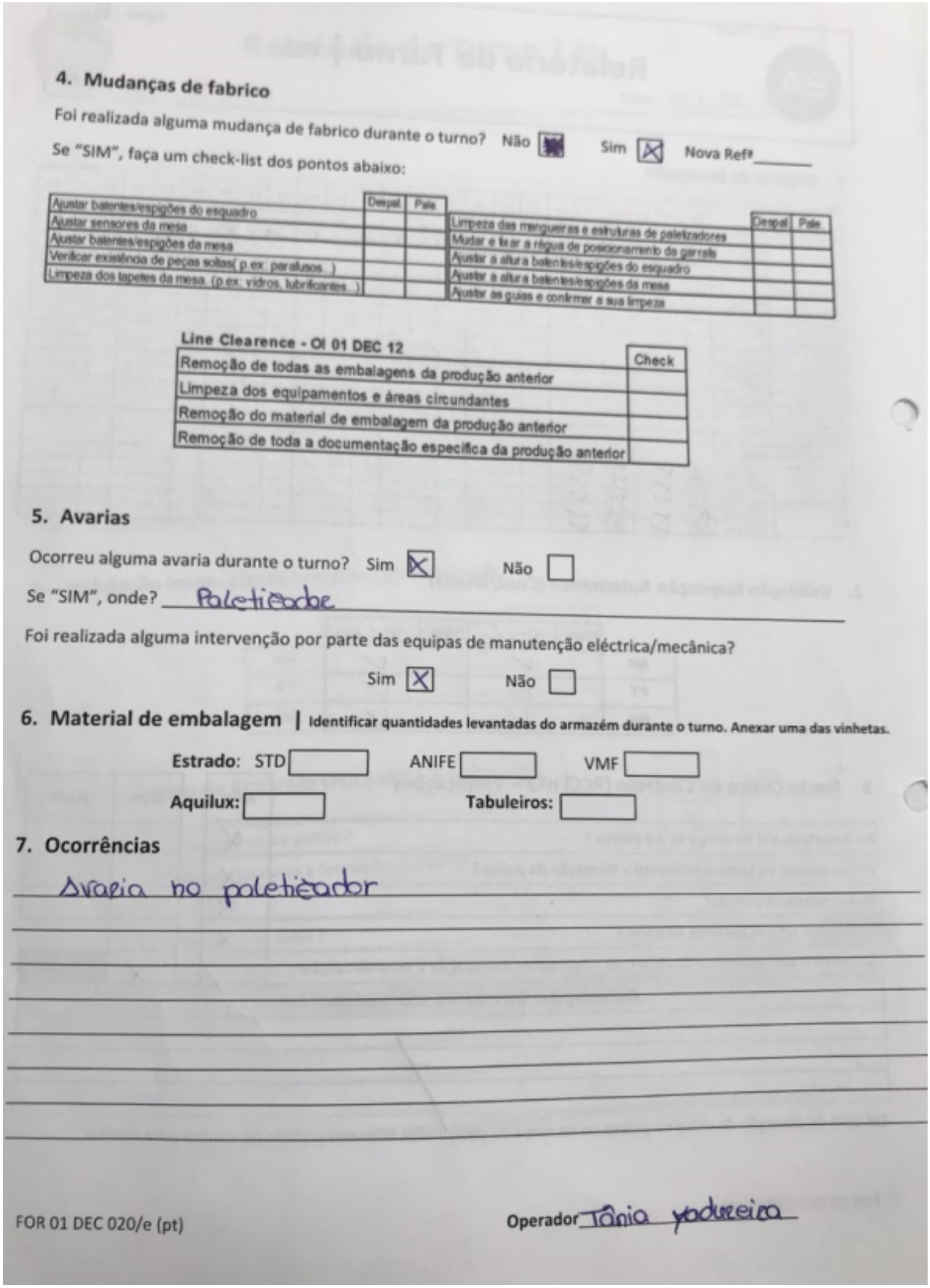
3. Ponto Critico de Controlo (PCC) nº3 – Verificações

	Não	Sim	Hora
Foi detectado VSI no artigo ou na palete ?	X		:
Houve quedas de camadas durante a formação da palete?	X		:
Houve queda de paletes?	X		:
Detectados artigos partidos na linha ?	X		:
Cumprido o procedimento OI 01 DEC 03 - Operaçoes Paletização e Despaletização		X	

Actuação em caso de detecção

Em caso de detecção de vidro na palete ou na mesa do paletizador informar o chefe de equipa para rejeitar.

FOR 01 DEC 020/e (pt)



4. Mudanças de fabrico

Foi realizada alguma mudança de fabrico durante o turno? Não [X] Sim [ ] Nova Ref.ª _____

Se "SIM", faça um check-list dos pontos abaixo:

	Despal	Palo
Ajustar batentes/espigões do esquadro		
Ajustar sensores da mesa		
Ajustar batentes/espigões da mesa		
Verificar existência de peças soltas(p.ex: parafusos)		
Limpeza dos tapetes da mesa. (p.ex: vidros, lubrificantes)		

	Despal	Palo
Limpeza das mangueiras e estruturas de paletizadores		
Mudar e fixar a régua de posicionamento da garrafa		
Ajustar a altura batentes/espigões do esquadro		
Ajustar a altura batentes/espigões da mesa		
Ajustar as guias e confirmar a sua limpeza		

Line Clearence - OI 01 DEC 12	Check
Remoção de todas as embalagens da produção anterior	
Limpeza dos equipamentos e áreas circundantes	
Remoção do material de embalagem da produção anterior	
Remoção de toda a documentação especifica da produção anterior	

5. Avarias

Ocorreu alguma avaria durante o turno? Sim [X] Não [ ]

Se "SIM", onde? Paletizador

Foi realizada alguma intervenção por parte das equipas de manutenção eléctrica/mecânica?

Sim [X] Não [ ]

6. Material de embalagem | Identificar quantidades levantadas do armazém durante o turno. Anexar uma das vinhetas.

Estrado: STD [ ] ANIFE [ ] VMF [ ]

Aquilux: [ ] **Tabuleiros:** [ ]

7. Ocorrências

Avaria no paletizador

FOR 01 DEC 020/e (pt)

Operador Tânia Vadureira

ANEXO C: Estado inicial dos armazéns

Armazém geral:





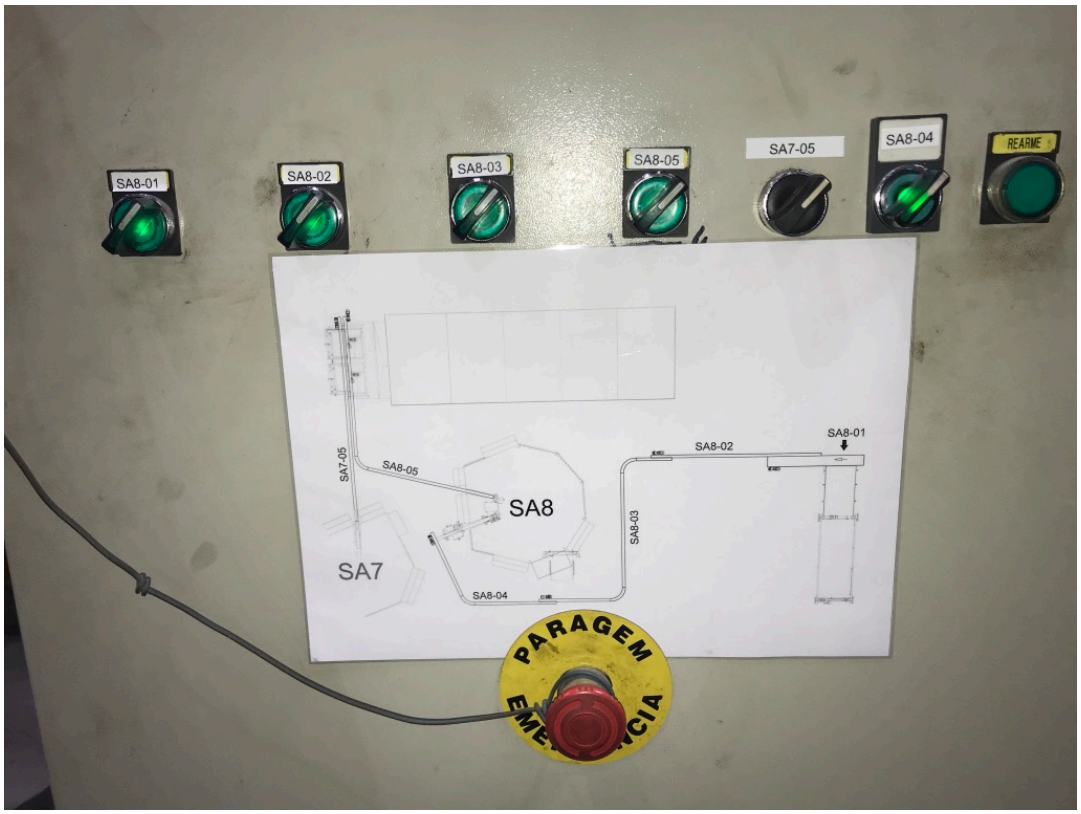


Armazém das peças valiosas:

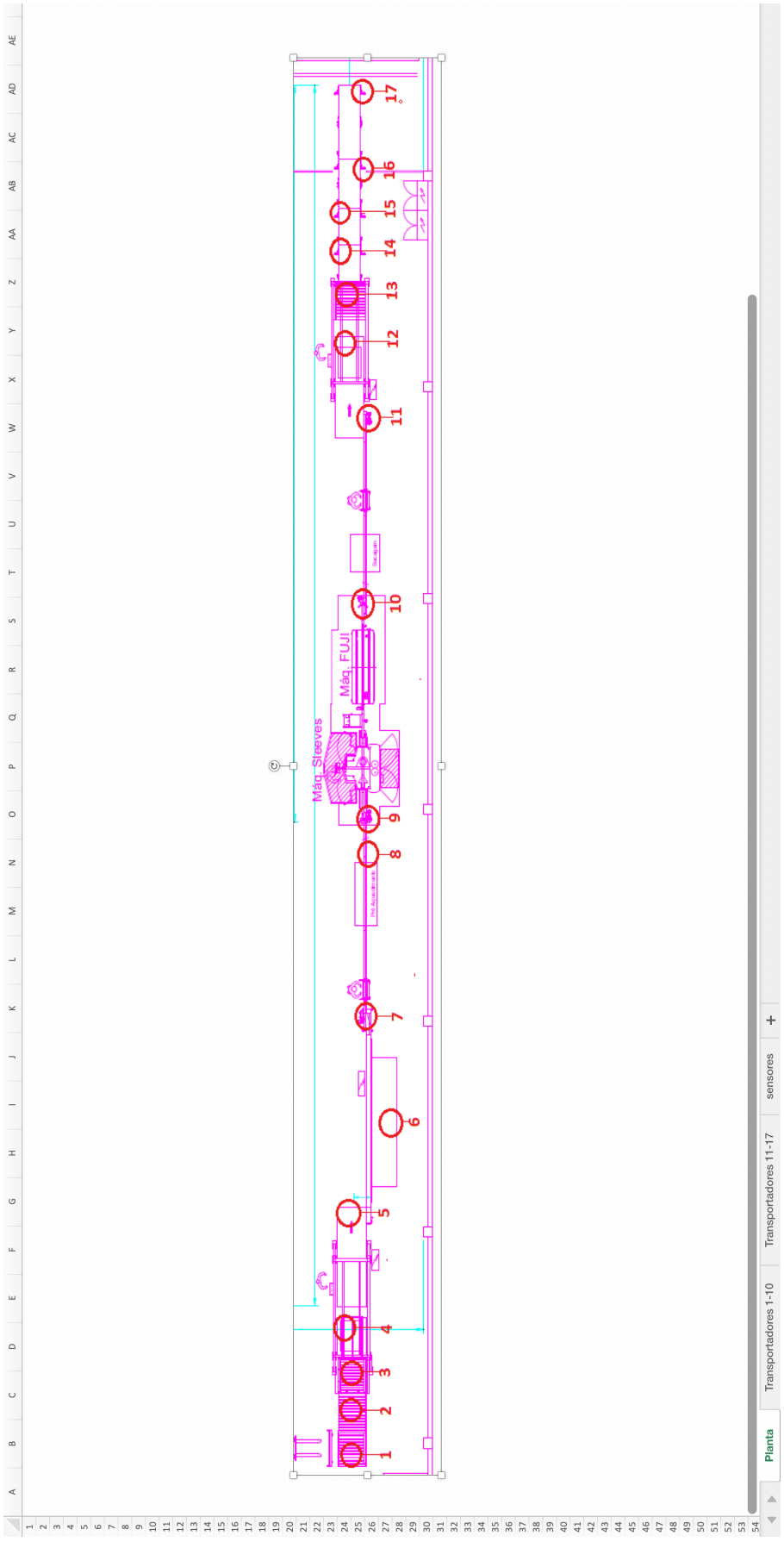


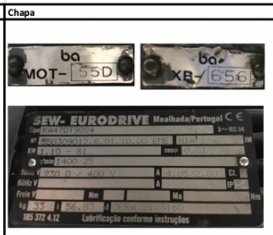
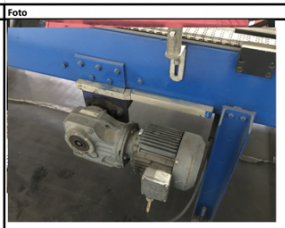
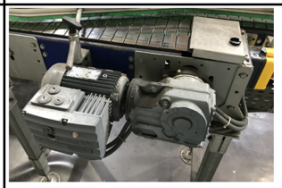
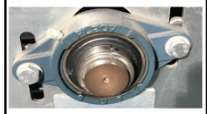
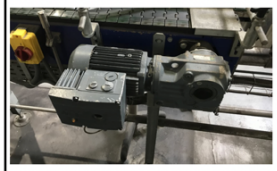
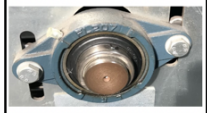
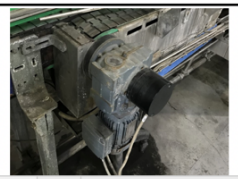
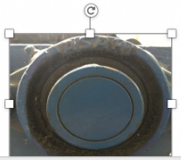
ANEXO D: Melhorias na identificação dos transportadores





ANEXO E: Exemplo de parte da documentação dos transportadores



Motor	Código	Designação	Chapa	Foto	Transmissão	Especificações
6	ACTB00002	Accumulation Table			2 rolamentos FL 208 	Numero de fases 3 · Classe de isolamento B · Velocidade nominal 1400 rpm · Potência nominal 1.10 Kw · Factor de potência 0.81 · TENSAO NOMINAL TRIANG/ESTI 230 - 400 V · Int. Nominal Estrela Triangulo 2,800-4,850A · Frequência 50 Hz · FIXAÇÃO · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Velocidade síncrona · Tensão primário (mot.síncrono) · POSIÇÃO DE MONTAGEM H1A · Tensão secund. (mot. síncrono) · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento KA47 DT90 S4 · Número de série 550309012.8.01.10.00 EME · Protecção mecânica IP54 · Protecção eléctrica · Forma construtiva · Tensão de armadura (mot. DC · Tensão do ventilador de arref. · Intens. primário(mot.síncrono) · Peso 33 KG · Acessibilidade ao equipamento · Tipo de arrefecimento · Tensão/Binário do freio · Momento de inércia do rotor · Momento de inércia do freio · Rendimento · Nível de ruído · Temperatura ambiente · Ano de fabrico · Rolamento do lado do motor · Rolamento (lado oposto) · ROLAMENTO DO VEIO · ROLAMENTO PENADO · Ref* dos rolamentos · Tipo de motor · Tipo de rotor · Lubrificante · **REDUTOR** · VELOCIDADE DE ENTRADA 1400 RPM · Velocidade de saída 25 · BINARIO (Nm) · Relação de transmissão 56.83 · Potência máxima · Posição de montagem · Tipo de veio de entrada · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · DIAMETRO DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento KA47 DT90 S4 · Número de série 550309012.8.01.10.00 EME · Forma construtiva · Velocidade nominal · Acessibilidade ao equipamento · Modelo · Numero de andares de redução · Potência nominal
7	LNCV00029	Depalletizer Table Output Conveyor - TR01			2 rolamentos FL 207 	Numero de fases 3 · Classe de isolamento B · Velocidade nominal 1360 rpm · Potência nominal 0,55 Kw · Factor de potência 0.77 · TENSAO NOMINAL TRIANG/ESTI 230 - 400 V · Int. Nominal Estrela Triangulo 1,750-3,050 A · Frequência 50 Hz · FIXAÇÃO · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Velocidade síncrona · Tensão primário (mot.síncrono) · POSIÇÃO DE MONTAGEM H1A · Tensão secund. (mot. síncrono) · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento KA37DT80K4 · Número de série 550311054.9.01.08.001EME · Protecção mecânica IP54 · Protecção eléctrica · Forma construtiva · Tensão de armadura (mot. DC · Tensão do ventilador de arref. · Intens. primário(mot.síncrono) · Peso 21 KG · Acessibilidade ao equipamento · Tipo de arrefecimento · Tensão/Binário do freio · Momento de inércia do rotor · Momento de inércia do freio · Rendimento · Nível de ruído · Temperatura ambiente · Ano de fabrico · Rolamento do lado do motor · Rolamento (lado oposto) · ROLAMENTO DO VEIO · ROLAMENTO PENADO · Ref* dos rolamentos · Tipo de motor · Tipo de rotor · Lubrificante · **REDUTOR** · VELOCIDADE DE ENTRADA 1400 RPM · Velocidade de saída 54 · BINARIO (Nm) · Relação de transmissão 24.99 · Potência máxima · Posição de montagem · Tipo de veio de entrada · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · DIAMETRO DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento KA37DT80K4 · Número de série 550311054.9.01.08.001EME · Forma construtiva · Velocidade nominal · Acessibilidade ao equipamento · Modelo · Numero de andares de redução · Potência nominal
9	LNCV00030	Preheating Tunnel Entry Conveyor - TR02			2 rolamentos FL 207 	Numero de fases 3 · Classe de isolamento F · Velocidade nominal 280/1400-7.9/39 · Potência nominal 0.55 Kw · Factor de potência 0.99 · TENSAO NOMINAL TRIANG/ESTI 380- 500 V · Int. Nominal Estrela Triangulo 1,600-2,000 V · Frequência 50 Hz · FIXAÇÃO · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Velocidade síncrona · Tensão primário (mot.síncrono) · POSIÇÃO DE MONTAGEM M1B · Tensão secund. (mot. síncrono) · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento KA37DT80K4/MM05/BW · Número de série 550324629.1.01.01.001 EME · Protecção mecânica IP54 · Protecção eléctrica · Forma construtiva · Tensão de armadura (mot. DC · Tensão do ventilador de arref. · Intens. primário(mot.síncrono) · Peso 22 KG · Acessibilidade ao equipamento · Tipo de arrefecimento · Tensão/Binário do freio · Momento de inércia do rotor · Momento de inércia do freio · Rendimento · Nível de ruído · Temperatura ambiente · Ano de fabrico · Rolamento do lado do motor · Rolamento (lado oposto) · ROLAMENTO DO VEIO · ROLAMENTO PENADO · Ref* dos rolamentos · Tipo de motor · Tipo de rotor · Lubrificante · **REDUTOR** · VELOCIDADE DE ENTRADA 1400 RPM · Velocidade de saída 59 · BINARIO (Nm) · Relação de transmissão 35.57 · Potência máxima · Posição de montagem · Tipo de veio de entrada · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · DIAMETRO DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento KA37DT80K4/MM05/BW · Número de série 550324629.1.01.01.001 EME · Forma construtiva · Velocidade nominal · Acessibilidade ao equipamento · Modelo · Numero de andares de redução · Potência nominal
	LNCV00031	Sleeving Machine Entry Conveyor - TR03				Numero de fases 3 · Classe de isolamento B · Velocidade nominal 1360 RPM · Potência nominal 0.55 Kw · Factor de potência 0.72 · TENSAO NOMINAL TRIANG/ESTI 220-242/380-420 · Int. Nominal Estrela Triangulo 1,62/2,80 A · Frequência 50 Hz · FIXAÇÃO · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Velocidade síncrona · Tensão primário (mot.síncrono) · Tensão secund. (mot. síncrono) · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento SAF47 DRS71M4 · Número de série 90.1959689001.0001.14 · Protecção mecânica IP55 · Protecção eléctrica · Forma construtiva · Tensão de armadura (mot. DC · Tensão do ventilador de arref. · Intens. primário(mot.síncrono) · Peso · Acessibilidade ao equipamento · Tipo de arrefecimento · Tensão/Binário do freio · Momento de inércia do rotor · Momento de inércia do freio · Rendimento · Nível de ruído · Temperatura ambiente · Ano de fabrico · Rolamento do lado do motor · Rolamento (lado oposto) · ROLAMENTO DO VEIO · ROLAMENTO PENADO · Ref* dos rolamentos · Tipo de motor · Tipo de rotor · Lubrificante · **REDUTOR** · VELOCIDADE DE ENTRADA 1360 RPM · Velocidade de saída 25 · BINARIO (Nm) · Relação de transmissão 54.59 · Potência máxima · Posição de montagem · Tipo de veio de entrada · DIMENSOES DAS PATAS (a x b) · ALTURA DO VEIO · DIAMETRO DO VEIO · COMPRIMENTO DO VEIO · Marca do equipamento SEW · Modelo do equipamento SAF47 DRS71M4 · Número de série 90.1959689001.0001.14

Planta | Transportadores 1-10 | Transportadores 11-17 | sensores | +

ANEXO F: Codificação BA Glass

Estrutura de codificação dos equipamentos

O objetivo é padronizar as melhores práticas e implementar os novos requisitos de conceito do SAP *Maintenance Management* para todas as fábricas da BA. Este procedimento operacional padroniza os principais recursos do SAP PM em relação aos equipamentos, como a estrutura funcional, o processo de alocação e a criação de classes ou códigos.

Responsabilidades

O Escritório Técnico é responsável por implementar, gerenciar e manter atualizados os dados do software de manutenção. A informação em SAP deve estar de acordo com o registo de todos os equipamentos e fornecer todas as informações técnicas necessárias para um conhecimento completo da gestão dos equipamentos da fábrica. No entanto, é da responsabilidade da chefia de cada departamento informar o escritório técnico sobre qualquer alteração, para que se proceder às devidas alterações no sistema SAP.

Localização funcional padrão

A localização funcional é uma estrutura baseada em árvore usada para exibir itens categorizados como plantas, locais, equipamentos, sistemas, materiais e outros. É o bloco de construção e o principal organizador dos ativos da fábrica.

A estrutura possui 7 níveis estruturados principais e regras específicas para cada nível em relação ao número de caracteres e formato. Os níveis podem variar com base no nível antecedente.

Os 3 primeiros níveis são considerados padrão e um requisito na estrutura de qualquer planta. Esses níveis são criados pela equipa de TI para todas as fábricas e só podem ser alterados por ela, se solicitado.

A alocação é, então, demostrada em ordem decrescente:

Tabela 1 - Níveis estruturais da BA Glass

Nível	Categoria	Designação
1º	F	Fábrica
2º	A	Área
3º	I	Instalação
4º	Z	Zona
5º	S	Tipo de sistema
6º	E	Função máquina
7º	U	Equipamento

O primeiro nível é constituído por 2 letras referentes à fábrica e o segundo por uma letra correspondente à área. Toda e qualquer localização criada no departamento de decoração tem em comum os dois primeiros níveis: AVK. Os 2 primeiros níveis estão pormenorizados, na figura 1, para que se entenda o seu significado.

1st Level

1st Lvl (I)	1st Lvl Description	Category
AV	Avintes	F
MG	Marinha Grande	F
VF	Villafranca	F
LE	Leon	F
VN	Venda Nova	F
JE	Jedlice	F
SI	Sieraków	F
GA	Gardelegen	F
AT	Athens	F
SO	Sófia	F
PV	Plovdiv	F
BU	Bucharest	F

2nd Level

2nd Lvl (I)	2nd Lvl Description	Category
A	Raw Material and Mixing	A
B	Melting	A
C	Forming	A
D	Cold End	A
E	Logistics Warehouses	A
F	Networks	A
G	Infrastructure/buildings	A
I	Vehicles	A
J	Measuring and monitoring equipments	A
K	Decoration	A
L	BA Glass/cullet treatment plant	A
M	Molds	A
(...)	Available Numeric Characters	A
S	Headquarters	A
Z	Obsolete / Scrap	A

Figura 1 – 1º e 2º níveis de codificação

Relativamente ao 3º nível, é constituído por dois carateres numéricos em que o "00" corresponde aos equipamentos comuns e o "99" aos sistemas elétricos e controlo. As restantes instalações devem ser inseridas sequencialmente, resultando, no caso da decoração, na codificação da tabela 2.

Tabela 2 - Estruturação dos 3 primeiros níveis da Decoração

1º nível	2º nível	3ºnível	Descrição
AV	K	00	Equipamentos comuns
		01	Serigrafia
		02	PSL
		03	*Sleeving*

A partir do nível 3, devido à elevada diversidade existente entre as fábricas, a codificação não é estritamente padronizada, ou seja, os restantes níveis são abertos para serem gerenciados pelos escritórios técnicos conforme a conveniência. Contudo, todas as fábricas devem seguir toda estruturação preestabelecida. O resultado da progressão da alocação é um código de localização exclusivo para cada equipamento dentro da fábrica, demonstrado na figura 2.

Location	Level	6th*	1st	2nd	3rd	4th	Category	Notes:
	6th	Functional Location					E	*Last Location Lvl
Equipment	1st		Functional Unit				U	
	2nd			System			US	If Applicable
	3rd				Sub. Equipment		E	
	4th					Materials	M	

Figura 2 - Estrutura codificação dos equipamentos

Visto que este processo ainda é recente, toda a codificação seguinte foi consequência de trocas de ideias com o objetivo de a tornar o mais simples e intuitiva possível. Todo o trabalho realizado poderá funcionar como base para trabalhos futuros nas outras áreas da fábrica e, possivelmente, para as restantes unidades fabris do grupo BA.

Código do equipamento

O código do equipamento é composto por uma classe que define e identifica o tipo de equipamento e uma numeração sequencial internacional.

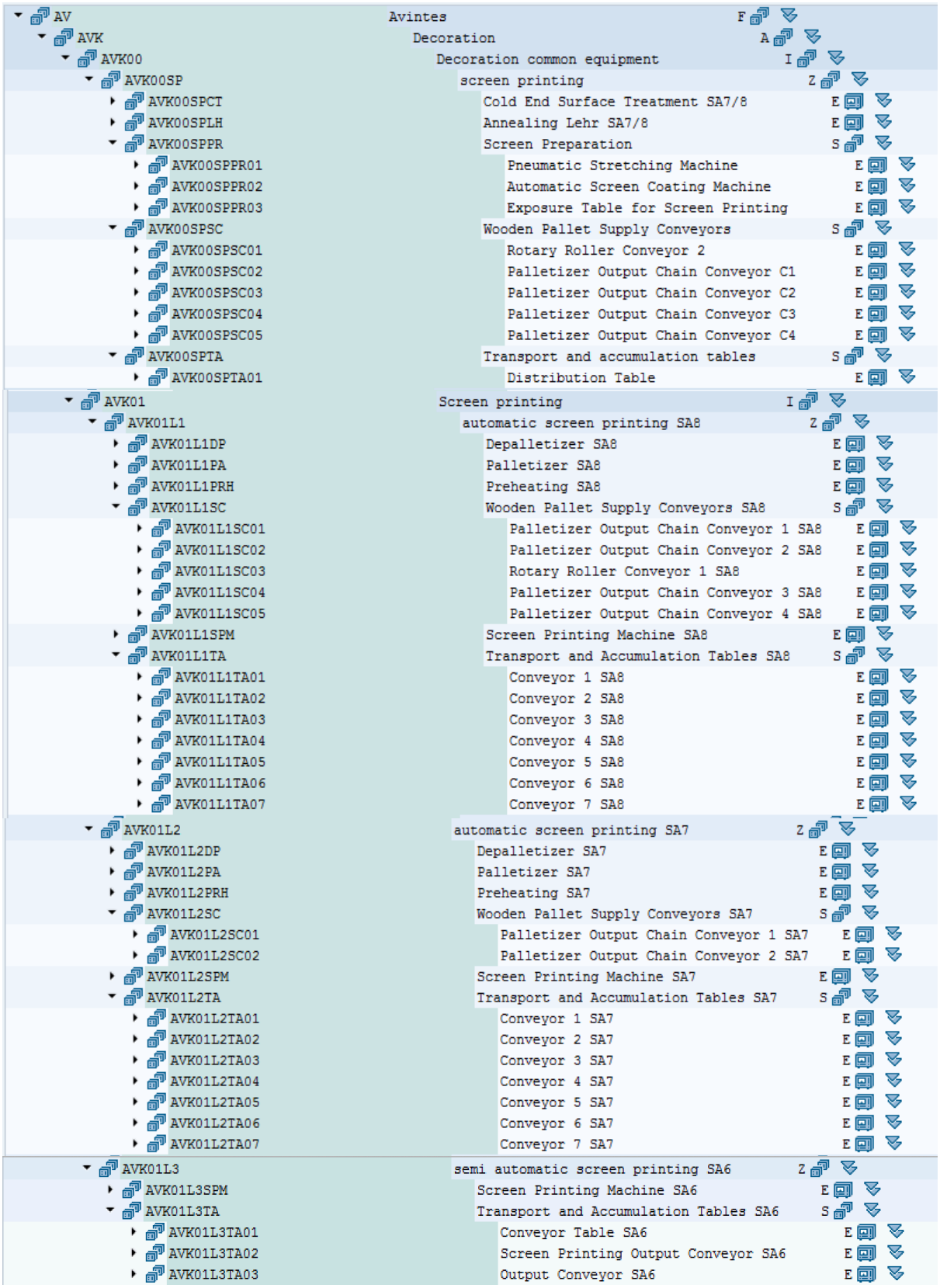
Os novos equipamentos só podem ser registados em classes padronizadas em inglês, e a criação de novas classes é restrita. Se uma nova classe for necessária, as equipas de TI podem criar a nova classe por solicitação e os escritórios técnicos devem ser notificados. O número sequencial é automaticamente atribuído.

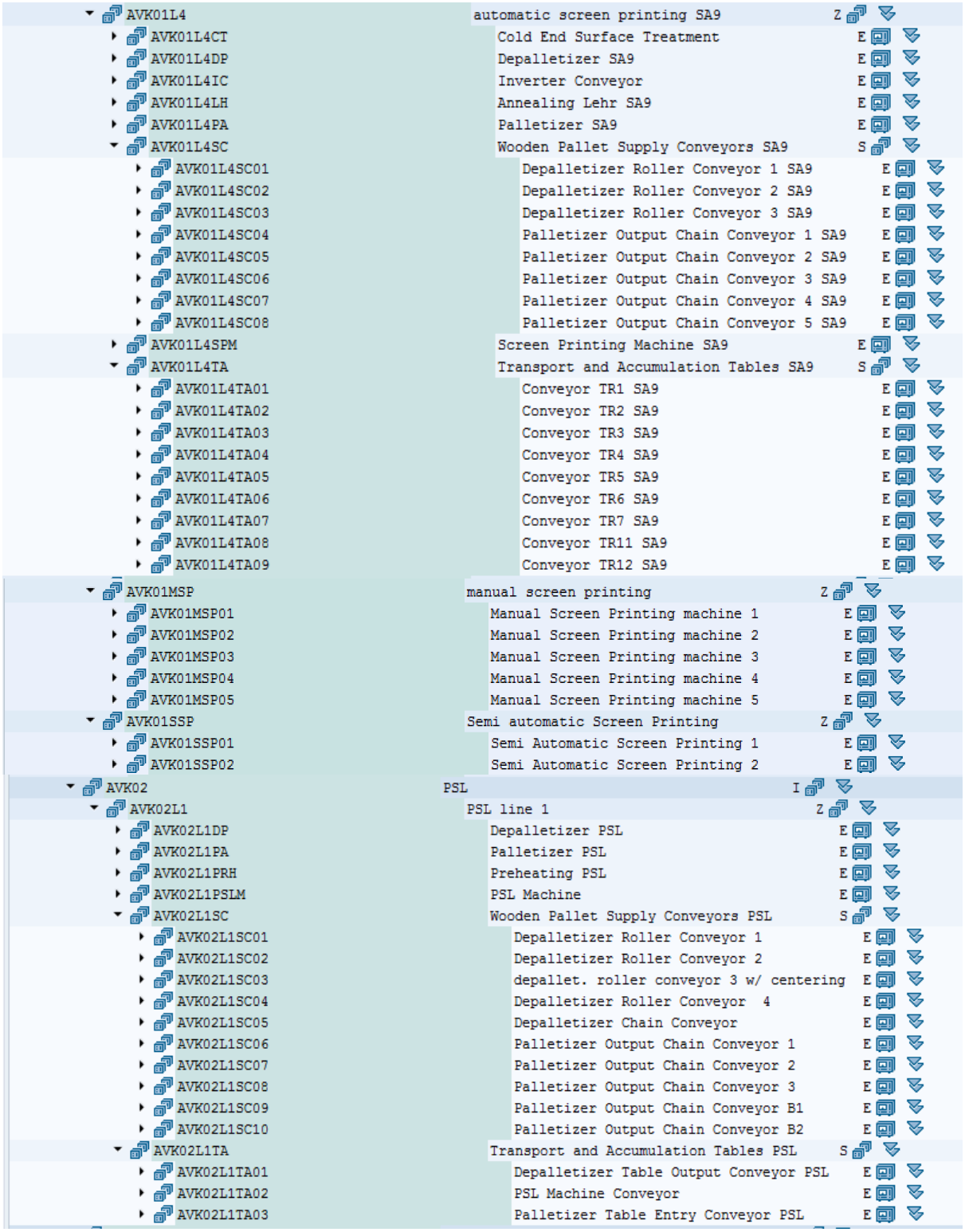
O código é composto por 4 letras e 5 números sequenciais, por exemplo:

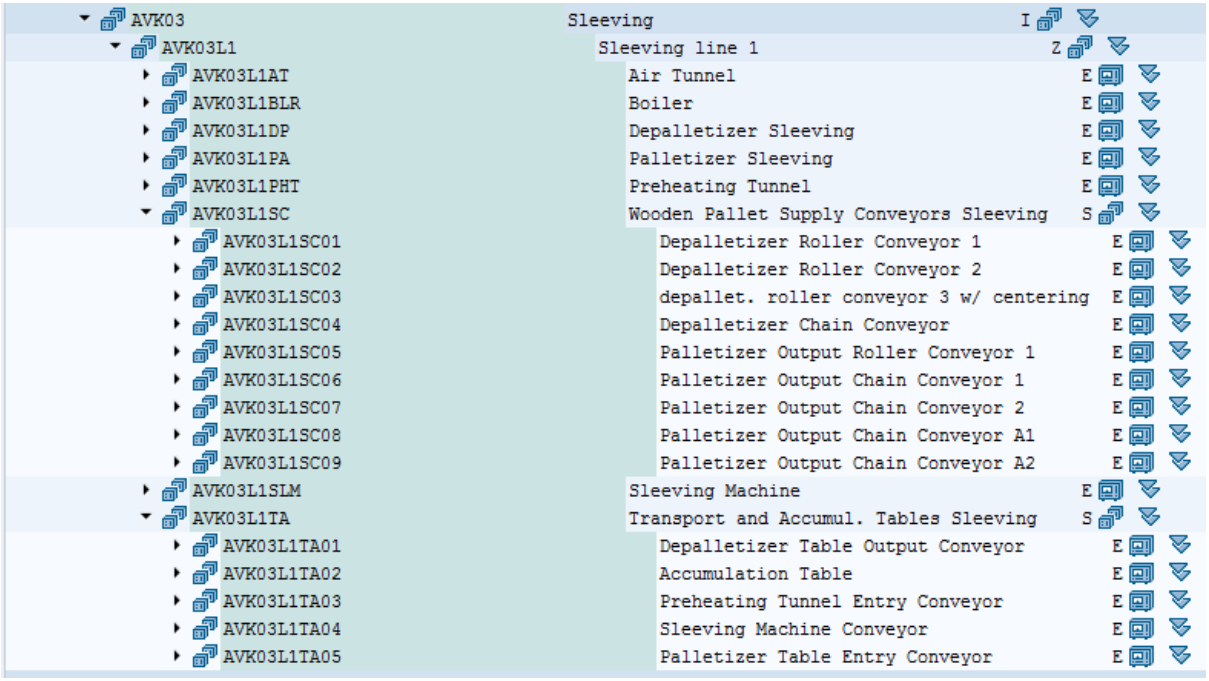
PALT00010 – Palletizer SA8

Com o intuito de estruturar cada equipamento, este é dividido em quatro níveis sendo eles, por ordem decrescente, a unidade funcional, sistema, subequipamento e, por fim, materiais.

ANEXO G: Nova estrutura das localizações da decoração




AVK01L4 automatic screen printing SA9 Z
AVK01L4CT Cold End Surface Treatment E
AVK01L4DP Depalletizer SA9 E
AVK01L4IC Inverter Conveyor E
AVK01L4LH Annealing Lehr SA9 E
AVK01L4PA Palletizer SA9 E
AVK01L4SC Wooden Pallet Supply Conveyors SA9 S
AVK01L4SC01 Depalletizer Roller Conveyor 1 SA9 E
AVK01L4SC02 Depalletizer Roller Conveyor 2 SA9 E
AVK01L4SC03 Depalletizer Roller Conveyor 3 SA9 E
AVK01L4SC04 Palletizer Output Chain Conveyor 1 SA9 E
AVK01L4SC05 Palletizer Output Chain Conveyor 2 SA9 E
AVK01L4SC06 Palletizer Output Chain Conveyor 3 SA9 E
AVK01L4SC07 Palletizer Output Chain Conveyor 4 SA9 E
AVK01L4SC08 Palletizer Output Chain Conveyor 5 SA9 E
AVK01L4SPM Screen Printing Machine SA9 E
AVK01L4TA Transport and Accumulation Tables SA9 S
AVK01L4TA01 Conveyor TR1 SA9 E
AVK01L4TA02 Conveyor TR2 SA9 E
AVK01L4TA03 Conveyor TR3 SA9 E
AVK01L4TA04 Conveyor TR4 SA9 E
AVK01L4TA05 Conveyor TR5 SA9 E
AVK01L4TA06 Conveyor TR6 SA9 E
AVK01L4TA07 Conveyor TR7 SA9 E
AVK01L4TA08 Conveyor TR11 SA9 E
AVK01L4TA09 Conveyor TR12 SA9 E
AVK01MSP manual screen printing Z
AVK01MSP01 Manual Screen Printing machine 1 E
AVK01MSP02 Manual Screen Printing machine 2 E
AVK01MSP03 Manual Screen Printing machine 3 E
AVK01MSP04 Manual Screen Printing machine 4 E
AVK01MSP05 Manual Screen Printing machine 5 E
AVK01SSP Semi automatic Screen Printing Z
AVK01SSP01 Semi Automatic Screen Printing 1 E
AVK01SSP02 Semi Automatic Screen Printing 2 E
AVK02 PSL I
AVK02L1 PSL line 1 Z
AVK02L1DP Depalletizer PSL E
AVK02L1PA Palletizer PSL E
AVK02L1PRH Preheating PSL E
AVK02L1PSLM PSL Machine E
AVK02L1SC Wooden Pallet Supply Conveyors PSL S
AVK02L1SC01 Depalletizer Roller Conveyor 1 E
AVK02L1SC02 Depalletizer Roller Conveyor 2 E
AVK02L1SC03 depallet. roller conveyor 3 w/ centering E
AVK02L1SC04 Depalletizer Roller Conveyor 4 E
AVK02L1SC05 Depalletizer Chain Conveyor E
AVK02L1SC06 Palletizer Output Chain Conveyor 1 E
AVK02L1SC07 Palletizer Output Chain Conveyor 2 E
AVK02L1SC08 Palletizer Output Chain Conveyor 3 E
AVK02L1SC09 Palletizer Output Chain Conveyor B1 E
AVK02L1SC10 Palletizer Output Chain Conveyor B2 E
AVK02L1TA Transport and Accumulation Tables PSL S
AVK02L1TA01 Depalletizer Table Output Conveyor PSL E
AVK02L1TA02 PSL Machine Conveyor E
AVK02L1TA03 Palletizer Table Entry Conveyor PSL E


AVK03 Sleeving I
AVK03L1 Sleeving line 1 Z
AVK03L1AT Air Tunnel E
AVK03L1BLR Boiler E
AVK03L1DP Depalletizer Sleeving E
AVK03L1PA Palletizer Sleeving E
AVK03L1PHT Preheating Tunnel E
AVK03L1SC Wooden Pallet Supply Conveyors Sleeving S
AVK03L1SC01 Depalletizer Roller Conveyor 1 E
AVK03L1SC02 Depalletizer Roller Conveyor 2 E
AVK03L1SC03 depallet. roller conveyor 3 w/ centering E
AVK03L1SC04 Depalletizer Chain Conveyor E
AVK03L1SC05 Palletizer Output Roller Conveyor 1 E
AVK03L1SC06 Palletizer Output Chain Conveyor 1 E
AVK03L1SC07 Palletizer Output Chain Conveyor 2 E
AVK03L1SC08 Palletizer Output Chain Conveyor A1 E
AVK03L1SC09 Palletizer Output Chain Conveyor A2 E
AVK03L1SLM Sleeving Machine E
AVK03L1TA Transport and Accumul. Tables Sleeving S
AVK03L1TA01 Depalletizer Table Output Conveyor E
AVK03L1TA02 Accumulation Table E
AVK03L1TA03 Preheating Tunnel Entry Conveyor E
AVK03L1TA04 Sleeving Machine Conveyor E
AVK03L1TA05 Palletizer Table Entry Conveyor E

ANEXO H: Análise criticidade

Critério / Equipamento	Paragem do processo (0-8)	Segurança (0-4)	Qualidade (0-4)	Valor de aquisição (0-2)	Custo manutenção (0-6)	Taxa de ocupação (0-2)	MTBF (0-8)	Tempos de reparação (0-6)	TOTAL (0-40)	Criticidade
Paletizadores	6	3	3	1	4	2	8	5	32	A
Despaletizadores	6	3	3	1	4	2	8	5	32	A
Máquina SA8	7	2	3	2	6	2	8	6	36	A
Máquina SA7	7	2	3	2	6	2	6	6	34	A
Máquina Sleeves	6	2	3	2	6	2	8	6	35	A
Máquina PSL	6	2	3	2	4	2	6	6	31	B
Arca	8	3	4	2	4	2	2	3	28	B
Tratamento sup. a frio	8	1	3	1	2	2	2	3	22	B
Enfornador	8	1	2	1	2	2	3	4	23	B
Transportador	6	1	1	1	1	2	3	2	17	C
Transportadores comuns	7	1	1	1	2	2	3	2	19	C
Forno de preaquecimento	4	1	2	1	1	2	1	2	14	C
Estufa de preaquecimento	1	1	1	1	1	1	0	2	8	C
Soprador Sleeves	4	1	2	1	1	2	1	2	14	C
Caldeira	6	1	4	2	2	2	6	3	26	B

ANEXO I: Exemplo do registo de paragens

BA

REGISTO DE PARAGENS | Sleeve

Este registo deve ser atualizado sempre que uma máquina tenha uma paragem superior a 5 minutos. Indique sempre as horas em que ocorreu e terminou a paragem e insira o código de paragem. Caso seja uma avaria ou manutenção preventiva preencher o lado direito da tabela.

Preenchido pelo Operador				Preenchido pelo Técnico				
Data	Hora início	Hora fim	Código de paragem	Operador	Hora início reparação	Hora fim reparação	Local/Peça	Descrição	Técnico
03.07.2015	11:30	12:25	4	NM					
24.4.2015	6.00	7.00	1	C.O					
25.04.2015	09.30	10.45	2	F.A					
29.04.2015	08.00	08.4	8	F.A					
29.4.2015	8.00	11.00	8	C.O.					
5.5.2015	8.4		10						
13.05.2015	8.4	10:45	6						
13.05.2015	16.00	18.00	4	F.A					
15.05.2015	9.00	15.30	1	C.O.					
16.05.2015	20.00	10.00	4	F.A					
18.05.2015	16.30	17.30	1	F.A					
22.05.2015	16.00	23:00	8	R.V.					
24.05.2015	13.30	14.00	1	F.A				Comento de Tapete	Comento

Códigos de paragem:

1	Avaria mecânica
2	Avaria elétrica
3	Avaria pneumática
4	Limpeza
5	Manutenção preventiva
6	Mudança de fabrico
7	Falta de matéria-prima
8	Afinação
10	Outra causa

Registo provisório no âmbito de um projeto de estágio
André Faria
29/03/2019

ANEXO J: Tipificação de avarias

Equipamento	Sistema	Função	Tipo de avaria	Causa
Máquina serigrafia	Motorização	Garante movimento total da máquina	-Ruído anormal -Falta de força -Avaria pneumática -Corrosão -Avaria elétrica -Desalinhado -Encravamento -Elemento partido -Fuga de ar -Sobreaquecimento -Falha de segurança -Empenado -Sem lubrificação	-Má manutenção -Desgaste -Má operação -Mau desenho -Acidente -Qualidade das peças - Falta de lubrificação -Não identificável
	Sensor	Deteta a presença de produto		
	Fixação fundo da garrafa	Fixa o fundo da garrafa		
	Fixação topo da garrafa	Fixa o topo da garrafa		
	Sistema de introdução da garrafa	Introduz a garrafa na máquina		
	Sistema de remoção da garrafa	Remove a garrafa da máquina colocando-a no transportador de saída		
	Carro ecrãs	Responsável pelo movimento dos ecrãs		
	Desengate da embraiagem	Caso exista o sistema de picolete, serve para parar a rotação da garrafa		
	Transportador de carga	Transporta as garrafas até à zona de carga		
	Espaçador pneumático	Coloca as garrafas na posição correta		
	Mesa rotativa	Responsável pelo movimento rotativo da garrafa		
	Elevação pneumática da espátula	Responsável pelo movimento da espátula		
	Braço suporte ecrã e espátula	Suporta o ecrã e a espátula		
	Elevação pneumática ecrã	Responsável pelo movimento do ecrã		
	Sistema pneumático	Responsável pelo fornecimento de ar comprimido a todos os componentes		
	Quadro elétrico	Responsável pela distribuição de energia para a máquina		

Equipamento	Sistema	Função	Tipo de avaria	Causa
Máquina *Sleeves*	Estrutura	Suporta todos os componentes do equipamento	-Ruído anormal -Falta de força -Avaria pneumática -Corrosão -Fissura -Avaria elétrica -Desalinhamento -Encravamento -Elemento partido -Fuga de ar -Sobreaquecimento -Falha de segurança -Empeno	-Má manutenção -Desgaste -Má operação -Mau desenho -Acidente -Qualidade das peças - Falta de lubrificação -Não identificável
	Fotocélulas de deteção	Detetar a presença e má posição das embalagens		
	Transportador	Mover os produtos ao longo da máquina		
	Unidade parafusos de alimentação	Igualar as distâncias entre os produtos		
	Unidade de bobina de filme	Fornecer filme e manter uma segunda bobina de filme para uma rápida mudança		
	Mesa de união	Unir duas extremidades		
	Unidade de acumulação	Certificar que existe um fornecimento contínuo de filme		
	Unidade compensadora	Transportar o filme mantendo uma tensão constante		
	Microperfuração	Fazer 2 perfurações para libertar o ar quando este é retraído à volta do produto		
	Unidade de registo	Detetar a marca de registo que determina onde cortar o filme		
	Acionamento do mandril	Transportar o filme sobre o mandril		
	Mandril	Abril o filme e alterá-o para a forma do produto		
	Acionamento cortador rotativo	Acionar o cortador rotativo		
	Unidade transferência	Cortar o filme		
	Unidade transferência sleeves	Transferir o sleeve para o produto		
	Unidade antistática	Reduz a electricidade estática do filme		
	Posicionador de sleeves	Mover o sleeve para a posição correta no produto		
	Unidade de rejeição do produto	Remover os produtos com defeitos		
	Retratilização	Retrair o sleeve no produto através de vapor de água		
	Sistema pneumático	Fornecer ar comprimido ao equipamento		
	Quadro elétrico	Responsável pela distribuição de energia para a máquina		

Equipamento	Sistema	Função	Tipo de avaria	Causa
Máquina PSL	Estrutura	Suporta todos os componentes do equipamento	-Ruído anormal -Falta de força -Avaria pneumática -Corrosão -Fissura -Avaria elétrica -Desalinhamento -Encravamento -Elemento partido -Fuga de ar -Sobreaquecimento -Falha de segurança -Empeno	-Má manutenção -Desgaste -Má operação -Mau desenho -Acidente -Qualidade das peças - Falta de lubrificação -Não identificável
	Transportador	Mover os produtos ao longo da máquina		
	Unidade parafusos alimentadores	Igualar as distâncias entre os produtos		
	Unidade estrelas rotativas	Transfere o produto para o carrossel principal		
	Módulo de rotulagem	Transporta os rótulos desde a bobina e aplica-os		
	Motorização principal	Garante movimento do carrossel principal e estrelas rotativas		
	Fixação topo da garrafa	Fixa o topo da garrafa para permitir a sua rotação		
	Fixação fundo da garrafa	Permite a rotação da garrafa		
	Fotocélulas centragem garrafa	Deteta a posição correta para aplicação dos rótulos		
	Câmaras detenção defeitos	Detetam defeitos no final do processo		
	Sistema de elevação	Ajusta a altura do carrossel principal		
	Sistema pneumático	Responsável pelo fornecimento de ar comprimido a todos os componentes		
	Quadro elétrico	Responsável pela distribuição de energia para a máquina		

Equipamento	Sistema	Função	Tipo de avaria	Causa
Paletizador	Grade	Fixa as garrafas de uma camada da palete para serem transportadas	-Ruído anormal -Falta de força -Avaria pneumática -Corrosão -Fissura -Avaria elétrica -Desalinhamento -Encravamento -Elemento partido -Fuga de ar -Sobreaquecimento -Falha de segurança -Empeno	-Má manutenção -Desgaste -Má operação -Mau desenho -Acidente -Qualidade das peças - Falta de lubrificação -Não identificável
	Braço elevação grade	Faz a ligação entre a grade e o carro de translação		
	Carro de translação	Transporta as garrafas da mesa de aglomeração até à palete		
	Quadro de centragem	Fixa a camada na palete por forma a fazer o seu centramento		
	Sistema elevação Q.centragem	Responsável pelo movimento vertical do quadro de centragem		
	Mesa de aglomeração	Permite a acumulação de garrafas, constituindo um *buffer* da linha		
	Sistema pneumático	Responsável pelo fornecimento de ar comprimido a todos os componentes		
	Quadro elétrico	Responsável pela distribuição de energia para a máquina		

ANEXO L: Exemplo do novo registo de intervenção

BA	Registo de Intervenção	Máquina Serigrafia

Data __/__/____
Hora de início da paragem: ___:___
Hora início da reparação ___:___
Hora fim da reparação___:___
Hora fim da paragem ___:___

Participante da ocorrência:
Interno ☐
Externo ☐
Caso externo indique a empresa: _____
Código do serviço: _____

Pessoal envolvido:
1- nº colaborador_____ nome: _____
2- nº colaborador_____ nome: _____
3- nº colaborador_____ nome: _____
4- nº colaborador_____ nome: _____

Tipo de trabalho:
Corretivo ☐
Preventivo ☐

Máquina: SA6 ☐ SA7 ☐ SA8 ☐

Sistema:

Motorização principal	☐	Tapete carga	☐
Sensor	☐	Fixação topo da garrafa nº____	☐
Suporte estrutura	☐	Mesa rotativa	☐
Fixação fundo da garrafa nº____	☐	Elevação pneumática espátula nº____	☐
Sistema introdução garrafa	☐	Braço suporte ecrã e espátula nº____	☐
Sistema de remoção garrafa	☐	Elevação pneumática ecrã nº____	☐
Suporte dos ecrãs nº____	☐	Distanciador pneumático	☐
Quadro elétrico	☐	Sistema pneumático	☐
Desengate da embraiagem	☐	Geral	☐

Intervenção		**Causas:**		**Tipo de avaria:**			
Ajuste	☐	Má manutenção	☐	Ruído anormal	☐	Fissura	☐
Reparação	☐	Desgaste	☐	Falta de força	☐	Avaria pneumática	☐
Substituição	☐	Má operação	☐	Corrosão	☐	Avaria elétrica	☐
Modificação	☐	Mau desenho	☐	Desalinhamento	☐	Encravamento	☐
Limpeza	☐	Acidente	☐	Elemento partido	☐	Fuga de ar	☐
Inspeção	☐	Qualidade das peças	☐	Sobreaquecimento	☐	Falha de segurança	☐
Lubrificação	☐	Falta de lubrificação	☐	Empeno	☐	Não identificável	☐
		Não identificável	☐				

Descrição do trabalho:

_____
_____
_____

Materiais utilizados:

Designação	**Código**	**Qt.**	**Retirado do armazém?**	
			Sim	**Não**
1 -				
2 -				
3 -				
4-				
5-				

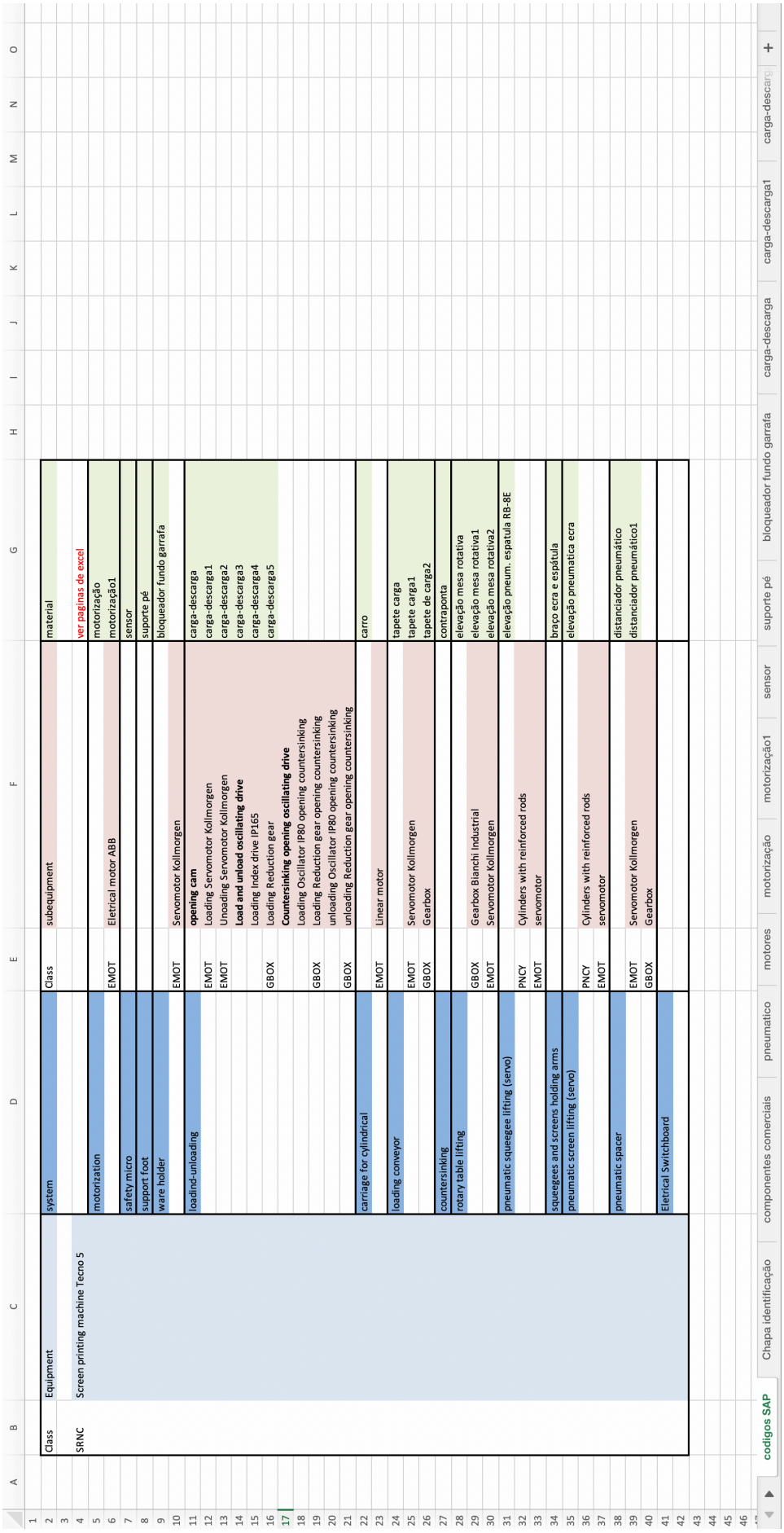
ANEXO M: Plano de manutenção da máquina de *Sleeves*

Equipamento	Local	Procedimento	Periodicidade	Duração (min)
	Limpeza geral	-Limpar a instalação e o espaço envolvente	Semanal	
		-Limpe delicadamente, os sensores, as fotocélulas e os refletores tomando muito cuidado para não deslocar ou danificar os mesmos. No final, verificar o funcionamento de todas as fotocélulas		
		-Limpar todos os rolos da máquina		10
	Controlo sensorial genérico	-Controlo sensorial genérico da estrutura, fraturas, desapertos, fissuras e corrosões.	Trimestral	
		-Verificar excessos ruídos, vibrações e temperaturas anormais		
		-Verificar o desgaste de todas as guias e rolos de filme		10
	Parafusos sem fim	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 1 do documento ilustrativo.	Semestral	
		Examinar a condição do:		
		-Conjunto de unidades da correia de acionamento (A).		
		-Cubo estriado do eixo (B).		
		-Motor e caixa de engrenagens (C).		
		-Conjunto de caixas de rolamento com anel X na saída do parafuso alimentador (D).		
		-Fuso roscado (E).		5
	Alimentação do filme	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar o documento ilustrativo.	Trimestral	
		-> Unidade da bobine de filme (figura 2):		
		-Remover a cobertura da parte traseira inferior da unidade da bobine de filme.		
		-Limpar a grade do motor (A)		
		-Verificar o estado das molas dos porta bobines (B)		
		-> Mesa de união (figura 3):		
		-Rolos de aperto (A) - examine as juntas circulares quanto a fendas e desgaste		
		-Ranhura de corte (B) - Examine quanto a rebarbas ou desgaste		
		-Rolos (C) - rode os rolos manualmente para se assegurar de que não existe fricção		
		-> Unidade de acumulação (figura 4):		
		-Barra antiestática (A) - examine quanto a contaminação		
		-Detetor de proximidade (C) - examine quanto a contaminação		
		-Dispositivo de redução de velocidade de queda da unidade do braço móvel (D) - verifique a velocidade de queda. A unidade do braço móvel tem de descer lentamente		
		-Correia (B) - Examine quanto a cortes e desgaste		10
	Unidade compensadora	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar o documento ilustrativo.	Trimestral	
		-> Unidade compensadora (figura 6):		
		Examine quanto a desgaste e sujidade:		
		- Soprador (A)		
		- Rolo de alumínio completo com rolamento (B)		
		- Rolo de borracha completo com rolamentos (C)		
		- Rolo de esmagamento completo com rolamentos (D)		
		- Mola de tensão (E)		
		-> Orientador de filme (figura 5)		
		Examine quanto a desgaste:		
		-rolo de filme (2x) completo com rolamentos (4x) (A)		
		-rolamentos deslizantes (2x) (B)		
		-disco de apoio de plástico (6x) (C)		
		-rolamento do eixo do sensor (4x) (E)		
		-eixo do sensor (F)		10

	-eixo do sensor (2x)		10
Unidade de microperfuração	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 7 do documento ilustrativo. Examine quanto a desgaste: -rolamento da placa lateral (A) -Eixo (2x) (B) -Rolamento do eixo (4x) (C) -lâmina (D)	Trimestral	5
Ajustes de altura do aplicador de sleeve	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 8 do documento ilustrativo. Examine quanto a desgaste: -Rolamento deslizante da placa superior (A) -Rolamento da caixa de engrenagens (2x) (B) -Rodas dentadas cónicas (C) -Anel de vedação do fuso roscado (D) -Fuso roscado (E)	Semestral	5
Mandril	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 9 do documento ilustrativo. Examine quanto a desgaste: -Ponta (A) -Rolos do mandril para transporte de filme (B,D) -Peça do mandril (C) -Peça do diafragma (E) -Diafragma (4x) (F) -Peça de transferência de mangas termoretráteis (G) -Rolos do mandril para transferência de mangas termoretráteis (2x) (H)	Trimestral	10
Acionamento do mandril	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 10 do documento ilustrativo. Examine quanto a desgaste: -Rolamentos (2x) do rolo de tensão (A) -Correias (2x) (B) -Rolamentos (C,D) -Rolos de transporte do filme plástico (2x) (E) -Rolos de transporte do filme borracha (2x) (F) -Grampos/alavancas de fixação (4x) com parafusos (4x) (G,H)	Trimestral	5
Cortador rotativo	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 11 do documento ilustrativo. Examine quanto a desgaste: -Correia de acionamento principal e secundária (A,B) -Rolamento principal e secundário (C,D) -Suporte das lâminas (4x) (E) -Lâmina (F) -Segmento da engrenagem (4x) (G) -Polia principal e secundária (H,I) -Engrenagem do suporte das lâminas (4x) (J) -Rolamento (2x) do suporte das lâminas (4x) (K)	Trimestral	10
Acionamento do cortador rotativo	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 12 do documento ilustrativo. -Examine a função das alavancas de fixação (8x) (A,B)	Semestral	10
Unidade de transferência de sleeves	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 13 do documento ilustrativo. Examine quanto a função e desgaste: -Juntas circulares nos rolos de transferência de mangas termoretráteis (2x) (A) -Motor (2x) (B) -O-rings (2x) (C) -Eixo (2x) (D)	Trimestral	5

		[illegible]	[illegible]	[illegible]
	Unidade antiestática	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 14 do documento ilustrativo.		
		Examine quanto a desgaste:		
		-Escovas antiestáticas (A)		
		-Mola resistente da unidade antiestática (C)	Semestral	5
	Posicionamento de sleeves	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 15 do documento ilustrativo.		
		Examine quanto a desgaste:		
		-Correia e polias (A)		
		-Tiras de poliuretano (B)	Trimestral	10
	Unidade de rejeição	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 16 do documento ilustrativo.		
		-Examine quanto a desgaste a unidade de rejeição	Trimestral	5
	Retratilização	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar a figura 17 do documento ilustrativo.		
		-Limpe o filtro após o fornecimento de vapor (A)		
		-Bomba de exaustão (D) - examinar a função		
		-mangueiras (F) - examinar função		
		-examine os orifícios dos bocais quanto a contaminação		
		-verificar todas as funcionalidades do túnel de retratilização	Trimestral	10
	Quadro elétrico e painel de comandos	-Limpeza exterior e interior do quadro. Utilizar pano seco que não perca fios e ar comprimido.		
		-Arrumação de calhas e cablagens.		
		-Testar sistemas de segurança e luzes de sinalização.		
		-Testar a funcionalidade de todos os componentes elétricos, verificando se existem lâmpada fundidas no painel de comandos, estado de conservação dos componentes elétricos.		
		-Verificar se todas as botoneiras elétricas do painel de comando estão operacionais.		
		-Verificar o estado dos fusíveis elétricos, filtros AC e ventiladores.		
		-Verificar se no percurso dos cabos elétricos do quadro até ao terminal respetivo da máquina, existem alguns danificados ou descarnados.	Trimestral	15
	Verificação dos motoredutores	Realizar os seguintes procedimentos para os motoredutores da unidade da bobina de alimentação do filme (figura 2):		
		-Limpar os motoredutor		
		-Verificar estado do motoredutor		
		-Verificar estado do óleo do redutor e repor caso necessário com Cassida GL Fluid 220	Bianual	20
	Lubrificação	Se tiver alguma dúvida no procedimento ou local dos componentes, consultar o documento ilustrativo.		
		Parafusos sem fim (figura 1):		
		-Fuso roscado (E) dos parafusos sem fim com grease RLS 2		
		Ajustes de altura do aplicador de sleeves (figura 8):		
		-Rodas dentadas cónicas (C) com grease RLS 2		
MÁQUINA SLEEVES		-Fuso roscado (E) com chain Oil 1000	Semestral	5

ANEXO N: Manual da máquina de serigrafia de SA8



Class	Equipment	system	Class	subequipment	material
					ver paginas de excel
SRNC	Screen printing machine Tecno 5				
		motorization			motorização
			EMOT	Eletrical motor ABB	motorização1
		safety micro			sensor
		support foot			suporte pé
		ware holder			bloqueador fundo garrafa
			EMOT	Servomotor Kollmorgen	
		loadind-unloading		**opening cam**	carga-descarga
			EMOT	Loading Servomotor Kollmorgen	carga-descarga1
			EMOT	Unoading Servomotor Kollmorgen	carga-descarga2
				Load and unload oscillating drive	carga-descarga3
				Loading Index drive IP165	carga-descarga4
			GBOX	Loading Reduction gear	carga-descarga5
				Countersinking opening oscillating drive	
				Loading Oscillator IP80 opening countersinking	
			GBOX	Loading Reduction gear opening countersinking	
				unloading Oscillator IP80 opening countersinking	
			GBOX	unloading Reduction gear opening countersinking	
		carriage for cylindrical			carro
			EMOT	Linear motor	
		loading conveyor			tapete carga
			EMOT	Servomotor Kollmorgen	tapete carga1
			GBOX	Gearbox	tapete de carga2
		countersinking			contraponta
		rotary table lifting			elevação mesa rotativa
			GBOX	Gearbox Bianchi Industrial	elevação mesa rotativa1
			EMOT	Servomotor Kollmorgen	elevação mesa rotativa2
		pneumatic squeegee lifting (servo)			elevação pneum. espatula RB-8E
			PNCY	Cylinders with reinforced rods	
			EMOT	servomotor	
		squeegees and screens holding arms			braço ecra e espátula
		pneumatic screen lifting (servo)			elevação pneumatica ecra
			PNCY	Cylinders with reinforced rods	
			EMOT	servomotor	
		pneumatic spacer			distanciador pneumático
			EMOT	Servomotor Kollmorgen	distanciador pneumático1
			GBOX	Gearbox	
		Eletrical Switchboard			

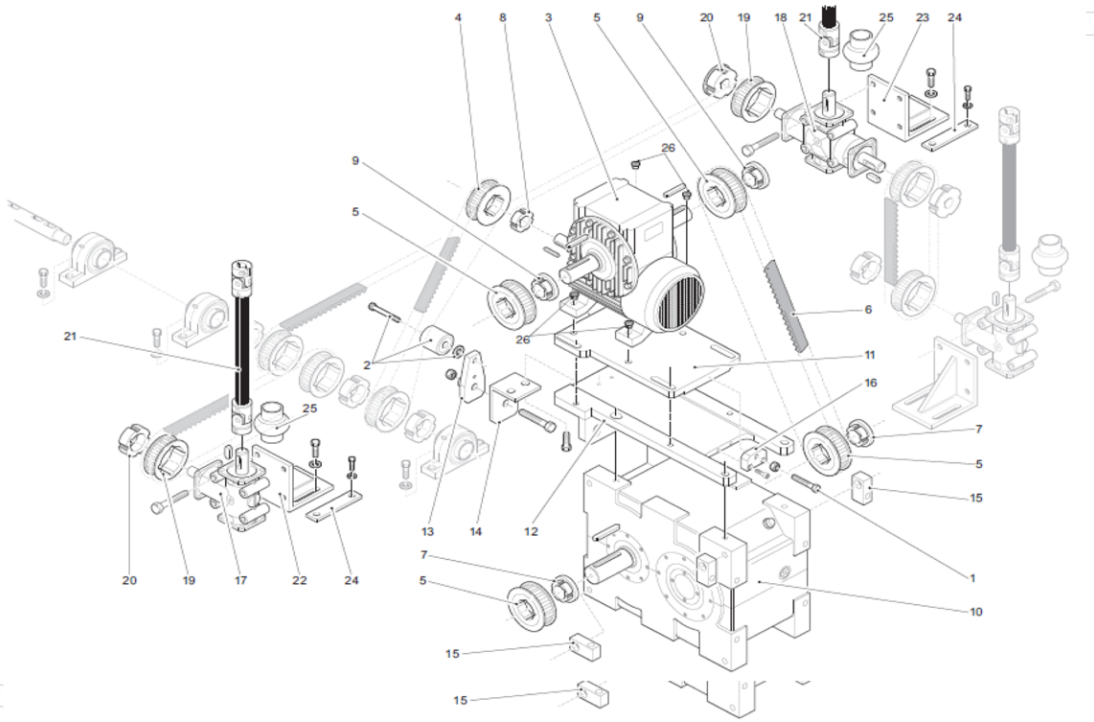
Características

Modelo	RX9011
Ano	2008
número de cores	8
velocidade máx. peças/min	90
sistema carga e descarga	automatico
area do chão aproximada (m)	6,3 x 6,2 x 3,5
peso (Kg)	11 000
Caracteristicas eletricas	
tensão da linha (VAC/3P+PE)	400
Frequência (Hz)	50/60
tensão auxiliar (VDC)	24
tensão saída (VAC)	220
potência carregada (KW)	86
grau proteção (IP)	54
Características pnemáticas	
Pressão alimentação (bar)	6
consumo (m3/h)	30
vácuo (mmHG)	500-600
consumo (m3/h)	22



codigos SAP | Chapa identificação | componentes comerciais | pneumatico | motores | motorização | motorização1 | sensor | suporte pé | bloqueador fundo garrafa | carga-descarga | carga-descarga1 | carga-descarg

Pos.	Codigo	Denominação		Qt.
1	000002733	Screw TE	parafuso TE	1
2	000105255	Tightener	tensor	3
3	503010218	Reduction gear	redutor	1
4	000110704	Pulley RPP	polia RPP	1
5	000110719	Pulley RPP	polia RPP	4
6	000110823	Toothed belt	correia dentada	2
7	000110905	Conical bush	bucha cónica	2
8	000110907	Conical bush	bucha cónica	3
9	000110904	Conical bush	bucha cónica	2
10	503008970	Index drive IP165	index drive IP165	1
11	603010222	Slide for reduction gear	placa para redutor	1
12	602010223	Plate for reduction gear	placa para redutor	1
13	604000716	Belt tightener	tensor correia	3
14	604002190	Belt tightener support	suporte tensor correia	3
15	604008907	Mechanism holding plate	placa suporte mecanismo	4
16	604009123	Regulation screw holding plate	placa parafuso de regulação	1
17	000104852	Angular gear	caixa angular	1
18	000108780	Angular gear	caixa angular	1
19	000110716	Pulley RPP for bush	polia RPP	2
20	000110909	Conical bush	bucha cónica	2
21	503010176	Cardanic transmission	cardan	2
22	603000692	Angular gear support	suporte caixa angular	1
23	603009110	Loading angular gear support	suporte caixa angular	1
24	604000689	Angular gear guide plate	placa guia caixa angular	4
25	000103430	Protection coupling	acoplamento de proteção	2
26	604010212	Reduction gear foot bush	bucha pé redutor	4



codigos SAP | Chapa identificação | componentes comerciais | pneumatico | motores | motorização | motorização1 | sensor | suporte pé | bloqueador fundo garrafa | carga-descarga | carga-descarga1 | carga-descarg

ANEXO O: Exemplo de um documento ilustrativo

BA	Documento ilustrativo	Máquina serigrafia SA6/SA7

Figura 1

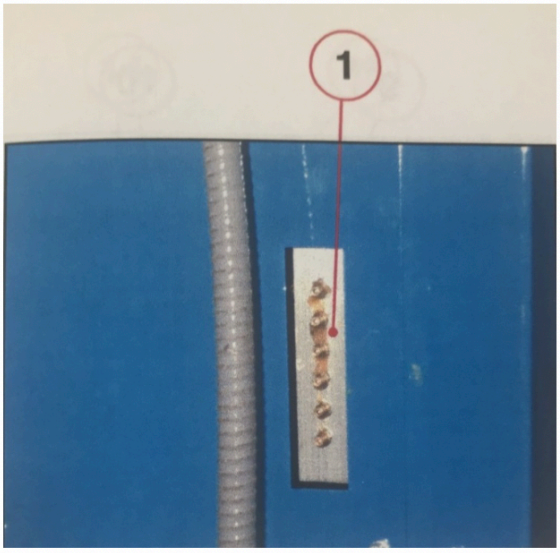


Figura 2

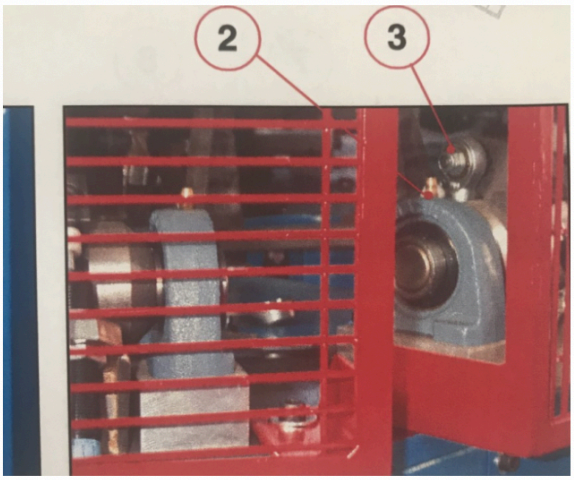


Figura 3

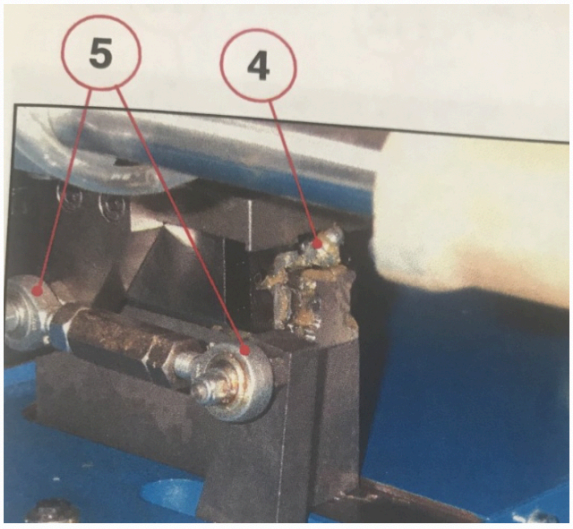


Figura 4

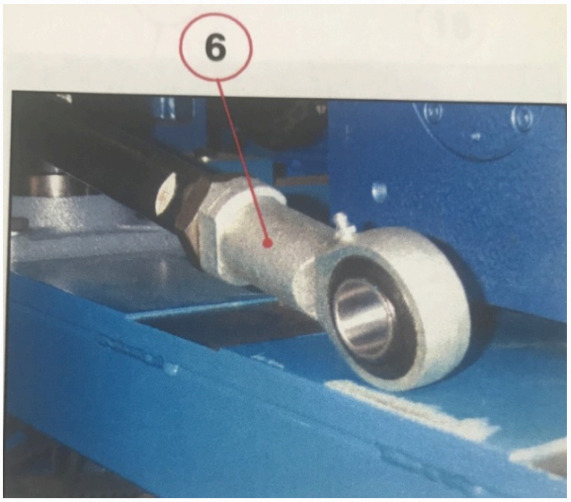
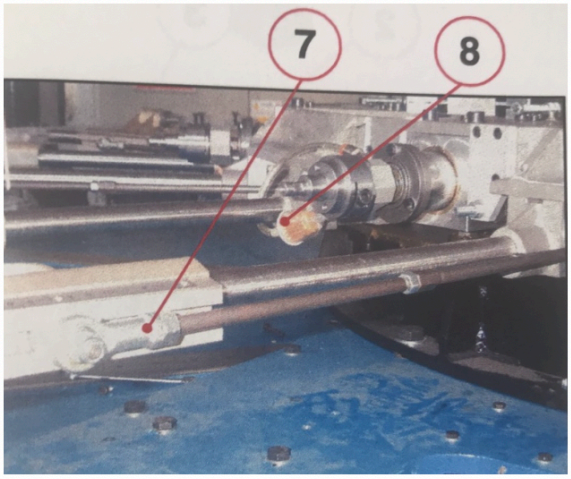
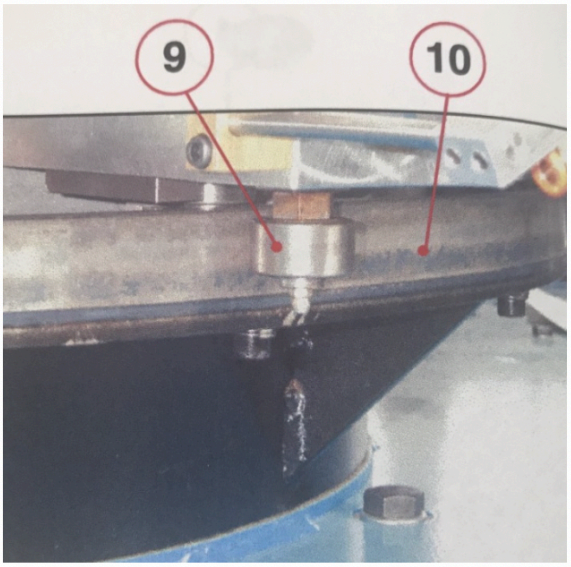
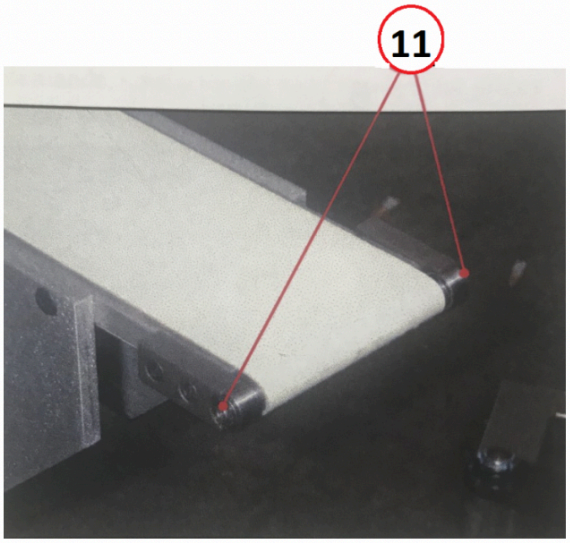
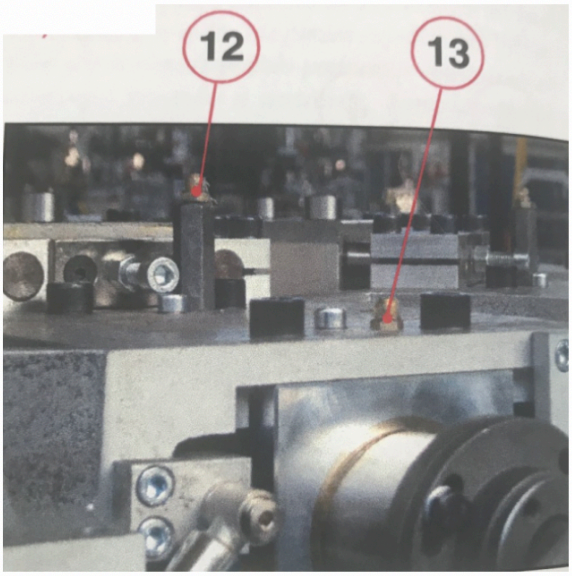


Figura 5	Figura 6
	
Figura 7	**Figura 8**
	

ANEXO P: Procedimento para gestão de equipamentos

BA	Procedimentos para gestão de equipamentos	

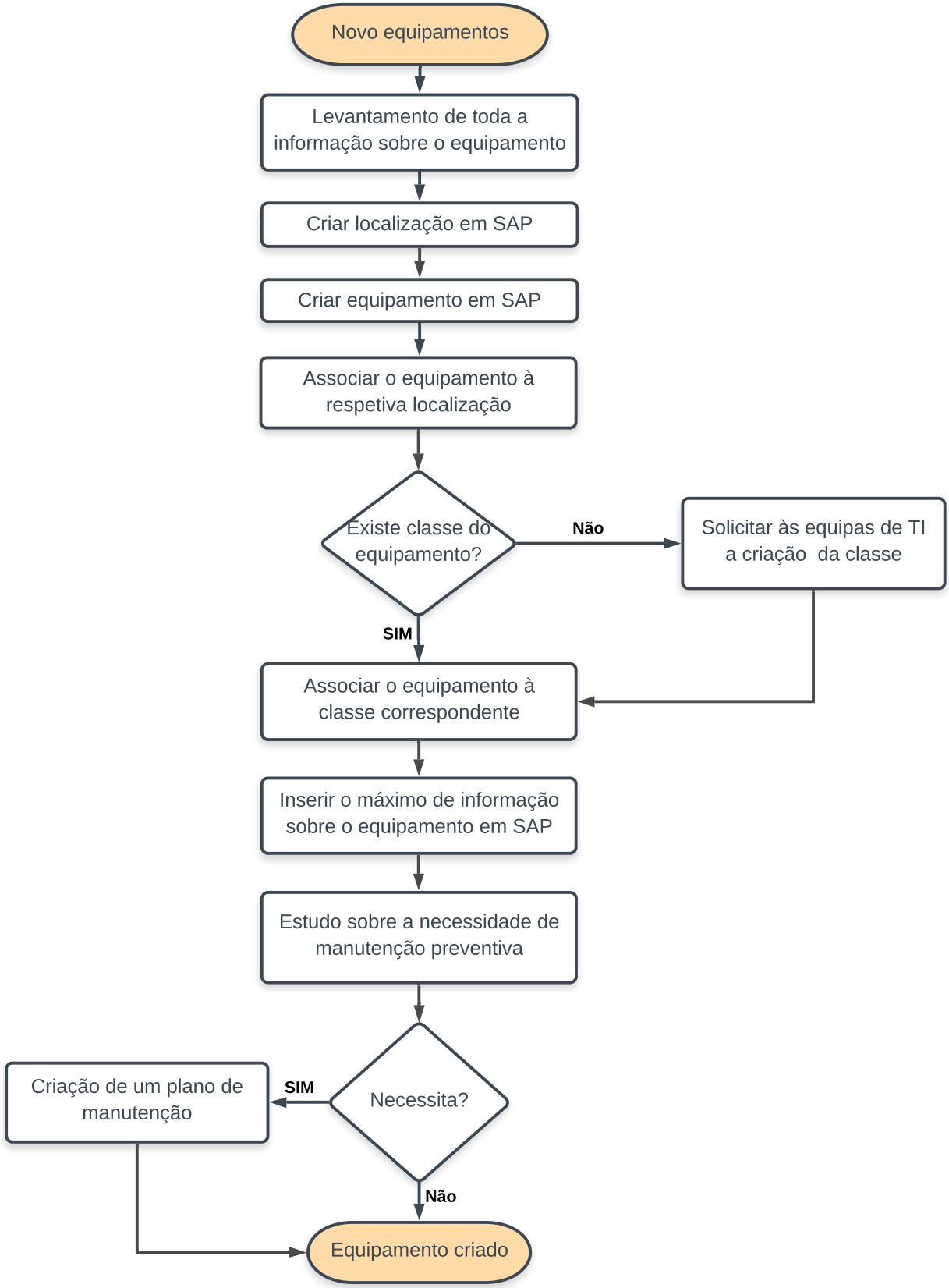
Objetivo

O objetivo é deste documento é clarificar o processo de introdução e modificação da informação dos equipamentos na BA *Glass*. A nova forma de codificação tem o intuito de padronizar as melhores práticas e implementar os novos requisitos de conceito do SAP *Maintenance Management* para todas as fábricas da BA.

Responsabilidades

O Escritório Técnico é responsável por implementar, gerenciar e manter atualizados os dados do software de manutenção. A informação em SAP deve estar de acordo com o registo de todos os equipamentos e fornecer todas as informações técnicas necessárias para um conhecimento completo da gestão dos equipamentos da fábrica. No entanto, é da responsabilidade da chefia de cada departamento informar o escritório técnico sobre qualquer modificação, para que se proceder às devidas alterações no sistema informático SAP.

Procedimento



Codificação das localizações

A localização funcional é uma estrutura baseada em árvore usada para exibir itens categorizados como plantas, locais, equipamentos, sistemas, materiais e outros. É o bloco de construção e o principal organizador dos ativos da fábrica.

A estrutura possui 7 níveis estruturados principais e regras específicas para cada nível em relação ao número de carateres e formato. Os níveis podem variar com base no nível antecedente.

Os 1º, 2º e 3º níveis são considerados padrão e um requisito na estrutura de qualquer planta. Esses níveis são criados pela equipa de TI para todas as fábricas e só podem ser alterados por ela, se solicitado.

A alocação é, então, demostrada por ordem decrescente:

Tabela 1 - Alocação para itens relacionados com o processo

Nível	Categoria	Designação
1º	F	Fábrica
2º	A	Área
3º	I	Instalação
4º	Z	Zona
5º	S	Tipo de sistema
6º	E	Função máquina
7º	U	Equipamento

O primeiro nível é constituído por 2 letras referentes à fábrica e o segundo por uma letra correspondente à área. Toda e qualquer localização criada no departamento de decoração tem em comum os dois primeiros níveis: AVK. Na figura 1, estão pormenorizados os primeiros níveis para que se entenda o seu significado.

1st Level

1st Lvl (l)	1st Lvl Description	Category
AV	Avintes	F
MG	Marinha Grande	F
VF	Villafranca	F
LE	Leon	F
VN	Venda Nova	F
JE	Jedlice	F
SI	Sieraków	F
GA	Gardelegen	F
AT	Athens	F
SO	Sófia	F
PV	Plovdiv	F
BU	Bucharest	F

2nd Level

2nd Lvl (l)	2nd Lvl Description	Category
A	Raw Material and Mixing	A
B	Melting	A
C	Forming	A
D	Cold End	A
E	Logistics Warehouses	A
F	Networks	A
G	Infrastructure/buildings	A
I	Vehicles	A
J	Measuring and monitoring equipments	A
K	Decoration	A
L	BA Glass/cullet treatment plant	A
M	Molds	A
(...)	Available Numeric Characters	A
S	Headquarters	A
Z	Obsolete / Scrap	A

Figura 1 - 1º e 2º níveis de codificação

Relativamente ao 3º nível, é constituído por dois carateres numéricos em que o "00" corresponde aos equipamentos comuns e o "99" aos sistemas elétricos e controlo. As restantes instalações devem ser inseridas sequencialmente, resultando, no caso da decoração, na codificação da tabela 2.

Tabela 2 - 3º nível de codificação na decoração

1º nível	2º nível	3ºnível	Descrição
AV	K	00	Equipamentos comuns
		01	Serigrafia
		02	PSL
		03	*Sleeving*

A partir do nível 3, devido à elevada diversidade existente entre as fábricas, a codificação não é estritamente padronizada, ou seja, os restantes níveis são abertos para serem gerenciados pelos escritórios técnicos conforme a conveniência. Contudo, todas as fábricas devem seguir toda estruturação preestabelecida.

Codificação dos equipamentos

O código do equipamento é composto por uma classe que define e identifica o tipo de equipamento e uma numeração sequencial internacional.

Os novos equipamentos só podem ser registados em classes padronizadas em inglês, e a criação de novas classes é restrita. Se uma nova classe for necessária, as equipas de TI podem criar a nova classe por solicitação e os escritórios técnicos devem ser notificados. O número sequencial é automaticamente atribuído.

O código é composto por 4 letras e 5 números sequenciais, por exemplo:

PALT00010 – Palletizer SA8

Com o intuito de estruturar cada equipamento, este é dividido em quatro níveis sendo eles, por ordem decrescente, a unidade funcional, sistema, subequipamento e, por fim, materiais, ilustrados na figura 2.

Location	Level	6th*	1st	2nd	3rd	4th	Category	Notes:
	6th	Functional Location					E	*Last Location Lvl
Equipment	1st		Functional Unit				U	
	2nd			System			US	If Applicable
	3rd				Sub. Equipment		E	
	4th					Materials	M	

Figura 2 - Estrutura codificação dos equipamentos

Metodologia

Todos os equipamentos devem estar devidamente codificados no SAP, sendo que quando algum equipamento der entrada na unidade fabril, deve ser associado a uma localização e a um código específico.

Criar localizações:

-Em primeiro lugar, para a criação de uma nova localização, utiliza-se a transacção "IL01". Aparecerá a tela representada na figura 3 onde se deve colocar a sua codificação completa, a categoria da localização e a codificação da localização superior a ela.

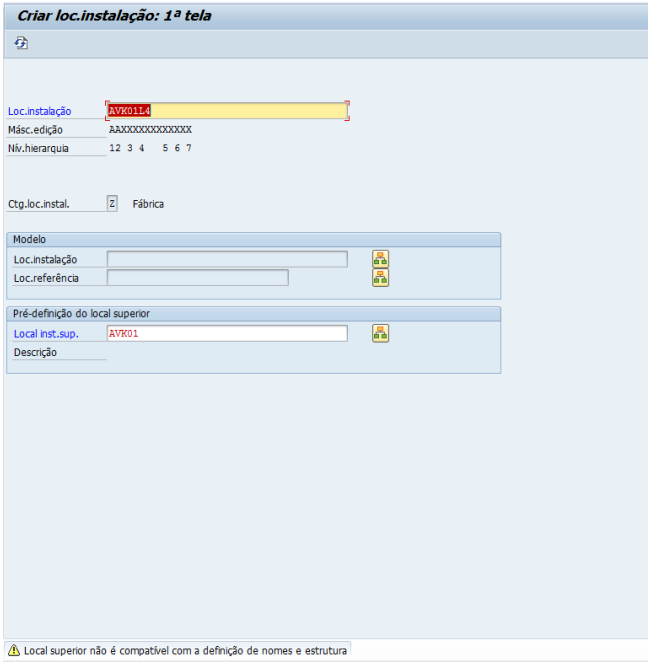


Figura 3 - 1ª tela criação de equipamentos

-De seguida, insere-se o nome da localização e pode-se guardar a informação no símbolo .

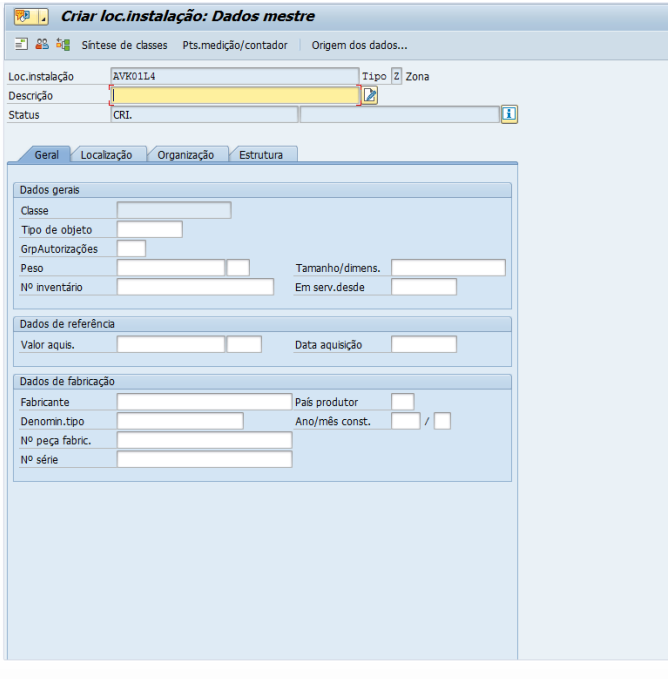


Figura 4 - Tela para inserir dados sobre as localizações

-Caso seja necessário modificar qualquer informação das localizações, a transação é "IL02".

Criar equipamentos:

- Para a criação de um novo equipamento, utiliza-se a transação "IE01". Aparecerá a tela representada na figura 5 onde se deve colocar a sua codificação completa e a categoria do equipamento. As quatro letras do código dizem respeito à classe do equipamento, existindo um documento com todos os códigos, que deve ser consultado. Caso se pretenda criar o equipamento a partir de um já existente, insere-se o código do equipamento no campo "Equipamento". Deste modo, todos os campos ficam preenchidos com a informação do equipamento modelo.

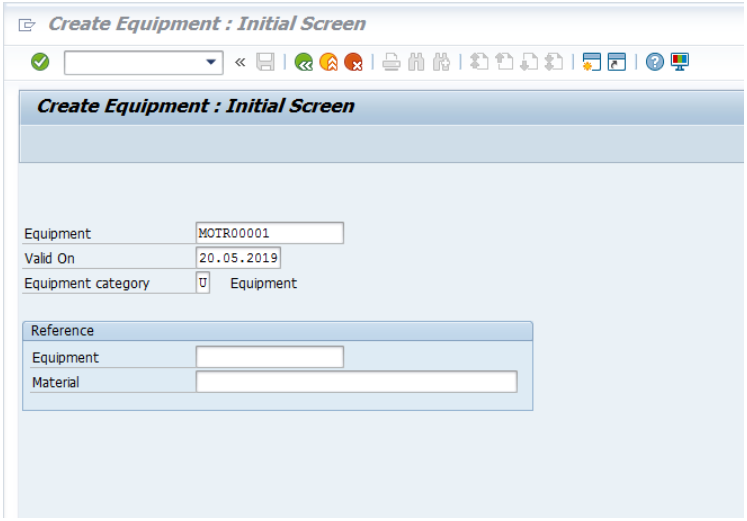


Figura 5 - Tela inicial para criação de equipamentos

- Uma vez terminado, pressiona-se a tecla "Enter" e aparecerá a tela da figura 6. Nela devem ser inseridos o máximo de dados recolhidos sobre o equipamento.

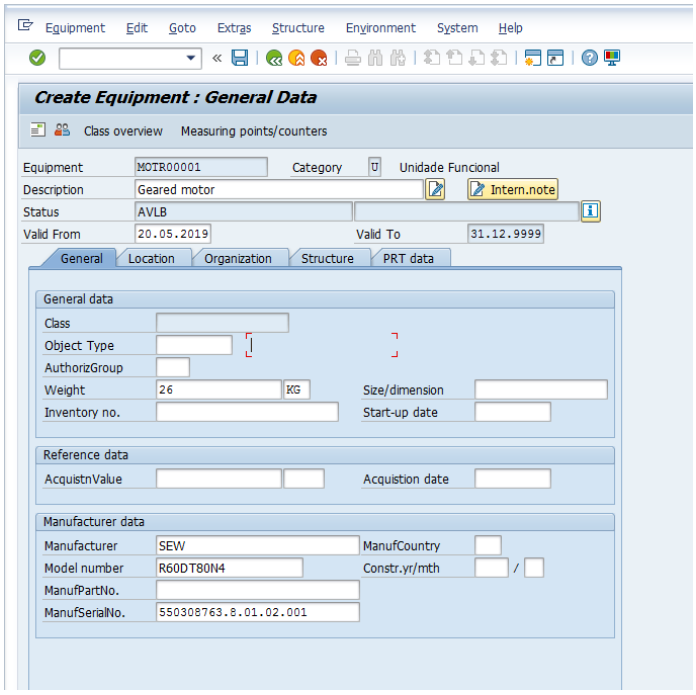


Figura 6 - Tela para inserir dados sobre os equipamentos

- Para associar o equipamento a uma localização basta selecionar "estrutura" e colocar o código da correspondente localização.

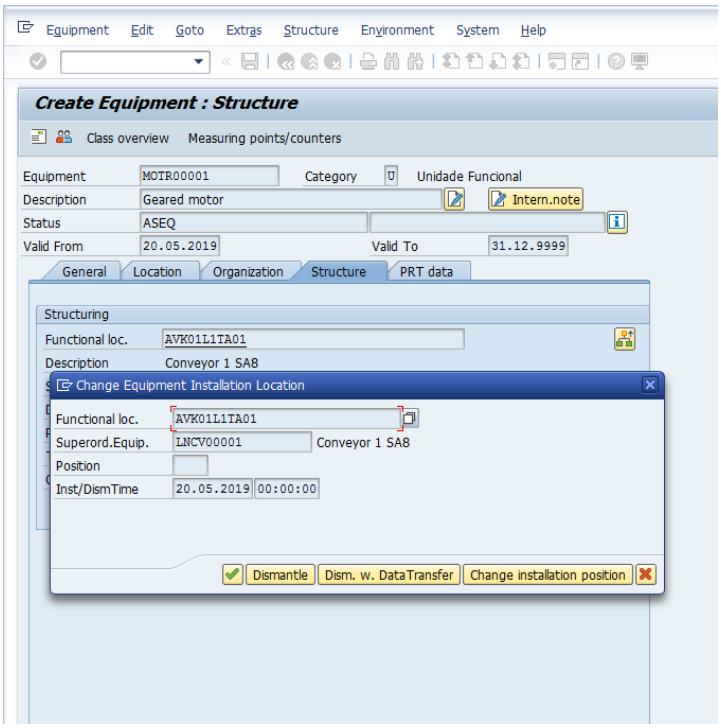


Figura 7 - Tela para inserção da localização do equipamento

- Para concluir a criação do equipamento resta associar uma classe. Para tal, seleciona-se “Class overview”, ou em português “síntese de classes”, da qual surgirá a janela da figura 8. Clicando no local indicado pela seta, surge a lista das classes existentes e seleciona-se a pretendida. Estas classes já estão criadas, mas caso seja um tipo de equipamento novo, deve-se solicitar a sua criação às TI’s.

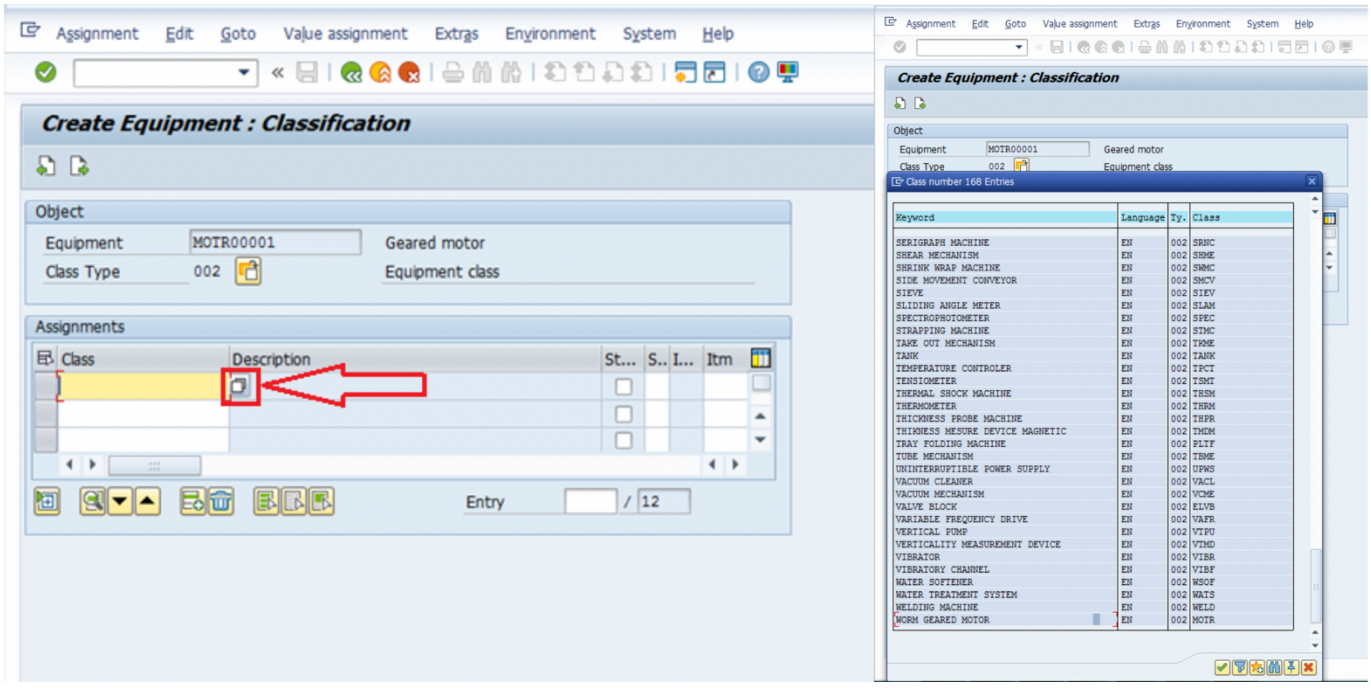


Figura 8 - Janela para atribuição de uma classe

-Terminado o processo basta guardar.
-Na eventualidade de se detetar alguma discrepância entre a informação em SAP e a que efetivamente o equipamento possui, qualquer alteração pode ser realizada através da transação "IP02".
-Com a transação "IP02" é possível inserir documentos e notas em anexo no equipamento, selecionando-se o local indicado pela seta da figura 9.

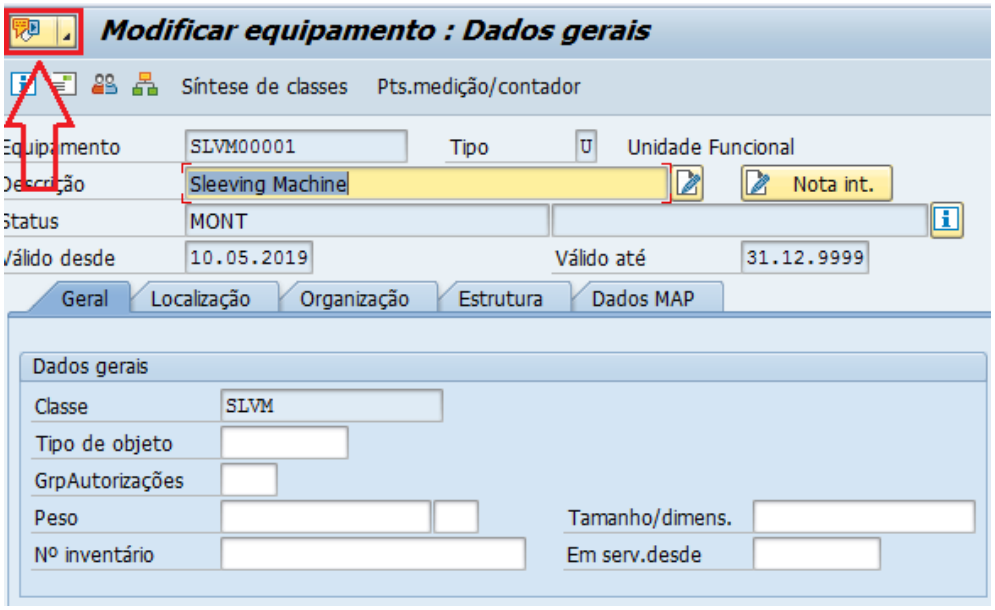


Figura 9 - Tela para colocação de anexos e notas nos equipamentos

Visualização de toda a informação sobre as localizações e equipamentos

-A transação é a “IH01”. O código da localização inserido no campo “Local de instalação” será o nível superior visualizado, ou seja, apenas aparecem as localizações e equipamentos de níveis inferiores. Para se visualizar toda a informação deve conferir se todos os campos da figura 10 estão selecionados. Com esta transação é possível verificar toda a informação dos equipamentos desde especificações técnicas até históricos de intervenção e planos de manutenção.

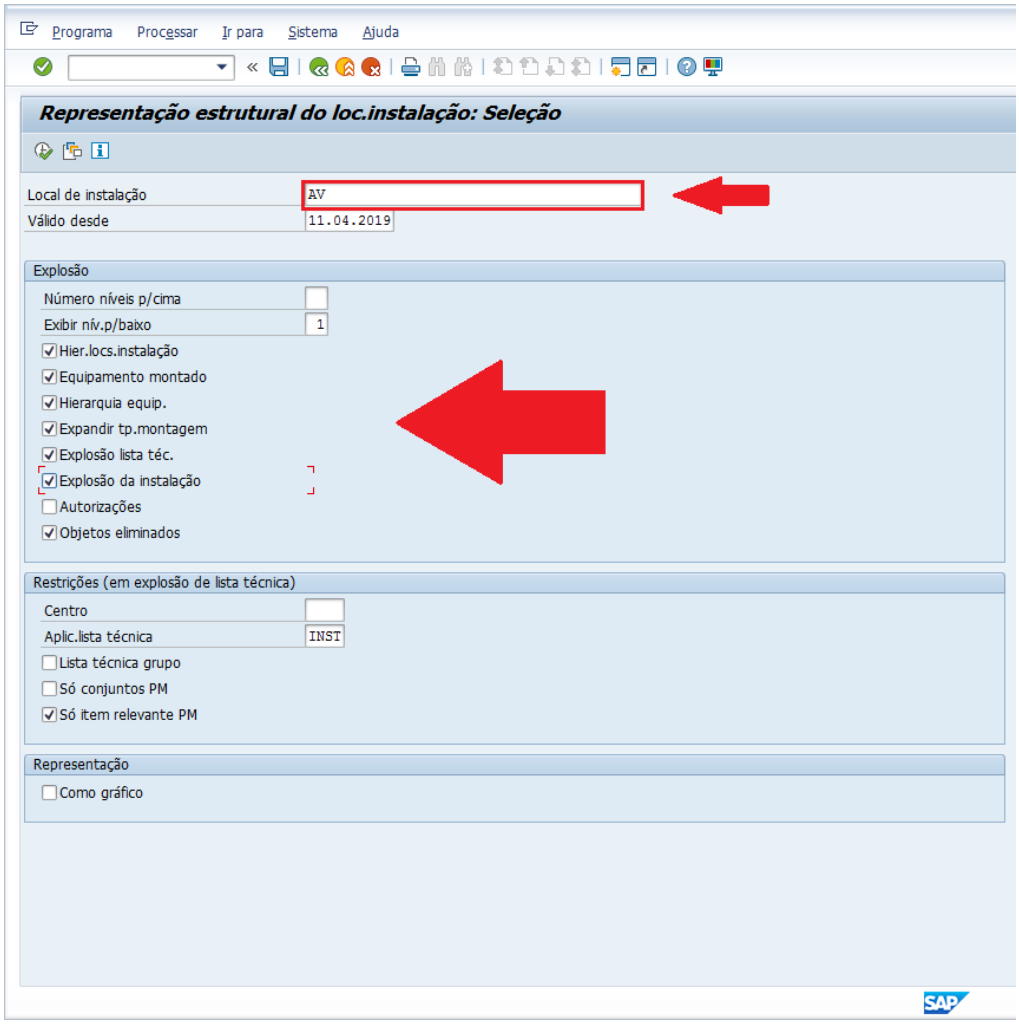


Figura 10 - Janela da transação "IH01"

ANEXO Q: Procedimento para criação de planos de manutenção

BA	Procedimentos Plano de Manutenção	

Objetivo

Esclarecer o processo de criação e modificação dos planos de manutenção preventiva no sistema informático SAP.

Responsabilidades

O Escritório Técnico é responsável por implementar, gerenciar e manter atualizados os dados do software de manutenção. Os planos de manutenção devem estar otimizados e adaptados aos recursos existentes, por forma a aumentar a vida útil dos equipamentos. É da responsabilidade do departamento técnico:

- Organizar as ordens de trabalho de forma a emiti-las no momento e local correto;
- Proceder ao seu encerramento após a sua execução;
- Inserir em SAP qualquer intervenção efetuada nos equipamentos.

No entanto, é da responsabilidade da chefia de cada departamento informar o escritório técnico sobre qualquer anomalia na execução das ordens de trabalho e sugerir melhorias de modo a adaptar cada plano de manutenção ao comportamento do respetivo equipamento.

A execução dos planos de manutenção é da responsabilidade da chefia de cada departamento assim como a garantia do correto preenchimento das fichas das ordens de trabalho.

Metodologia

Depois do equipamento estar devidamente codificado em SAP e confirmada a necessidade de manutenção preventiva deve-se criar um plano de manutenção e inseri-lo no sistema SAP para uma melhor gestão das tarefas.

-A transação para a criação de um plano de manutenção é “IP01”. No campo “Ctg.plano manut.” Seleciona-se “manutenção” e no campo “Estratégia” opta-se por “AV_SEM”, conforme a figura 1.

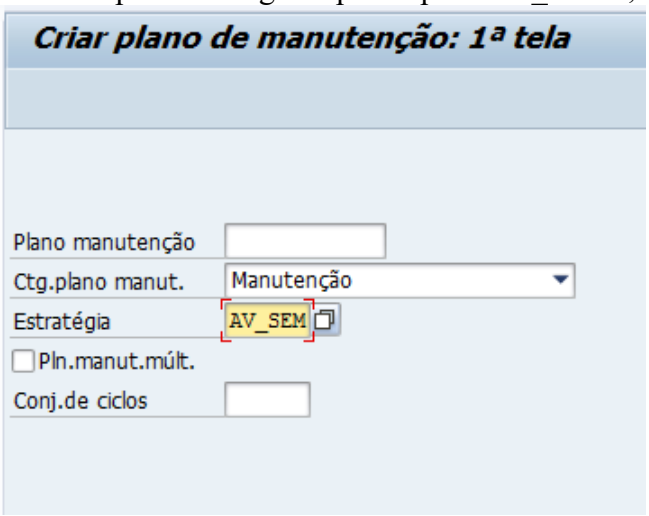


Figura 1 - 1ª tela para criação do plano de manutenção

-De seguida surge a janela da figura 2. Nos campos "Plano manutenção" e "Item manutenção" coloca-se o nome que se pretende para o plano.
-Relativamente ao "Objeto de referência" refere-se ao equipamento em questão. Nos campos "Loc. Instalação" e "Equipamento" insere-se o código da localização e do esquipamento, respetivamente.
-Os "Dados de planeamento" são comuns a todos os planos de manutenção da decoração:

- "Centro planj." – AV
- "Tipo de Ordem" – PREV
- "Cen Trab respon" – AV15
- "Prioridade" – Normal
- "Grp.plnj.PM" – GT
- "TP.ativ.PM" – VER (neste caso é VER (verificação) mas pode ser selecionado outro tipo de trabalho preventivo)
- "Divisão" – AV

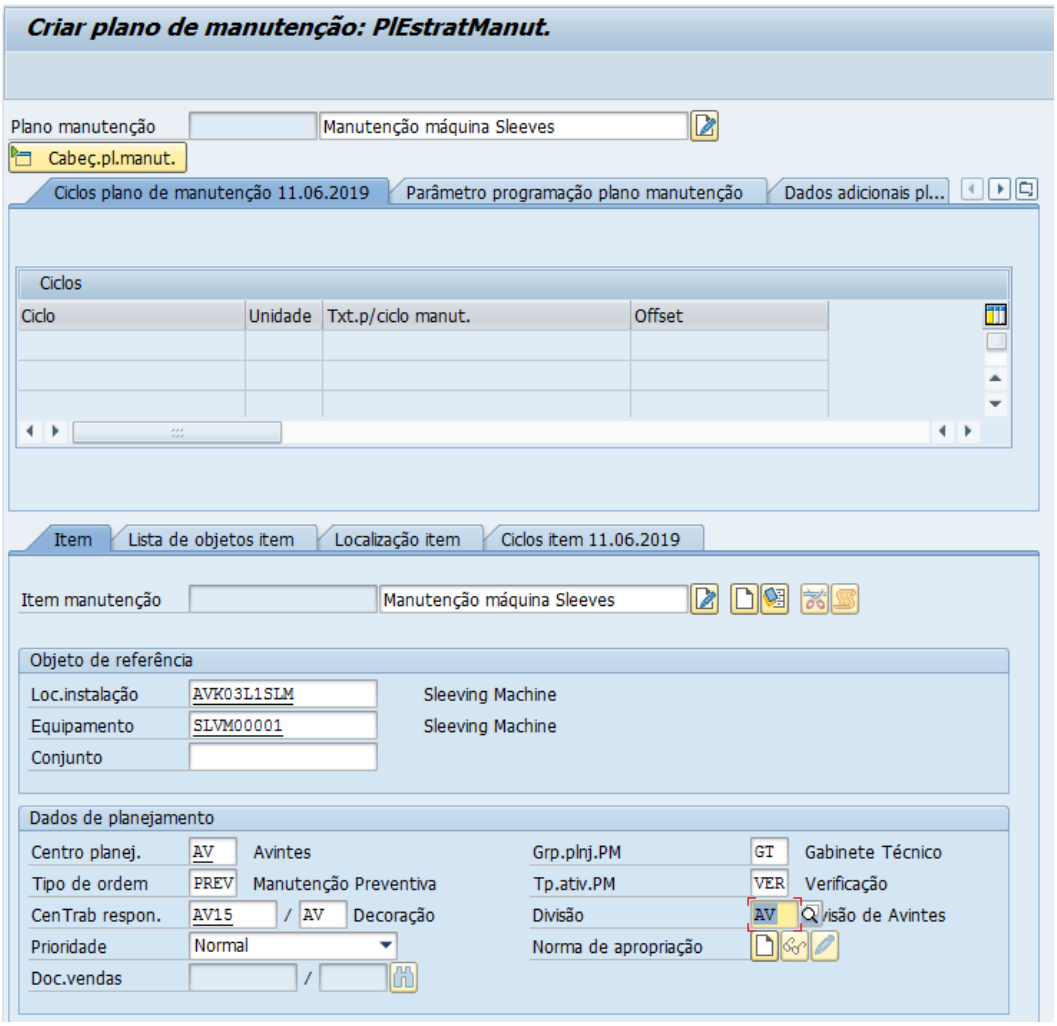


Figura 2 - 2ª tela para criação do plano de manutenção

-Caso se pretenda associar mais do que um equipamento ao mesmo plano de manutenção, cria-se um novo item de manutenção selecionando a folha indicada pela seta da figura 3. No entanto, é oportuno saber que as ordens são emitidas ao mesmo tempo e só ficam encerradas quando todas as ordens dos equipamentos do plano de manutenção foram efetuadas. Ou seja, trata-se de uma ferramenta bastante útil quando se pretende fazer manutenções a um grupo de equipamentos.

-Num grupo com um elevado número de equipamentos (é o caso dos transportadores), de forma a facilitar o trabalho do executante, não se cria um elevado número de itens de manutenção. Isto iria gerar um

elevado número de papéis com as mesmas tarefas para os diferentes equipamentos. Ao invés disso, cria-se apenas um item de manutenção, associado à localização comum aos equipamentos em questão. De seguida no campo "Lista de objetos item" coloca-se todos os equipamentos sujeitos ao item de manutenção e nas ordens de trabalho deve-se indicar os equipamentos em questão, como no seguinte exemplo:

```
Verificação do estado da estrutura
-Verificação das guias das garrafas
-Verificação do suporte da estrutura
-Verificação das ligações aparafusadas

Transportador 1 OK|__| NOK|__|
Transportador 2 OK|__| NOK|__|
Transportador 3 OK|__| NOK|__|
Transportador 4 OK|__| NOK|__|
Transportador 5 OK|__| NOK|__|
Transportador 6 OK|__| NOK|__|
Transportador 7 OK|__| NOK|__|
Transportador fim arca OK|__| NOK|__|

Comentários:_____
_____
```

-Em "Lista de tarefas" há duas possibilidades (ver figura 3):
1- Atribuir uma lista de tarefas existente. Nesta opção simplesmente procura-se e seleciona-se o item de manutenção pretendido.
2- Criar uma nova lista de tarefas.

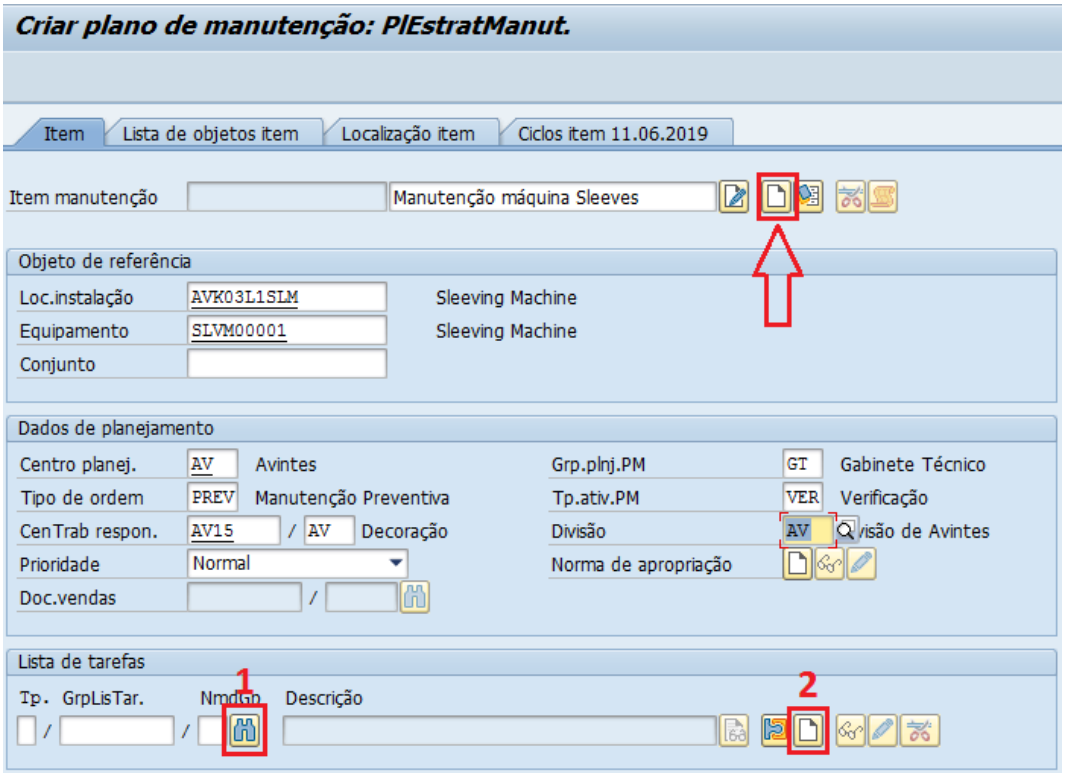


Figura 3 - Criação de um item de manutenção

-Selecionando a opção 2 abre-se a janela da figura 4, na qual apenas deve ser inserido o número 4 no campo "Status global".

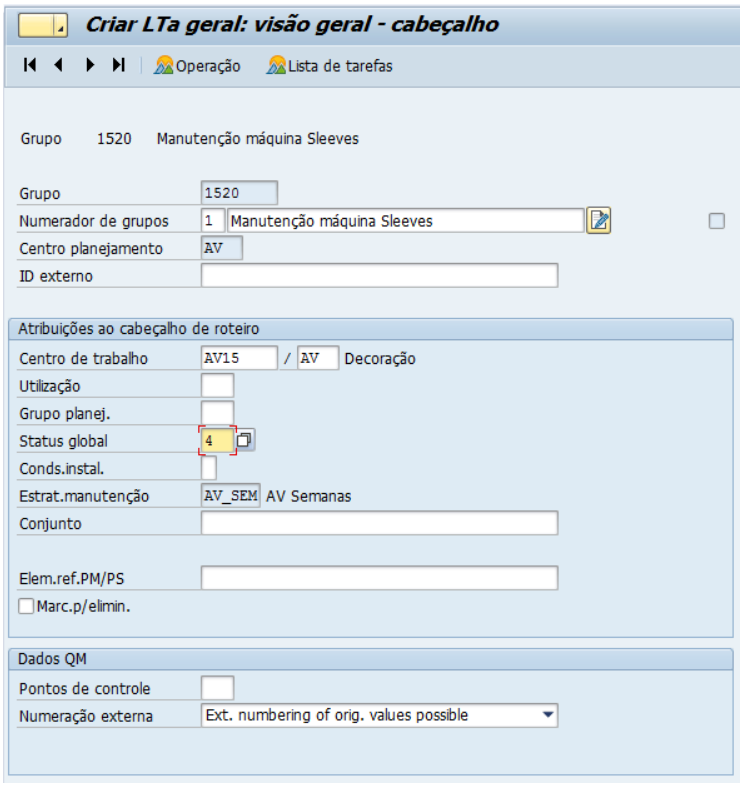


Figura 4 - Atribuição do Status global

- Prosseguindo o processo, em cada tarefa deve preencher-se os campos (ver figura 5):
  - "Ctrl" – INT
  - "Descrição operação" – corresponde ao título da tarefa
  - "Ex." – Número de executantes
  - "Duração" – corresponde à duração estimada da tarefa
  - "Un." – Corresponde à unidade de tempo

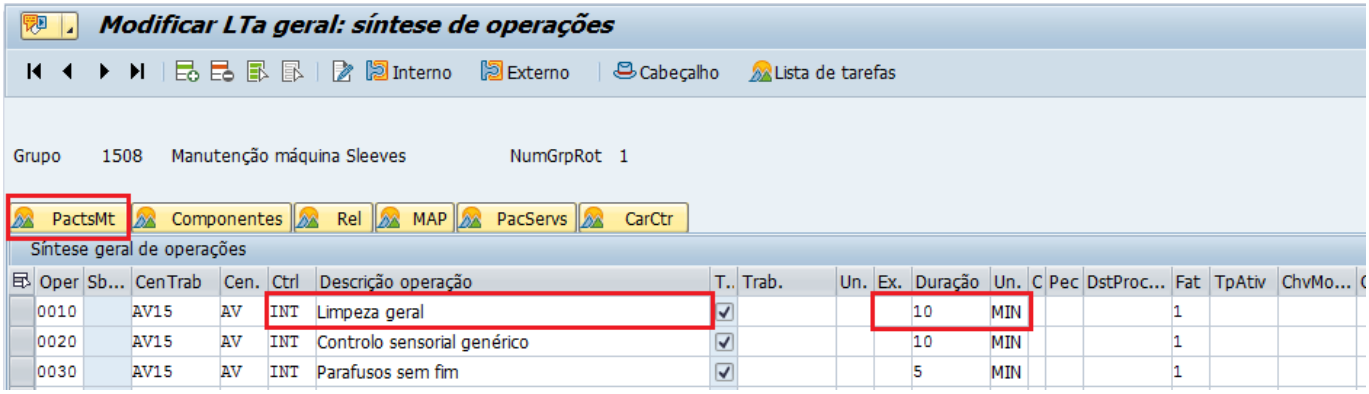


Figura 5 - Síntese de operações

-Com um duplo click na "descrição operação" de cada tarefa, é possível inserir com mais detalhe os procedimentos dos trabalhos a realizar

-O campo “PactsMt” diz respeito à atribuição de uma periodicidade a cada tarefa. Deve- se consultar a tabela 1 para perceber o pacote que corresponde à periodicidade pretendida e selecionar o respetivo campo conforme ilustrado na figura 6.

-Deve-se tentar ao máximo uniformizar as ordens de trabalho para não sobrecarregar as equipas de manutenção e comprometer o sucesso das manutenções preventivas.
- A qualquer momento a periodicidade pode ser alterada por forma a otimizar os recursos.

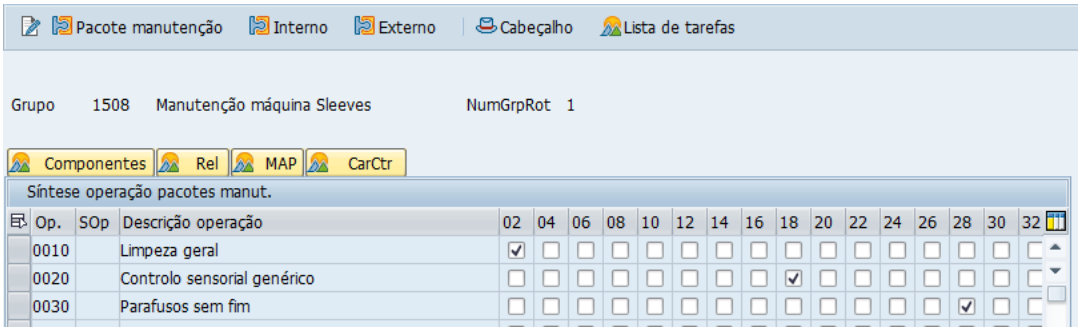


Figura 6 - Tela para colocação da periodicidade

Tabela 1 - Pacotes de cada periodicidade

Pacote	Periodicidade
2	1 Semana
4	2 Semanas
6	4 Semanas
8	6 Semanas
10	8 semanas
12	9 semanas
14	10 semanas
16	11 semanas
18	12 semanas
20	13 semanas
22	16 semanas
24	18 semanas
26	24 semanas
28	26 semanas
30	50 semanas
32	52 semanas
34	78 semanas
36	102 semanas
38	104 semanas
40	154 semanas
42	156 semanas
44	208 semanas
46	260 semanas
48	384 semanas
50	130 semanas

-De seguida é necessário definir os parâmetros de programação do plano de manutenção. Os dados que, por norma, se utilizam estão ilustrados na figura 7.

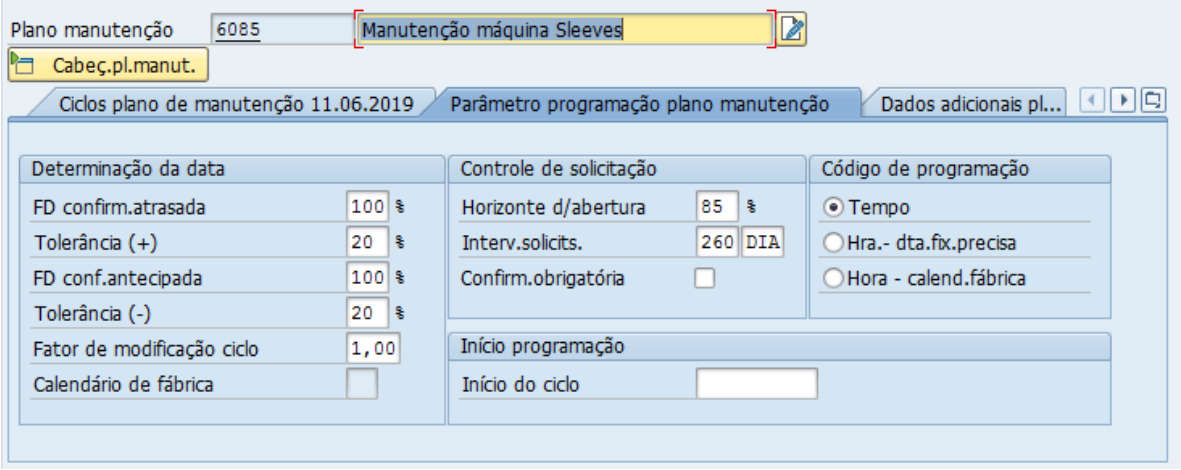


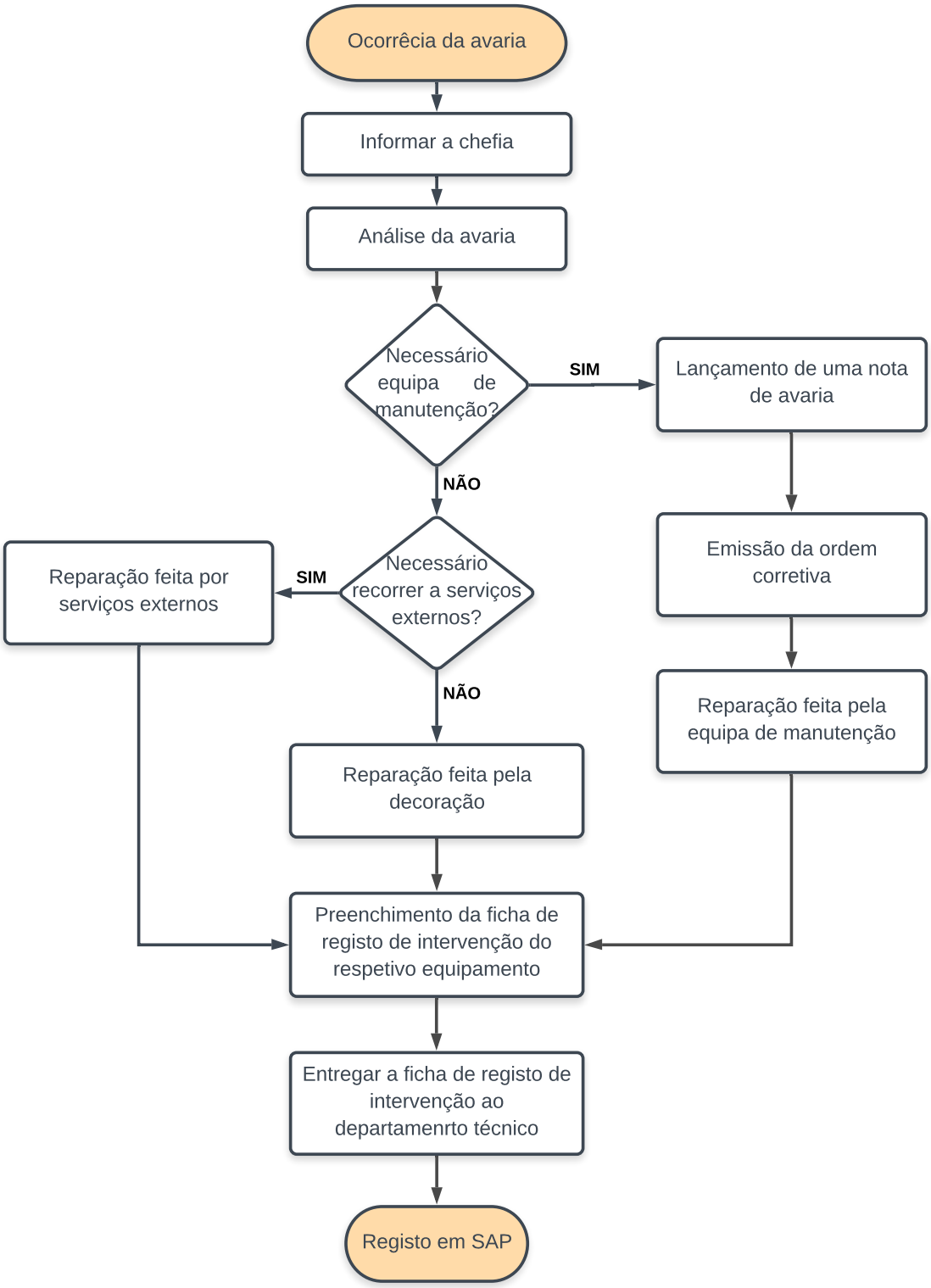
Figura 7- Parâmetros de programação

-Ao guardar o plano de manutenção é sugerido indicar uma data de início do plano. No entanto, pode-se programar o plano através da transação "IP10".
-Caso se pretenda alterar o plano de manutenção a transação é "IP02"
-Caso se pretenda alterar um item de manutenção a transação é "IP17"
-Para visualizar os planos de manutenção ou histórico de intervenções basta aceder a cada equipamento através da transição "IH01"

Emissão das ordens de trabalho

-Em cada semana são emitidas automaticamente as ordens a realizar nesse período. Em cada ordem são inseridas automaticamente pelo sistema informações sobre periodicidade, localização, equipamento, ação, tempo estimado, procedimento, ferramentas, peças a substituir e segurança. Aquando da realização das operações, o técnico tem que colocar o seu número de colaborador e nome, data, hora de início e fim, preencher todos os campos exigidos pela ordem de trabalho e, por fim, incluir comentários sobre o trabalho.
-O encerramento das ordens de trabalho é realizado pelo escritório técnico, assim como todas as intervenções corretivas.

ANEXO R: Procedimento em caso de avaria



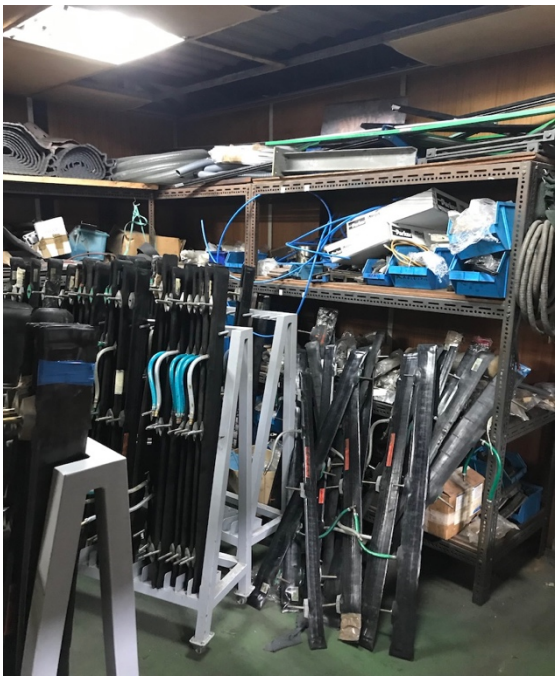
ANEXO S: Estado atual dos armazéns

Armazém geral:

Borrachas dos paletizadores

Antes:





Depois:



Serigrafia

Antes:



Depois:



Consumíveis e equipamentos comuns

Antes:



Depois:



PSL

Antes:



Depois:



Máquina Serigrafia Rosario

Antes:



Depois:



Placas de Vácuo

Antes:



Depois:



Armazém de peças valiosas:

Antes:



Depois:

