



Universidade de Aveiro
2021

**Maria Beatriz de
Oliveira Bastos**

**TÉCNICAS LEAN APLICADAS AO FLUXO
LOGÍSTICO INTERNO E EFICIÊNCIA DO SISTEMA
PRODUTIVO: UM CASO PRÁTICO NA INDÚSTRIA
DA CORTIÇA**



Universidade de Aveiro
2021

**Maria Beatriz de
Oliveira Bastos**

**TÉCNICAS LEAN APLICADAS AO FLUXO
LOGÍSTICO INTERNO E EFICIÊNCIA DO SISTEMA
PRODUTIVO: UM CASO PRÁTICO NA INDÚSTRIA DA
CORTIÇA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Marlene Paula Castro Amorim, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Aos meus pais.

o júri

presidente

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
Professor Associado, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Pinto Ferreira
Professor Coordenador ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

Prof^a. Doutora Marlene Paula Castro Amorim
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

À professora Doutora Marlene Amorim, pelas sugestões facultadas e pelo acompanhamento e disponibilidade demonstrados no decorrer do projeto.

Aos orientadores da empresa, Tiago Pinho e Tiago Pimentel pelo acompanhamento incansável durante todas as fases do projeto, por todos os ensinamentos passados e, sobretudo, pela motivação e confiança transmitidas, que me permitiram desenvolver não só a nível profissional, mas também pessoal.

Às equipas da empresa onde estive inserida que tão bem me acolheram e que sempre contribuíram para que me sentisse integrada, pela confiança, pela abertura para abraçarem novos desafios e por toda a ajuda prestada ao longo do meu percurso dentro da empresa.

A todos os meus amigos, pelo apoio incondicional demonstrado e por todas as memórias criadas ao longo destes cinco anos que, certamente, não serão esquecidas.

Aos meus pais, pela educação que me passaram, por todas as oportunidades que me proporcionaram e por sempre terem acreditado em mim e torcido pelo meu sucesso. O seu apoio foi e será, sempre, essencial.

palavras-chave

Logística interna, OEE, Eliminação de Desperdícios, Fluxo Contínuo de Produção, *Lean Manufacturing*.

resumo

Com a intensa competitividade que se verifica atualmente no mercado, as empresas procuram, cada vez mais, formas de aumentar a eficiência dos seus processos para que possam providenciar ao cliente um produto de alta qualidade a preços estratégicos.

Tendo por base esta premissa, o presente projeto visa melhorar a logística interna de transporte de material para o novo setor da Unidade Industrial do Grupo Amorim, em Lamas. Complementarmente, pretende-se que seja efetuada uma normalização das atividades associadas ao setor responsável por esta rota de transporte e, ainda, viabilizar um fluxo de produção contínuo a jusante deste, através de um controlo no abastecimento de material nos equipamentos do setor. Por último, o OEE das máquinas do novo centro de trabalho será, também, alvo de estudo de modo a aumentar a sua produtividade e a eficácia global do sistema.

A utilização de práticas e ferramentas de melhoria contínua como o *spaghetti diagram* será aplicado para identificação clara de rotas de transporte e o *standard work* permitirá normalizar o trabalho operacional e balancear as tarefas a serem executadas pelos turnos de trabalho do setor responsável pelo abastecimento de material. O OEE servirá de medidor da eficácia das máquinas do novo setor, sendo que, a metodologia SMED aplicar-se-á como forma de reduzir os tempos de *setup*.

A par com estas técnicas é feita também a análise para sustentar as melhorias propostas. Os resultados associados a este projeto incluem processos normalizados, mais estáveis e sem a existência de *mudas*, comprovando, uma vez mais, que a aplicação do *lean manufacturing* é a base de referência para o sucesso de uma organização.

keywords

Internal logistics, OEE, Waste Elimination, Continuous Production Flow, Lean Manufacturing.

abstract

With the intense competition currently existing in the market, companies are constantly looking for ways to increase the efficiency of their processes so that they can provide the customer with a high-quality product at strategic prices. Based on this idea, this project aims to improve the internal logistics of material transport to the new sector of the Amorim Group's Industrial Unit in Lamas. In addition, the goal is to standardise the activities associated with the sector responsible for this transport route and also to enable a continuous production flow downstream, by controlling the supply of material into the sector's equipment. Finally, the OEE of the machines in the new work centre will also be studied in order to increase their productivity and the overall efficiency of the system.

The use of continuous improvement practices and tools such as the spaghetti diagram will be applied to clearly identify transport routes, and standard work will enable operational work to be standardised and the tasks to be performed by the shifts of the sector responsible for material supply to be balanced. The OEE will be used to measure the efficiency of the machines in the new sector, while the SMED methodology will be applied as a way of reducing setup times. Along with these techniques, analysis methodologies will also be used to support the proposed improvements. The results associated with the work developed include standardised processes, more stable and without the existence of *mudas*, proving, once again, that the application of lean manufacturing is the reference foundation for the success of an organisation.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Motivação e Contextualização do Trabalho	1
1.2.	Objetivos do projeto.....	2
1.3.	Metodologia aplicada.....	3
1.4.	Estrutura do documento	5
2.	Revisão da Literatura	7
2.1.	Logística	7
2.1.1.	Logística Interna	8
2.1.2.	Gestão de <i>Stocks</i>	9
2.2.	<i>Lean Manufacturing</i>	11
2.2.1.	Metodologias e Ferramentas <i>Lean</i>	14
2.3.	Metodologias de Análise: Aplicação de duas Ferramentas Básicas da Qualidade .	26
2.3.1.	Diagrama de Pareto	26
2.3.2.	Diagrama de Causa-Efeito	28
3.	A Empresa.....	31
3.1.	Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.	31
3.2.	Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A. – Unidade Industrial de Lamas.....	32
3.2.1.	Descrição do Processo Produtivo	33
4.	Contextualização e descrição do projeto	39
4.1.	Setor Super ROSA	39
4.1.1.	Descrição do Estado Inicial	39
4.1.2.	Medidas Implementadas	52
4.1.3.	Análise de Resultados.....	61
4.2.	Centro de Tratamento de Cortiça (CTC)	67
4.2.1.	Descrição do Estado Inicial	67
4.2.2.	Medidas Implementadas	76
4.2.3.	Análise de Resultados.....	78
5.	Conclusão.....	80
5.1.	Considerações finais e limitações	80
5.2.	Perspetivas de trabalho futuro	82
	Referências Bibliográficas	84
	Anexo A.....	89
	Anexo B.....	91
	Anexo C	92
	Anexo D	93
	Anexo E.....	94

Índice de Figuras

Figura 1 - Diferença entre stock base e stock de segurança	11
Figura 2 - Casa TPS	12
Figura 3 - Os 8 pilares do TPM.....	16
Figura 4 - As perdas associadas aos equipamentos.....	19
Figura 5 - Etapas para a aplicação da metodologia SMED.....	22
Figura 6 - Unidades de Negócio Grupo Amorim.....	31
Figura 7 - Portefólio de Produtos Corticeira Amorim	33
Figura 8 - Esquema do processo produtivo de rolhas naturais	33
Figura 9 - Super ROSA.....	39
Figura 10 - Diferentes tipos de armazenamento de material.....	40
Figura 11 - Plano de cargas e descargas de Super ROSA.....	42
Figura 12 - Taxa de ocupação dos operadores de ambos os turnos	43
Figura 13 - Movimentações do turno sem Super ROSA Humidificação.....	44
Figura 14 - Movimentações do turno com Super ROSA Humidificação.....	44
Figura 15 - Número de abastecimentos diários Super ROSA - CTC	47
Figura 16 - Quantidade diária transportada para o CTC	48
Figura 17 - Percurso Super ROSA: Distâncias percorridas.....	48
Figura 18 - Percurso CTC: Distâncias percorridas	49
Figura 19 - Tamanho médio dos lotes: SR e AMI.....	49
Figura 20 - Exemplo de desorganização no armazém Super ROSA.....	50
Figura 21 - Número de abastecimentos necessários face à produção do CTC.....	52
Figura 22 - Percurso Armazém SR-Entrepósito/AMII-Armazém SR.....	54
Figura 23 - Percurso descarregamento SR Humidificação/AMII-Armazém SR	55
Figura 24 - Percurso descarregamento/carregamento SR Humidificação	55
Figura 25 - Percurso descarregamento/carregamento SR Tratamento	56
Figura 26 - Método de controlo de abastecimento dos equipamentos Super ROSA.....	58
Figura 27 - Curva ABC de artigos tratados no setor.....	60
Figura 28 - Análise XYZ dos artigos tratados no setor	60
Figura 29 - Análise ABC/XYZ	61
Figura 30 - Número de abastecimentos diários Super ROSA - CTC	62
Figura 31 - Quantidade diária transportada para o CTC	63
Figura 32 - Distâncias percorridas: Percurso CTC	63
Figura 33 - Distâncias percorridas: Percurso Super ROSA.....	64
Figura 34 - Taxa de ocupação dos operadores de ambos os turnos	64
Figura 35 - Comparação do tamanho médio dos lotes SR/AMI	65
Figura 36 - Variação do WIP entre SR e AMI.....	66
Figura 37 - Contadeira	68
Figura 38 - VSR	68
Figura 39 - Linhas de VSR's	69
Figura 40 - Esquema de abastecimento VSR's.....	69
Figura 41 - Moega de entrada de material	70
Figura 42 - À esquerda: rolha deformada; à direita: rolha normal.....	70
Figura 43 - Tarefas associadas ao carregamento e descarregamento de VSR's.....	71
Figura 44 - Formas de Armazenamento	71
Figura 45 - Etiqueta MES.....	72
Figura 46 - OEE: Situação Inicial.....	74
Figura 47 - Diagrama de Ishikawa	74
Figura 48 - Principais perdas de OEE dos VSR's.....	75
Figura 49 - Reestruturação do esquema de abastecimento dos VSR's.....	77

Figura 50 - Classificação das tarefas realizadas pelos operadores do setor	78
Figura 51 - OEE: Situação Atual.....	79
Figura 52 - Taxa de ocupação operadores SR com aumento da produção no CTC	83

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tarefas diárias: Turno sem Super ROSA Humidificação	42
Tabela 2 - Tarefas diárias: Turno com Super ROSA Humidificação	43
Tabela 3 - Frequência de movimentações: Turno sem SR Humidificação	46
Tabela 4 - Frequência de movimentações: Turno com SR Humidificação	46
Tabela 5 - Tarefas diárias: Turno sem SR Humidificação	57
Tabela 6 - Tarefas diárias: Turno com SR Humidificação	57
Tabela 7 - Percentagem de redução do total de movimentações	64
Tabela 8 - Quantificação de resultados	79

Anexos

Anexo A.....	89
Anexo B.....	91
Anexo C	92
Anexo D	93
Anexo E.....	94
Anexo F.....	95

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AMI – Acabamentos Mecânicos I

AMII – Acabamentos Mecânicos II

CTC – Centro de Tratamento de Cortiça

JIT – *Just-in-Time*

MES – *Manufacturing Execution System*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SR – Super ROSA

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TCA – 2,4,6 – Tricloroanisol

UI – Unidade Industrial

VSR – *Vacuum System Reduction*

WIP – *Work in Progress*

1. Introdução

Neste capítulo serão expostas as motivações que levaram à realização do presente projeto, assim como, uma breve contextualização do mesmo e os objetivos que se esperam alcançar. Para além disso, será, também, apresentada a metodologia adotada nas diversas fases do projeto.

1.1. Motivação e Contextualização do Trabalho

"A competitividade é o fator chave para o sucesso de uma organização" (P. Sousa et al., 2018). De modo a alcançarem este resultados, as organizações devem ter um entendimento claro do valor percebido pelos clientes e, paralelamente, focarem a sua atenção na contínua melhoria dos seus processos, de maneira a competirem, eficazmente, no serviço que lhes prestam (Retamozo-Falcon et al., 2019).

A mudança progressiva que se tem vindo a verificar na natureza do ambiente empresarial e o desenvolvimento massivo gerado pelas tecnologias de informação e comunicação, constituem mudanças na forma como os processos são percebidos dentro de uma organização. Existe uma necessidade constante de monitorizar, medir e melhorar processos, com o objetivo de acompanhar o atual paradigma dinâmico e em constante mudança (Dave, 2017). Segundo Lamghari et al., (2018) estas alterações no quadro organizacional requerem uma combinação de sistemas e procedimentos para aumentar a eficiência e o desempenho dos processos industriais.

Com a intensa competição global a aumentar de forma exponencial, as organizações procuram, cada vez mais, formas de melhorar a sua produtividade, investindo em novas estratégias, de maneira a conseguirem manter a vantagem competitiva sobre os seus parceiros de mercado, criarem flexibilidade nos seus processos e estabelecerem um fluxo de trabalho eficiente (Haddad et al., 2021). Para que isto seja possível, é necessário a identificação de fontes de desperdícios dentro da organização e a localização de perdas de produção, o que permitirá a sua redução ou até mesmo eliminação, viabilizando o fornecimento de produtos, ao respetivo mercado, com grande qualidade, a preços competitivos e dentro dos prazos estabelecidos (Muchiri & Pintelon, 2008; Pinto et al., 2020).

A Amorim Cork, com os seus longos anos de experiência e conhecimento na indústria corticeira, procura continuamente melhorar os seus processos produtivos, para que consiga prestar, ao consumidor, um produto de elevada qualidade, utilizando o mínimo de recursos possíveis. Devido ao dinamismo e a alguma incerteza que é característica deste setor, existe uma grande aposta, por parte da empresa, na procura de estratégias que permitam tornar os seus processos mais eficientes e flexíveis, de forma a ser possível corresponder, da melhor forma, aos requisitos do cliente.

1.2. Objetivos do projeto

Uma das maiores e mais inovadoras apostas da Amorim Cork centra-se na eliminação do TCA (2, 4, 6 - Tricloroanisol) que se encontra na cortiça. O TCA resulta da atividade de micro-organismos, nomeadamente, fungos, na presença de compostos organoclorados, o que significa que, existe risco de existência de TCA sempre que estão presentes, em determinado material, fenóis, cloros e fungos. O objetivo da remoção do TCA, na cortiça, está relacionado com os desvios sensoriais que este provoca no vinho e que lhe confere o tão característico e vulgarmente conhecido “sabor a rolha” ou “aroma/gosto a mofo”, que influencia negativamente toda a experiência de degustação. Apesar disso, este composto não causa qualquer tipo de problema à saúde humana e, inclusive, é percecionado de diferentes maneiras de acordo com o utilizador, o tipo de vinho, o momento em que este é consumido, entre outros fatores (APCOR, 2019).

Desta forma, a deteção, controlo e eliminação do TCA, contribui de forma bastante significativa para a melhoria qualitativa do produto, o que se traduz numa diferenciação evidente, em comparação aos concorrentes do setor corticeiro. Em última análise, conduz, ainda, a um aumento da procura, por parte dos clientes que, cada vez são mais exigentes e pretendem que a cortiça seja submetida a este tipo de tratamento, visto que confere maior valor ao produto final.

Apesar de já existirem, à data do projeto na empresa, equipamentos com a finalidade de remoção do TCA das rolhas, estes possuem uma eficácia de apenas 60% a 80%, o que, ao longo do tempo, se verificou não ser suficiente para satisfazer as exigências dos clientes. Com o intuito de dar resposta a este problema foi criado um setor, na Unidade Industrial de Lamas, com equipamentos mais eficientes que permitem eliminar, quase na sua totalidade, o TCA presente nas rolhas, submetendo-as a um processo de vácuo, altas temperaturas e baixos níveis de pressão.

Sendo o Centro de Tratamento de Cortiça (CTC) um setor recente, existe, ainda, muito espaço para melhorias, no que diz respeito ao fluxo de entrada e saída de rolhas e ao aumento do OEE das máquinas de tratamento. Para além disso, é necessário haver uma normalização do trabalho operacional, com a criação das respetivas normas/instruções, para o setor Super ROSA, que é o responsável por assegurar o transporte de rolhas para o CTC e que, por essa razão, influencia diretamente o abastecimento do setor. Esta normalização pretende garantir um fluxo constante de material que é transportado, diariamente, para o Centro de Tratamento de Cortiça, melhorando a rota logística e regularizando o *Work-in-Progress* (WIP). Por último, propõe-se, ainda, um controlo de abastecimento nos equipamentos do setor Super ROSA que visam contribuir para o estabelecimento de um fluxo de produção contínuo entre os setores imediatamente antes e após este.

Neste seguimento, o projeto desenvolvido pode ser sustentado por alguns objetivos centrais:

- Normalização do trabalho do Setor Super ROSA, melhorando a rota logística interna de transporte de material entre os setores Super ROSA e CTC, com a eliminação do camião utilizado como auxílio a esta tarefa.
- Estabilização do fluxo de produção entre os setores Brocas, Super ROSA e Acabamentos Mecânicos I, em função do *mix* de produção a montante, com a redução do tamanho dos lotes em 20%.
- Estudo e melhoria do OEE das máquinas de tratamento de remoção de TCA, do Centro de Tratamento de Cortiça, incrementando-o em 5 pontos percentuais.

1.3. Metodologia aplicada

A metodologia aplicada na concretização do presente projeto foi baseada na investigação-ação. Este é um método multidisciplinar que pode ser implementado juntamente com outras metodologias, cujo objetivo principal é tomar ação e ao mesmo tempo criar conhecimento sobre as ações tomadas, mais concretamente, esta metodologia tenta compreender os problemas e dar-lhes uma justificação através de ações práticas. Existem várias características subjacentes a este método, de realçar (Erro-Garcés & Alfaro-Tanco, 2020):

- Um estudo aplicando a metodologia de investigação-ação deve conseguir definir os objetivos esperados, tanto numa perspetiva de contribuição para a investigação como para os profissionais envolvidos.
- É essencial uma interação constante entre o investigador e a pessoa que pratica as ações, onde o primeiro atua como um agente de mudança e o segundo tem uma participação ativa em todas as fases do projeto.
- A recolha de dados pode ser realizada utilizando qualquer tipo de método para este efeito, dado que, de forma a ter uma visão abrangente do problema, é necessário recorrer a diversas fontes.
- Os projetos que utilizam esta metodologia caracterizam-se por incluir *feedbacks* contínuos em todas as fases do estudo, funcionando como um ciclo, onde esta pode ser continuamente analisada, podendo surgir novos estudos derivados dessa constante investigação.

A concretização do presente projeto pode ser dividida, assim, em várias etapas, descritas de seguida.

Numa fase inicial, aquando da integração na organização, pretendeu-se proceder à observação do ambiente industrial da Unidade de Lamas, que incluiu um conhecimento abrangente de todo o fluxo produtivo de rolhas naturais, assim como, os procedimentos utilizados para controlo de processo. Posteriormente, o acompanhamento mais aprofundado aos setores onde o projeto de estágio incide foi levado a cabo, assim como,

dos respetivos processos produtivos, o que possibilitou o levantamento dos problemas mais críticos, em cada um dos casos.

A fase seguinte foi destinada à recolha de dados e à sua análise, de maneira a perceber como se encontrava o estado inicial do sistema. Nesta etapa, uma caracterização de cada um dos projetos propostos foi executada.

Relativamente ao setor Super ROSA, foi necessário proceder ao levantamento das atividades realizadas ao longo dos turnos de trabalho e dos tempos médios utilizados na sua concretização. Para além disso, foi essencial esquematizar as rotas de transporte efetuadas e contabilizar as distâncias percorridas com e sem material. Foi, também, fundamental proceder à realização de uma análise ABC dos artigos tratados no setor, de forma a perceber qual a melhor solução de organização que pode ser aplicada no armazém Super ROSA. Por último, pretendeu-se encontrar um método de abastecimento de material nos equipamentos do setor que permita garantir uma maior estabilidade na produção do setor a jusante dos Super ROSA, de acordo com o *mix* de produção a montante.

Para o setor CTC, calculou-se, inicialmente, o OEE das máquinas de tratamento de eliminação de TCA, averiguou-se e quantificou-se os possíveis fatores que impactam este indicador e procedeu-se, ainda, ao levantamento da quantidade de material recebida, diariamente, no setor.

De forma a alinhar os projetos, uma definição de alguns indicadores macro e uma seleção das ferramentas a utilizar nas várias etapas do mesmo, e para os diferentes contextos, têm de ser concebidas, tal como a efetuação de um plano de ações, com a informação recolhida e devidamente analisada, de maneira a ser possível priorizar as atividades a serem realizadas e a devida implementação, no tempo, das melhorias propostas.

Seguiu-se a fase de implementação das melhorias onde, após a análise crítica da situação inicial, se procedeu à criação de normas e regras de trabalho para o setor Super ROSA, de forma a regularizar o trabalho do setor. Para o CTC foram também projetadas algumas medidas no sentido de melhorar o OEE deste centro de trabalho.

A última fase foi dedicada à normalização das melhorias implementadas, consciencialização de toda a equipa para o seu cumprimento, devida análise de resultados e estabelecimento de eventuais conclusões que possam ser retiradas de todo o processo, assim como, propostas de melhorias futuras. Mais concretamente, foi realizada uma comparação entre o estado inicial e final de ambos os projetos. No caso do setor Super ROSA, no que respeita à logística interna, foi utilizado um indicador de percentagem de movimentações que são realizadas com e sem transporte de material, de forma a perceber o impacto das melhorias propostas. Para o controlo de abastecimento dos equipamentos e estabilização do fluxo de produção, a medida de referência foi o tamanho médio inicial e final dos lotes. No caso do CTC o indicador que traduziu as melhorias efetuadas foi, tal como no modelo inicial, o OEE associado às máquinas de tratamento de extração de TCA.

A par com todas estas etapas do projeto foi essencial proceder à devida revisão da literatura de forma a contextualizar, teoricamente, os conceitos que foram utilizados na prática, com recurso a artigos científicos e a livros relacionados com a área de estudo. Esta etapa é fundamental para que seja possível encontrar pontos de convergência entre os fundamentos teóricos e a realidade industrial encontrada.

1.4. Estrutura do documento

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos, que serão apresentados de seguida, de forma a facilitar a sua compreensão.

O primeiro capítulo aponta as motivações que levaram à realização do projeto, os objetivos que se pretendem atingir e a metodologia seguida durante todo o processo.

O segundo capítulo é dedicado à revisão da literatura onde são explorados os conceitos teóricos utilizados no projeto e que sustentam as melhorias implementadas.

No terceiro capítulo procede-se a uma caracterização geral da empresa e à descrição mais particular da unidade industrial onde o projeto decorreu e de todo o seu processo produtivo.

De seguida, no quarto capítulo, são expostos os subprojetos desenvolvidos, com uma descrição do estado inicial de ambos, respetivas medidas implementadas e análise de resultados, de acordo com o trabalho desenvolvido em cada um dos setores e dos objetivos delineados inicialmente.

No quinto capítulo são retiradas conclusões referentes ao trabalho desenvolvido, limitações do mesmo e, por último, sugerem-se oportunidades de trabalho futuro que devem ser analisadas, de forma a dar seguimento ao trabalho realizado até à conclusão do projeto.

2. Revisão da Literatura

No presente capítulo são apresentados os conceitos teóricos, as ferramentas e os métodos de análise que serviram de base para sustentar as melhorias propostas, de forma a ser possível uma melhor compreensão dos temas abordados e da sua aplicabilidade em contexto industrial.

2.1. Logística

O conceito de “Logística” muito antes de ser introduzido no contexto empresarial já era utilizado no Império Romano como componente integrante do seu sistema militar (Schmidtke et al., 2018). Durante muito tempo este termo foi associado a contextos bélicos, surgindo da necessidade de, em tempos de guerra, movimentar tropas, equipamentos e mantimentos para o campo de batalha e, também, como forma de obter vantagem competitiva sobre os adversários. Após a Segunda Guerra Mundial, onde o seu contributo foi bastante importante, com o desenvolvimento e reconhecimento do termo, este começou a ser utilizado noutras áreas, nomeadamente na vertente organizacional (Rutner et al., 2012). No início da década de sessenta as universidades dos Estados Unidos da América começaram a incluir a possibilidade de formação aos estudantes sobre logística empresarial. Ao longo do tempo os conceitos subjacentes à logística tornaram-se mais abrangentes e a sua importância aumentou notavelmente (Ballou, 2007), sendo vários os fatores que contribuíram para este facto, nomeadamente, a globalização dos negócios, a competição do mercado a uma escala mundial, a busca pela concretização da constante satisfação dos clientes, as tecnologias de informação e o foco na melhoria da produtividade (Dadashpour & Bozorgi-Amiri, 2020).

Apesar das atividades logísticas poderem variar consoante as organizações e as suas necessidades, existem várias áreas que representam a grande parte dos componentes associados à logística e distribuição, entre elas: localização de armazéns, gestão dos canais de distribuição, armazenagem, manuseamento de materiais, fluxo de informação e controlo de sistemas, previsão da procura, transporte, gestão de *stocks*, embalagem, serviço ao cliente, compras, gestão de frotas e rotas, logística inversa e gestão de encomendas (Rushton et al., 2014).

Logística pode ser entendida como uma ciência interdisciplinar que pretende melhorar a qualidade dos processos de negócio e, conseqüentemente, permitir que as empresas consigam responder de forma mais rápida à procura dos seus clientes e dos mercados onde estão inseridas. No complexo contexto organizacional que se verifica atualmente, a função da logística é imprescindível, visto que, há uma preocupação cada vez maior em fornecer produtos e serviços de grande qualidade ao consumidor final e existe também uma atenção elevada na maneira como este abastecimento se processa (Pečený et al., 2020).

As atividades logísticas evidenciam uma ponte de contacto entre a produção, que pode estar concentrada em vários pontos estratégicos, e as localizações dos respetivos

mercados. De maneira a que estas atividades sejam realizadas de forma eficiente e, aliando uma perspectiva de redução de custos, é necessário que haja uma gestão coordenada e efetiva destas atividades e dos elementos que as caracterizam (Ballou, 2004). Esta gestão, se corretamente implementada, pode ter efeitos bastante positivos, reduzindo os níveis de inventário, aumentando a produtividade e a agilidade do sistema, diminuindo os prazos de entrega e aumentando o serviço prestado ao consumidor final (Dadashpour & Bozorgi-Amiri, 2020). Existem vários processos envolvidos no planeamento, implementação e controlo das atividades logísticas, que permitem um transporte e armazenamento eficaz e eficiente de produtos e da informação associada, ao longo de toda a cadeia logística, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, com o objetivo de corresponder aos requisitos do consumidor (Paciarotti & Torregiani, 2021).

Um dos principais objetivos da Logística é criar valor para todas as partes que constituem uma organização sejam clientes, fornecedores ou *stakeholders*. Neste sentido, a dualidade tempo/localização é um critério fundamental a ser considerado, visto que, os produtos e serviços não têm qualquer valor se não estiverem na posse do consumidor final quando e onde pretendido (Ballou, 2004). Outros elementos que, ao longo do tempo se tornaram de igual modo importantes na criação de valor, dizem respeito à disponibilização, ao cliente, do produto requerido, nas quantidades pretendidas, com o custo correto, apresentando a informação certa e tendo em consideração o fator ambiental (Schmidtke et al., 2018). Para além da integração das atividades que permitem atingir um fornecimento eficaz, existem outros objetivos que devem ser considerados, tais como garantir que é prestado, ao cliente, um nível de serviço adequado e maximizar os ganhos da organização, através da diminuição dos custos associados (Ballou, 2004).

Segundo Dadashpour & Bozorgi-Amiri (2020), a logística é parte integrante e significativa da Gestão da Cadeia de Abastecimento, visto que é um elemento basilar no aumento da sua eficiência e eficácia, na medida em que, planeia, rastreia e controla todo o fluxo de produtos, serviços e informação, ao longo da cadeia de abastecimento, com vista a satisfazer as necessidades do cliente. Para além disso, envolve a colaboração e coordenação de várias entidades constituintes do sistema como fornecedores, intermediários, prestadores de serviços externos ou clientes.

2.1.1. Logística Interna

Balon & Roszak (2020) consideram que a logística interna é um elemento essencial no que diz respeito ao processo de produção de um produto, visto que, especifica a sua qualidade, o tempo de entrega e o valor das encomendas. Esta é responsável por assegurar várias atividades dentro da organização, que pretendem garantir uma correta gestão logística (Balon & Roszak, 2020; Coelho et al., 2021; Rybakov, 2018):

- Identificação de materiais e do local onde podem ser encontrados.
- Sincronização com a produção na obtenção de todas as informações necessárias.
- Implementação de inventários dos materiais, de modo a alinhar as necessidades de produção.

- Otimização do tempo de resposta e sincronização com o planejamento da produção.
- Integração do fluxo de material e informação.
- Determinação do tamanho do material e das ordens de produção.
- Fornecimento de informação em tempo real ao processo de produção.

Ao contrário da logística externa, que tem como principal função a movimentação de materiais e produtos entre organizações ou entre clientes, a logística interna é responsável por assegurar o correto fluxo de materiais, componentes e informação dentro do processo industrial, garantindo que a produção recebe o necessário, no tempo correto, na quantidade pretendida e no local designado, de modo que estes possam ser transformados em produtos ou subprodutos. A logística, apesar de constituir uma componente organizacional que não acrescenta valor ao produto final, é um ponto essencial para o seu bom funcionamento e, por essa razão, é fundamental que seja continuamente melhorada, de modo a reduzir os atrasos nos abastecimentos, as rupturas de material e os acidentes, minimizando, assim, os custos logísticos associados a estas atividades e possibilitando um abastecimento *just-in-time* (Fabri et al., 2020).

Com o ambiente organizacional em constante mudança que existe atualmente, as indústrias procuram maneiras de se ajustar a estes paradigmas de crescimento e evolução para tentarem corresponder às expectativas do cliente. A Indústria 4.0 veio potencializar várias melhorias, no contexto empresarial, que também incluem melhorias nas atividades que compõem a logística interna. A disponibilização de informação em tempo real é um fator importante que permite à logística adaptar-se aos ambientes voláteis das organizações, recolher os dados necessários e proceder à concretização das suas atividades, de maneira mais rápida e flexível. O resultado que se espera atingir com estas soluções é um sistema mais eficiente, com menos erros associados, uma redução da energia consumida, um aumento da qualidade do produto final e uma consequente lealdade por parte do cliente, visto que, será possível fornecer-lhe uma maior customização de produtos e um melhor nível de serviço (Schmidtke et al., 2018).

2.1.2. Gestão de Stocks

Stocks podem ser definidos como um conjunto de bens que são produzidos pela organização ou que são adquiridos por esta e que, devido à sua utilização diferida ao longo do tempo, necessitam de ser armazenados num local definido do sistema.

A existência de *stocks* permite à organização fornecer ao cliente um determinado nível de serviço, a um custo mínimo, visto que, atividades como a produção ou o transporte podem ser executadas de forma mais eficiente. Esta necessidade de constituir *stock* acontece quando o abastecimento e o consumo têm comportamentos diferentes ao longo do tempo, isto é, quando existe um desfasamento no tempo entre a procura e a produção, o que pressupõe uma acumulação de material, formando assim *stock*. Neste sentido, ao existirem determinados níveis de *stock*, que funcionam como *buffer's* de inventário entre o ponto de origem e o(s) ponto(s) de consumo, estes possibilitam que o processo de

consumo seja independente do processo de abastecimento (Carvalho et al., 2010; M. T. Pereira et al., 2019).

De facto, embora a retenção de *stocks* não acrescente qualquer valor ao produto, possibilita que o Sistema Logístico consiga cumprir com a proposta de valor estabelecida, o que torna o armazenamento numa atividade logística essencial (Carvalho et al., 2010). Segundo Ballou (2004), existem vários motivos que justificam a sua existência, desde a melhoria no serviço prestado ao cliente, com a disponibilização do produto de forma quase imediata; a redução de custos, que muitas vezes é conseguida através da produção de grandes quantidades de determinado produto; como forma de ser possível acompanhar flutuações na procura, evitando a sua rutura ou variações nos tempos de entrega de materiais por parte dos fornecedores; evitar especulações de preços ou mesmo evitar atrasos na produção, devido à falta de componentes.

Desta forma os *stocks* podem ser classificados e encontrados na organização segundo cinco categorias distintas: (Ballou, 2004; Sarkar & Giri, 2020):

- **Stock em Trânsito:** É constituído pelo inventário que se encontra em curso pela cadeia de abastecimento e que, por isso, não se encontra associado a uma localização específica. Um dos *stocks* mais representativos desta categoria é o *work-in-progress*.
- **Stock Especulativo:** Faz parte do *stock* base que é necessário ser gerido pela organização, mas corresponde ao *stock* que é mantido devido à especulação de mercado. Algumas matérias-primas são também adquiridas por estas razões.
- **Stock Cíclico:** Corresponde ao *stock* necessário para fazer face à procura média durante o tempo entre sucessivas reposições. Este tipo de *stock* está fortemente associado ao tamanho dos lotes de produção, às limitações no espaço de armazenamento, aos tempos de reposição de material e aos custos de manter inventário.
- **Stock de Segurança:** É o *stock* calculado estatisticamente e que se deve à variabilidade e imprevisibilidade da procura. Para além do *stock* normal que as empresas detêm, muitas vezes é adicionado um *stock* de segurança por forma a ser possível corresponder à procura e ao *lead time* médios de determinados produtos, Figura 1. A quantidade de *stock* de segurança necessário depende da variabilidade envolvida, sendo que, é importante que as previsões sejam o mais precisas possível, de maneira a este não existir em nível excessivo.

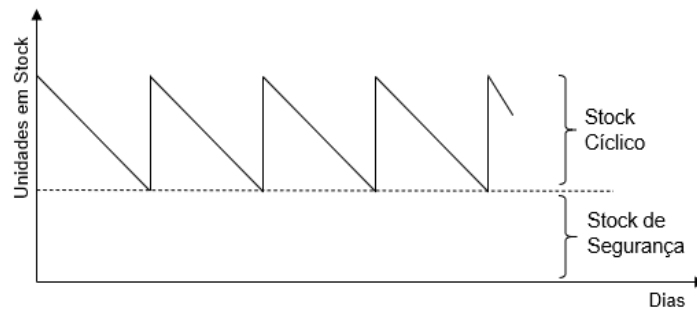


Figura 1 - Diferença entre stock base e stock de segurança

Fonte: Carvalho et al., 2010

- **Stock Obsoleto:** Stock deteriorado, expirado ou furtado é considerado obsoleto. Nos casos em que os produtos possuem grande valor, são perecíveis ou facilmente furtados, é necessário tomar precauções para minimizar os seus níveis de inventário.

De forma a reduzir os custos envolvidos na retenção de *stocks* e acrescentar valor à organização e à cadeia de abastecimento, é essencial melhorar as atividades que constituem o sistema logístico, o que irá também garantir um aumento de produtividade, flexibilidade e tempo de resposta (M. T. Pereira et al., 2019).

2.2. Lean Manufacturing

O conceito de *Lean* foi primeiramente introduzido por Womack et al. (1990) (Solaimani et al., 2019) surgindo do *Toyota Production System* (TPS), criado por Ohno e Singo (Budianto et al., 2021). Recuando a 1945, quando o Japão perdeu a Segunda Guerra Mundial, o país não vivia uma situação económica favorável. Toyoda Kiichiro, presidente nessa altura da *Toyota Motor Company*, disse a Ohno que se a indústria automóvel do Japão não acompanhasse o ritmo produtivo da América, rapidamente, não sobreviveria. Deste modo houve uma necessidade de se conhecer o panorama da indústria americana para entender em que consistia o método de produção que praticavam e o que podia ser adaptado para a realidade japonesa. Ohno percebeu que o método americano consistia numa produção em grande escala, em que cada processo produzia muitos componentes que iam passando para os processos seguintes “*mass production*” o que, naturalmente, causava muitos desperdícios. Para além disso, cada trabalhador executava apenas uma tarefa específica, isto é, um operador que efetuasse, por exemplo, um processo de fresagem não realizava outro tipo de processos diferentes, como perfuração ou torneamento. Ohno conseguiu adaptar esta realidade para a indústria japonesa onde o objetivo dele consistia em reduzir desperdícios e criar um fluxo de produção onde um operador conseguisse executar múltiplas operações de forma sequencial, tendo a capacidade de operar várias máquinas que realizassem processos diferentes (Ohno, 1988).

Como representado na Figura 2, a implementação de uma filosofia *Lean* está assente em dois elementos essenciais que correspondem aos pilares da casa TPS: *Just-In-Time* (*JIT*) e *Jidoka*, sendo que também existem outros constituintes que estão inter-relacionados entre si e que são fundamentais para o sucesso do método (Kehr & Proctor, 2017).

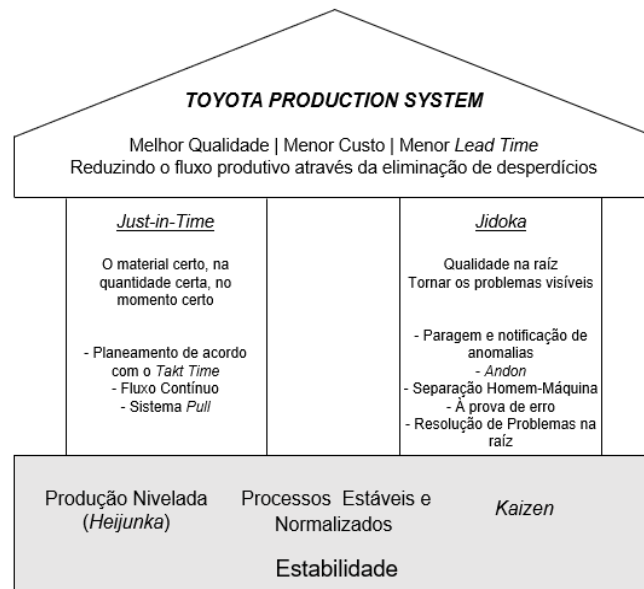


Figura 2 - Casa TPS

Adaptado: Kehr & Proctor, 2017

O telhado da casa representa os objetivos principais do *Toyota Production System* que consistem numa produção com elevada qualidade, a baixo custo e com o mínimo tempo de execução do processo, através da eliminação de desperdícios ao longo do sistema produtivo (Kehr & Proctor, 2017). O pilar *Just-in-Time* (*JIT*) refere-se à produção de componentes apenas quando estes são necessários e na quantidade pretendida pelo cliente, com o objetivo de possuir níveis de inventário baixos, idealmente próximos de zero. *Jidoka/Automation* corresponde ao outro pilar que está relacionado com o uso de sistemas de automação na deteção de erros de produção fazendo parar a máquina, utilizando sistemas de aviso para que o operador possa resolver o problema, evitando que o defeito prossiga no fluxo produtivo ou, utilizando dispositivos anti erro, *poka-yoke*, para prevenir eventuais erros que possam ser despoletados pelo uso incorreto de determinado equipamento (Kehr & Proctor, 2017; Ohno, 1988). No centro da casa posicionam-se as pessoas que constituem a organização e a filosofia subjacente de melhoria contínua. A base da casa, por sua vez, inclui a padronização, estabilidade e fiabilidade de processos e o nivelamento da produção, que permite obter um fluxo contínuo de trabalho, também designado por *heijunka* (Kehr & Proctor, 2017).

O conceito de *Lean* foi tomando ao longo do tempo outras designações (Sanders et al., 2016), tais como *Lean Manufacturing* ou *Lean Production*, sendo que, na sua génese, representam os mesmos conceitos (Solaimani et al., 2019). *Lean Manufacturing* pode ser entendido como um processo de mudança dinâmica que é orientado por um conjunto de princípios, práticas, atividades e ferramentas, utilizadas para criar valor a um produto ou

serviço, na perspectiva do cliente. Este conceito baseia-se numa filosofia de redução de inflexibilidades nos processos, através da eliminação de atividades/tarefas que não acrescentam valor ao produto final, procurando atuar numa perspectiva de redução de variabilidade no sistema e de melhoria contínua (Budianto et al., 2021; Klein et al., 2021; Saleeshya et al., 2012). A eficiência do *Lean Manufacturing* está associada ao desempenho operacional, no sentido do aumento da produtividade, qualidade do produto final, diminuição de tempos de espera, tempos de ciclo e custos industriais e minimizando, ainda, a variabilidade interna e externa do sistema (Budianto et al., 2021).

Lean Manufacturing é um sistema que mapeia valores com as exigências do utilizador, visando eliminar desperdícios e, ao mesmo tempo, manter a qualidade do produto fornecido ou do serviço prestado. Como tal, uma implementação *Lean* deve seguir cinco princípios que incluem a definição de valor com base numa perspectiva do cliente; a identificação da cadeia de valor, eliminando desperdícios e resultados indesejáveis; a criação de um fluxo contínuo; o estabelecimento de um sistema *pull*, onde apenas é providenciado ao cliente o que este pretende e na altura definida; e a busca contínua pela perfeição, tornando os processos mais eficientes e atendendo sempre aos requisitos do consumidor (Hicks, 2007; Lekan et al., 2020; Rymaszewska, 2017).

Deste modo, podem existir, numa organização, três grandes inibidores para o correto funcionamento de um sistema produtivo designados por: “*Muri*”, sobrecarga de pessoas ou equipamentos; “*Mura*”, variabilidade ou inconsistência de processos; e “*Muda*”, desperdício de tempo ou recursos (Mor et al., 2019), surgindo, segundo Ohno (1988), sete tipos de desperdícios que devem ser identificados e eliminados (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014; Hicks, 2007; Sternberg et al., 2013):

- **Sobreprodução:** Este é considerado o pior tipo de desperdício visto que pode originar os outros seis. Sobreprodução ocorre quando uma operação produz mais componentes do que aqueles que o cliente solicitou, que resultam num excesso de produção e, conseqüentemente, perfazem *stock* e conduzem a custos.
- **Transporte:** Deslocações desnecessárias de materiais ou pessoas de uma operação para outra. De uma forma geral estas movimentações deveriam ser realizadas o mínimo possível, visto que acrescentam tempo ao processo, tempo este que não adiciona qualquer valor ao produto final. Para além disso, durante o processo de transporte, o material pode danificar-se.
- **Movimentação:** Movimentos de colaboradores ou equipamentos que são realizados para ajustar *layouts* ineficientes, corrigir defeitos, reprocessamentos, sobreproduções ou excesso de inventários.
- **Inventário:** Todo o inventário desde matérias-primas, *work-in-progress* ou produto acabado, que não pretende satisfazer as atuais encomendas dos clientes, é considerado desperdício visto que requer espaço adicional para o seu armazenamento, mais processamento e não agrega qualquer valor.

- **Espera:** Tempos de espera representam períodos de inatividade num processo a jusante quando o processo a montante não entregou o material necessário no tempo definido. Pode ainda representar avarias nas máquinas ou tempo em que o colaborador está à espera de que o equipamento termine o seu processo.
- **Sobre processamento:** Operações extra, tais como retrabalho, reprocessamento, manipulação ou armazenamento de componentes, que ocorrem devido a defeitos, sobreprodução ou inventário excessivo.
- **Defeitos:** Produto acabado ou serviços que não estão de acordo com os requisitos do cliente, o que provoca insatisfação neste e retrabalho na organização.

Para além destes sete desperdícios, Womack and Jones (1996) identificaram um oitavo desperdício relacionado com a desvalorização e a não utilização adequada do conhecimento/talento das pessoas, das suas ideias ou sugestões que podem resultar na melhoria dos processos de uma organização (Hicks, 2007; Klein et al., 2021).

2.2.1. Metodologias e Ferramentas *Lean*

Existe um vasto número de metodologias e ferramentas *Lean* que podem ser aplicadas em contexto industrial, de maneira a aumentar a eficiência dos processos, da qual a sua implementação é feita, de acordo com o objetivo pretendido para a situação em análise. Neste capítulo apenas serão explicitadas as metodologias que foram aplicadas na sequência do presente projeto.

Em seguida apresentam-se as ferramentas utilizadas, assim como, uma breve descrição das mesmas.

- **Total Productive Maintenance (TPM):** TPM é um conjunto de práticas que pretendem maximizar a eficácia dos equipamentos, utilizando técnicas de manutenção preditiva e preventiva. Esta metodologia tem assente a ideia de zero desperdícios, zero acidentes, zero avarias e zero defeitos, de forma a que o equipamento atinja altos níveis de disponibilidade (Khalfallah & Lakhal, 2021).
- **Overall Equipment Effectiveness (OEE):** Desenvolvido como parte integrante da metodologia TPM, o OEE é um indicador de desempenho que pretende medir a produtividade dos equipamentos que compõem um processo, através de três parâmetros: Disponibilidade, Desempenho e Qualidade (Corrales et al., 2020).
- **Single Minute Exchange of Die (SMED):** Metodologia que tem como objetivo minimizar os tempos em que o equipamento não se encontra em funcionamento devido a uma mudança de ferramenta. Esta minimização é conseguida através da conversão de tarefas que ocorrem enquanto a máquina está parada em

tarefas que podem ocorrer com esta em atividade e devida melhoria e normalização dessas atividades (T. Vieira et al., 2019).

- **Standard Work:** A padronização do trabalho pretende estabelecer a melhor sequência de tarefas, com a aplicação dos métodos mais adequados para cada processo e para cada trabalhador, com o objetivo de maximizar o desempenho do operador, reduzir a variabilidade na execução das tarefas, estabilizar o processo e minimizar fontes de desperdício (A. Pereira et al., 2016).
- **Gestão Visual:** A gestão Visual envolve a aplicação de práticas que permitem visualizar de forma explícita a informação no chão de fábrica, através de sinais visuais, linhas de orientação ou de identificação de espaços, etiquetas, códigos de cores, entre outros. O objetivo da aplicação desta técnica é melhorar o fluxo de trabalho e tornar os processos produtivos compreensíveis para todos os intervenientes do sistema (Kurpjuweit et al., 2019).
- **Spaghetti Diagram:** Esta ferramenta permite representar, através de linhas, os fluxos de pessoas, materiais ou até mesmo informação, com o intuito de identificar deslocamentos desnecessários e eliminá-los, de forma a encontrar a sequência de movimentações que melhor se adequa ao processo tornando-o, desta forma, mais eficiente (Bhat et al., 2016; Cantini et al., 2020).

Seguidamente será feita uma abordagem mais detalhada das diversas ferramentas utilizadas no decorrer do projeto, de forma a tornar perceptível em que consiste cada uma delas, qual a sua aplicabilidade em contexto industrial e que resultados se esperam alcançar com a sua implementação.

2.2.1.1. Total Productive Maintenance (TPM)

O conceito de *Total Productive Maintenance* foi proposto por Nakajima (1988) sendo que as três palavras que o constituem pretendem envolver várias noções. *Total* refere-se ao envolvimento de todos os trabalhadores e gestores, na medida em que conseguem abranger todo o ciclo de vida de determinado processo produtivo; *Productive* relaciona-se com o aumento da produtividade, através da não ocorrência de acidentes, procurando atingir zero defeitos de fabrico, zero falhas e zero acidentes, de maneira a minimizar os problemas passíveis de ocorrer; e *Maintenance* com o propósito de manter o sistema produtivo funcional (Jaquin et al., 2020).

O TPM é uma ferramenta que tem como principal objetivo manter a eficácia do equipamento, através da redução de falhas, avarias e não conformidades, eliminando perdas e tempos de paragens, o que se traduz num claro aumento da taxa de produção, em reduções de custos e pode, ainda, aumentar a produtividade dos intervenientes na realização de determinado processo. Esta metodologia é especialmente focada na produção que é realizada em equipamentos ou processos muito automatizados, visto que são estes que têm grande influência na qualidade do produto final, na produtividade do

processo, nos custos envolvidos para a produção de materiais ou componentes, nos níveis de inventário e nos resultados da produção (Muchiri & Pintelon, 2008).

Vários autores sustentam que a implementação do TPM em grandes empresas tem uma elevada taxa de sucesso, enquanto, em pequenas e médias empresas, esta implementação e manutenção torna-se mais difícil devido à falta de capital investido, neste tipo de ferramenta, e à desconfiança que ainda existe nos benefícios que esta poderá trazer para as organizações. De facto, 87% destas empresas opta por estratégias de manutenção reativa que consistem em sistemas de manutenção de avarias, ao invés de desenvolverem e aplicarem planos de manutenção preventiva. A base desta metodologia assenta na aplicação da ferramenta 5S e de oito pilares relacionados com os diversos tipos de manutenção que podem ser aplicados num sistema, sendo que, o que se propõe é uma progressiva implementação e melhoria de determinado pilar ou pilares, não sendo necessário, ou muitas vezes possível, a aplicação de todos eles, o que não invalida a eficácia de funcionamento da ferramenta. A Figura 3 pretende, assim, representar a casa TPM, tal como proposto por Nakajima (1988) (Tian Xiang & Jeng Feng, 2021).

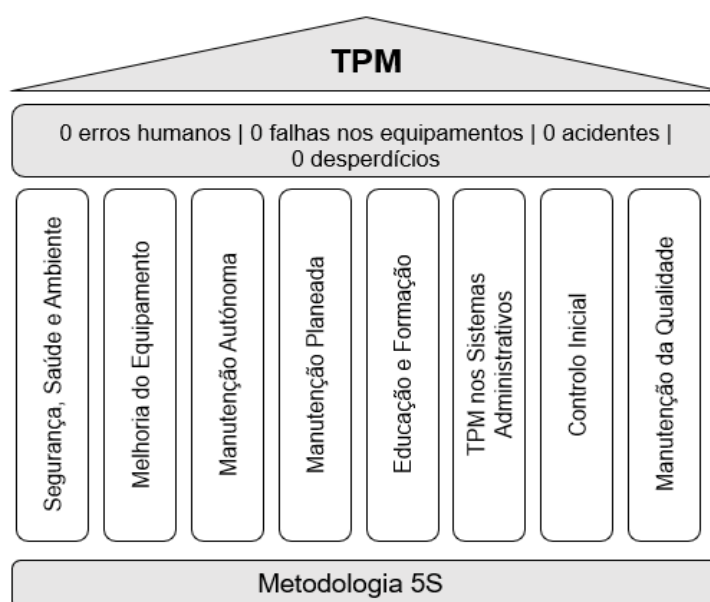


Figura 3 - Os 8 pilares do TPM

Adaptado: Tian Xiang & Jeng Feng, 2021

Os oito pilares que constituem a casa TPM são, nomeadamente (Kshatra et al., 2020; Tian Xiang & Jeng Feng, 2021):

- **Segurança, Saúde e Ambiente:** Identificação e eliminação de possíveis fontes que possam causar acidentes tornando a área de trabalho mais segura.
- **Melhoria do Equipamento:** Aplicação de técnicas de melhoria contínua de forma a ser possível reduzir ou até eliminar as falhas dos equipamentos para que este funcione com elevados níveis de eficácia.

- **Manutenção Autônoma:** Os operadores têm a responsabilidade de fazer a manutenção e limpeza do equipamento, regularmente, através da aplicação da ferramenta 5S, como forma de garantir o bom estado do mesmo.
- **Manutenção Planeada:** Através da medição do rácio de falhas no equipamento é possível definir um plano de manutenção de forma a atuar em conformidade com os possíveis problemas que possam surgir. A manutenção planeada inclui a manutenção preventiva, que atua sobre os equipamentos, tentando evitar a ocorrência de falhas, mantendo-os a funcionar nas condições normais; e a manutenção preditiva que, através do histórico de funcionamento do equipamento pretende antecipar as falhas que podem surgir e atuar na sua manutenção. Existe, ainda, um outro tipo de manutenção, utilizada em larga escala nas indústrias, a manutenção não planeada, que pressupõe uma manutenção corretiva atuando nos equipamentos apenas quando existe uma falha (Teixeira et al., 2018).
- **Educação e Formação:** Envolvimento de todos os colaboradores e formação, no sentido de possuírem mais conhecimento sobre o sistema, de forma a conseguirem atuar sobre ele, caso ocorra algum problema.
- **TPM nos Sistemas Administrativos e de Suporte:** Extensão da filosofia TPM às funções administrativas da empresa, identificando as suas perdas e eliminando-as.
- **Controlo Inicial:** Aplicação de técnicas de melhoria na fase inicial do projeto de novos equipamentos, com o objetivo de obter o menor número de falhas possível.
- **Manutenção da Qualidade:** Fornecimento de produtos sem defeitos, possibilitando a satisfação do cliente da melhor forma. Para isso é necessário atuar desde o início do processo, através da eliminação de não conformidades.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Antes de iniciar o estudo do OEE é necessário ter presente duas definições essenciais neste contexto: eficácia e eficiência de um processo ou equipamento. A eficácia pode ser definida como uma característica do processo que permite indicar o grau com que o resultado deste está em conformidade com os requisitos pré-estabelecidos, enquanto eficiência é uma característica do processo que indica o grau com que este produz o que foi solicitado, com o mínimo de custos despendidos em recursos. Neste sentido o OEE é um indicador que assinala o grau de conformidade do que foi produzido constituindo, assim, uma ferramenta que mede a eficácia do processo ou do equipamento (Muchiri & Pintelon, 2008).

Nakajima (1988) propõe que o objetivo da métrica OEE é avaliar o progresso da filosofia TPM, através da medição quantitativa do desempenho de um equipamento individual ou de um processo, de forma mais abrangente (Garza-Reyes, 2015), sendo assim utilizado como um *Key Performance Indicator* (KPI) do TPM. O uso deste indicador, pelas indústrias,

tem vindo a aumentar, como forma de controlar e monitorizar o desempenho dos equipamentos, medindo as suas perdas de produção, perdas essas que consomem recursos mas não criam qualquer tipo valor ao produto e, ainda, como um indicador das potenciais áreas de melhoria que podem ser aplicadas para aumentar o desempenho do equipamento ou do processo, tornando-os mais confiáveis (Garza-Reyes, 2015; Muchiri & Pintelon, 2008; Tsarouhas, 2019). Assim, o OEE pretende identificar as perdas na produção, baseadas em três elementos: na taxa de utilização de um equipamento ou processo (disponibilidade), na sua taxa operacional (desempenho) e na avaliação da qualidade dos componentes produzidos (qualidade). Pode então assumir-se que o resultado do OEE é obtido através da multiplicação destes três elementos, segundo a equação (Garza-Reyes, 2015; Muchiri & Pintelon, 2008):

$$OEE = Disponibilidade \times Desempenho \times Qualidade$$

De notar que os valores *standard* estabelecidos associados aos três parâmetros que compõem o cálculo do indicador OEE correspondem a 90% para a disponibilidade, 95% para o desempenho e 99% para a qualidade, o que perfaz um OEE de, aproximadamente, 85% (Jaçin et al., 2020).

Detalhando melhor cada um dos conceitos, o fator disponibilidade pretende medir o tempo total que um sistema não está a operar devido a avarias, mudanças de ferramentas, ajustes ou outro tipo de paragens. A equação utilizada por Nakajima (1988) que traduz este parâmetro é dada pela diferença entre o tempo total de funcionamento do equipamento, depois de deduzidas todas as paragens planeadas que possam interromper o ciclo de produção, sejam elas, manutenções programadas, pausas estipuladas de operadores, iniciativas de melhoramento do processo, testes aos equipamentos, manutenções realizadas pelos operadores das máquinas, limpezas de equipamentos ou formações dadas aos operadores (Garza-Reyes, 2015; Muchiri & Pintelon, 2008):

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo Total de Operação} - \text{Paragens Não Planeadas}}{\text{Tempo Total de Operação}}$$

Relativamente ao fator desempenho, este mede a velocidade real a que o equipamento opera, através da diferença entre o tempo ideal de velocidade do equipamento, e as perdas de velocidade que acontecem devido a micro-paragens e tempos de inatividade. Este parâmetro pode ser calculado de diversas maneiras, sendo que a proposta por Nakajima (1988) define um valor fixo para a produção e considera que o desempenho corresponde ao desvio que é feito ao tempo de ciclo ideal (Garza-Reyes, 2015; Muchiri & Pintelon, 2008):

$$Desempenho = \frac{\text{Tempo de Ciclo Ideal} \times \text{N}^\circ \text{ de Ítems Produzidos}}{\text{Tempo de Carga (Uptime)}}$$

O terceiro elemento que compõe o OEE diz respeito à qualidade, permitindo calcular a proporção de defeitos, no total de itens gerados. De realçar que estes defeitos são relativos

apenas aos produzidos numa máquina específica ou na linha de produção, não tendo em consideração outro tipo de imprecisões externas ao processo designado. Nakajima (1988) propõe assim a seguinte equação (Garza-Reyes, 2015; Muchiri & Pintelon, 2008):

$$Qualidade = \frac{N^{\circ} \text{ de Itens Produzidos} - N^{\circ} \text{ de Itens Defeituosos}}{N^{\circ} \text{ de Itens Produzidos}}$$

Um das limitações apontadas por Garza-Reyes (2015) relativas ao parâmetro qualidade, é referente ao facto de que, este não tem em consideração perdas de materiais, tais como a sobrecarga ou o excesso de peso colocado nos equipamentos, dependendo do tipo de máquinas que são utilizadas e da sua função, perdas essas que são muitas vezes intrínsecas ao processo produtivo.

As perdas que ocorrem nos equipamentos, afetando a sua eficácia, podem dever-se a perturbações de dois tipos: crónicas ou esporádicas. As perturbações crónicas são muitas vezes pequenas e difíceis de detetar, visto que são o resultado de várias ocorrências simultâneas. As perturbações esporádicas, por sua vez, são mais fáceis de ser identificadas, visto que ocorrem rapidamente e, quando acontecem, provocam grandes desvios ao estado normal do sistema. Neste sentido, para atingir a eficácia global do equipamento é necessário a eliminação destas perdas, representadas na Figura 4 (Muchiri & Pintelon, 2008; Tsarouhas, 2019):

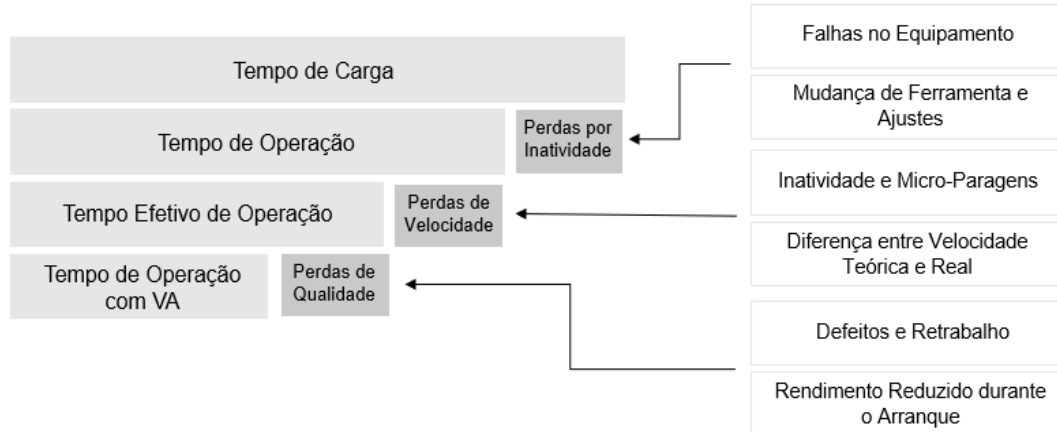


Figura 4 - As perdas associadas aos equipamentos

Adaptado: Muchiri & Pintelon, 2008

Pela análise da Figura 4 conseguem ser observadas três tipos de perdas, as por inatividade, as de velocidade e as de qualidade. De seguida, para cada uma delas, apresenta-se uma breve descrição.

Perdas por inatividade

- Perdas de tempo ou de quantidades causadas por falhas nos equipamentos ou avarias.
- Perdas relacionadas com mudanças de ferramentas ou ajustes que ocorrem quando vão ser produzidos itens com propriedades diferentes das anteriores.

Perdas de velocidade

- Perdas por inatividade ou pequenas paragens que ocorrem quando a produção é interrompida por avarias temporárias ou quando uma máquina está parada.
- Perdas relacionada com a diferença entre a velocidade teórica do equipamento e a sua velocidade de funcionamento real.

Perdas de qualidade

- Perdas relacionadas com defeitos ou retrabalho que são causadas pelo mau funcionamento do equipamento.
- Perdas de rendimento durante o arranque das máquinas que ocorrem até à sua estabilização.

Para além da importância dos três elementos descritos neste segmento, é necessário realçar que existem outros fatores que podem influenciar significativamente o desempenho de um processo, tais como, a eficiência do uso das matérias-primas, a sua qualidade e custo ou mesmo o ambiente produtivo em que o equipamento opera, isto é, o sistema de produção seguido, a logística envolvida, o fluxo de materiais ou até a mão-de-obra utilizada (Garza-Reyes, 2015). Isto acontece porque nenhuma máquina opera isoladamente, dado que o processo industrial é bastante complexo e possui múltiplas interações no seu fluxo produtivo, que envolvem diversas ferramentas, pessoas, materiais, departamentos e processos que não podem ser entendidos como componentes separados na cadeia de produção. Por esta razão, é imperativo que haja uma coordenação entre todos os elementos constituintes da organização, de maneira a existir uma disponibilização de recursos, sejam eles pessoas, informações ou ferramentas, quando necessário, possibilitando uma gestão eficaz de todo o trabalho (Muchiri & Pintelon, 2008).

2.2.1.2. *Single Minute Exchange of Die (SMED)*

Como referido anteriormente, uma produção *Lean* caracteriza-se pela sua flexibilidade de fornecer ao cliente final a quantidade certa do que ele necessita, no período exato que este estabeleceu, com o mínimo de desperdício. No entanto, para atingir esta flexibilidade, os lotes a produzir têm de ser pequenos, o que pressupõe uma maior frequência dos *setups* efetuados. Neste sentido, as empresas precisam de encontrar formas de reduzir estes

espaços temporais e limitar as atividades que não acrescentam valor ao produto (Silva et al., 2020).

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foi desenvolvida pelo engenheiro Japonês Shigeo Shingo, na década de 50, como forma de responder à necessidade de eliminar os gargalos provocados pelas prensas moldadoras na empresa de automóveis emergente na época, a Toyota (Shingo, 1985; E. Sousa et al., 2018). Este método tem como objetivo analisar e reduzir os tempos de mudança de ferramentas, tornando-os inferiores a dez minutos, ou seja, apenas com um dígito (*Single Digit Minute*), permitindo passar, rapidamente, de processar o produto atual para processar um outro produto (Yazıcı et al., 2020). Considera-se uma mudança numa máquina sempre que é feita alguma alteração planeada em termos de troca de molde ou de ferramenta, troca na forma como o material está acondicionado ou, ainda, troca de produto ou de referência (Haddad et al., 2021).

Um *setup* pode ser definido como o tempo entre a produção, pela máquina, do último artigo em boas condições daquela referência, até à produção do primeiro artigo sem defeitos da referência seguinte (Silva et al., 2020). É importante salientar que os tempos de *setup* para além de aumentarem o tempo de produção, também afetam negativamente a qualidade do produto e não lhe acrescentam qualquer valor, sendo considerados fontes de desperdício para a organização (Yazıcı et al., 2020). Ainda assim, apesar desta classificação, os *setups* têm de acontecer devido à necessidade que existe em executar ajustes nos equipamentos, trocar ferramentas, preparar a matéria-prima para a produção de um componente diferente do anterior, entre outros (Silva et al., 2020). Por conseguinte, de modo a reduzir os tempos em que as máquinas estão paradas, aumentar a flexibilidade do sistema e eliminar ou minimizar os desperdícios existentes e que se traduzem em custos acrescidos, um dos procedimentos mais utilizados pelas organizações é a conversão de tarefas internas em externas (Ruppert et al., 2021). Existem dois tipos de atividades associadas ao *setups* (Haddad et al., 2021):

- **Atividades Internas:** Etapas do processo que só podem ser realizadas enquanto a máquina está parada. Estas atividades aumentam o tempo de produção e diminuem a quantidade de itens produzidos.
- **Atividades Externas:** Etapas do processo que podem ser realizadas durante o tempo em que a máquina está a operar. O objetivo é ter o máximo de atividades deste tipo, onde colaboradores e máquinas trabalham em simultâneo, diminuindo os tempos de inatividade.

A aplicação da técnica SMED tem por base várias etapas, apontadas por Shingo (1985), para a sua correta implementação (Haddad et al., 2021; Yazıcı et al., 2020), Figura 5:

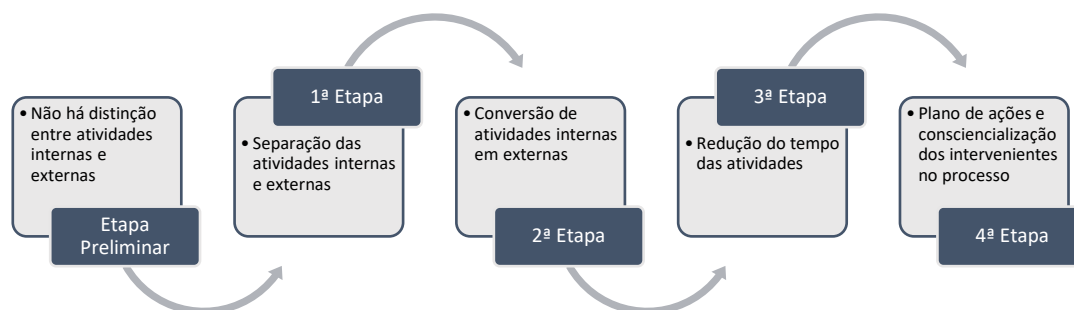


Figura 5 - Etapas para a aplicação da metodologia SMED

Etapa Preliminar: Não existe uma diferenciação entre as tarefas internas e externas. O principal objetivo desta fase é analisar, perceber e fazer medições de tempos no processo. Gravar as várias fases do mesmo, construir diagramas de rotas ou recolher informações dos colaboradores envolvidos no processo podem ser ajudas importante neste passo.

1ª Etapa: Depois da observação e descrição das tarefas que são executadas, estas devem ser divididas em internas ou externas, dependendo se são realizadas com a máquina parada ou em atividade, respetivamente.

2ª Etapa: As atividades internas tentam ser convertidas em externas.

3ª Etapa: Esta etapa é destinada a encontrar soluções para reduzir os tempos das atividades internas e externas. O tempo das atividades internas deve ser reduzido através da simplificação, otimização e normalização destas tarefas. De seguida as tarefas externas devem ser simplificadas. Apesar destas serem realizadas enquanto a máquina está em funcionamento não são isentas de consumos, ou seja, utilizam recursos, pessoas e/ou equipamentos, e, por essa razão devem ser alvo de melhoria.

4ª Etapa: São criados planos de ações que visam reduzir ou eliminar os motivos que podem causar um alargamento do tempo das atividades. Por último, é essencial que haja uma consciencialização dos intervenientes no processo na sua forma de atuar.

A redução nos tempos de *setup* aumenta a disponibilidade dos equipamentos e, consequentemente, a produtividade dos sistemas. A rápida mudança de ferramenta é um dos elementos fundamentais para esta redução de tempo, para além de que permite a redução nas dimensões de lotes, reduz a quantidade de *stock*, melhora o fluxo de produção e aumenta a qualidade e a eficiência do equipamento (Haddad et al., 2021).

A eficácia deste método na redução de tempos de *setup* pode ser comprovada por vários autores que salientam o seu impacto positivo no sistema, seja em termos de redução de desperdícios, no aumento da capacidade produtiva ou na melhoria da flexibilidade dos equipamentos (Ruppert et al., 2021).

De facto, Haddad et al., (2021) sustenta que, através da implementação de SMED, foi possível aumentar a disponibilidade da máquina de extrusão de alumínio em 4,86%, passando de 90,50%, para 95,36%, como consequência aumentando o OEE em 3,26% (de 65,47% para 68,73%). No caso de Yazıcı et al., (2020) que realizou um estudo numa indústria de produção de canetas, através da injeção de plástico para moldes, este concluiu que, com a utilização de SMED e com a ajuda da ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), que tem como objetivo prevenir falhas e analisar os riscos de um sistema, foi possível reduzir os tempos de *setup* em 17 das 25 atividades do sistema, num total de redução de 34,35 minutos, alcançando uma melhoria de 48%. Em Vieira et al., (2020), o estudo desenvolvido numa indústria de componentes para automóveis, neste caso, sistemas de ar condicionado, resultou na normalização de várias tarefas e na redução dos tempos de *setup* de uma prensa, em 19 minutos, reduzindo 38% desse tempo, levando a um aumento da disponibilidade da máquina para 95,1%, correspondendo a um aumento de 7,7%. De modo similar em E. Sousa et al., (2018) foi estudado como poderiam ser reduzidos os tempos de *setup*, na indústria corticeira, numa máquina cuja função é unir a rolha de cortiça à cápsula, através da sua colagem com cola quente. A redução verificada foi de 43% no tempo de troca entre ferramentas, sendo que, para atingir este valor, foram utilizadas as técnicas *lean* SMED e, como complemento, um *A3 Report* que permitiu monitorizar o desenvolvimento do projeto SMED. Ferradás & Salonitis, (2013) conseguiram reduzir 33% nos tempos de troca de ferramenta na célula de soldadura, através da implementação de melhorias organizacionais e com o envolvimento e consciencialização de todos os colaboradores. Também na indústria alimentar esta metodologia pode ser utilizada, apesar das particularidades subjacentes a este tipo de setor. Lozano et al., (2017) demonstra como o SMED juntamente com as técnicas MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTTR (*Mean Time To Repair*) podem ser utilizadas para reduzir os tempos de *setup* em quatro linhas de embalagem. Os resultados mostram que houve reduções de 76 minutos na linha 1, 33 minutos na linha 2, 52 minutos na linha 3 e 112 minutos na linha 4. Também os tempos entre falhas aumentaram, o que significa que durante o mesmo período de tempo o número de falhas diminuiu, tal como o tempo para as reparar.

2.2.1.3. Padronização do Trabalho (*Standard Work*)

A padronização do trabalho é um método utilizado pelas indústrias para a conceção de determinado produto da forma mais eficiente, através da clara especificação de como este deve ser realizado. Para além disso pode, ainda, ser bastante útil na identificação de potenciais melhorias no sistema, através da deteção dos desperdícios existentes. De uma forma bastante pragmática pode considerar-se que, tudo o que não sejam equipamentos necessários para o correto funcionamento do sistema, espaço e material imprescindível para trabalhar e tempo em que, de facto, se acrescenta valor ao produto final, constituem fontes de desperdício. Neste seguimento podem existir três tipos de atividades no panorama organizacional: atividades de valor não acrescentado, consideradas somente

desperdício mas que consomem recursos, tempo e a execução de tarefas desnecessárias; atividades que não acrescentam valor mas que são necessárias para a realização dos procedimentos organizacionais; e, por último, as atividades que acrescentam valor ao produto final, seja por alteração da sua natureza, forma ou característica, de maneira a satisfazer os requisitos do cliente (Mor et al., 2019).

Tal como refere Ohno (1988), onde não existe um *standard* não pode haver melhoria, isto porque, desta forma, os resultados finais do processo seriam imprevisíveis e tornar-se-ia difícil obter um fluxo consistente de trabalho e atingir um sistema *pull* (Chan & Tay, 2018). Por essa razão, a normalização do trabalho é uma ferramenta essencial que pretende estabelecer o melhor método para cada processo que integra o sistema, assim como, a sequência mais lógica de tarefas a serem executadas, por cada um dos colaboradores e, ainda, regras básicas que complementam o seu correto funcionamento. Existem três elementos essenciais na padronização de qualquer processo (Chan & Tay, 2018; A. Pereira et al., 2016):

- O *Takt Time*, ou seja, o ritmo a que um produto deve ser efetuado para satisfazer a procura do cliente.
- A sequência exata de tarefas que devem ser realizadas no *takt time* estabelecido.
- Um inventário normalizado, dado que, quando os níveis de WIP se encontram desnivelados os problemas existentes tornam-se visíveis.

Com a correta aplicação deste método é possível reduzir a aleatoriedade e variabilidade (*Mura*) na forma como as operações são realizadas, o que permite aumentar a flexibilidade dos colaboradores e do sistema produtivo, a segurança, visto que as fontes de potenciais acidentes são reduzidas, a consistência do *output*, a moral dos trabalhadores e a eficiência do processo, com o mínimo desperdício associado (*Muda*). Para além disso, com a correta documentação de todos os procedimentos pretende-se aproximar a maneira como os colaboradores trabalham, não só no seu turno, mas entre turnos, facilitar a aprendizagem de alguém novo naquela função ou ainda auxiliar na resolução de eventuais problemas que possam surgir. É importante referir que a padronização de determinado processo não deve ser um procedimento estático, isto é, não deve ser concebido apenas uma vez e mantido inalterável, pelo contrário, deve ser periodicamente revisto e adaptado à realidade que se verifica naquela altura, possibilitando uma melhoria contínua do sistema (Mor et al., 2019).

2.2.1.4. Gestão Visual

Gestão Visual é uma ferramenta *Lean* que torna a informação visível e clara para todos os intervenientes num processo ou num sistema, desde a gestão de topo, até aos colaboradores que trabalham diariamente num posto de trabalho. Através de sinais visuais é possível expor a informação de uma forma simplificada e de fácil compreensão quando comparado com a utilização de texto, o que permite uma melhor comunicação e aumenta a transparência no diálogo (Parry & Turner, 2006). A sua correta implementação no espaço

de trabalho deve permitir a resposta quase imediata a perguntas essenciais tais como: quem, o quê, quando, onde, porquê e como, o que torna mais eficiente a coordenação de uma equipa alocada a um setor ou a um posto de trabalho (Singh & Kumar, 2020).

A Gestão Visual é utilizada essencialmente para uma partilha eficiente de informação, como forma de criar *standards* no local de trabalho, para salientar os problemas existentes e, desta forma, incitar à sua rápida resolução ou mesmo como forma de prevenir a ocorrência de alguns desses problemas. O resultado da sua implementação é um sistema simplificado, com menos perdas e desperdícios associados, onde a variabilidade na forma como se atua ou como se percebe a organização do espaço de trabalho pode ser reduzida, viabilizando uma cultura de melhoria contínua, seja pela melhoria no desempenho organizacional, que se traduz num fluxo de trabalho mais eficaz, ou pela simplificação do controlo produtivo (Knop, 2020).

A Gestão Visual pode ser aplicada em diversas áreas do local de trabalho sendo que existem várias categorias de ferramentas visuais que podem ser utilizadas, de acordo com a sua função (Knop, 2020; Tezel et al., 2016):

- **Ferramentas de Organização do Local de Trabalho:** Estas estão muitas vezes relacionadas com a metodologia 5S (*Sort, Straighten, Shine, Standardize and Sustain*) e podem ser aplicadas na forma de sinais visuais, etiquetas, linhas direcionais ou identificativas de determinados espaços, quadros de sombras, códigos de cores, entre outros.
- **Ferramentas de Normalização do Local de Trabalho:** A utilização de normas de trabalho, onde se encontram especificados os passos das operações, as suas durações aproximadas e os pontos críticos do processo, permitem que o colaborador consiga, de forma clara e visual, perceber os procedimentos que tem de executar, servindo também de guia na realização das suas tarefas.
- **Ferramentas de Resolução de Problemas:** Ferramentas tais como o *Value Stream Mapping* (VSM) ou o *A3 Report*, pretendem conseguir entender e caracterizar um determinado problema, de forma explícita e, assim, tentar encontrar maneiras de proceder à sua resolução.
- **Ferramentas Operacionais:** Estas incluem ferramentas de controlo visual, tais como quadros *kanban* que permitem perceber que processos estão pronto para iniciar, os que já iniciaram e os que estão terminados; sinais visuais, por exemplo, os sistemas *Andon* que imitem um alerta visual ou sonoro quando ocorre algum problema no sistema; e, ainda, ferramentas que pretendem evitar erros, designados *poka-yoke*.

Devido à simplicidade de aplicação e de utilização das ferramentas acima mencionadas, estas são aplicadas de forma recorrente nas organizações, no entanto, deve haver especial atenção na forma como são inseridas no ambiente industrial, visto que, sem

normalização e sem consciencialização dos intervenientes no processo, é possível que não se atinjam os resultados esperados (Tezel et al., 2016).

2.2.1.5. Diagrama de Esparguete (*Spaghetti Diagram*)

O Diagrama de Esparguete é uma ferramenta utilizada com a finalidade de representar de forma visual, através de linhas, o fluxo de material ou pessoas durante a execução de uma ou várias atividades, que constituem um processo organizacional, sendo que o objetivo é a identificação de padrões de movimento (Cantini et al., 2020; Mourato et al., 2020). Através da análise deste tipo de diagramas é possível o reconhecimento de vários problemas entre eles (Correia et al., 2020):

- Percursos com interseções que podem causar congestionamentos ou atrasos.
- Movimentações de material no sentido contrário do fluxo normal.
- Tamanho e frequência das movimentações efetuadas.
- Distâncias desnecessárias percorridas por pessoas e materiais.
- Sequências de operações desadequadas ou equipamentos que não se encontram devidamente organizados na sua estação de trabalho.

Esta identificação e descrição de fluxos, sejam eles matérias-primas, *work-in-progress*, produto acabado, máquinas, colaboradores ou até mesmo informação, permitem detetar ineficiências de movimentos e ações que não constituem valor para o processo considerado e, desta forma, eliminá-las, procurando encontrar o percurso mais adequado que minimiza as distâncias percorridas, a respetiva sequência de tarefas a realizar e ainda o *layout* das estações de trabalho que torna o sistema mais eficiente (Bhat et al., 2016; Correia et al., 2020).

2.3. Metodologias de Análise: Aplicação de duas Ferramentas Básicas da Qualidade

Visto que, muitas vezes, as organizações se deparam com problemas complexos, a utilização de ferramentas simples e estruturadas permite representar de forma clara a informação existente, para que esta possa ser analisada ao detalhe e, conseqüentemente, encontrada uma solução para o problema em estudo (Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019).

2.3.1. Diagrama de Pareto

Um estudo realizado por Vilfredo Pareto, no século XVIII, constatou que, 80% da distribuição de riqueza em Milão estava concentrada em 20% da população. De forma bastante similar, este conceito onde se atribui uma grande importância a um conjunto pequeno de itens e pequena importância ao grande conjunto deste, pode ser aplicada em diversas situações, nomeadamente em contexto industrial, associado a sistemas produtivos, tornando-se conhecido como o Princípio de Pareto (Chu et al., 2008).

A classificação de itens é um aspeto importante, nas organizações, ao nível logístico, visto que, é esta que suporta a gestão de *stocks* e pode também apoiar na determinação da estratégia de planeamento de materiais associados aos diversos artigos (Scholz-Reiter et al., 2012). Desta forma, o armazenamento de itens, nas indústrias, necessita de um sistema que permita identificar onde estes devem ficar alocados, de acordo com o seu grau de importância, dado que, quando se está perante uma grande variedade de consumíveis diferentes não é possível haver um controlo e uma atenção equitativa para cada um deles (Chu et al., 2008).

Existem vários tipos diferentes de classificação de artigos, dependendo do objetivo que se pretende alcançar. A técnica de classificação mais utilizada é a Análise ABC, que categoriza itens através do seu volume de negócio (Scholz-Reiter et al., 2012). Assim, os artigos podem ser divididos, em três grupos, de acordo com o seu valor e importância para a organização (Chu et al., 2008):

- **Grupo A:** Os artigos deste grupo constituem 15-20% do total do inventário, representando 75-80% do seu valor.
- **Grupo B:** Os artigos deste grupo constituem 30-40% do total do inventário, representando 15% do seu valor.
- **Grupo C:** Os artigos deste grupo constituem 40-50% do total do inventário, representando 5-10% do seu valor.

A classificação ABC pode ser aplicada de acordo com vários critérios, tais como o *lead time* dos produtos, a sua criticidade, o custo de encomenda, a durabilidade, o tamanho da encomenda, entre outros (Yung et al., 2021). Apesar disso, vários autores tais como Yung et al., (2021), Eraslan & Iç, (2020) ou Douissa & Jabeur (2020), defendem que, esta ferramenta apresenta várias limitações e que a sua utilização isolada pode comprometer a fiabilidade da classificação final atribuída aos artigos. Desta forma, a aplicação de outros métodos, em conjunto com este, pode revelar-se bastante útil para que o resultado final alcançado corresponda o mais possível à realidade do sistema.

2.3.1.1. Análise XYZ

Nesta sequência, a análise XYZ é empregada, muitas vezes, como um complemento da classificação ABC, sendo que, este método, tem como objetivo distinguir os artigos de acordo com a sua regularidade de utilização, podendo-lhe ser atribuída a seguinte classificação (Scholz-Reiter et al., 2012; Zenkova & Kabanova, 2018):

Classe X: Consumo constante, não existem grandes flutuações, ao longo do tempo, no seu consumo, o que permite fazer previsões de consumo precisas.

Classe Y: Moderadas flutuações no consumo, podem depender da sazonalidade de produção ou de tendências. Não permite que as previsões de consumo sejam tão precisas, comparadas com as anteriores.

Classe Z: Consumo completamente irregular e previsões de consumo muito pouco precisas.

Segundo Scholz-Reiter et al., (2012) esta análise tem por base o Coeficiente de Variação (CV) que é calculado através da divisão entre o desvio padrão dos artigos e a sua média de consumo num determinado período de tempo. O intervalo de valores que é atribuído a cada uma das classes varia entre organizações, de acordo com as especificidades da sua atividade de negócio (Kumar, 2017).

A utilização conjunta destes dois tipos de análise ABC-XYZ permitem a aplicação das mesmas estratégias de planeamento aos itens com características semelhantes, para além de que, devido à sua simplicidade e acessibilidade de utilização tem vindo a revelar-se um método fundamental na redução de custos de inventário e na melhoria de processos de armazenagem (Zenkova & Kabanova, 2018). A junção dos dois métodos perfaz as seguintes classificações de artigos: AX, BX, CX, AY, BY, CY, AZ, BZ, CZ (Scholz-Reiter et al., 2012).

2.3.2. Diagrama de Causa-Efeito

O Diagrama de Causa-Efeito é também conhecido por Diagrama Espinha de Peixe, por a sua representação gráfica se assemelhar a um esqueleto de peixe ou, ainda, Diagrama *Ishikawa*, visto que foi proposto por Kaoru Ishikawa. Esta ferramenta foi pela primeira vez utilizada em 1952, na empresa *Kawasaki Iron Fukia Works* para discutir problemas relacionados com a qualidade dos produtos, sendo que a sua aplicação tornou-se cada vez mais abrangente na resolução de problemas de diversas áreas de estudo (Botezatu et al., 2019; Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019).

A existência de um problema pode ser entendida como um resultado indesejado, resultante de algo que foi executado. Neste sentido, de maneira a encontrar uma solução para a sua resolução é necessário entender claramente qual é o problema em questão e as causas que o originaram. O Diagrama Causa-Efeito é utilizado com a finalidade de ajudar a identificar as causas de um determinado problema, representando de forma gráfica as relações que podem existir entre um dado *outcome* e todos os fatores que o podem influenciar de alguma forma. Isto significa que, através do reconhecimento das causas raízes, (Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019) as potenciais causas que podem estar associadas ao problema em questão são representadas de forma hierárquica, através de vários níveis (Luca & Luca, 2019).

O diagrama pode ser dividido em 6 M's: Máquina, Mão-de-Obra, Material, Método, Medida e Meio-Ambiente onde, para cada categoria, se vão identificando as causas associadas e as suas relações, começando pelas mais gerais, até às mais particulares, que podem ser conseguidas através de sucessivos "Porquês" que são realizados em cada

causa e que levam ao aparecimento de outras mais específicas, até se atingir o quarto ou quinto nível de causas em cada uma das categorias. A análise das causas-raízes do problema identificado é feita nos níveis mais baixos pois são estes que contêm as causas críticas que têm impacto nos níveis mais altos e que, portanto, a sua resolução irá refletir-se nesses níveis (Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019).

A elaboração de um Digrama *Ishikawa* segue, assim, várias etapas principais, iniciando-se pela definição do problema; elaboração do diagrama; análise da informação extraída deste; e, por último, desenvolvimento de um plano de ações, considerando os fatores onde se deve atuar para solucionar o problema. Estas etapas permitem não só um melhor conhecimento do processo ou do equipamento em análise, como o surgimento de potenciais ideias para melhorar o sistema (Botezatu et al., 2019).

3. A Empresa

Para uma melhor compreensão do caso de estudo que será retratado é necessário, primeiramente, expor uma breve descrição da empresa e conhecer o contexto industrial onde o projeto foi desenvolvido, assim como as especificidades dos processos produtivos que a caracterizam.

3.1. Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.

Com 150 anos de existência, o Grupo Amorim teve a sua origem em 1870, sendo a maior empresa mundial de produtos de cortiça e uma das mais internacionais, dinâmicas e empreendedoras empresas portuguesas, investindo anualmente 7,5 milhões de euros em Investigação, Desenvolvimento e Inovação (I&D+I) (Amorim Cork, 2021).

Operando em mais de 100 países espalhados por todos os continentes, graças à sua verticalização como fator para atingir o sucesso, a Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. é o maior produtor e fornecedor de rolhas de cortiça a nível mundial, detendo 50% das exportações nacionais de cortiça. Esta apresenta uma produção anual de 5,4 mil milhões de unidades, correspondendo a um volume de negócio de 702 milhões de euros anuais conferindo-lhe, assim, 35% da cota mundial do mercado global da cortiça (Amorim Cork, 2021).

Destacando-se pela sua qualidade, inovação, excelência, visão e sustentabilidade, a empresa conta, atualmente, com mais de 4 200 colaboradores na sua estrutura e encontra-se organizada em cinco Unidades de Negócios: Matérias-Primas, Rolhas, Revestimentos, Aglomerados Compósitos e Isolamentos (Amorim Cork, 2021), representados na Figura 6.



Figura 6 - Unidades de Negócio Grupo Amorim

Adaptado: Amorim Cork, 2021

A missão estratégica do Grupo Amorim baseia-se em “Acréscitar valor à cortiça de forma competitiva, diferenciadora e inovadora, em perfeita harmonia com a Natureza”, visionando “ser uma empresa sustentável, remunerando adequadamente o capital investido, na promoção da equidade social e da salvaguarda ambiental e com fatores de diferenciação ao nível do produto e do serviço” (Amorim Cork, 2021).

A empresa apresenta um conjunto de princípios éticos, os quais se devem refletir nos comportamentos, atitudes e decisões de todos os seus intervenientes, constituindo, desta forma, um código de conduta que deve ser seguido e respeitado, regendo-se por cinco valores fundamentais (*Amorim Cork*, 2021):

- **Orgulho**, na tradição do negócio, da história enquanto Empresa, da acumulação de trabalho de diferentes gerações e de trabalhar com uma matéria-prima que vem da Terra.
- **Ambição**, na captação de novos clientes, mercados e novas aplicações para a cortiça.
- **Iniciativa**, na busca de soluções para compromissos e desafios, sempre com o foco no desenvolvimento do negócio e do setor.
- **Sobriedade**, celebrando vitórias e sucessos internamente, privilegiando a discussão e aplicando sempre a máxima de fazer mais e melhor.
- **Atitude**, esforço, empenho e disponibilidade, dando sempre o melhor e respeitando Colegas, Clientes, Fornecedores, Acionistas e *Stakeholders*.

3.2. Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A. – Unidade Industrial de Lamas

A Amorim Cork é o maior produtor e fornecedor de rolhas de cortiça a nível mundial, devido aos seus largos anos de experiência e conhecimento do setor. A Unidade de Negócio de Rolhas é composta por dezenas de empresas de produção e distribuição nos principais países produtores de vinho destacando-se, entre elas, a Unidade Industrial de Lamas, onde o projeto foi desenvolvido.

A UI de Lamas, fundada em 1922, foi a empresa que deu origem ao universo de empresas do Grupo Amorim, dedicando-se à produção de Rolhas Naturais, Colmatadas/*Acquamark*. As rolhas naturais são retiradas diretamente do traço de cortiça e constituem o produto topo de gama destinado aos melhores vinhos, enquanto as rolhas colmatadas/*Acquamark* são um reaproveitamento de rolhas naturais de classes mais baixas que, por ação de uma solução aquosa e juntamente com pó de cortiça, preenchem as lenticelas, o que permite obter uma rolha possível de ser comercializada. Atualmente, a empresa tem uma capacidade de produção de broca anual de cerca de 630 milhões de rolhas, das quais 500 milhões são rolhas naturais e 180 milhões correspondem a rolhas colmatadas. Para além disso, ainda compra a fornecedores externos, cerca de 65 milhões de rolhas.

O portefólio de produtos que a Amorim Cork oferece aos seus clientes é bastante vasto, existindo rolhas para todo o tipo de bebidas desde vinhos tranquilos, passando por espumantes, frisantes, cervejas e cidras, até bebidas espirituosas. Na Figura 7 encontram-se especificados os diferentes tipos de produtos que constituem o universo de rolhas Amorim.



*Figura 7 - Portefólio de Produtos Corticeira Amorim
Adaptado: Amorim Cork, 2021*

3.2.1. Descrição do Processo Produtivo

De forma a obter uma melhor compreensão do fluxo produtivo de rolhas naturais segue-se um fluxograma representativo com as suas diversas fases, Figura 8, assim como uma breve descrição do que é realizado em cada uma das etapas às quais o material é submetido.

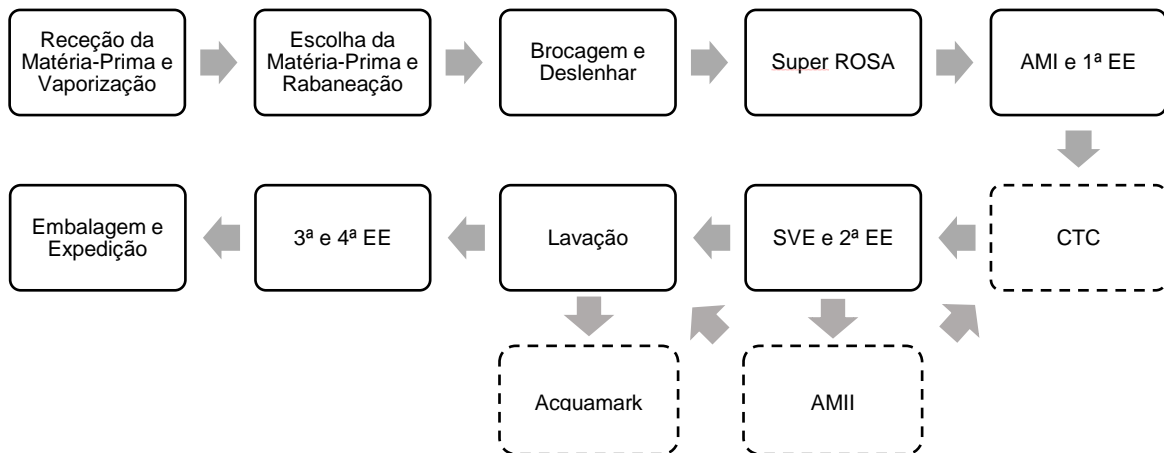


Figura 8 - Esquema do processo produtivo de rolhas naturais

Receção da Matéria-Prima e Vaporização

A primeira etapa do processo produtivo inicia-se com a receção da matéria-prima, pranchas de cortiça, agrupadas em paletes, provenientes das várias unidades da Amorim Florestal e que já foram submetidas a uma primeira cozedura.

Depois de rececionada, a cortiça passa por um processo de Vaporização, de modo a atingir valores de humidade específicos que irão permitir a realização das operações seguintes. Esta cozedura é também importante na remoção de eventuais sólidos orgânicos que possam existir alojados nos poros do produto.

Escolha da Matéria-Prima e Rabaneação

Nesta etapa do processo as placas de cortiças são seleccionadas de acordo com o calibre, que corresponde à espessura da cortiça, e com a classe, que é definida pela qualidade da mesma. Esta atribuição de diferentes categorias às placas de cortiças irá servir de base para a produção de vários tipos de rolhas, de modo a haver o maior aproveitamento possível do material.

Na rabaneação as placas de cortiça são cortadas em traços longitudinais, no sentido dos seus veios naturais, com uma largura ligeiramente superior (2 mm) à pretendida para formar uma rolha com determinado calibre. As cortiças mais difíceis de trabalhar e calibres mais nobres passam por uma rabaneação manual, contrariamente à primeira que é feita de forma automática.

Brocagem e Deslenhar

Neste setor os traços de cortiça são transformados em rolhas de forma cilíndrica, existindo quatro tipos de brocas para a sua obtenção: brocas a pedal, semiautomáticas, automáticas e inteligentes. A cortiça de melhor qualidade é operada em brocas a pedal, garantindo uma maior precisão da operação e a obtenção de rolhas com estas características. Nos restantes tipos de brocas o operador não a controla, sendo que a diferença entre uma broca semiautomática e automática reside no facto de que, na primeira, o posicionamento do traço é feito pelo operador, enquanto, na segunda, este é totalmente independente, sendo realizado por robôs. Este tipo de tecnologia permite obter elevados níveis de produção mas, ao mesmo tempo, produtos de menor qualidade, dada a indiscriminação na qual a atividade é realizada. No caso das brocas inteligentes, estas já conseguem detetar defeitos na cortiça e evitá-los, produzindo, assim, rolhas com uma qualidade que se consegue aproximar à obtida nas brocas operadas manualmente.

No deslenhar acontece o primeiro momento de escolha, onde as rolhas derivadas das brocas automáticas e dos robôs podem ser divididas em raça, repasse ou apara, consoante as propriedades que apresentam. As rolhas em bom estado e que não apresentam defeitos muito acentuados são consideradas raça e seguem o seu processo produtivo normalmente. As rolhas com defeitos de topo são classificadas como repasse e irão ser, posteriormente, submetidas a um processo de retificação enquanto, no caso da apara,

estas constituem rolhas com grandes níveis de defeitos, os quais não permitem que cumpram a sua função como vedante de uma garrafa e, portanto, serão trituradas e terão outras aplicações.

Super ROSA (*Rate of Optimal Steam Application*)

Depois da etapa brocas/deslenhar as rolhas executam um processo de redução de TCA, entre 60% a 80%, sendo submetidas a parâmetros específicos de aquecimento, vaporização e humidificação. Porém, nestes equipamentos, não é possível a completa eliminação do TCA, sendo que as rolhas, após os Acabamentos Mecânicos I (AMI)/1ª Escolha Eletrónica (1ª EE) passam por um processo mais eficaz de remoção deste composto no Centro de Tratamento de Cortiça (CTC).

Acabamentos Mecânicos I (AMI) e 1ª Escolha Eletrónica (1ª EE)

Existem duas fases neste processo, a retificação do corpo da rolha, polimento, acertando-a para o diâmetro pretendido, sendo os mais comuns 24, 25 e 26 mm, e a retificação dos seus topos, topejamento, acertando-as para comprimentos padrão de 45, 49 e 54 mm.

Apesar de já ter existido um momento de relativa escolha, na etapa deslenhar, é nesta fase de 1ª Escolha Eletrónica que as rolhas são analisadas em termos visuais, de acordo com a quantidade de defeitos que apresentam e a sua profundidade, sendo separadas em classes industriais, de diferentes categorias: AA, A, B e C, representando esta a ordem da maior qualidade para a menor.

Centro de Tratamento da Cortiça (CTC)

O CTC trata rolhas provenientes, principalmente, do setor dos AMI/1ªEE e que, portanto, se encontram classificadas em classes industriais, sendo que, até à data de conclusão deste documento, passavam apenas, por este centro de trabalho, rolhas de classes AA e A, correspondendo às que apresentam maior qualidade. Para além das classes industriais mencionadas, são também tratadas no setor algumas classes comerciais e rolhas de expedição, que durante o seu processo produtivo, não tinham realizado esta etapa ou, ainda, devoluções de clientes, relativas a material que apresenta níveis de TCA superiores ao pretendido. Depois de serem submetidas à extração do TCA, as rolhas necessitam de passar, novamente, pelo setor Super ROSA, onde serão humidificadas.

Sistema de Verificação de Estanquicidade (SVE) e 2ª Escolha Eletrónica (2ª EE)

Esta etapa é destinada à verificação das rolhas enquanto vedante, isto é, as rolhas são separadas de acordo com a sua capacidade de vedar ou não uma garrafa. Depois de realizado este teste, as rolhas que possuem a propriedade de vedante são submetidas a uma 2ª Escolha Eletrónica, onde são separadas em classes comerciais, desdobrando-se em várias categorias: Flor, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º/5º sendo, mais uma vez, esta a

ordem de qualidade, ou seja, Flor é a categoria que apresenta melhor qualidade e o 4º/5º, as rolhas com uma qualidade bastante inferior, seguindo diretamente para o setor da colmatagem.

Para além destas categorias as máquinas de escolha também identificam e separam rolhas com defeitos, tais como, repasse que, como já referido, correspondem a defeitos de topo nas rolhas e caleiras que representam defeitos no corpo da mesma. Estes tipos de rolhas serão retificados no setor dos Acabamentos Mecânicos II, reajustando o seu calibre para que seja possível a sua comercialização.

Lavação

Encontrando-se as rolhas separadas em classes comerciais estas são sujeitas a uma primeira lavação base de desinfecção e eliminação de poeiras, recorrendo à atuação de água e agentes químicos, conferindo-lhes uma ligeira tonalidade. Existem cinco tipos diferentes de lavações que podem ser aplicadas, entre elas, sem lavar, *Clean 2000*, *Pré-Light*, *Clean 0* e *Nova 101*, sendo que, de acordo com o tipo de lavação, é conferida à rolha um aspeto visual diferente. Esta lavação é seguida por um processo de retificação de humidade e de redução de TCA, o sistema ROSA EVO (*Rate of Optimal Steam and Application Evolution*). Posteriormente, pode ser feita uma nova lavação que irá conferir um revestimento à rolha, existindo três tipos que podem ser aplicados: *Clean C*, *Light* e *Nature*. A lavação aplicada a um determinado lote de rolhas depende da sua qualidade e dos requisitos do cliente.

3ª e 4ª Escolha Eletrónica

Este é o último processo de seleção pelo qual as rolhas passam antes de serem embaladas e enviadas para o cliente final. Mais uma vez, as rolhas são escolhidas de acordo com critérios visuais e são identificados e retirados os defeitos que, até esta etapa, não tinham sido detetados. Este processo de escolha tem em consideração as especificações que o cliente final apresenta, no que respeita ao número e profundidade dos defeitos, podendo a mesma classe de rolhas ser escolhida de maneira diferente, de acordo com os requisitos pré-estabelecidos por estes.

Embalagem e Expedição

Na última fase do processo produtivo as rolhas são contadas, de acordo com uma quantidade pré-definida, e embaladas em sacos de ráfia que são agrupados em paletes. Depois deste procedimento o material encontra-se pronto para ser expedido para o cliente final ou armazenado para *stock*.

Escolha Eletrónica e Importações

Neste setor são trabalhadas rolhas de classe C, ou seja, provenientes da qualidade mais baixa de raça que sai das brocas e rolhas de outras origens como compras que ainda necessitam de passar pelo processo no qual se determina se vedam ou não, seguindo-se

uma escolha eletrónica onde são separadas nas diferentes classes comerciais, tal como já especificado.

Acabamentos Mecânicos II

Esta é uma etapa que não faz necessariamente parte do processo produtivo. A este setor chegam rolhas de repasse, que vão ser reaproveitadas através de vários processos, entre eles, podem ser considerados, o polimento, topejamento e/ou chanframento do material. Estes processos são realizados para retificar as dimensões das rolhas e eliminar possíveis defeitos superficiais que possam existir, de maneira a tornar o produto comercializável.

Colmatagem e *Acquamark*

Uma vez mais esta etapa pode não fazer parte do processo produtivo. As rolhas que são trabalhadas neste setor são de classes mais baixas: 4º/5º e refugos da 3ª escolha eletrónica. De modo a ocultar buracos e fendas que se encontram nas rolhas é utilizado pó de cortiça, proveniente dos Acabamentos Mecânicos I, água, cola e alguns agentes químicos existindo dois tipos de colmatagem:

- *Aquanova* – aplicada em rolhas com a lavação *Clean 2000*.
- *Aquanatural* – aplicada em rolhas com a lavação *Clean 0*.

Após a mistura dos componentes nos tambores é feita uma secagem a 60°C à saída das máquinas que, posteriormente, seguem para uma estufa de estabilização, durante dois dias, para serem libertados os cheiros dos produtos químicos (peróxidos) que foram utilizados no processo. O método de escolha passa por duas etapas onde, primeiramente, as rolhas passam por uma escolha 2D, sendo separadas por classes, são submetidas a um revestimento que pode ser: Rosado ou Branco, e são, novamente, escolhidas através de um processo 3D, onde já são separadas em classes para o cliente. Após a conclusão deste processo, as rolhas aguardam a aprovação efetuada pelo controlo de processo para, numa última fase, poderem ser embaladas.

Resumindo, o processo produtivo de fabricação de rolhas naturais é constituído por duas fases. A primeira fase do processo é caracterizada por um sistema *push*, ou seja, há uma produção para *stock* (*make to stock*) que compreende as etapas desde a receção da matéria-prima (cortiça) até à segunda escolha eletrónica (2ª EE). A partir da etapa da lavação, a produção segue um sistema *pull*, isto é, os requisitos do cliente determinam o modo como o material será tratado (*make to order*). Entre estas duas fases existe um supermercado onde as rolhas são armazenadas até haver uma ordem de fabrico que especifique quais serão as próximas etapas pelas quais estas irão passar. Este sistema híbrido tem como principal objetivo tentar agilizar e balancear a produção, de maneira que não haja demasiado material em *stock* de determinado artigo ou, pelo contrário, escassez deste, podendo, assim, verificar-se uma produção em largas quantidades dos diferentes artigos, na primeira fase do processo, e uma customização do produto, na fase final.

4. Contextualização e descrição do projeto

Nesta secção serão apresentados e caracterizados os projetos desenvolvidos em dois setores distintos: setor Super ROSA (SR) e Centro de Tratamento de Cortiça (CTC). Para cada um destes centros de trabalho será realizada uma descrição do estado inicial, com a exposição dos respetivos processos produtivos e os principais problemas encontrados. Posteriormente, serão apresentadas as melhorias implementadas, em cada um deles, e, por último, os resultados alcançados em cada um dos projetos.

4.1. Setor Super ROSA

4.1.1. Descrição do Estado Inicial

Tal como referido anteriormente, depois da etapa das brocas/deslenhar as rolhas realizam um processo de remoção de TCA, em equipamentos designados de Super ROSA (*Rate of Optimal Steam Application*), Figura 9.



Figura 9 - Super ROSA

Estes equipamentos têm a capacidade de eliminar 60% a 80% do TCA presente na cortiça. A extração deste composto é conseguida submetendo as rolhas a um processo de tratamento com a duração de quarenta horas que compreende três etapas sequenciais:

- **Aquecimento:** Nesta etapa as rolhas são aquecidas, durante quatro horas, de modo a evitar a formação de condensados na fase seguinte.
- **Tratamento:** Atingindo-se uma temperatura de 70°C e 70% de humidade, durante vinte e quatro horas, as rolhas são injetadas com vapor e, ao mesmo tempo, o ar é extraído, daquele ambiente quente, facilitando a remoção de TCA.

- **Humidificação:** Na fase final, durante doze horas, as rolhas são humidificadas, através de vapor, com a finalidade de reestabelecer os níveis de humidade desejáveis à rolha.

O setor dispõe de seis equipamentos Super ROSA (SR), onde, cada um, tem uma capacidade máxima de abastecimento de, aproximadamente, dois milhões de rolhas. O material que é abastecido no SR pode encontrar-se armazenado de três formas possíveis: em contentores de plástico, em cestos de aço inoxidável ou em sacos perfurados empilhados em paletes, Figura 10.



Figura 10 - Diferentes tipos de armazenamento de material

Do lado esquerdo: contentor de plástico; ao centro: cesto de aço inoxidável; do lado direito: palete de sacos

A função do operador do setor é abastecer os Super ROSA com material que será submetido ao processo de extração de TCA e, no final do processo, retirar o respetivo material tratado, repetindo novamente esta sequência. Todo o material, quer já tenha efetuado ciclo de tratamento ou ainda esteja a aguardar para o realizar, permanece no armazém do setor Super ROSA. O setor dos Acabamentos Mecânicos I (AMI) é responsável por assegurar as movimentações de material do seu centro de trabalho para o armazém SR, para que este possa ser tratado e, após a sua conclusão, movimenta-o de volta, para que este possa ser trabalhado. Dado que o consumo deste material segue o planeamento de produção do setor, só no momento da sua utilização é que este é movimentado permanecendo, até então, no armazém Super ROSA.

Para além de executar os carregamentos e descarregamentos dos Super ROSA, o operador assegura também as movimentações de rolhas entre o Centro de Tratamento de Cortiça (CTC) e o seu setor. As rolhas movimentadas para o CTC são submetidas, nesse centro de trabalho, a um processo de remoção de TCA com uma eficácia superior aos equipamentos Super ROSA. Ainda assim, numa fase inicial, toda a produção de Raças, produto final do setor brocas/deslenhar, passa por uma primeira extração de TCA nos Super ROSA. Após ser efetuado o desdobramento das Raças em classes industriais, no setor dos AMI/1ª Escolha Eletrónica, parte dessa produção realiza uma segunda etapa de remoção deste composto, no CTC, visto que, até à data de conclusão deste documento, o

setor não possuía equipamentos suficientes para absorver toda a produção da unidade industrial. Este processo será detalhado no subcapítulo seguinte, dedicado ao Centro de Tratamento de Cortiça.

Após este material estar tratado deve passar por um processo de humidificação num Super ROSA destinado, unicamente, a humidificar rolhas provenientes do CTC. A realização desta etapa de humidificação é essencial, dado que, o processo pelo qual as rolhas passam no CTC requer a atuação de temperaturas elevadas, o que faz com que estas percam as suas propriedades elásticas, quebrando facilmente. Assim, de modo a recuperarem a sua elasticidade e poderem continuar o seu ciclo produtivo, as rolhas realizam um ciclo de humidificação, com a duração de vinte horas, onde reestabelecem os seus níveis de humidade iniciais, mais concretamente níveis de humidade entre 4% a 8%.

Existe uma variante que se verifica no trabalho do operador relativamente ao carregamento e descarregamento do SR que executa os ciclos de humificação. Quando o Super ROSA de Humidificação é descarregado, o material que se encontra dentro deste equipamento não é movimentado para o armazém do setor, como acontece com o demais que realiza o processo de Super ROSA Tratamento. Ao invés, o operador é responsável pela sua movimentação para setores pré-definidos, de acordo com as etapas do ciclo produtivo que cada lote já efetuou. Neste seguimento, o material que executa ciclo de humidificação pode ser proveniente de três setores:

- Lotes do CTC de classes industriais que, após humidificar, devem ser transportados para o setor dos SVE's/2ª EE, para serem desdobrados em classes comerciais.
- Contentores específicos provenientes da 3ª e 4ª Escolha Eletrónica mas que apresentam, naquela etapa do processo, níveis de humidade abaixo dos parâmetros estabelecidos. Após retificação deste parâmetro, os contentores devem ser transportados para o setor da Embalagem.
- Lotes dos AMII ou lotes de expedição que, após humidificação, devem ser transportados para o entreposto, que corresponde à área da UI que alimenta outros setores, de acordo com as necessidades.

Uma particularidade desta tarefa está relacionada com o seu tempo de execução. Como esta é uma atividade que demora bastante tempo a ser realizada, aproximadamente três horas, estabeleceu-se que seria rotativa, ou seja, em semanas pares, o operador do turno de dia ficaria encarregue do seu cumprimento e, em semanas ímpares, seria responsabilidade do operador do turno da noite, de forma que a carga de trabalho, relacionada com esta atividade, fosse distribuída equitativamente por ambos.

Para que seja mais perceptível o que foi descrito relativamente aos carregamentos e descarregamentos de Super ROSA, de seguida, é apresentado o plano diário de cargas e descargas do operador dos turnos diurno e noturno. Note-se que, o SR3 executa os ciclos de humidificação, daí aparecer atribuído em semanas diferentes para cada um dos turnos, e, todos os outros, são destinados aos ciclos de tratamento, como se pode constatar pela Figura 11.

2020														
T	Semana N (par)							Semana N+1 (ímpar)						
	2ªfeira	3ªfeira	4ªfeira	5ªfeira	6ªfeira	Sábado	Domingo	2ªfeira	3ªfeira	4ªfeira	5ªfeira	6ªfeira	Sábado	Domingo
20h-8h	Carrega SR4	Carrega SR7	Descarrega/ Carrega SR5	Descarrega/ Carrega SR6	Descarrega/ Carrega SR2	Descarrega SR4	Descarrega SR7	Carrega SR5	Carrega SR7	Descarrega/ Carrega SR4	Descarrega/ Carrega SR6	Descarrega/ Carrega SR2	Descarrega SR5	Descarrega SR7
							Descarrega SR2			Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR2
							Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3
8h-20h	Carrega SR5	Carrega SR6	Descarrega/ Carrega SR2	Descarrega/ Carrega SR4	Descarrega/ Carrega SR7	Descarrega SR5	Descarrega SR6	Carrega SR4	Carrega SR6	Descarrega/ Carrega SR2	Descarrega/ Carrega SR5	Descarrega/ Carrega SR7	Descarrega SR4	Descarrega SR6
	Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega/ Carrega SR3	Descarrega SR3	Carrega SR2						

Figura 11 - Plano de cargas e descargas de Super ROSA

De forma a perceber o panorama geral do setor, relativamente ao funcionamento de todo o sistema, em primeiro lugar, foi efetuado o levantamento de todas as tarefas realizadas pelo operador, assim como os tempos médios de execução de cada uma e, considerando ainda, se o turno realiza ou não carregamento e descarregamento do SR Humidificação, Tabela 1 e Tabela 2.

Atente-se que, os turnos de trabalho são de doze horas, ou seja, existem dois turnos diários e, cada turno, tem apenas um operador. Cada operador, de ambos os turnos, trabalha quatro dias seguidos por semana existindo, assim, dois operadores para o turno de dia e dois para o turno da noite que vão alternando entre si.

Tabela 1 - Tarefas diárias: Turno sem Super ROSA Humidificação

Turno sem Super ROSA Humidificação

Tarefas	Tempo Médio (min)
Reunião Kaizen	5
Transporte Camião Expedição SR-CTC/CTC-SR + MES	65
Transporte Carrinha SR-CTC/CTC-SR + MES	180
Carregamento SR Tratamento + MES	76
Descarregamento SR Tratamento + MES	80,5
Retirar Amostras SR Tratamento	5
Movimentação Lotes AMII-SR (Lotes para VSR/SR)	30
Descarregamento Lotes Norte de África	15
Registo de Produções	5
Movimentação Amostras para NDtech SR-CTC	10
Movimentação Amostras para Torção SR-CTC	10
Movimentação Amostras para LRN	2
Movimentação de Lotes com Lavação para Armazém SR	15
Verificação de Lotes Aprovados + MES	12,5
Transporte Lotes Aprovados SR-Entrepasto	15
Movimentação Lotes SR-AMII (Lotes B's)	15

Tabela 2 - Tarefas diárias: Turno com Super ROSA Humidificação

Turno com Super ROSA Humidificação

Tarefas	Tempo Médio (min)
Reunião Kaizen	5
Transporte Camião Expedição SR-CTC/CTC-SR + MES	65
Transporte Carrinha SR-CTC/CTC-SR + MES	60
Carregamento SR Tratamento + MES	76
Descarregamento SR Tratamento + MES	80,5
Retirar Amostras SR Tratamento	5
Descarregamento Lotes Norte de África	15
Registo de Produções	5
Movimentação Amostras para NDtech SR-CTC	10
Movimentação Amostras para Torção SR-CTC	10
Movimentação Amostras para LRN	2
Movimentação de Lotes com Lavação para Armazém SR	15
Verificação de Lotes Aprovados + MES	12,5
Transporte Lotes Aprovados SR-Entrepasto	15
Movimentação Lotes SR-AMII (Lotes B's)	15
Descarregamento SR Humidificação + MES	162
Carregamento SR Humidificação + MES	62

Como se pode verificar pelas tabelas, apesar de grande parte do tempo, de ambos os turnos de trabalho, ser focado em carregamentos e descarregamentos de Super ROSA e no transporte de material para o CTC e deste de volta para o seu setor, existem outras atividades que devem ser realizadas como forma de validar o correto funcionamento do processo. A título exemplificativo, as tarefas relacionadas com entregas de amostras são essenciais para garantir o controlo rigoroso do método, isto é, os lotes que realizam algum tipo de processo nos equipamentos do setor, seja processo de tratamento ou de humidificação, são sujeitos a controlo. Desta forma, após a conclusão do processo, o operador é responsável por retirar amostras aos lotes, de acordo com as regras de amostragem estabelecidas, e entregá-las nos respetivos locais explicitados, para que possam ser controlados os níveis de TCA, torção e humidade presentes na rolha.

Esta distribuição de tarefas entre os dois turnos leva a uma taxa de ocupação de 88% do operador do turno sem o Super ROSA Humidificação e de 98% do turno que tem a seu cargo este Super ROSA, como se pode verificar pelos gráficos seguintes, Figura 12.

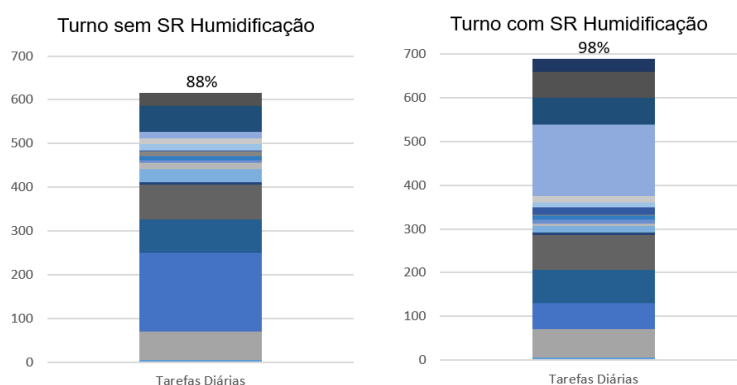


Figura 12 - Taxa de ocupação dos operadores de ambos os turnos

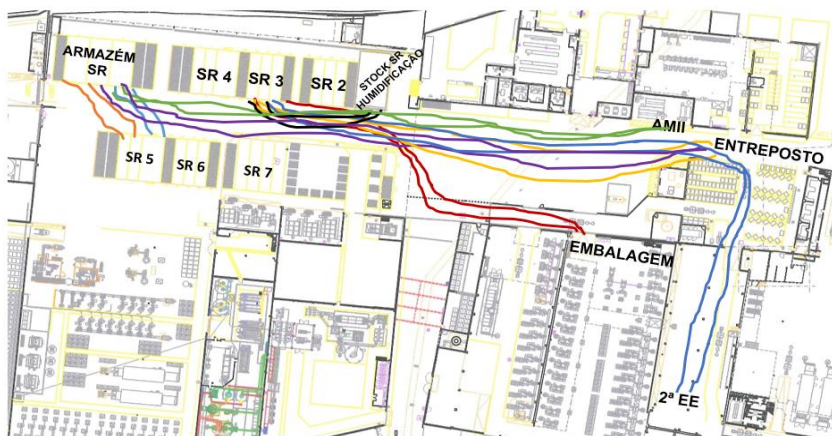
Para além do levantamento das tarefas realizadas pelos dois turnos e dos tempos médios necessários para a sua execução, foram também descritas as rotas de transporte efetuadas ao longo de cada turno de trabalho. Este levantamento de rotas baseou-se nas movimentações executadas pelos operadores do turno diurno porque foi aquele possível de acompanhar. Apesar do turno da noite não ter sido acompanhado, os operadores foram questionados no sentido de perceber como efetuavam as movimentações necessárias para cumprir as suas tarefas, concluindo-se que estas eram concretizadas de forma similar. A Figura 13 e Figura 14 pretendem representar as movimentações diárias dos operadores, resultando na seguinte sequência:



Legenda:

- Carregamento SR
- Descarregamento SR
- Transporte lotes AMII-SR
- Transporte lotes Armazém SR-Entreposto
- Transporte lotes AMII-Armazém SR

Figura 13 - Movimentações do turno sem Super ROSA Humidificação



Legenda:

- Carregamento SR
- Descarregamento SR
- Transporte lotes Armazém SR-Entreposto
- Transporte lotes AMII-Armazém SR
- Descarregamento SR Humidificação (SR-Entreposto)
- Descarregamento SR Humidificação (SR-2º EE)
- Descarregamento SR Humidificação (SR-Embalagem)
- Carregamento SR Humidificação

Figura 14 - Movimentações do turno com Super ROSA Humidificação

As movimentações relacionadas com carregamentos e descarregamentos de SR já foram descritas anteriormente. Quanto às movimentações realizadas entre o setor dos Acabamentos Mecânicos II (AMII) e o setor Super ROSA, no turno sem SR Humidificação, Figura 13, estas devem-se ao facto de que, os equipamentos que têm a capacidade de remover TCA apenas o conseguem fazer na sua camada mais superficial. Isto significa que, depois de retificada, no setor dos AMII, a nova camada superficial da rolha fica exposta à deteção de TCA. Para que este possa ser eliminado, toda a produção do setor dos AMII deve passar pelos SR se, anteriormente, já passou no CTC ou neste, em caso negativo. Desta forma, o operador dos SR tem a responsabilidade de movimentar este material para o seu setor, onde fica a aguardar até ao seu carregamento para dentro do equipamento ou para o CTC, conforme o pressuposto explicitado acima.

As movimentações para o Entreposto, em ambos os turnos, estão associadas a lotes que se encontram no setor SR à espera de resultados do laboratório e que, quando existe uma aprovação por parte desta entidade, são transportados para o Entreposto com a finalidade de seguirem para a próxima etapa do processo, conforme as indicações da produção.

O operador desloca-se, ainda, ao setor dos AMII, em ambos turnos, para movimentar lotes de classe B para o armazém do seu setor para que, posteriormente, possam ser abastecidos no SR, a executar o devido processo de extração de TCA.

Para a obtenção destes diagramas foi necessário acompanhar rigorosamente todas as movimentações executadas pelo operador, durante duas semanas, semana em que o operador do turno de dia tinha a seu cargo o SR Humidificação e semana sem SR Humidificação, neste turno. Este acompanhamento permitiu fazer o levantamento da frequência com que as movimentações são executadas para os diversos pontos da fábrica. É importante referir que esta recolha do número de movimentações efetuadas e da distância percorrida é uma média dessas semanas de observação e serviu de base tanto para a descrição da situação inicial, como para todos os cálculos efetuados apoiados nestes pressupostos. Ainda assim, realça-se que a frequência de movimentações não é sempre a mesma pois depende do material que existe disponível para abastecer os equipamentos ou daquele que necessita de ser movimentado para os diversos pontos acima mencionados.

Todas as movimentações descritas na Tabela 3 e Tabela 4 são realizadas de empilhador, que tem uma capacidade máxima para dois contentores de rolhas ou uma palete com sacos de rolhas empilhados. Importa também salientar que, a capacidade máxima de dois contentores de rolhas só é cumprida quando pertencem ambos ao mesmo lote. Caso este requisito não se verifique, o empilhador transporta apenas um contentor de cada vez, de maneira a evitar misturas de lotes que podem ter calibres, classes e lavações diferentes.

Tabela 3 - Frequência de movimentações: Turno sem SR Humidificação

Movimentações Diárias	Frequência
Carregamento SR Tratamento (SR - Armazém SR)	III III III III III III
Carregamento SR Tratamento (Armazém SR - SR)	III III III III III III
Descarregamento SR Tratamento (SR - Armazém SR)	III III III III III III
Descarregamento SR Tratamento (Armazém SR - SR)	III III III III III III
Lotes AMII (Armazém SR - AMII)	III III
Lotes AMII (AMII - Armazém SR)	III III
Lotes aprovados (Armazém SR - Entrepasto)	III
Lotes aprovados (Entrepasto - Armazém SR)	III
Lotes de calibre B (AMII - Armazém SR)	II
Lotes de calibre B (Armazém SR - AMII)	II

Tabela 4 - Frequência de movimentações: Turno com SR Humidificação

Movimentações Diárias	Frequência
Carregamento SR Tratamento (SR - Armazém SR)	III III III III III III
Carregamento SR Tratamento (Armazém SR - SR)	III III III III III III
Descarregamento SR Tratamento (SR - Armazém SR)	III III III III III III
Descarregamento SR Tratamento (Armazém SR - SR)	III III III III III III
Lotes aprovados (Armazém SR - Entrepasto)	III
Lotes aprovados (Entrepasto - Armazém SR)	III
Lotes de calibre B (AMII - Armazém SR)	II
Lotes de calibre B (Armazém SR - AMII)	II
Carregamento SR Humidificação (Stock SR Humidificação - SR)	III III III III III I
Carregamento SR Humidificação (SR - Stock SR Humidificação)	III III III III III I
Descarregamento SR Humidificação (SR - 2ª EE)	III III III III III
Descarregamento SR Humidificação (2ª EE - SR)	III III III III III
Descarregamento SR Humidificação (SR - Entrepasto)	III
Descarregamento SR Humidificação (Entrepasto - SR)	III
Descarregamento SR Humidificação (SR - Embalagem)	III
Descarregamento SR Humidificação (Embalagem - SR)	III

Tal como referido inicialmente, o operador é também responsável por assegurar as movimentações de material a ser tratado para o Centro de Tratamento de Cortiça e, depois de tratado, de volta para o seu setor para executar ciclo de humidificação. Estas movimentações são realizadas, maioritariamente, com a carrinha do setor, que tem uma capacidade máxima para albergar catorze contentores de rolhas. Para além da carrinha alocada a este posto de trabalho, todos os dias o camião do setor da Expedição, cuja principal função é garantir o fluxo externo da empresa, é cedido ao operador dos SR para ajudar na realização de pelo menos um abastecimento ao CTC. Este veículo tem o dobro da capacidade da carrinha, ou seja, consegue transportar até vinte e oito contentores. A cedência deste camião implica a atuação de duas pessoas, um motorista e um ajudante de descarregamento do camião. De forma a perceber que quantidade diária é enviada para o CTC foi efetuado o levantamento do número de carregamentos realizados, em cada turno, considerando a carga de trabalho de cada um.

De notar que, o envio de material é efetuado de segunda-feira a sexta-feira, dado que, os setores que produzem os artigos que são tratados no CTC não trabalham aos fins-de-semana, contrariamente a este e ao setor dos SR. Adicionalmente, o setor Super ROSA

tem uma capacidade máxima de retenção de material, destinado ao Centro de Tratamento de Cortiça, de apenas quarenta e quatro contentores, o que corresponde a, aproximadamente, três carregamentos com a carrinha do setor. Assim, as movimentações para o CTC são efetuadas durante a semana e, à medida que é transportado material para este centro de trabalho são também movimentados lotes, já tratados, de volta para o setor SR.

Os dados representados na Figura 15 foram recolhidos nos meses de janeiro e fevereiro de 2021, que correspondem às semanas de 2 a 9. Considerou-se que este período de tempo representava fielmente o estado inicial do setor, visto que, a partir do início do ano houve ajustes nas quantidades enviadas para o CTC dos diferentes artigos, o que teve impacto no número de movimentações realizadas pelo operador dos Super ROSA, comparativamente ao final do ano de 2020.

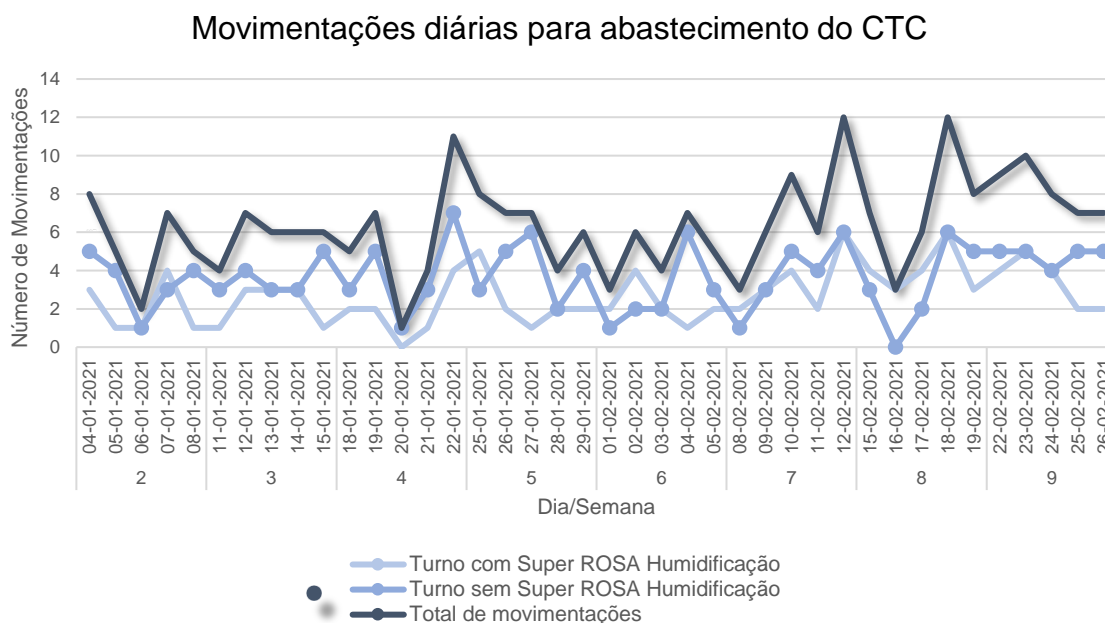


Figura 15 - Número de abastecimentos diários Super ROSA - CTC

Como se pode verificar pela Figura 15 o número total de movimentações realizadas, diariamente, entre o setor Super ROSA e o CTC, pode variar entre 1 e 12, dado que não existe um critério de abastecimento a seguir, nem uma elucidação do operador, da quantidade necessária para abastecer as máquinas do CTC, numa base diária. Desta forma, as quantidades de material entregues variam entre, aproximadamente, 200 000 e 3 000 000 de rolas, Figura 16. A entrega de material, neste setor, com o auxílio do camião da expedição, é o único abastecimento regular e é realizado uma vez por dia.

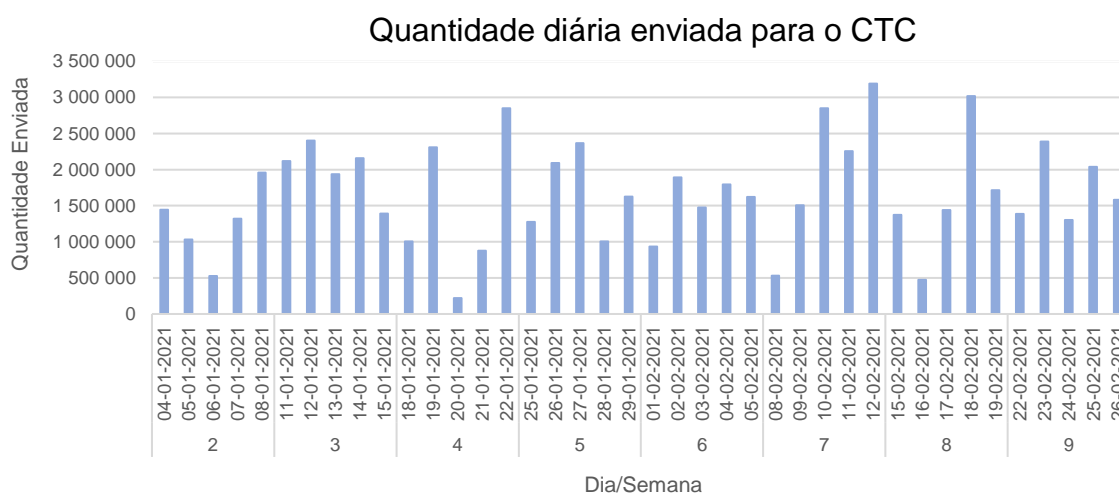


Figura 16 - Quantidade diária transportada para o CTC

Existe, ainda, outra situação em que o operador do setor SR tem de se deslocar ao CTC, que está relacionada com o transporte de amostras para análise, descritas anteriormente. Estas devem ser entregues no Centro de Tratamento de Cortiça para que possam ser sujeitas a um controlo de torção e de TCA. Estas movimentações são realizadas duas vezes por turno, ou seja, quatro vezes por dia, de empilhador.

Dado que a maior parte do turno de trabalho do operador dos Super ROSA é ocupado com movimentações de material para vários pontos da Unidade Industrial de Lamas e destes para o seu setor, contabilizou-se que percentagem dessas mesmas movimentações era realizada com e sem carga.

Sempre que é efetuada uma movimentação de material o que acontece é que, se essa movimentação for destinada à recolha de material, do ponto de partida até ao local de recolha, o empilhador não transporta qualquer tipo de carga. Se, pelo contrário, a movimentação for destinada a deixar material em algum local, o regresso ao ponto de partida é realizado, desta vez, sem material. Assim, pode constatar-se que 50% das movimentações executadas, em ambos os turnos, neste percurso, não envolvem transporte de material, sendo praticadas com o empilhador vazio, Figura 17.

Turno sem Super ROSA Humidificação		Turno com Super ROSA Humidificação	
Percurso Super ROSA	Distância Percorrida (m)	Percurso Super ROSA	Distância Percorrida (m)
Distância Percorrida com carga	3 900	Distância Percorrida com carga	9 580
Distância Percorrida sem carga	3 900	Distância Percorrida sem carga	9 580
Distância Total Percorrida	7 800	Distância Total Percorrida	19 160
Distância Percorrida sem carga (%)	50,00%	Distância Percorrida sem carga (%)	50,00%

Figura 17 - Percurso Super ROSA: Distâncias percorridas

No caso do percurso entre os setores SR e CTC, 68,57% das movimentações, no turno sem SR Humidificação e 52,17% das movimentações, no turno com SR Humidificação, envolvem transporte de material. Estas correspondem a carregamentos, com a carrinha do setor ou com o camião da Expedição, de rolhas para tratar no CTC e de rolhas tratadas de

volta para os SR. As restantes movimentações são realizadas de empilhador e correspondem ao transporte de amostras para análise, Figura 18.

Turno sem Super ROSA Humidificação		Turno com Super ROSA Humidificação	
Percurso CTC	Distância Percorrida (m)	Percurso CTC	Distância Percorrida (m)
Distância Percorrida com carga	1 920	Distância Percorrida com carga	960
Distância Percorrida sem carga	880	Distância Percorrida sem carga	880
Distância Total Percorrida	2 800	Distância Total Percorrida	1 840
Distância Percorrida sem carga (%)	31,43%	Distância Percorrida sem carga (%)	47,83%

Figura 18 - Percurso CTC: Distâncias percorridas

É importante salientar que todas as movimentações referidas ao longo deste capítulo, para além de serem efetuadas fisicamente, são também asseguradas no sistema MES (*Manufacturing Execution System*). Isto significa que deve ser transmitido ao sistema todo o material que é transportado de um setor da unidade industrial para outro, de forma a permitir a sua rastreabilidade, e a ser possível averiguar as diversas etapas do processo que este já executou.

À parte da caracterização das rotas de transporte que o operador realiza diariamente e das suas tarefas diárias, verifica-se, ainda, que o fluxo produtivo a montante dos Super ROSA (produção de broca) e a jusante (produção dos Acabamentos Mecânicos I) se encontra desajustado. Este desnivelamento é provocado pela aleatoriedade com que os equipamentos Super ROSA são abastecidos, no que respeita à quantidade de material colocada, por lote, de cada artigo. Esta variabilidade de tamanho que se reflete aquando da formação dos lotes, que serão abastecidos no Super ROSA, cria instabilidade na produção dos AMI, uma vez que não permite ao setor ter uma perceção clara das quantidades de cada artigo que tem disponível para trabalhar, numa base diária, Figura 19. A consequência da incerteza associada a este processo de abastecimento centra-se na impossibilidade de manter um fluxo de produção contínuo entre o setor das brocas e dos AMI, dado que o *mix* de produção de broca é diferente do *mix* de produção dos AMI.

Tamanho médio dos lotes SR vs AMI

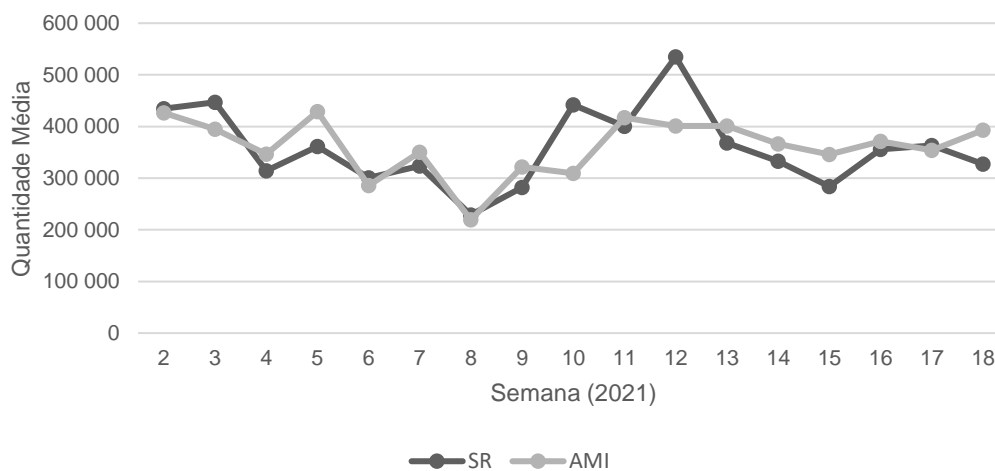


Figura 19 - Tamanho médio dos lotes: SR e AMI

Como se pode verificar pela Figura 19, o tamanho médio dos lotes abastecidos no Super ROSA e que, posteriormente, serão consumidos pelos AMI é bastante irregular, com quantidades que podem variarem entre 100 000 e 800 000 rolhas, encontrando-se o tamanho médio dos lotes centrado em 360 000 rolhas.

Uma particularidade importante deste fluxo produtivo está associada com *lead time* médio de um artigo desde que este é entregue no Super ROSA até ser consumido pelos AMI. Este tempo é de, aproximadamente, 4,5 dias, onde doze horas é o tempo médio entre o artigo chegar ao armazém SR, até ser abastecido num dos equipamentos. Após este tempo seguem-se quarenta e oito horas necessárias para o processo de tratamento e a respetiva descarga e, por último, mais quarenta e oito horas de espera de resultados, dado que cada lote, depois de tratado, é analisado para controlo do parâmetro TCA.

Toda a aleatoriedade do processo provoca, ainda, desorganização no armazém Super ROSA. Verifica-se que não existe qualquer definição de armazenamento do material tratado e não tratado e, ainda, que os artigos se encontram dispersos, sendo dispostos casualmente no espaço disponível. A única preocupação que existe é a colocação dos artigos, que irão realizar ciclo, na entrada do armazém, dado que se situa mais próxima dos equipamentos, e os já tratados no restante espaço. Não obstante este critério não é totalmente cumprido, dada a frequência com que, no espaço onde está colocado material tratado, se encontra material não tratado.



Figura 20 - Exemplo de desorganização no armazém Super ROSA

A Figura 20 mostra que o artigo em questão, 54x24 Raça, ainda por tratar, se encontra armazenado junto de material tratado, identificado pelas setas. Esta falta de organização, bastante recorrente, dificulta o trabalho, tanto do operador dos Super ROSA que, sempre que abastece o equipamento deve percorrer a totalidade do armazém para averiguar a existência de material para realizar ciclo, junto dos artigos tratados, como o trabalho do operador dos AMI que tem de proceder à mesma análise antes de transportar material, já tratado, para o seu setor.

Adicionalmente, a falta de critério associada ao armazenamento de rolhas gera misturas de calibres, isto é, uma fila de material, por vezes, contém calibres diferentes, por lapso do operador que o movimentava, dado que, este não detém qualquer indicação, no espaço físico, que represente os diversos tipos de artigos tratados no setor. Na altura de abastecer o Super ROSA, caso esta mistura não seja detetada, pode gerar problemas no abastecimento das máquinas do setor a jusante (AMI).

Como se pode verificar pela descrição do estado inicial não existe uma normalização do trabalho do setor, ou seja, não existem normas/regras que os operadores devem seguir de forma a tornar o seu trabalho mais eficiente e a falta de organização gera ineficiências no fluxo de produção, o que pode ser comprovado por, nomeadamente:

a) A quantidade de material diário entregue ao CTC não é constante.

Não existe uma definição do número de abastecimentos que devem ser realizados, diariamente, e por cada turno de trabalho, em concordância com a capacidade de tratamento deste centro de trabalho. A falta de clareza associada a este fluxo de movimentações gera, tanto grandes acumulações de material, no destino, como escassez do mesmo, o que desencadeia um alerta para os responsáveis da produção, de forma a ser tomada uma ação para que as máquinas do CTC não parem devido a falta de material.

b) Aproximadamente 50% das movimentações realizadas pelo operador dos SR são realizadas sem transporte de material.

No que respeita às movimentações de material, utilizando o empilhador, que o operador dos Super ROSA deve recolher para o seu setor ou distribuir para os vários pontos da unidade industrial, em cerca de, 50% dessas movimentações, o operador não transporta consigo qualquer material, movimentando-se em vazio, o que se traduz num *muda*.

c) A carga de trabalho não se encontra balanceada.

Os dois turnos de trabalho, turno sem SR Humidificação e turno com SR Humidificação, não têm tarefas definidas atribuídas a cada um deles, levando a que exista um desequilíbrio na carga de trabalho entre eles. Tal como já referido no ponto a), também a indefinição do número de abastecimentos que devem ser realizados, em cada turno de trabalho, para o CTC, potencia oscilações na carga de trabalho em ambos os turnos.

d) Não existe um fluxo de produção contínuo entre Bocas-SR-AMI.

O fluxo de produção entre os setores Brocas, Super ROSA e AMI encontra-se desnivelado, o que provoca uma instabilidade e imprevisibilidade na produção do setor AMI. A inexistência de um critério claro associado às quantidades de raça que devem ser abastecidas nos Super ROSA, conduz a uma diferença entre o *mix* de produção de brocas e dos AMI, impossibilitando garantir um fluxo de produção contínuo.

e) O armazém do setor Super ROSA não tem qualquer critério de organização de artigos associado.

Toda a indefinição relacionada com este fluxo produtivo gera desorganização no armazenamento de material no armazém do setor. Não existe uma identificação clara para as localizações de cada artigo, esteja ele tratado ou não. Verifica-se que o material é armazenado onde existe espaço, no momento, sem qualquer tipo de critério.

4.1.2. Medidas Implementadas

Neste subcapítulo serão apresentadas as várias alterações realizadas no setor Super ROSA de forma a melhorar o fluxo logístico interno, a organizar o setor e a nivelar o fluxo de produção.

4.1.2.1. Estabelecimento de um número diário de cargas que devem ser efetuadas para o CTC, de acordo com a quantidade de material necessária para abastecer as máquinas de tratamento (VSR's).

De forma a perceber que número de abastecimentos devem ser efetuados, numa base diária, para o CTC, foi essencial fazer o levantamento da quantidade média produzida pelas máquinas existentes neste setor, Figura 21.

OBJETIVO	Total Diário (7 dias)	Total Diário (5 dias)	Total semana
Classes Industriais	1 100 000	1 540 000	7 700 000
Classes Comerciais	340 204	476 285	2 381 426
Stock de Segurança	106 857	149 600	748 000
Total	1 547 061	2 165 885	10 829 426
Nº de Abastecimentos CTC	5,02	7,03	35,16

Figura 21 - Número de abastecimentos necessários face à produção do CTC

As quantidades apresentadas têm em consideração o número médio de ciclos que as máquinas do CTC conseguem realizar, diariamente, o número de equipamentos em funcionamento e a quantidade média de material introduzida em cada um, de acordo com o *mix* de produção.

É importante salientar que a quantidade de rolhas tratadas no Centro de Tratamento de Cortiça é indicativa de sete dias de produção, não obstante, a quantidade a transportar tem de ser condensada nos cinco dias úteis de trabalho, dado o reduzido espaço disponível existente no setor Super ROSA para armazenamento de material correspondente a mais de um turno de trabalho (doze horas). Assim, as quantidades apresentadas na segunda coluna, referente ao “Total Diário (5 dias)”, Figura 21, indicam a quantidade que deve ser enviada para o CTC, em cinco dias úteis para uma produção de sete dias e o respetivo número de abastecimentos a realizar para cumprir com a cadência de produção do setor.

A quantidade enviada, diariamente, tem, ainda, em consideração um *stock* de segurança, que corresponde à quantidade de material necessária que é utilizada à segunda-feira enquanto o setor não é novamente abastecido. Este *stock* de segurança

corresponde a, aproximadamente, 0,68 dias de produção do setor AMI/1ªEE que é considerado o tempo médio de reposição de classes industriais.

Pode verificar-se, portanto, que são necessários sete abastecimentos diários para o CTC para que seja possível cumprir com as necessidades existentes. Este número de abastecimentos teve em consideração a capacidade média da carrinha do setor. Dado que, diariamente, o camião do setor da expedição assiste o operador dos SR em um transporte, e que, este tem o dobro da capacidade da carrinha, é necessário realizar seis cargas diárias, onde uma é realizada com o auxílio do camião da expedição e as outras cinco são executadas apenas pelo operador dos Super ROSA, com a carrinha do setor.

Para além do estabelecimento de um número fixo diário de movimentações de material que deve ser realizado pelo operador dos SR consideraram-se, ainda, os seguintes pressupostos:

- O turno com a função de descarregar e carregar o Super ROSA de humidificação deve realizar menos transportes, para o CTC, do que o turno sem Super ROSA Humidificação, dado que tem mais carga de trabalho.
- Aquando do transporte de material devem ser também movimentadas as amostras para análise, destinadas ao CTC, eliminando as movimentações sem transporte de carga, no percurso entre os Super ROSA e o CTC.
- Os abastecimentos de material devem ter horários associados dado que:
 - A entrega de amostras deve respeitar o intervalo de tempo estabelecido pelo CTC.
 - Desta forma o material chega ao CTC faseado, ao longo do dia, e não concentrado apenas num espaço temporal, criando flexibilidade aos operadores do CTC no que respeita à organização do espaço destinado à receção de material.
 - É possível estabelecer entreajuda entre os operadores de ambos os setores, visto que, o operador do CTC consegue auxiliar o operador dos SR a descarregar o material, ao invés de este o descarregar sozinho. Dada a dificuldade existente no carregamento e descarregamento de contentores/paletes de uma carrinha, com apenas um interveniente, por questões ergonómicas, o apoio entre os dois setores é essencial.

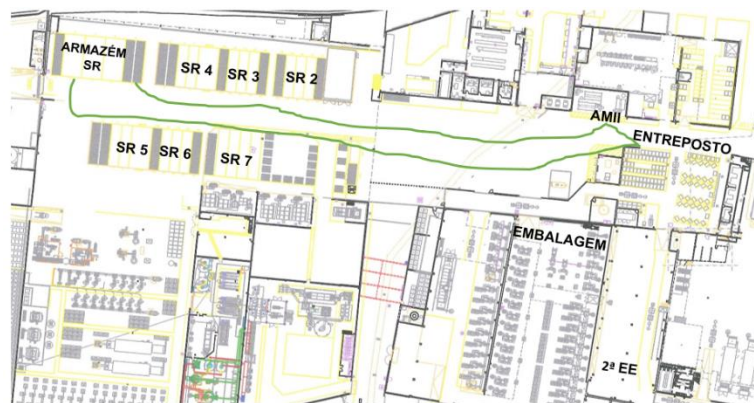
No Anexo A encontra-se detalhado o plano de abastecimentos que o operador do Super ROSA deve cumprir, de acordo com os pressupostos acima mencionados.

4.1.2.2. No percurso de entrega e recolha de rolhas o empilhador deve transportar material sempre que possível, minimizando o número de movimentações em vazio.

Como se verifica pela descrição da situação inicial, nas movimentações realizadas pelo operador do Super ROSA de distribuição de material pelos vários setores da UI e de recolha para o seu, 50% dessas deslocações são efetuadas com o empilhador vazio. Uma vez que as movimentações de material são consideradas um dos sete desperdícios pois não acrescentam valor ao produto final e incrementam tempo ao processo, estas devem ser minimizadas, sendo realizadas apenas quando é essencial.

De maneira a tentar reduzir o número de deslocações executadas, com o empilhador em vazio, existem várias ações que devem ser consideradas:

- Quando são transportados lotes aprovados do armazém do Super ROSA para o entreposto, o operador deve passar nos AMII para recolher lotes de classe B, Figura 22.

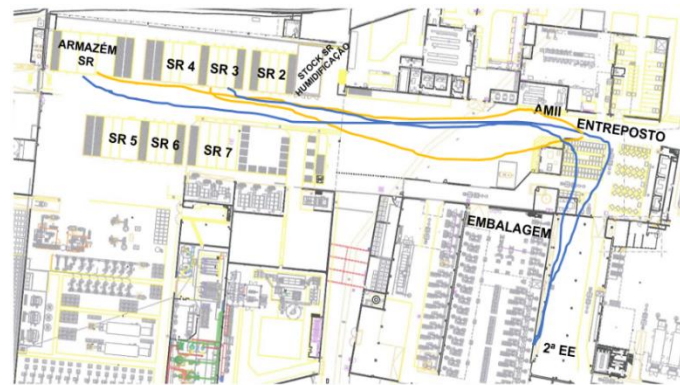


Legenda:

— Transporte lotes Armazém SR-Entrepósito/AMII-Armazém SR

Figura 22 - Percurso Armazém SR-Entrepósito/AMII-Armazém SR

- No circuito de descarregamento do SR Humidificação sempre que é transportado material para o setor da 2ª EE ou para o Entrepósito, deve passar-se nos AMII para recolher lotes que são destinados ao CTC ou ao SR e armazená-los no setor Super ROSA, no respetivo local, de acordo com o processo que irão realizar, Figura 23.

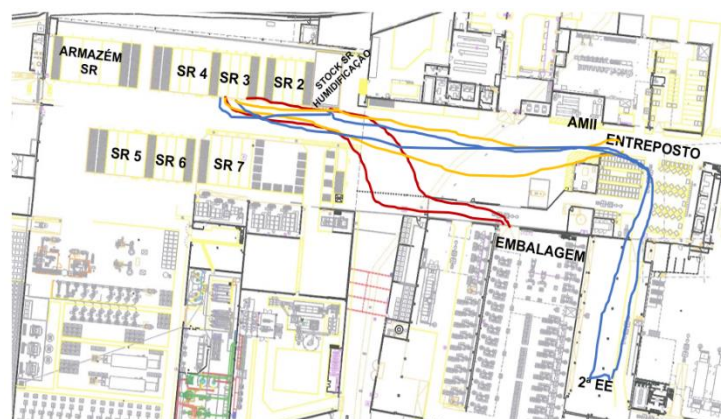


Legenda:

- Descarregamento SR Humidificação (SR-Entrepoto)/AMII-Armazém SR
- Descarregamento SR Humidificação (SR-2ª EE)/AMII-Armazém SR

Figura 23 - Percurso descarregamento SR Humidificação/AMII-Armazém SR

→ Quando, no percurso de descarregamento do SR Humidificação, se retorna ao Super ROSA com o empilhador vazio e, caso já exista um dos lados do equipamento sem material, deve carregar-se esse local com lotes a humidificar, Figura 24.



Legenda:

- Descarregamento SR Humidificação (SR-Entrepoto)/Carregamento SR Humidificação
- Descarregamento SR Humidificação (SR-2ª EE)/Carregamento SR Humidificação
- Descarregamento SR Humidificação (SR-Embalagem)/Carregamento SR Humidificação

Figura 24 - Percurso descarregamento/carregamento SR Humidificação

→ De forma similar, ao descarregar o SR Tratamento, assim que um dos lados do SR se encontrar vazio, no ato de armazenagem das rolhas tratadas no armazém do SR, recolher material, por tratar, que se encontra nesse local e abastecer esse espaço livre do equipamento, Figura 25.

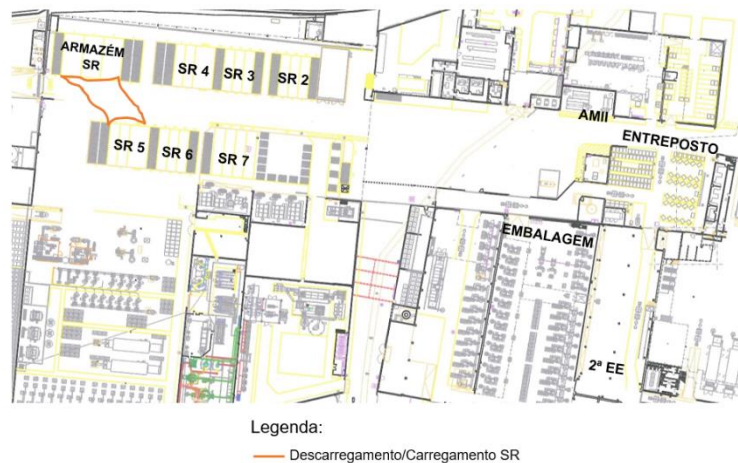


Figura 25 - Percurso descarregamento/carregamento SR Tratamento

4.1.2.3. Balancear as tarefas dos dois turnos de trabalho, turno sem SR Humidificação e turno com SR Humidificação.

Embora os dois pontos acima descritos contribuam para normalizar o trabalho do operador dos Super ROSA e diminuir o tempo de execução de algumas tarefas, é necessário um ajuste nas atividades realizadas por ambos os turnos, de forma a balancear a carga de trabalho. Este balanceamento de tarefas entre turnos tem, também, como objetivo que o camião do setor da expedição deixe de auxiliar o operador do Super ROSA nas movimentações de material para o CTC. A eliminação do camião, como auxílio ao setor SR, está associada ao facto deste transporte ter a seu cargo o fluxo externo da empresa, servindo apenas de apoio ao operador, dada a falta de normalização e a aleatoriedade na realização de tarefas verificada inicialmente. Para além disso, a utilização deste veículo implica sempre a disponibilização de duas pessoas, um motorista e um ajudante de descarga.

Assim, o tempo das tarefas relacionadas com transporte de amostras para o CTC foi eliminado, dado que estas passam a ser movimentadas juntamente com as cargas de material, e o tempo das tarefas relacionadas com carregamentos e descarregamentos de Super ROSA foi reduzido, com a diminuição do número de movimentações.

As tarefas relacionadas com verificação do estado dos lotes, respetiva movimentação para os seus destinos e recolha dos artigos de classe B dos AMII ficam associados ao turno sem Super ROSA Humidificação, que é aquele onde a taxa de ocupação do operador é menor. Com a regularização do trabalho operacional é possível atribuir mais um abastecimento diário para o CTC ao turno que não tem a seu cargo o Super ROSA Humidificação para compensar a remoção do camião da expedição. As tarefas atribuídas a cada um dos turnos e os respetivos tempos médios de execução encontram-se detalhados na Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5 - Tarefas diárias: Turno sem SR Humidificação

Tarefas Diárias	Média de Tempo (min)
Reunião Kaizen	5
Transporte Camião Expedição SR-CTC/CTC-SR + MES	65
Transporte Carrinha SR-CTC/CTC-SR + MES	300
Carregamento SR Tratamento + MES	61
Descarregamento SR Tratamento + MES	65,5
Movimentação Lotes AMII-SR (Lotes para VSR/SR)	30
Descarregamento Lotes Norte de África	15
Registo Produções	5
Movimentação Amostras para NDtech SR-CTC	10
Movimentação Amostras para Torção SR-CTC	10
Movimentação Amostras para LRN	2
Movimentação de Lotes com Lavação para Armazém SR	15
Verificação Lotes Aprovados + MES	25
Transporte lotes aprovados SR-Entrepasto/AMII-SR (Lotes B's)	50

Legenda:

- Tarefa eliminada
- Tarefa com aumento de tempo de execução
- Tarefa com diminuição de tempo de execução
- Tarefa alocada a apenas um turno de trabalho

Tabela 6 - Tarefas diárias: Turno com SR Humidificação

Tarefas Diárias	Média de Tempo (min)
Reunião Kaizen	5
Transporte Camião Expedição SR-CTC/CTC-SR + MES	65
Transporte Carrinha SR-CTC/CTC-SR + MES	120
Carregamento SR Tratamento + MES	61
Descarregamento SR Tratamento + MES	65,5
Descarregamento Lotes Norte de África	15
Registo Produções	5
Movimentação Amostras para NDtech SR-CTC	10
Movimentação Amostras para Torção SR-CTC	10
Movimentação Amostras para LRN	2
Movimentação de Lotes com Lavação para Armazém SR	15
Verificação Lotes Aprovados + MES	12,5
Transporte lotes aprovados SR-Entrepasto/AMII-SR (Lotes B's)	30
Descarregamento SR Humidificação + MES/Movimentação Lotes AMII-SR (Lotes para VSR/SR)	202
Carregamento SR Humidificação + MES	47

Legenda:

- Tarefa eliminada
- Tarefa com aumento de tempo de execução
- Tarefa com diminuição de tempo de execução
- Tarefa alocada a apenas um turno de trabalho

4.1.2.4. Criação de um controlo de abastecimento de Raças nos equipamentos Super ROSA, de forma a estabelecer um fluxo contínuo de produção.

Como referido no subcapítulo referente à descrição do processo produtivo, os Super ROSA tratam, maioritariamente, a produção que vem do setor das brocas/deslenhar, ou seja, rolhas que se encontram classificadas como Raça, de acordo com o seu calibre.

Para que seja possível estabelecer um fluxo de produção contínuo entre os setores Brocas, Super ROSA e Acabamentos Mecânicos I, é necessário que o *mix* de raças produzidos nas brocas seja proporcional ao *mix* de raças consumo nos AMI. Dado que, entre estes dois setores, o material tem de ser tratado nos Super ROSA para eliminação do TCA, é essencial garantir, neste ponto do processo, uma produção que se aproxime do método peça-a-peça.

Este nivelamento da produção entre os três setores é conseguido através de um controlo de abastecimento do material que entra nos Super ROSA para realizar o ciclo de tratamento, Figura 26.

CONTROLO DE ABASTECIMENTO SUPER ROSA - RAÇAS												
45x24 Raça_BH												
45x24 Raça_BH												
45x24 Raça_BH												
45x26 Raça_BH												
45x26 Raça_BH												
49x24 Raça												
49x24 Raça_BHL												
49x24 Raça_BH (09)												
45x24 Raça_BH (09)												
49x25 Raça												
49x25 Raça_BP												
45x25 Raça												
30x21 Raça												
49x26 Raça												
54x24 Raça_BP												
45x24 Raça_BP												
54x26 Raça_BP												

Figura 26 - Método de controlo de abastecimento dos equipamentos Super ROSA

De acordo com a produção diária de broca dos diferentes calibres, é possível estabelecer tamanhos de lotes correspondentes. O objetivo é que, aquando do transporte de material para tratar, realizado pelo setor dos AMI, para o armazém dos Super ROSA, seja identificado, o calibre que se encontra a movimentar e a respetiva quantidade, onde cada palete/cesto é indicativo de um espaço, como representado na Figura 26.

O operador do Super ROSA, na altura de carregar o equipamento com material, deve ter em atenção os calibres que se encontram na zona do vermelho e do amarelo e abastecê-lo com esses artigos. O lote deve ser formado, em MES, com a quantidade

referente a cada linha de artigos. Caso exista mais do que uma linha de determinado artigo completa, o operador deve abastecer o equipamento com esses itens, mas formando dois lotes, para que a quantidade se mantenha indicadora de cada linha do artigo em questão.

No Anexo B apresenta-se a norma de abastecimento efetuada, de forma que esta possa ser seguida pelos operadores ou consultada, caso exista alguma dúvida ou caso algum operador recente no setor não conheça o procedimento e necessite de, numa fase inicial, se informar do mesmo.

Nesta fase do desenvolvimento do projeto, os responsáveis pelo controlo de processo tomaram a decisão de suprimir a análise realizada às raças para controlo de TCA dado que, 99% dos lotes eram aprovados e que toda a produção iria ainda realizar, numa etapa mais avançada do processo produtivo, outro procedimento de remoção deste composto no CTC ou, de novo, no SR. Desta forma, o *lead time* médio de um artigo desde que este é entregue no Super ROSA até ser consumido pelos AMI diminuiu para 4 dias, onde doze horas é o tempo médio entre o artigo chegar ao armazém SR até ser abastecido num dos equipamentos, depois seguem-se quarenta e oito horas necessárias para o processo de tratamento e a respetiva descarga e, por último, trinta e seis horas de estabilização da cortiça, antes desta poder ser consumida pelos AMI.

4.1.2.5. Organização do Armazém Super ROSA através de uma análise conjunta ABC/XYZ.

Complementarmente a todas as medidas descritas, a organização do armazém do setor Super ROSA foi essencial para garantir o correto funcionamento do sistema, dado que, inicialmente, não havia qualquer critério de armazenamento de material tanto tratado como não tratado.

Através de uma análise conjunta ABC/XYZ, é possível perceber a cadência de produção de cada um dos artigos e qual o sua regularidade de consumo. Esta análise foi desenvolvida com base nas quantidades médias produzidas entre outubro de 2020 e fevereiro de 2021 e na sua frequência de produção, durante este período de tempo.

Existem cerca de 17 artigos que são produzidos pelo setor das brocas/deslenhar onde, apesar de haver calibres iguais, a qualidade e/ou origem da cortiça são diferentes, originando artigos diferentes. A Figura 27 pretende mostrar as classificações obtidas com a Análise ABC.

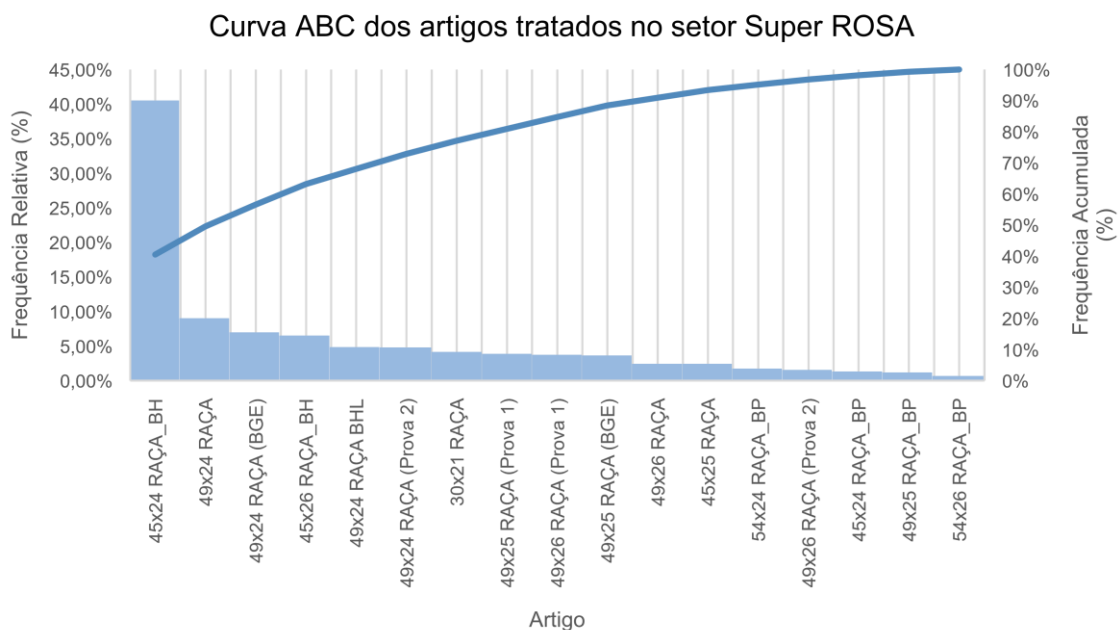


Figura 27 - Curva ABC de artigos tratados no setor

Aliada a esta componente de cadência de produção é também importante fazer o levantamento da frequência na qual cada um dos artigos é produzido, de forma a perceber se o seu consumo é constante ou se assumem algum tipo de sazonalidade. Com a finalidade de caracterizar esta frequência de produção, elaborou-se uma análise XYZ aos artigos em questão. A Figura 28 apresenta a categorização dos artigos em função desta análise.

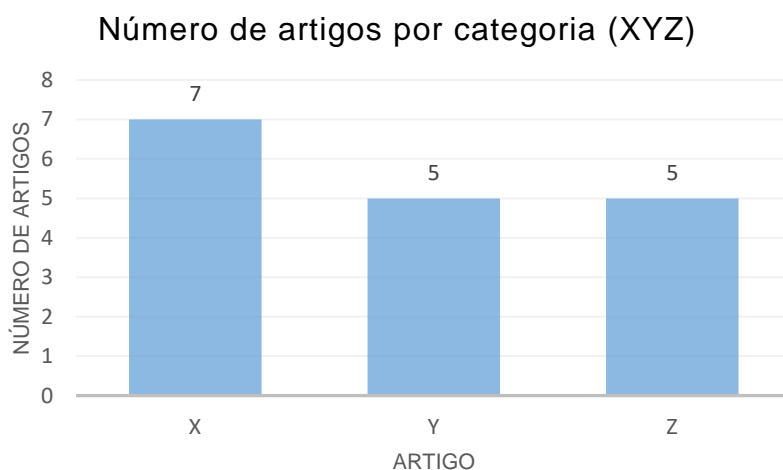


Figura 28 - Análise XYZ dos artigos tratados no setor

Como explicitado no capítulo dedicado à revisão da literatura, o coeficiente da variância é calculado tendo em consideração o desvio-padrão e a média dos dados. Este indicador

varia consoante a empresa e a área de negócio em causa, sendo que, para esta análise foram considerados os seguintes intervalos: $X \leq 0,25$; $0,25 < Y \leq 0,50$; $Z > 0,50$.

A junção destas duas análises permite perceber qual deverá ser a categorização mais correta de cada um dos artigos em função das quantidades produzidas e da sua regularidade de consumo, Figura 29.

	X	Y	Z
A	5	1	2
B	2	1	2
C	0	3	1

Figura 29 - Análise ABC/XYZ

Pela análise da Figura 29 é possível perceber que a maior quantidade de artigos se encontra na classificação AX, ou seja, itens de grande consumo têm uma produção constante. Por outro lado, grande parte dos artigos de classe C encontram-se com a atribuição Y, o que significa que apesar de serem produzidos em pouca quantidade, têm uma cadência de produção relativamente constante.

No Anexo C encontram-se as respetivas análises ABC e XYZ dos artigos trabalhados no setor Super ROSA.

4.1.3. Análise de Resultados

O subcapítulo que se segue é dedicado à exposição dos resultados alcançados com as melhorias implementadas, quer em termos de organização do trabalho e da melhoria de fluxos do setor, quer no que respeita ao retorno financeiro para a empresa.

4.1.3.1. Normalização do trabalho do setor Super ROSA.

Segundo a descrição elaborada anteriormente, a normalização do setor Super ROSA envolveu a concretização de várias etapas.

Quanto à definição do número de transportes de material necessários para abastecer o CTC, numa base diária, verificou-se uma regularização destas quantidades com o estabelecimento do número de movimentações a serem efetuadas nos dois turnos de trabalho, como se pode verificar através da Figura 30.

Movimentações diárias para abastecimento do CTC

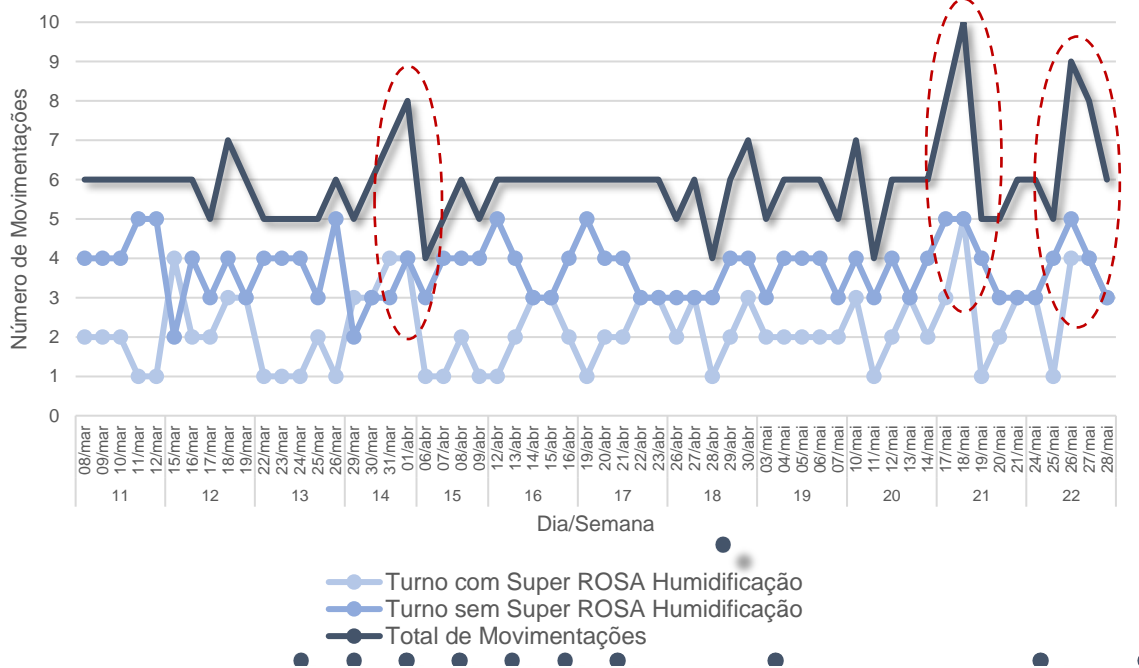


Figura 30 - Número de abastecimentos diários Super ROSA - CTC

Os valores que se encontram assinalados na Figura 30 e Figura 31 correspondem a picos de abastecimento de material realizados para o Centro de Tratamento de Cortiça, relativos a períodos de tempo onde não existe produção na Unidade Industrial de Lamas. Por essa razão, é necessário concentrar o material no setor para, posteriormente, poder ser consumido.

Ainda assim, excluindo esses intervalos de tempo de acumulação de rolhas que acontecem, ocasionalmente, quando a produção a montante para, devido a férias ou feriados, verifica-se uma estabilização do número de movimentações realizadas pelo operador do Super ROSA. Pode constatar-se que o número de abastecimento diários varia entre 4 e 7, havendo uma redução da variação deste parâmetro e uma regularização da quantidade enviada, Figura 31.

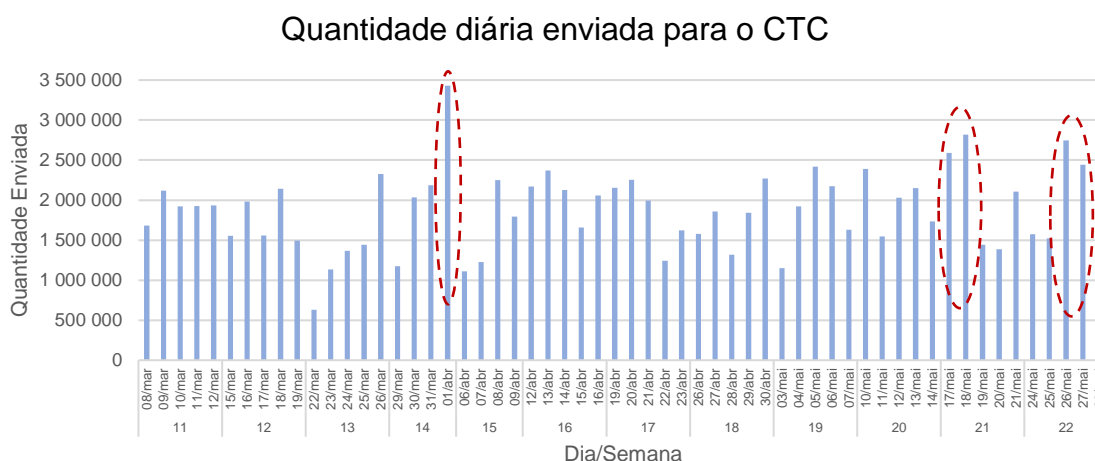


Figura 31 - Quantidade diária transportada para o CTC

Uma vez mais a variação da quantidade entregue também reduziu, graças à definição do número de abastecimentos diários, para valores entre, aproximadamente, 600 000 e 2 400 000 rolhas. Apesar disso, ainda é possível melhorar este intervalo de variação, de maneira a não concentrar material em excesso no setor de destino. Este método de trabalho, incutido aos operadores, deve ser revisto periodicamente para que a logística de transporte possa ir de encontro às necessidades do CTC e à taxa de ocupação do operador do setor Super ROSA.

As movimentações sem carga efetuadas para o CTC foram eliminadas a 100%, ou seja, todas as deslocações realizadas pelo operador do SR, para este setor, envolvem a movimentação de carga, Figura 32. Ainda assim, a distância total percorrida aumenta, relativamente à situação inicial, devido ao acréscimo no número de abastecimentos, dado que, o operador do SR deixa de contar com o auxílio do camião da expedição. Este procedimento será explicitado de seguida.

Percurso CTC		Percurso CTC	
	Distância Percorrida (m)		Distância Percorrida (m)
Distância Percorrida com carga	2 400	Distância Percorrida com carga	960
Distância Percorrida sem carga	0	Distância Percorrida sem carga	0
Distância Total Percorrida	2 400	Distância Total Percorrida	960
Distância Percorrida sem carga (%)	0,00%	Distância Percorrida sem carga (%)	0,00%

Figura 32 - Distâncias percorridas: Percurso CTC

Relativamente às movimentações realizadas, sem carga, no percurso de carregamentos e descarregamentos de Super ROSA estas também foram reduzidas de forma a minimizar as deslocações executadas com o empilhador vazio, ou seja, sem transporte de material, Figura 33.

Percurso Super ROSA	Distância Percorrida (m)	Percurso Super ROSA	Distância Percorrida (m)
Distância Percorrida com carga	3 540	Distância Percorrida com carga	10 395
Distância Percorrida sem carga	1 410	Distância Percorrida sem carga	6 295
Distância Total Percorrida	4 950	Distância Total Percorrida	16 690
Distância Percorrida sem carga (%)	28,48%	Distância Percorrida sem carga (%)	37,72%

Figura 33 - Distâncias percorridas: Percurso Super ROSA

Com os procedimentos que se estabeleceram, de forma a minimizar o número de movimentações executadas sem carga, verifica-se uma redução de cerca de 20% no número total de movimentações, o que se traduz numa diminuição de, aproximadamente, 7 Km, num total de 32 Km percorridos, diariamente, pelos operadores dos dois turnos de trabalho, Tabela 7.

Tabela 7 - Percentagem de redução do total de movimentações

	Super ROSA	CTC	Total
Distância Inicial (Km)	26,96	4,64	31,60
Distância Atual (Km)	21,64	3,36	25,00
Redução (Km)	5,32	1,28	6,60
Redução (%)			20,89%

Com a aplicação destas melhorias no trabalho do setor e com o reajuste de tarefas definido é possível balancear a carga operacional em ambos os turnos, turno sem SR Humidificação e turno com SR Humidificação, estabelecendo um nivelamento das tarefas que devem ser executadas.

A Figura 34 mostra que a taxa de ocupação do operador sem SR Humidificação é, após a implementação das regras descritas, de 88% e do operador com SR Humidificação de 87%, o que denota uma melhoria do nivelamento de trabalho, comparativamente à situação inicial.

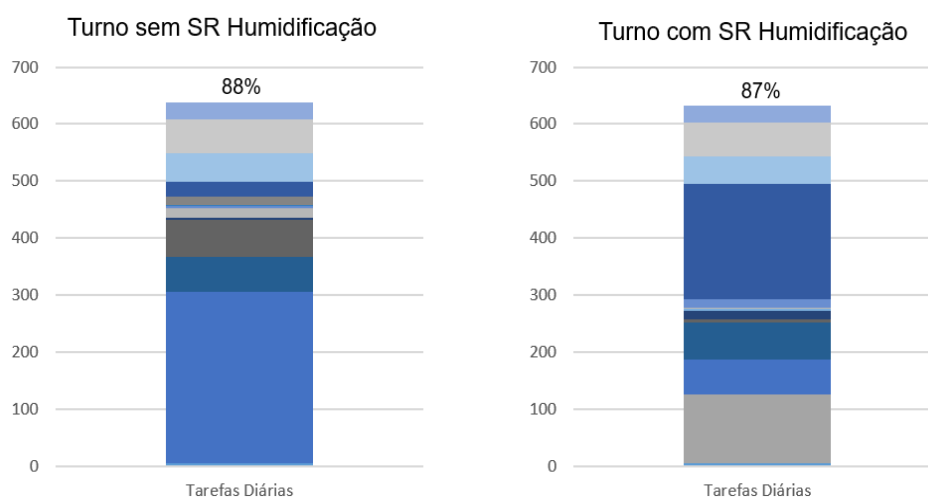


Figura 34 - Taxa de ocupação dos operadores de ambos os turnos

4.1.3.2. Nivelamento do fluxo de produção entre os setores Brocas, Super ROSA, Acabamentos Mecânicos I.

A introdução de um controlo de abastecimento de Raças nos equipamentos Super ROSA permitiu equilibrar o *mix* de produção entre o setor das Brocas e dos Acabamentos Mecânicos I, estabelecendo-se uma produção contínua, que se consegue aproximar de um fluxo peça-a-peça.

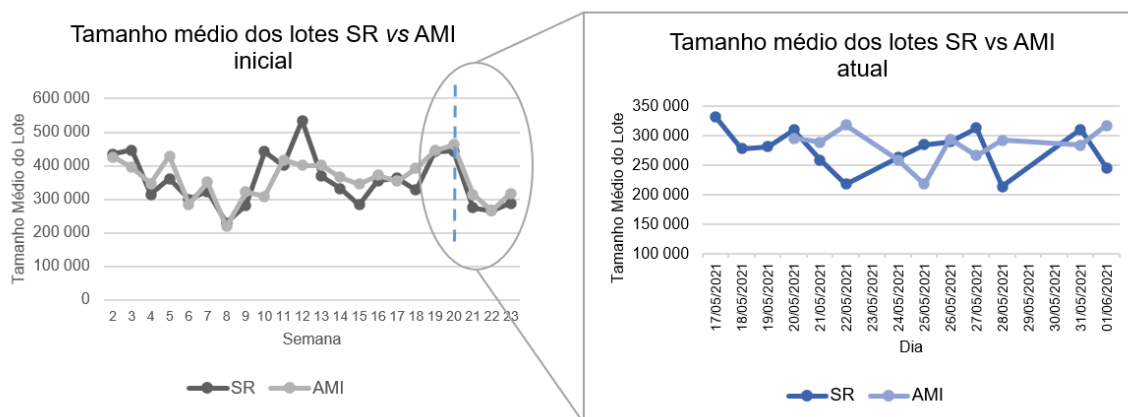


Figura 35 - Comparação do tamanho médio dos lotes SR/AMI

Como se pode verificar pela Figura 35, o controlo no abastecimento, colocado em funcionamento a partir da semana 20 de 2021, limita o tamanho dos lotes, sendo que a quantidade destes varia entre 120 000 e 360 000 rolhas, onde o tamanho médio deste se centra em 275 000 rolhas. Este método permite ao setor dos AMI ter uma perceção mais clara e precisa das quantidades de material que tem disponível, por lote, para abastecer as máquinas, numa base diária.

Os resultados deste nivelamento, mostram que o *mix* de produção entre os dois setores se encontra mais regularizado e, ainda, que, devido a este método de abastecimento, foi possível reduzir o tamanho médio dos lotes em 24%, relativamente ao tamanho médio inicial apresentado.

Este aumento de confiança na produção dos AMI em função do *mix* de broca, com lotes médios menores em 24%, cria uma maior fluidez no processo e, conseqüentemente uma redução do *work-in-progress* (WIP), mais concretamente, uma redução de 10% deste indicador, Figura 36.

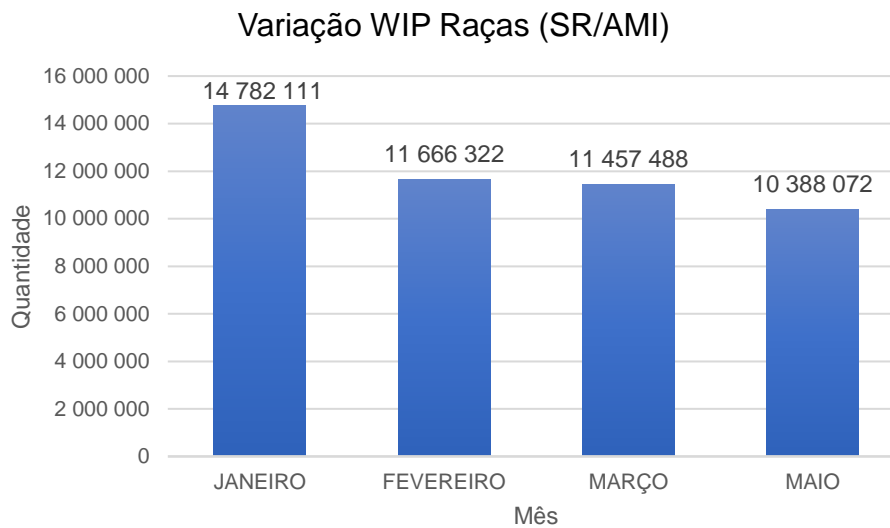


Figura 36 - Variação do WIP entre SR e AMI

O impacto gerado por esta alteração é uma redução de, aproximadamente, 1 000 000 de rolhas entre o mês de março e de maio, o que representa uma diminuição de cerca de 74 000€ em *stock* parado.

De notar que, estes dados são relativos aos inventários realizados mensalmente, no entanto, em abril não foi levado a cabo este procedimento e, por essa razão, não existem dados relativos a este mês. Não obstante, considerou-se que o WIP de abril seria próximo dos dois meses anteriores a este, visto que não houve nenhuma alteração no fluxo de materiais, neste período de tempo, que suscitasse uma diferença significativa neste indicador.

Este tipo de abastecimento, para além de permitir um fluxo de produção contínuo, permite, ainda, criar rotatividade nos artigos que são abastecidos no Super ROSA. Esta maior rotatividade de artigos foi também potenciada pela diminuição do *lead time* do processo, de 4,5 dias para 4 dias.

4.1.3.3. Organização do Armazém do setor Super ROSA.

A organização do armazém do setor Super ROSA dividiu-se em duas partes, a área destinada ao material de entrada, que será tratado nos equipamentos, e a área que corresponde ao material já tratado, que será consumido pelo setor dos AMI. Adicionalmente, de forma a evitar misturas, aquando do seu consumo, a organização dos artigos em ambas as localizações, foi considerada tendo por base o diâmetro dos mesmos, ou seja, a análise ABC/XYZ permitiu estabelecer uma ordem para o armazenamento dos artigos consoante os diâmetros mais consumidos e de acordo com o espaço disponível. Com esta análise foi também possível perceber que havia flutuações na produção de alguns artigos, sendo estes produzidos sazonalmente e, por essa razão, não se estabeleceram localizações específicas para cada um deles, dado que não seria exequível com a limitação de espaço existente.

Os critérios de armazenamento a serem seguidos passam, assim, por respeitar as zonas de entrada de material para os equipamentos SR e de saída para os AMI, de acordo com o calibre que está a ser transportado. O operador, dentro do espaço destinado a determinado diâmetro, tem apenas que ter em atenção para não colocar dois artigos diferentes na mesma fila, de forma a evitar problemas no abastecimento dos Super ROSA. O esquema representativo da organização do armazém encontra-se no Anexo D.

Para além do espaço destinado às raças, o armazém alberga também artigos de classe B e artigos de compra. Este tem uma capacidade máxima de retenção de material de, aproximadamente, 15 milhões de rolhas, sendo que 4,8 milhões são destinadas às raças por tratar e 7,3 milhões a raças já tratadas. O *stock* mínimo de armazenamento está centrado em cerca de 11,7 milhões de rolhas. Até ao momento de fecho deste documento o setor conseguia trabalhar, de forma regular, com um *stock* médio de 13 milhões de rolhas entre raças, artigos de classe B e artigos de compra.

No Anexo E encontra-se a norma de organização do armazém que deve ser seguida pelos operadores como forma de garantir o correto funcionamento do espaço.

4.2. Centro de Tratamento de Cortiça (CTC)

4.2.1. Descrição do Estado Inicial

O material chega ao Centro de Tratamento de Cortiça (CTC) transportado pelo operador do setor Super ROSA, tal como descrito previamente.

Após chegar ao Centro de Tratamento de Cortiça, os lotes são armazenados no local destinado ao material de entrada, não tratado. Antes destas rolhas realizarem o processo de extração de TCA, passam por um sistema de contagem. Esta etapa do processo é realizada, visto que, as quantidades que vêm discriminadas nas etiquetas MES, alocadas a cada contentor ou a cada saco em paletes, não são rigorosas devido à falta de exatidão associada às contagens das máquinas dos setores AMI e AMII, dada à sua antiguidade. Para além deste fator, existe outro motivo que leva à execução deste processo, que se deve ao facto de que, cada calibre de rolhas tem uma quantidade máxima estabelecida que pode ser abastecida nas máquinas de tratamento. Por estas razões, é essencial que, cada contentor, tenha a quantidade o mais aproximada possível do estabelecido como ótimo para abastecer as máquinas. Os equipamentos de contar são designados de “Contadeiras”, Figura 37.



Figura 37 - Contadeira

Com a conclusão deste processo, os contentores de rolhas são armazenados no local destinado ao material contado, preparadas para serem submetidas ao processo de eliminação de TCA, onde os lotes a tratar seguem o planeamento diário, realizado pelo chefe de equipa de cada turno.

As máquinas de tratamento de remoção deste composto são designadas de VSR's (*Vacuum System Reduction*), Figura 38.



Figura 38 - VSR

As rolhas são submetidas a um processo de vácuo, combinado com valores de temperaturas próximas de 155°C e pressões entre 1 e 10 mbar. Existem 16 VSR's dispostos em três linhas, uma com 6 máquinas, outra com 8, Figura 39, e uma última, ainda em construção que, no estado inicial, continha apenas 2 máquinas.



Figura 39 - Linhas de VSR's

Lado esquerdo: linha com 8 máquinas; lado direito: linha com 6 máquinas

Cada máquina, tem um tempo de ciclo de 380 minutos, correspondendo a 6 horas e 20 minutos de processo. Em termos teóricos as máquinas da mesma linha devem ser carregadas com 30 minutos de diferença entre elas e com 15 minutos de diferença de uma linha para a outra. A título exemplificativo, o VSR7 é abastecido, com material, 15 minutos após o VSR1 ter iniciado o seu ciclo de tratamento.

As linhas de 6 e de 8 têm a mesma fonte de abastecimento e, por essa razão, seguem a sequência de carregamento representada na Figura 40. A linha com apenas 2 máquinas, apesar de ter uma fonte de abastecimento independente das outras duas linhas, o que a permitiria atuar isoladamente, como tem apenas duas máquinas em funcionamento, nesta fase, é introduzida na mesma sequência de abastecimento descrita.

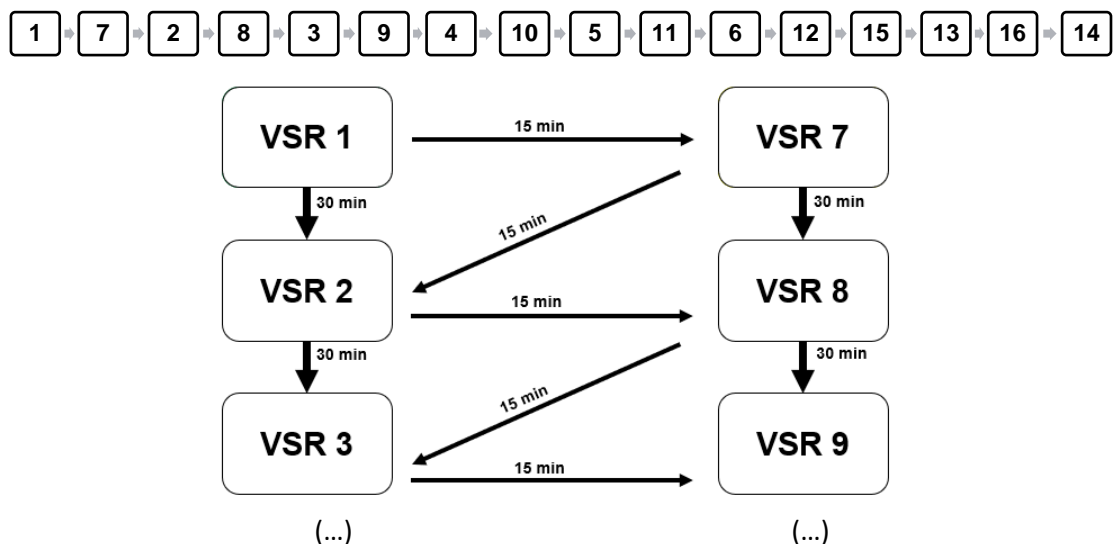


Figura 40 - Esquema de abastecimento VSR's

Desta forma, no processo de carga, as rolhas são colocadas numa moega, Figura 41, onde são transportadas por tapetes rolantes até ao respetivo VSR, de acordo com a indicação dada ao sistema de que máquina deve ser carregada. Este processo demora, em média, 5 minutos para a sua execução.

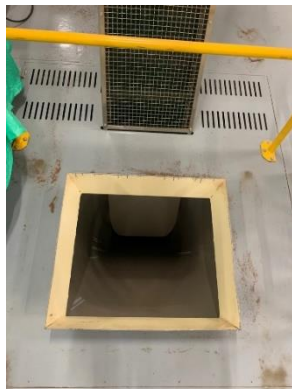


Figura 41 - Moega de entrada de material

Quando o material se encontra na sua totalidade no interior do equipamento é dada a indicação ao sistema que o processo pode ser iniciado. Após os 380 minutos de processo, o VSR está pronto a ser descarregado. Para ser iniciado o seu descarregamento, este processo tem de ser habilitado pelo operador.

O descarregamento do VSR demora, em média 10 minutos. Neste processo, as rolhas caem, progressivamente, uma vez mais, para os tapetes rolantes e vão sendo transportadas até à calibreira que se encontra no final da respetiva linha onde a máquina em questão está inserida, dado que, cada uma das três linhas tem uma calibreira atribuída. A função deste equipamento é fazer uma seleção entre as rolhas que se encontram no seu estado normal e as rolhas deformadas. Visto que durante o processo de eliminação do TCA os corpos são submetidos a altas temperaturas, por vezes deformam, como resultado das condições a que estão sujeitos, Figura 42.



Figura 42 - À esquerda: rolha deformada; à direita: rolha normal

Este tipo de anomalias no corpo da rolha deve ser detetado e separado das restantes que se encontram em bom estado, através do processo de calibragem.

Por esta razão, a calibragem das rolhas, após o tratamento, é fundamental de forma a ser possível diminuir o número de itens deformados no processo produtivo. Este tipo de anomalias é posteriormente retificado em comprimento e/ou diâmetro, para que seja possível o seu reaproveitamento e comercialização.

O processo de separação e respetiva contagem de corpos normais e deformados demora, em média, 22 minutos. Após a conclusão da calibragem das rolhas, o operador tem de efetuar os procedimentos MES, onde declara em sistema a produção da máquina, ou seja, a quantidade de rolhas que foram produzidas de Produto 1 (rolhas normais) e de Produto 2 (rolhas deformadas). Esta operação demora cerca de 3 minutos a ser executada. Apenas após a conclusão desta etapa é que o operador, que se encontra na zona de carga, pode recomeçar o processo de abastecimento da máquina seguinte, sendo esta a razão pela qual existe uma diferença de 30 minutos entre o arranque de cada máquina, da mesma linha. A Figura 43 representa o tempo médio despendido no processo de carga e descarga de cada VSR.

Tarefa	Tempo de Execução (min)
Descarga do VSR + Calibragem	22
Registo da produção em MES	3
Abastecimento VSR seguinte	5
Total	30

Figura 43 - Tarefas associadas ao carregamento e descarregamento de VSR's

As rolhas que passam nas calibradeiras são colocadas em contentores de plástico ou em sacos de ráfia, Figura 44, consoante a sua forma de armazenamento inicial, isto é, se inicialmente o lote chegou ao setor em sacos deve ser armazenado, após tratamento, neste material e se chegou em contentores é armazenado de forma similar.

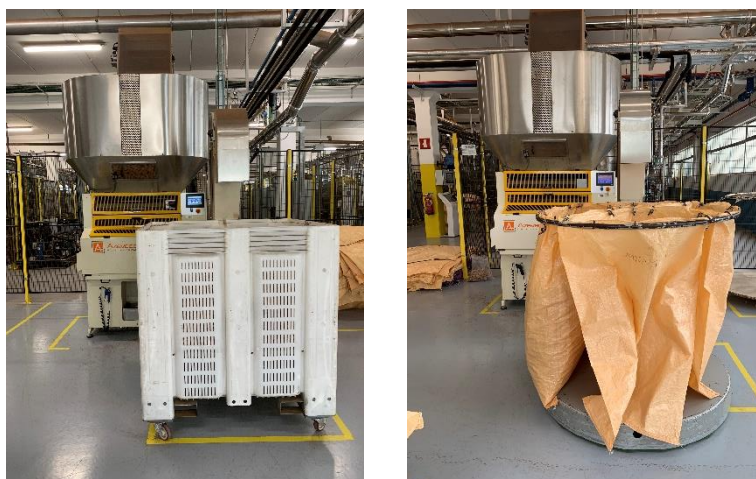


Figura 44 - Formas de Armazenamento

À esquerda: Calibradeira a descarregar para cesto; à direita: Calibradeira a descarregar para sacos

Quando o lote se encontra totalmente tratado, descarregado e calibrado é transportado para a zona de expedição, devidamente identificado com a etiqueta MES e representatividade de quantidade, calibre, classe, número do lote, data de tratamento e respetiva máquina onde foi tratado, Figura 45.



Figura 45 - Etiqueta MES

À medida que os lotes são tratados ficam armazenados na zona de expedição a aguardar que o operador do setor Super ROSA proceda ao seu transporte. Uma vez mais, antes da sua movimentação, o operador dos SR deve garantir que o material é movimentado em sistema MES.

No Anexo F encontra-se detalhado o processo de eliminação de TCA e a respetiva sequência de tarefas, que deve ser executada por forma a garantir o correto funcionamento do sistema.

4.2.1.2. Estudo do OEE inicial das máquinas de eliminação de TCA (VSR's).

O estudo do OEE das máquinas de tratamento de eliminação do TCA foi realizado de acordo com os conceitos teóricos apresentados inicialmente e considerando que todas as máquinas possuem as mesmas características podendo, desta forma, estudar-se o OEE global do conjunto de VSR's.

Assim, para o fator disponibilidade consideraram-se as paragens programadas do equipamento que correspondem aos tempos de carga e descarga do VSR e ao tempo de calibragem das rolhas de cada uma das máquinas. Adicionalmente, consideraram-se também as paragens não planeadas que correspondem ao tempo entre o final da calibragem e o início do abastecimento da máquina seguinte. De salientar que o setor trabalha 24 horas por dia, 7 dias por semana e tem apenas três paragens durante o ano, correspondendo aos períodos de férias. Estes tempos de arranque das máquinas, após paragens, foi também contabilizado. Assim, a fórmula utilizada para o cálculo da disponibilidade tem em consideração que:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Total de Operação VSR} - \text{Paragens Não Planeadas}}{\text{Tempo Total de Operação VSR}}$$

Para o fator desempenho considerou-se a quantidade teórica de rolhas produzidas num minuto, tendo em conta o número de ciclos *standard* que as máquinas conseguem realizar e assumindo um *mix* de produção médio de 24 000 rolhas, por máquina. Isto significa que, embora cada calibre tenha uma quantidade fixa que deve ser abastecida em cada máquina, o planeamento diário deve garantir o tratamento de determinados artigos em várias proporções que culminam numa quantidade teórica de produção de 24 000 rolhas. Assim, o fator desempenho foi calculado através de:

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Total de Rolhas Produzidas/Tempo de Funcionamento Efetivo}}{\text{Tempo de Ciclo Ideal}}$$

Relativamente ao fator qualidade foram consideradas as quantidades de itens deformados que são separados pelo calibre, em cada ciclo, e por cada máquina e, ainda, rolhas que se encontram manchadas no final do tratamento. Aquando da presença de rolhas manchadas, considera-se o contentor ou o saco de rolhas no seu global, manchado, visto que este será segregado e, posteriormente, retificado num outro setor a jusante. Para além destes produtos defeituosos, considera-se também, como produção não conforme, os lotes que foram rejeitados por TCA. Após a conclusão do tratamento, todos os lotes são submetidos a uma análise para controlo de processo, através da averiguação da percentagem de TCA que foi eliminada. Se o lote analisado for rejeitado, com níveis de TCA superiores ao estipulado, este constitui produção não conforme. Quando um lote é rejeitado tem de ser reprocessado no ROSA EVO, caso se trate de um lote com lavação, ou nos Super ROSA, se se tratar de um lote sem lavação. A fórmula utilizada para calcular o fator qualidade é, assim, dada por:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Itens Produzidos} - \text{N}^\circ \text{ de Itens Não Conforme}}{\text{N}^\circ \text{ de Itens Produzidos}}$$

Depois de realizado o cálculo relativo à multiplicação dos três parâmetros, disponibilidade, desempenho e qualidade, obteve-se um OEE inicial das máquinas de tratamento de, aproximadamente, 74%, correspondendo a uma produção, diária, de cerca de 1,1 milhões de rolhas. A situação inicial foi analisada de novembro a janeiro, isto é, entre a semana 45 de 2020 e a semana 5 de 2021. A Figura 46 representa a variação do OEE ao longo do período de tempo referido e a relação com OEE médio inicial.

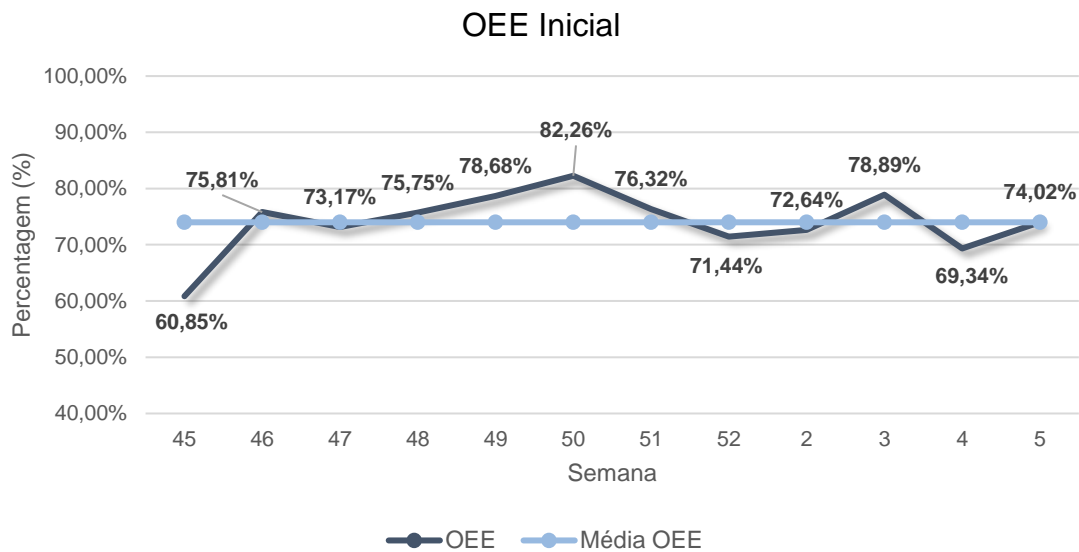


Figura 46 - OEE: Situação Inicial

Existem vários fatores que podem afetar o OEE dos equipamentos deste centro de trabalho. De forma a perceber a sua criticidade e de que maneira o seu impacto se reflete neste indicador, juntamente com a equipa de trabalho, elaborou-se um Diagrama de Ishikawa, Figura 47, onde se concentraram os problemas encontrados e se dividiram por categorias, de acordo com o seu âmbito.

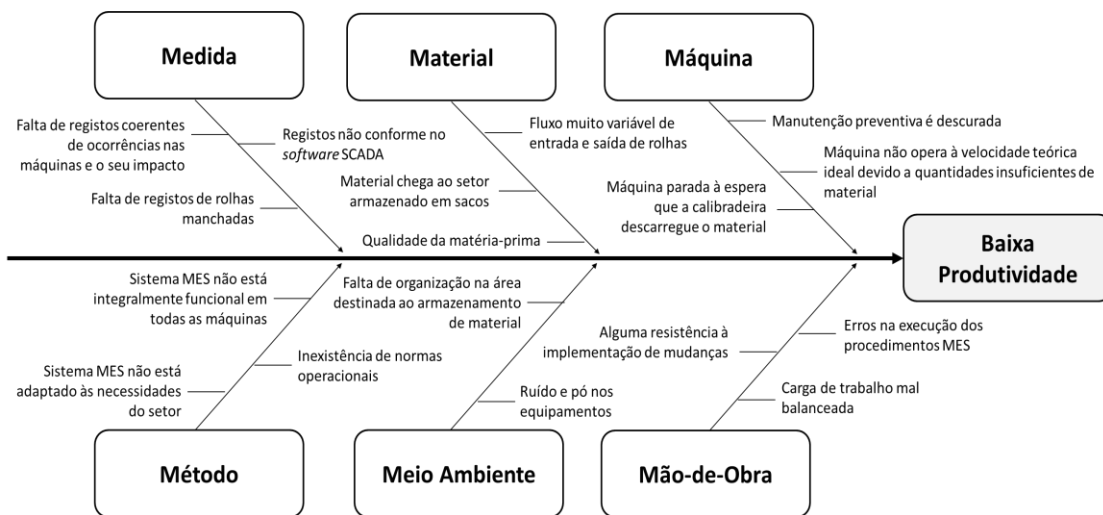


Figura 47 - Diagrama de Ishikawa

Após a averiguação das potenciais causas que poderiam estar na base da baixa produtividade das máquinas, os principais fatores de impacto no OEE foram quantificados de forma a atribuir uma percentagem de perda a cada um deles. Verifica-se, portanto, que em cada um dos componentes do cálculo deste indicador existem vários motivos que contribuem para o seu decréscimo. De acordo com a diagrama de Pareto da Figura 48 é possível constatar onde se encontram as principais perdas.

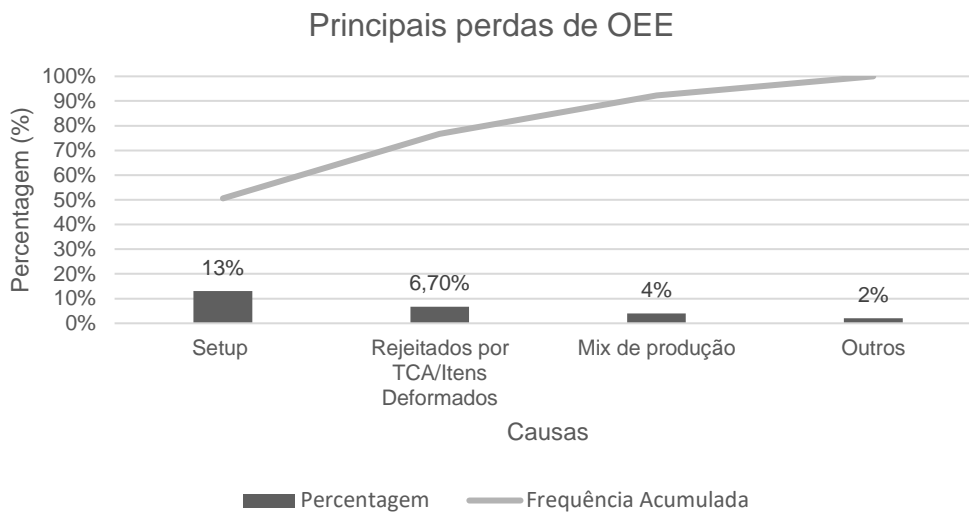


Figura 48 - Principais perdas de OEE dos VSR's

Através da Figura 48 é possível perceber que a maior percentagem de perdas está relacionada com os tempos de *setup*, mais precisamente, 13% do OEE é impactado por este fator. Isto deve-se ao facto de a máquina só poder ser carregada após a calibragem das rolhas, dado que o sistema MES não permite abastecê-la imediatamente após a sua descarga. Constatou-se que o tempo médio de *setup*, que inclui descarga do VSR, calibragem das rolhas e carga da máquina seguinte, se centrava em, aproximadamente 50 minutos. Este tempo é o reflexo da variabilidade associada ao processo de calibragem. Apesar de na descrição do processo produtivo estar mencionado que o tempo de calibragem é de cerca de 22 minutos, este só é cumprido quando a descarga da calibreira é realizada para cestos. Sempre que esta atividade é executada para sacos este tempo aumenta, podendo chegar aos 45 minutos, dado que exige que o operador retire o saco do suporte, rode a estrutura, cosa o saco e o coloque na palete. Para além disso é importante notar que as linhas de máquinas muitas vezes descarregam em simultâneo, o que exige que o operador esteja atento a todas elas e, se mais do que uma estiver a descarregar para sacos, é inevitável que o tempo de *setup* se prolongue dado que esta tarefa é mais demorada do que se a descarga fosse efetuada para um contentor. Adicionalmente, as calibreiras param, com bastante frequência, devido a bloqueios de rolhas nos seus canais o que, uma vez mais, necessita da intervenção do operador para as desencravar, constituindo outro fator de aumento do tempo de descarga. Estes bloqueios podem dever-se à qualidade da cortiça, à reduzida dimensão da rolha ou ainda à quantidade de pó presente no corpo da mesma.

Os 6,70% relativos a lotes rejeitados por TCA e itens deformados fazem parte da produção não conforme do processo. Os itens deformados são detetados no processo de calibragem e a não conformidade do parâmetro TCA é detetada aquando da análise do lote.

Quanto à componente da velocidade, esta é afetada em 4% devido à diferença entre a quantidade teórica ideal que deve ser colocada nas máquinas e a quantidade que, de facto, é abastecida. Esta diferença é notória especialmente em classes comerciais, visto que, os

lotes que são tratados nos VSR's destes artigos já se encontram atribuídos a uma encomenda para o cliente, com uma quantidade específica. Esta quantidade, definida pelo planeamento da produção de Lamas, está em concordância com as quantidades ideais para abastecer as máquinas do setor da lavação que não têm a mesma capacidade dos VSR ou de múltiplos deste. Neste sentido, quando os VSR's tratam classes comerciais, na maioria das vezes, não operam segundo a sua capacidade ideal, devido a esta diferença de quantidades.

A última perda é a de menor impacto no OEE e deve-se a paragem de máquinas para efeitos de manutenção corretiva, quando existe uma ocorrência que motive este tipo de intervenção.

4.2.2. Medidas Implementadas

Neste subcapítulo serão apresentadas as medidas tomadas para aumentar a produtividade dos equipamentos e aumentar o indicador em estudo, o OEE.

Antes de mais é importante referir que, na situação inicial, o tempo de ciclo dos VSR's era de 380 minutos, onde os 20 minutos finais do tratamento incluíam a adição de vapor ao processo para humidificar as rolhas. Depois de vários estudos efetuados concluiu-se que não era necessário a adição de vapor, visto que, a sua eliminação não iria afetar o resultado final do processo. Esta redução do tempo de tratamento para 360 minutos, faz aumentar o número de ciclos teóricos diários, de cada máquina de 3,79 ciclos, para 4 ciclos. Para além disso, foram também inseridas, no sistema, mais duas máquinas, em relação à situação inicial, passando de 16 para 18, sendo que, estas máquinas possuem as mesmas características que as restantes. Estas alterações têm impacto no número de ciclos realizados e na quantidade de rolhas produzidas, numa base diária.

4.2.2.1. Alteração no sistema de abastecimento das máquinas de eliminação de TCA (VSR's).

Dado que os tempos de *setup*, associados à componente da disponibilidade, são aqueles que têm maior impacto no OEE é necessário perceber de que maneira se pode atenuar este efeito. O tempo em que a máquina se encontra parada, neste processo, não consegue atingir a meta dos zero minutos, visto que, é sempre necessário haver, pelo menos dez minutos para a descarga do equipamento e cinco minutos para a sua carga. Isto significa que a meta a atingir deve ser os 15 minutos de *setup* por máquina.

Numa fase inicial, juntamente com a equipa de trabalho e com os operadores do setor, estabeleceu-se que o tempo de *setup* teria de diminuir de uma média de 50 minutos para 40 minutos. Considerou-se que este tempo seria aceitável dado que as restrições associadas à calibragem de rolhas se mantêm, impossibilitando encurtar abruptamente o tempo em que a máquina se encontra parada. Assim, com treino e disciplina dos operadores foi possível cumprir o sistema de abastecimento da Figura 49.

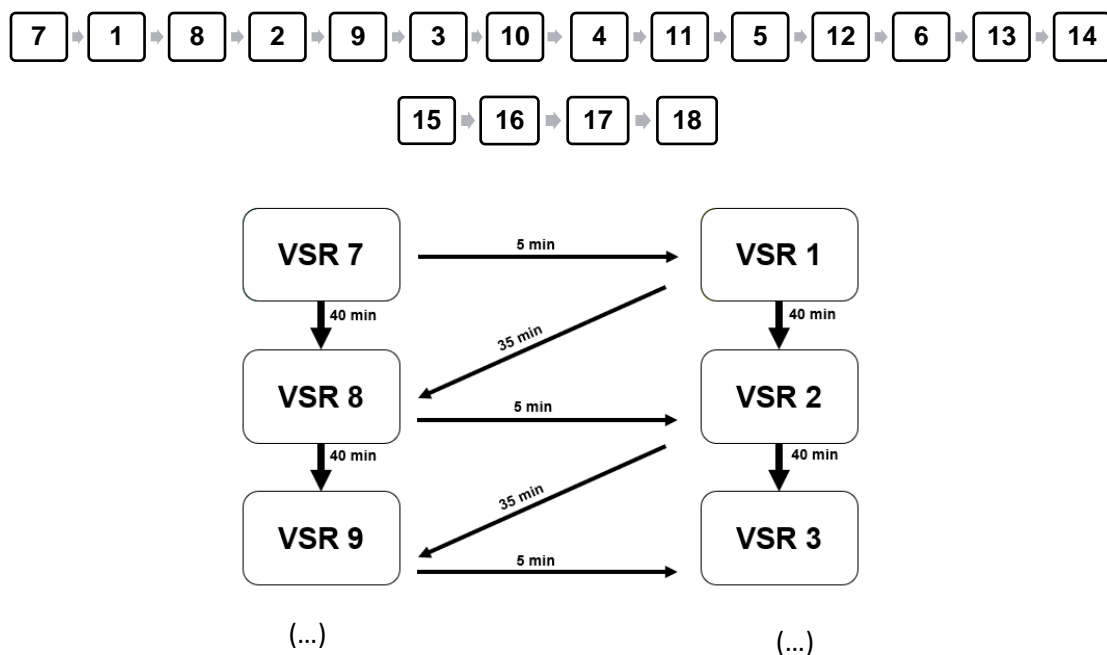


Figura 49 - Reestruturação do esquema de abastecimento dos VSR's

No esquema de abastecimento da Figura 49 constata-se que, em primeiro lugar, houve uma alteração na ordem de abastecimento das máquinas. Ao invés de o carregamento iniciar no VSR1, considerou-se que deveria iniciar no VSR7, dado que este está inserido na maior linha de máquinas, linha de 8, que, naturalmente, demora mais tempo a descarregar, na sua totalidade, quando comparada com a linha com apenas 6 máquinas. Para além disso, dado que foram inseridos mais dois equipamentos na linha que, na situação inicial se encontrava em construção, esta passou a operar isoladamente das outras duas, uma vez que contém um abastecimento próprio. Estes VSR's têm um intervalo de vinte minutos, entre eles, visto que se estabeleceu que esta linha seria apenas destinada a descargas em contentores e, portanto, os vinte minutos de calibragem são suficientes.

A segunda alteração está patente no tempo de carga entre máquinas. Enquanto inicialmente os equipamentos, entre linhas, eram carregados com 15 minutos de diferença, nesta fase são abastecidos com 5 minutos de intervalo, e, após 30 minutos, carrega-se a máquina seguinte, carregamento esse que demora 5 minutos, num total de paragem de máquina de 40 minutos.

4.2.2.2. Aplicação da metodologia SMED

Apesar da alteração descrita acima ter causado uma redução no tempo de *setup* das máquinas, este é pouco significativo, dado que a conclusão da calibragem das rolas é sempre necessária para ser possível declarar a produção no sistema MES e voltar a abastecer o VSR.

A melhoria que se propõe assenta numa mudança nos procedimentos MES que possibilitem a declaração da produção imediatamente após a descarga do VSR, viabilizando o abastecimento do respetivo equipamento sem necessitar de esperar pela conclusão da calibragem do material.

A calibragem das rolhas passaria, desta forma, a ser uma tarefa externa ao processo, que não impactaria no tempo em que o equipamento se encontra parado. Com esta alteração o tempo de *setup* seria de, aproximadamente, 15 minutos: 10 minutos para a descarga do equipamento e declaração da produção em MES e 5 minutos para o reabastecimento da respetiva máquina, tanto fisicamente como em sistema, Figura 50.

Descrição da Tarefa	Classificação (I/E)
Ajudar operador SR a descarregar material	Externa
Movimentar material para zona de abastecimento	Externa
Formar lote e desagregar etiquetas (MES)	Externa
Abastecer máquina (MES)	Interna
Carregar máquina	Interna
Movimentar material para zona de expedição	Externa
Limpar máquinas	Externa
Contar rolhas	Externa
Calibrar rolhas	Interna
Declarar produção (MES)	Interna
Agregar etiquetas (MES)	Externa

Figura 50 - Classificação das tarefas realizadas pelos operadores do setor

4.2.3. Análise de Resultados

Este subcapítulo, tal como no primeiro projeto, destina-se a quantificar os ganhos alcançados com as alterações efetuadas.

4.2.3.1. Diminuição dos tempos de *Setup*

A primeira alteração realizada, com o intuito de diminuir o tempo em que a máquina se encontra parada, resultou numa redução dos tempos de *setup* de 50 minutos para 40 minutos, o que se traduz num aumento de 3% do OEE inicial, de 74% para 77%, a partir da semana 16 de 2021, semana na qual se iniciou o novo método de abastecimento, Figura 51.

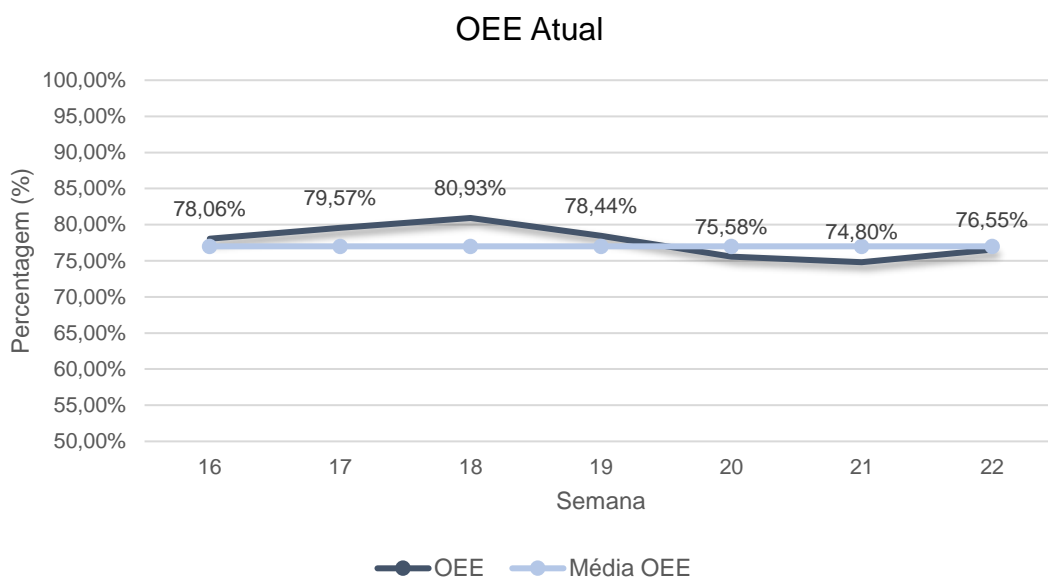


Figura 51 - OEE: Situação Atual

A segunda medida, relativa à alteração dos procedimentos MES, de forma a ser possível abastecer a máquina após a sua descarga e respetiva declaração de produção, reduz o tempo de *setup* de 40 minutos para 15 minutos, correspondendo a um aumento de 6% no OEE, de 77% para 83%. Esta alteração foi executada na semana anterior ao término do estágio e, por essa razão, ainda se encontra em fase de testes e de ajustes. Ainda assim, denotou-se uma redução de 40 minutos para 30 minutos, nesta fase inicial. O objetivo da equipa, neste momento, é conseguir reduzir para 15 minutos o tempo de paragem das máquinas, através de prática e disciplina.

A Tabela 8 resume os resultados alcançados com as alterações efetuadas.

Tabela 8 - Quantificação de resultados

	Estado Inicial	Setup 40 minutos	Setup 15 minutos
OEE	74%	77%	83%
Rolhas produzidas (milhões)	1,1	1,3	1,4
Aumento produção (rolhas/ano)			51 010 560
€/ano			76 515

O aumento de produção relativamente à situação inicial de, aproximadamente, 280 000 rolhas, passando de 1,1 milhões para 1,4 milhões de rolhas produzidas, deve-se a dois fatores: o primeiro está relacionado com a adição de duas máquinas ao sistema, em relação à situação inicial e a diminuição do tempo de ciclo de 380 minutos para 360 minutos; o segundo diz respeito ao aumento de nove pontos percentuais no OEE relativos à diminuição do tempo de *setup* em 35 minutos, de 50 minutos para 15 minutos. Esta diminuição de tempo em que a máquina está parada tem um impacto anual, no aumento de produção de cerca de 51 milhões de rolhas, que representa um ganho estimado de 76 515€ por ano, considerando que o preço base de um milheiro, mil rolhas, são 1,5€.

5. Conclusão

Para perceber o impacto que as melhorias propostas tiveram nos dois projetos é fundamental analisar as consequências que resultaram destas medidas. Neste último capítulo são apontadas as considerações finais a respeito de ambos os projetos, apresentadas limitações do mesmo e, ainda, sugeridas algumas propostas de trabalho futuro que devem ser seguidas de forma que o projeto desenvolvido possa ser continuamente melhorado.

5.1. Considerações finais e limitações

É sabido que as atividades relacionadas com logística interna, mais concretamente, o transporte de material entre localizações é considerado um desperdício, dado que, não acrescenta qualquer valor ao produto final, aumenta o tempo de processo e pode danificar o material. No entanto, esta tarefa é muitas vezes necessária ser realizada e, por essa razão, é fundamental encontrar soluções para a minimizar. No projeto desenvolvido no setor Super ROSA, a utilização do digrama de esparguete permitiu, de forma bastante clara, identificar as rotas de transportes realizadas pelos operadores e, após o seu mapeamento, foi possível perceber onde se encontravam as movimentações efetuadas sem qualquer transporte de material e que, por essa razão, deveriam ser eliminadas sempre que possível. A utilização desta ferramenta, através do reajuste efetuado nas rotas de transporte, permitiu reduzir a distância percorrida pelo operador do setor, nomeadamente, permitiu reduzir a distância percorrida sem transporte de material e agilizar todo o fluxo de recolha e entrega de material entre setores.

Para além disso, percebeu-se que a falta de organização e de padronização de procedimentos era bastante evidente no setor, o que desencadeava diversos *mudas* e tornava o trabalho operacional bastante aleatório. A existência de processos não normalizados onde não existe um *standard* reflete-se em resultados imprevisíveis e não permite a existência de um fluxo de trabalho consistente. Neste sentido, todo o processo de normalização e estabelecimento de regras básicas foi fundamental para melhorar o fluxo de material entre setores, regularizar o trabalho entre turnos, que se encontrava desajustado, e reduzir a variabilidade com que as tarefas eram realizadas.

O método de abastecimento de artigos Raça nos equipamentos do setor, através da redução do tamanho dos lotes, permitiu estabelecer um fluxo de produção contínuo entre os setores brocas/deslenhar e Acabamentos Mecânicos I, viabilizando uma confiança na produção deste último, que antes não era possível dada a falta de critério com que os Super ROSA eram abastecidos com material.

No que diz respeito à organização do armazém do setor Super ROSA esta foi conseguida através de uma análise conjunta ABC-XYZ. A primeira permitiu perceber o volume de produção associado a cada artigo, ou seja, a sua importância para a organização, enquanto a segunda possibilitou um entendimento da frequência com que cada artigo é consumido, isto é, se determinado item é produzido a um ritmo constante ou

se existe alguma tendência sazonal. Esta análise foi essencial para delinear a estratégia de organização que melhor se adequa às necessidades do setor e dos operadores que o utilizam.

Para o sucesso da implementação destas medidas foi essencial trabalhar a par com os operadores, anotar as suas sugestões, explicar-lhes o que motivou todo o projeto desenvolvido no setor e consciencializá-los dos benefícios que as alterações efetuadas trariam para o modo de execução das suas diversas tarefas diárias. A elaboração de normas de trabalho e de todos os documentos no qual se encontram descritos os procedimentos a seguir foram, também eles, essenciais para garantir que o modo operativo estabelecido é cumprido e não fica “adormecido” após a conclusão do projeto de estágio. Para esse efeito, é importante, também, que a continuidade das modificações realizadas sejam incutidas e incentivadas pelos responsáveis do setor e por toda a equipa industrial. Como se pode verificar pelo capítulo 4.1.3., o resultado final alcançado é claramente positivo, visto que, foi possível agilizar todo o sistema envolvente do setor, diminuir tarefas e movimentações desnecessárias, que não acrescentavam qualquer valor ao processo, quantidades de *stock* parado e aumentar a eficácia no serviço prestado ao Centro de Tratamento de Cortiça.

Quanto ao projeto desenvolvido no CTC, relativo ao estudo e melhoria do OEE das máquinas de tratamento de eliminação de TCA (VSR's), é também crucial realçar a colaboração dos operadores como elementos basilares no crescimento e melhoria deste setor e, nomeadamente, na procura constante de formas de aumentar este indicador de eficácia dos equipamentos. A sua disciplina na execução das atividades relacionadas com carga e descarga de VSR's e calibradeiras revelou-se fundamental para o sucesso das medidas implementadas.

A aplicação da metodologia SMED foi utilizada como forma de diminuir os tempos de *setup* dos equipamentos do setor, através da conversão de uma tarefa interna em externa, mais concretamente, através da alteração dos procedimentos MES, de forma a ser possível efetuar o abastecimento das máquinas imediatamente após a sua descarga. Esta alteração permitiu aumentar a disponibilidade dos equipamentos levando a um consequente aumento da produção. O aumento do indicador OEE, com a redução dos tempos de inatividade das máquinas é um ponto bastante positivo no resultado final potenciado, não obstante existe ainda margem para melhorar o processo, como será referido no capítulo seguinte. Ainda assim, dada a singularidade presente neste procedimento, recente no mercado, e o facto de se encontrar ainda numa fase de crescimento levou a que toda a equipa, também ela recente no projeto, tivesse que perceber bem todas as particularidades do sistema e, em conjunto, delinear a melhor estratégia para tentar colmatar os vários problemas encontrados.

De notar que, ao longo de todo o processo, em ambos os projetos, as equipas de cada um dos centros de trabalho foram terminantes para a deteção de problemas, das suas principais causas e das possíveis medidas que poderiam ser tomadas para atenuar ou eliminar o seu efeito. Dado que são estes intervenientes que melhor conhecem o processo, pois trabalham diariamente nele e detêm um conhecimento bastante abrangente do seu modo de funcionamento, das suas falhas e dos seus possíveis pontos de melhorias, foi

essencial a comunicação constante com eles no sentido de perceber qual a melhor solução a ser aplicada para resolver determinado problema.

As principais limitações encontradas no decorrer dos projetos estão relacionadas com, no caso do setor Super ROSA, não ter sido possível a concretização das identificações dos espaços destinados aos diferentes tipos de material no armazém do setor. Esta questão será detalhada no capítulo seguinte, como trabalho futuro que deve ser realizado. Relativamente ao estudo do OEE das máquinas de eliminação de TCA do Centro de Tratamento de Cortiça verificou-se uma dificuldade inicial de recolha de dados para o cálculo deste indicador, visto que o setor se encontrava em funcionamento há pouco tempo e, por essa razão, ainda não havia uma discriminação completa de todas as variáveis necessárias para este efeito. Ainda assim, esta limitação foi ultrapassada com o auxílio da equipa de trabalho do setor, tendo sido possível obter um cálculo rigoroso deste indicador de eficácia de equipamentos e a sua monitorização ao longo do tempo.

5.2. Perspetivas de trabalho futuro

Visto que a melhoria de processos organizacionais deve ser um procedimento contínuo e não apenas um evento isolado realizado num determinado momento, existem, ainda, vários outros pontos de potenciais melhorias que devem ser analisados e estudados em ambos os setores onde o projeto decorreu.

Como trabalho futuro sugere-se que, para atingir um OEE de 83%, após a completa familiarização com os novos procedimentos MES, se consiga reduzir o tempo de *setup* para 15 minutos por máquina, correspondendo apenas ao tempo de descarga e carga do equipamento.

Relativamente ao parâmetro da velocidade, que impacta 4% neste indicador, sugere-se que seja encontrada uma solução juntamente com os planeadores da produção de forma que as quantidades das classes comerciais possam ser ajustadas às quantidades *standard* dos equipamentos VSR. A solução pode passar pelo envio, para o CTC, de quantidades superiores às estabelecidas pelo cliente até perfazer um múltiplo do número de rolas abastecido nos VSR's, de acordo com o calibre considerado. Aquando da calibragem seria efetuada uma separação da quantidade definida para o cliente, que seguiria o processo produtivo, e, no setor, permanecia a sobra que seria utilizada para a encomenda seguinte do mesmo artigo. Esta quantidade de sobra deveria ser comunicada à produção para que a próxima encomenda tivesse em consideração a existente no setor.

No caso do setor Super ROSA, a organização do armazém carece de identificações físicas que denotem os locais destinados para os artigos aí tratados. Esta tarefa não foi possível de ser executada durante o tempo de estágio, visto que, o setor trabalha 24 horas por dias, 7 dias por semana, onde existem movimentações constantes de entrada e saída de material do armazém, inviabilizando a pintura do espaço. Neste sentido, sugere-se que, no período de inatividade da empresa, seja exequível concluir este ponto, de forma a tornar claro e visual para todos os operadores as localizações exatas de entrada e saída de material e, dentro destas, os espaços destinados a cada diâmetro de rolas.

À data de conclusão do projeto de estágio na empresa encontravam-se a ser inseridos mais dois VSR's, no Centro de Tratamento de Cortiça, num total de 20 equipamentos constituintes do sistema. Com este aumento na capacidade de produção do setor, devido ao aumento do número de ciclos diários, resultantes da diminuição dos tempos de paragem de máquinas e com a possível diminuição das perdas por velocidade, é importante perceber se, com a taxa de ocupação atual do operador dos Super ROSA, é possível a inserção de mais abastecimentos de material ao CTC na sua rotina diária de movimentações.

Se estas alterações forem todas verificadas estima-se que sejam necessários 8,5 abastecimentos diários para o CTC, ou seja, mais 1,5 relativamente à situação atual. Em termos teóricos, como se pode verificar pela Figura 52, é possível inserir estes abastecimentos na rotina diária dos dois turnos de trabalho, sem exceder a sua taxa de ocupação. No entanto, é necessário compreender que estes operadores trabalham durante doze horas por dia seguidas e que as tarefas que executam de cargas e descargas com a carrinha do setor exigem muito esforço físico, o que pode constituir um inibidor para a concretização do total das movimentações diárias que estes conseguem suportar. Neste sentido, esta alteração deve ser estudada, devidamente testada e avaliada junto dos operadores do setor, de forma a ser encontrada uma solução compatível para todas as partes interessadas.

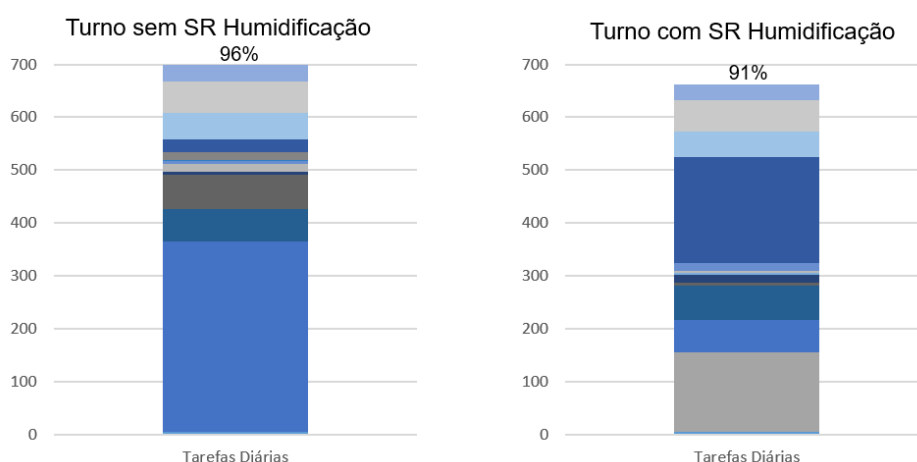


Figura 52 - Taxa de ocupação operadores SR com aumento da produção no CTC

Referências Bibliográficas

- Amorim Cork. (2021). <https://www.amorimcork.com/pt/>
- APCOR. (2019). *Information Bureau | 2019 Qualidade*. https://www.apcor.pt/wp-content/uploads/2019/02/QUALIDADE_PT.pdf
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2167–2175. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.460>
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management* (P. E. International (Ed.); Fifth Edit).
- Ballou, R. H. (2007). The evolution and future of logistics and supply chain management. *European Business Review*, 19(4), 332–348. <https://doi.org/10.1108/09555340710760152>
- Balon, B., & Roszak, M. (2020). Cost-quantitative analysis of non-compliance in the internal logistics process. *Production Engineering Archives*, 26(2), 60–66. <https://doi.org/10.30657/pea.2020.26.13>
- Bhat, S., Gijo, E. V., & Jnanesh, N. A. (2016). Productivity and performance improvement in the medical records department of a hospital. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-04-2014-0063>
- Botezatu, C., Condrea, I., Oroian, B., Hrițuc, A., Ețcu, M., & Slătineanu, L. (2019). Use of the Ishikawa diagram in the investigation of some industrial processes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 682(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/682/1/012012>
- Budianto, Surachman, Hadiwidjojo, D., & Rofiaty. (2021). The effect of manufacturing agility competencies on lean manufacturing in increasing operational performance. *Uncertain Supply Chain Management*, 9(1), 195–204. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2020.10.001>
- Cantini, A., De Carlo, F., & Tucci, M. (2020). Towards forklift safety in a warehouse: An approach based on the automatic analysis of resource flows. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12218949>
- Carvalho, J. C. de, Guedes, A. P., Arantes, A. J. M., Martins, A. L., Póvoa, A. P. B., Luís, C. A., Dias, E. B., Dias, J. C. Q., Menezes, J. C. R. de, Ferreira, L. M. D. F., Carvalho, M. do S., Oliveira, R. C., Azevedo, S. G., & Ramos, T. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (Edições Sílabo (Ed.); 1st ed.).
- Chan, C. O., & Tay, H. L. (2018). Combining lean tools application in kaizen: a field study on the printing industry. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(1), 45–65. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2016-0197>
- Chu, C. W., Liang, G. S., & Liao, C. T. (2008). Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. *Computers and Industrial Engineering*, 55(4), 841–851. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.03.006>
- Coelho, F., Relvas, S., & Barbosa-Póvoa, A. P. (2021). Simulation-based decision support tool for in-house logistics: the basis for a digital twin. *Computers and Industrial Engineering*, 153(March 2020). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107094>
- Corrales, L. del C. N., Lambán, M. P., Hernandez Korner, M. E., & Royo, J. (2020). Overall equipment effectiveness: Systematic literature review and overview of different approaches. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(18). <https://doi.org/10.3390/APP10186469>
- Correia, N., Teixeira, L., & Ramos, A. L. (2020). Implementing an AGV system to transport finished goods to the warehouse. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 5(2), 241–247. <https://doi.org/10.25046/aj050231>
- Dadashpour, I., & Bozorgi-Amiri, A. (2020). Evaluation and Ranking of Sustainable Third-

- party Logistics Providers using the D-Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 33(11), 2233–2244. <https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.11b.15>
- Dave, B. (2017). Business process management - A construction case study. *Construction Innovation*, 17(1), 50–67. <https://doi.org/10.1108/CI-10-2015-0055>
- Douissa, M. R., & Jabeur, K. (2020). A non-compensatory classification approach for multi-criteria ABC analysis. *Soft Computing*, 24(13), 9525–9556. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04462-w>
- Eraslan, E., & Iç, Y. T. (2020). An improved decision support system for ABC inventory classification. *Evolving Systems*, 11(4), 683–696. <https://doi.org/10.1007/s12530-019-09276-7>
- Erro-Garcés, A., & Alfaro-Tanco, J. A. (2020). Action Research as a Meta-Methodology in the Management Field. *International Journal of Qualitative Methods*, 19, 1–11. <https://doi.org/10.1177/1609406920917489>
- Fabri, M., Ramalinho, H., Oliver, M., & Muñoz, J. C. (2020). Internal logistics flow simulation: A case study in automotive industry. *Journal of Simulation*, 00(00), 1–13. <https://doi.org/10.1080/17477778.2020.1781554>
- Ferradás, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: A tailored SMED approach for welding cells. *Procedia CIRP*, 7, 598–603. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039>
- Garza-Reyes, J. A. (2015). From measuring overall equipment effectiveness (OEE) to overall resource effectiveness (ORE). *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(4), 506–527. <https://doi.org/10.1108/JQME-03-2014-0014>
- Haddad, T., Shaheen, B. W., & Németh, I. (2021). Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Extrusion Machine Using Lean Manufacturing Approach. *Manufacturing Technology*, 21(1), 56–64. <https://doi.org/10.21062/mft.2021.006>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Jaqin, C., Rozak, A., & Purba, H. H. (2020). Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using Plan-do-check-act Cycle. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 33(11), 2245–2251. <https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.11b.16>
- Kehr, T. W., & Proctor, M. D. (2017). People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), 921–930. <https://doi.org/10.1002/qre.2059>
- Khalfallah, M., & Lakhal, L. (2021). The relationships between TQM, TPM, JIT and agile manufacturing: an empirical study in industrial companies. *TQM Journal*. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2020-0306>
- Klein, L. L., Tonetto, M. S., Avila, L. V., & Moreira, R. (2021). Management of lean waste in a public higher education institution. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125386. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125386>
- Knop, K. (2020). Indicating and analysis the interrelation between terms – Visual: Management, control, inspection and testing. *Production Engineering Archives*, 26(3), 110–120. <https://doi.org/10.30657/pea.2020.26.22>
- Kshatra, D. P., Paladagu, R. P., Inturi, P., Vishnu, G. S., & Badrinath, V. S. V. S. (2020). Calculation and improving the overall equipment effectiveness for textile industry machine. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(9), 6085–6090. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/193892020>
- Kumar, Y. (2017). XYZ Analysis for Inventory Management – Case Study of Steel Plant. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 5(II), 46–52. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.2007>

- Kurpjuweit, S., Reinerth, D., Schmidt, C. G., & Wagner, S. M. (2019). Implementing visual management for continuous improvement: barriers, success factors and best practices. *International Journal of Production Research*, 57(17), 5574–5588. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1553315>
- Lamghari, Z., Radgui, M., Saidi, R., & Rahmani, M. D. (2018). A set of indicators for BPM life cycle improvement. *2018 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision, ISCV 2018, 2018-May(Urac 29)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ISACV.2018.8354057>
- Lekan, A., Clinton, A., Fayomi, O. S. I., & James, O. (2020). Lean Thinking and Industrial 4.0 Approach to Achieving Construction 4.0 for Industrialization and Technological Development. *Buildings*, 27. <https://doi.org/10.1201/9781420046144.ch12>
- Lozano, J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., & Blanco, J. (2017). Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(9–12), 3607–3618. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9686-x>
- Luca, L., & Luca, T. O. (2019). Ishikawa diagram applied to identify causes which determines bearings defects from car wheels. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 564(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/564/1/012093>
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>
- Mourato, J., Pinto Ferreira, L., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Dieguez, T., & Tjahjono, B. (2020). Improving internal logistics of a bus manufacturing using the lean techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2020-0327>
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535. <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (P. Press (Ed.)).
- Paciarotti, C., & Torregiani, F. (2021). The logistics of the short food supply chain: A literature review. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 428–442. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.002>
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning and Control*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pečený, L., Meško, P., Kampf, R., & Gašparík, J. (2020). Optimisation in Transport and Logistic Processes. *Transportation Research Procedia*, 44(2019), 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.003>
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>
- Pereira, M. T., Sousa, J. M. C., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2019). Localization system for optimization of picking in a manual warehouse. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1220–1227. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.213>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Fernandes, N. O., Casais, R., Baptista, A., & Carvalho, C. (2020). Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 192–204. <https://doi.org/10.24867/IJIEM-2020-3-264>
- Retamozo-Falcon, G., Silva, J., & Mauricio, D. (2019). Model for the improvement of processes using Lean techniques and BPM in SMEs. *Proceedings of the 2019 IEEE*

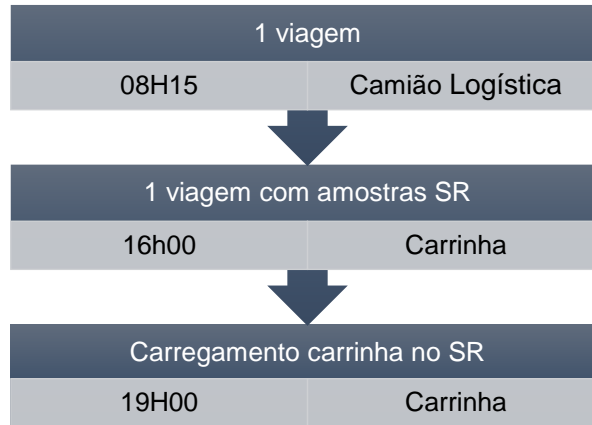
- 26th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2019, 19–22. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2019.8853806>
- Ruppert, T., Csalodi, R., & Abonyi, J. (2021). Estimation of machine setup and changeover times by survival analysis. *Computers and Industrial Engineering*, 153(October 2020), 107026. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107026>
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The Handbook of Logistics & Distribution Management*.
- Rutner, S. M., Aviles, M., & Cox, S. (2012). Logistics evolution: A comparison of military and commercial logistics thought. *International Journal of Logistics Management*, 23(1), 96–118. <https://doi.org/10.1108/09574091211226948>
- Rybakov, D. S. (2018). A process model of a logistics system as a basis for optimisation programme implementation. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21(1), 72–93. <https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1361910>
- Rymaszewska, A. (2017). Lean implementation and a process approach – an exploratory study. *Benchmarking*, 24(5), 1122–1137. <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2016-0018>
- Saleeshya, P. G., Raghuram, P., & Vamsi, N. (2012). Lean manufacturing practices in textile industries - a case study. *International Journal of Collaborative Enterprise*, 3(1), 18. <https://doi.org/10.1504/ijcent.2012.052367>
- Sanders, A., Elangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 811–833. <https://doi.org/10.3926/jiem.1940>
- Sarkar, S., & Giri, B. C. (2020). Safety stock management in a supply chain model with waiting time and price discount dependent backlogging rate in stochastic environment. *Operational Research*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s12351-020-00587-1>
- Schmidtke, N., Sc, M., Thater, L., Sc, B., Meixner, S., & Sc, B. (2018). *Technical Potentials and Challenges within Internal Logistics 4.0*.
- Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C., & Bergmann, J. (2012). Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: Practical investigation at an industrial company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 445–451. <https://doi.org/10.1108/17410401211212689>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System* (C. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts and Norwalk (Ed.)).
- Silva, A., Sá, J. C., Santos, G., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Pereira, M. T. (2020). Implementation of SMED in a cutting line. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1355–1362. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.189>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1153–1162. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Solaimani, S., Veen, J. van der, Sobek, D. K., Gulyaz, E., & Venugopal, V. (2019). On the application of Lean principles and practices to innovation management: A systematic review. *TQM Journal*, 31(6), 1064–1092. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2018-0208>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Sousa, P., Tereso, A., Alves, A., & Gomes, L. (2018). Implementation of project management and lean production practices in a SME Portuguese innovation company. *Procedia Computer Science*, 138, 867–874. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.113>
- Sternberg, H., Stefansson, G., Westernberg, E., af Gennäs, R. B., Allenström, E., & Nauska, M. L. (2013). Applying a lean approach to identify waste in motor carrier operations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62(1), 47–65. <https://doi.org/10.1108/17410401311285291>

- Suárez-Barraza, M. F., & Rodríguez-González, F. G. (2019). Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them?: A first research approach. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(2), 302–316. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-12-2017-0113>
- Teixeira, C., Lopes, I., & Figueiredo, M. (2018). Classification methodology for spare parts management combining maintenance and logistics perspectives. *Journal of Management Analytics*, 5(2), 116–135. <https://doi.org/10.1080/23270012.2018.1436989>
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Tian Xiang, Z., & Jeng Feng, C. (2021). Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 152. <https://doi.org/10.3926/jiem.3286>
- Tsarouhas, P. (2019). Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE): A case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 88–108. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0060>
- Vieira, A. M., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Pereira, T. (2020). SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1416–1422. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.197>
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38(Faim 2019), 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>
- Yazıcı, K., Gökler, S. H., & Boran, S. (2020). An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time. *Journal of Intelligent Manufacturing*. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01675-x>
- Yung, K. L., Ho, G. T. S., Tang, Y. M., & Ip, W. H. (2021). Inventory classification system in space mission component replenishment using multi-attribute fuzzy ABC classification. *Industrial Management and Data Systems*, 637–656. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2020-0518>
- Zenkova, Z., & Kabanova, T. (2018). The ABC-XYZ analysis modified for data with outliers. *Proceedings - GOL 2018: 4th IEEE International Conference on Logistics Operations Management*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/GOL.2018.8378073>

Anexo A

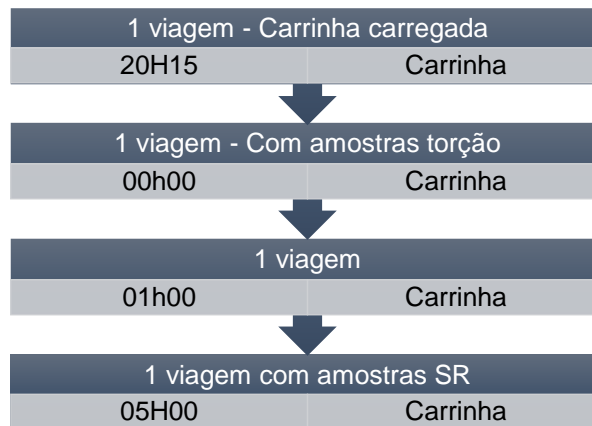
REGRAS DE TRANSPORTE LOGÍSTICO SR-CTC/CTC-SR

→ Turno dia com SR Humidificação - Semana N (par)



Nota: Garantir que o SR Humidificação é ligado até às 12h30.

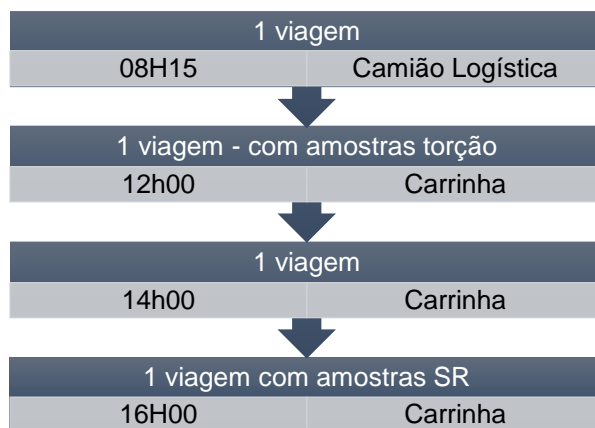
→ Turno noite sem SR Humidificação - Semana N (par)



Nota: Se for necessário realizar uma viagem extra, essa deve ser feita às 02h30.

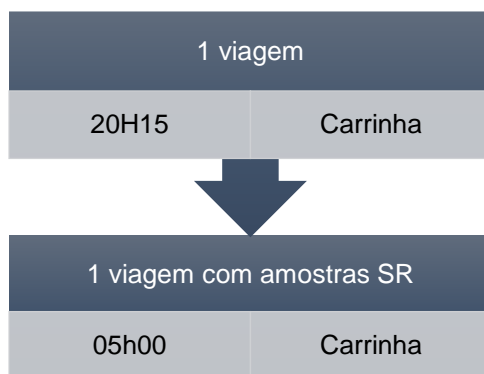
REGRAS DE TRANSPORTE LOGÍSTICO SR-CTC/CTC-SR

→ Turno dia sem SR Humidificação - Semana N+1 (ímpar)



Nota: Se for necessário realizar uma viagem extra, essa deve ser feita às 15h00.

→ Turno noite com SR Humidificação - Semana N+1 (ímpar)



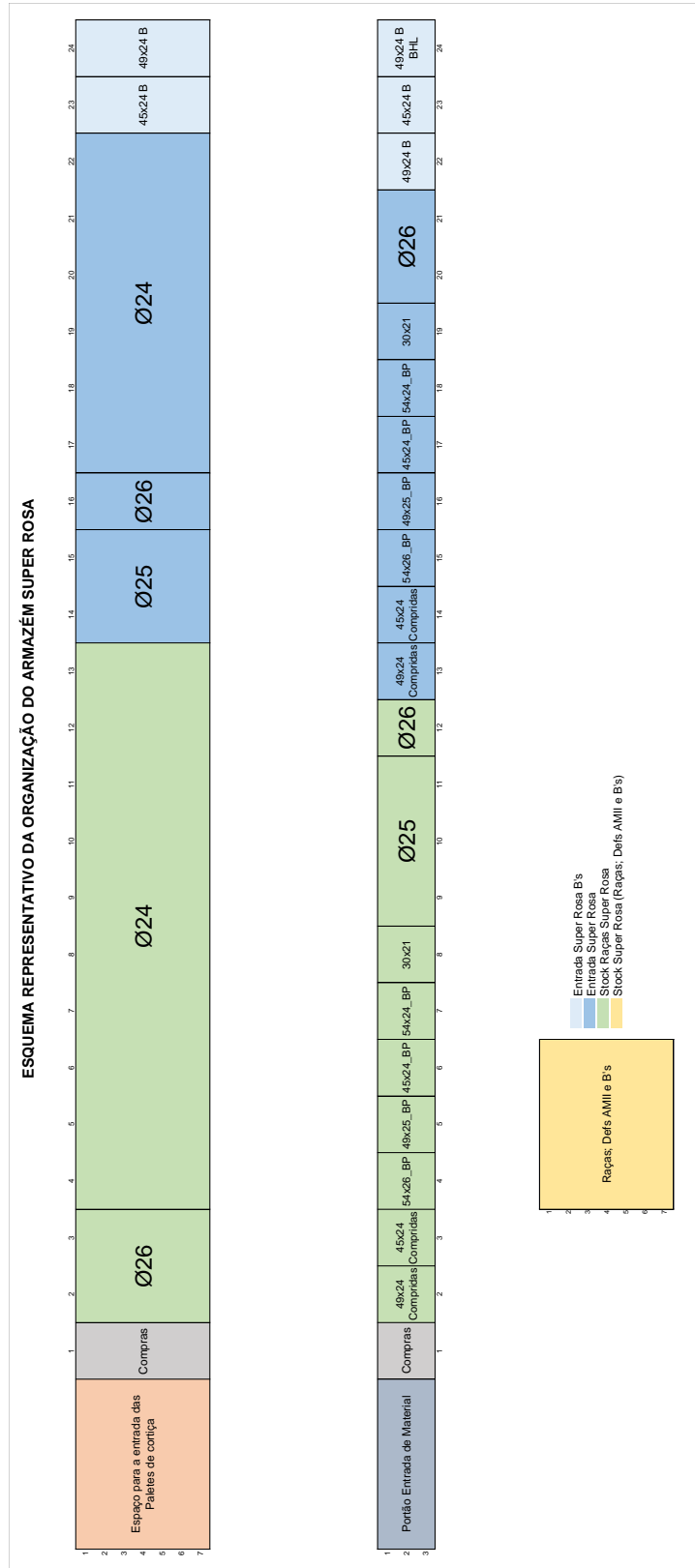
Nota: Garantir que o SR Humidificação é ligado até à 00h30.


Anexo C

Artigo	Frequência Relativa	Frequência Acumulada	Análise ABC
45x24 RAÇA_BH	33,36%	33,36%	A
49x24 RAÇA	9,30%	42,67%	A
49x24 RAÇA (BGE)	8,70%	51,36%	A
45x26 RAÇA_BH	7,11%	58,47%	A
49x24 RAÇA BHL	5,98%	64,45%	A
49x24 RAÇA (Prova 2)	5,98%	70,43%	A
30x21 RAÇA	5,21%	75,64%	A
49x25 RAÇA (Prova 1)	2,85%	78,49%	A
49x26 RAÇA (Prova 1)	4,69%	83,18%	B
49x25 RAÇA (BGE)	4,57%	87,74%	B
49x26 RAÇA	2,20%	89,94%	B
45x25 RAÇA	2,74%	92,68%	B
54x24 RAÇA_BP	1,98%	94,66%	B
49x26 RAÇA (Prova 2)	1,99%	96,65%	C
45x24 RAÇA_BP	1,55%	98,20%	C
49x25 RAÇA_BP	0,99%	99,20%	C
54x26 RAÇA_BP	0,80%	100,00%	C

Artigos	Coefficiente de Variância	Análise XYZ
45x24 RAÇA_BH	20,74%	X
49x24 RAÇA	22,20%	X
49x24 RAÇA BHL	22,05%	X
45x26 RAÇA_BH	16,91%	X
30x21 RAÇA	40,12%	Y
45x24 RAÇA_BP	41,09%	Y
54x24 RAÇA_BP	32,12%	Y
49x24 RAÇA (Prova 2)	57,65%	Z
49x26 RAÇA	22,80%	X
49x25 RAÇA_BP	41,91%	Y
54x26 RAÇA_BP	38,13%	Y
49x26 RAÇA (Prova 2)	73,70%	Z
49x25 RAÇA (Prova 1)	15,52%	X
49x24 RAÇA (BGE)	86,83%	Z
45x25 RAÇA	20,19%	X
49x25 RAÇA (BGE)	92,93%	Z
49x26 RAÇA (Prova 1)	54,28%	Z

Anexo D





Unidade Industrial


UI LAMAS

Sector/ Máquina

SUPER ROSA

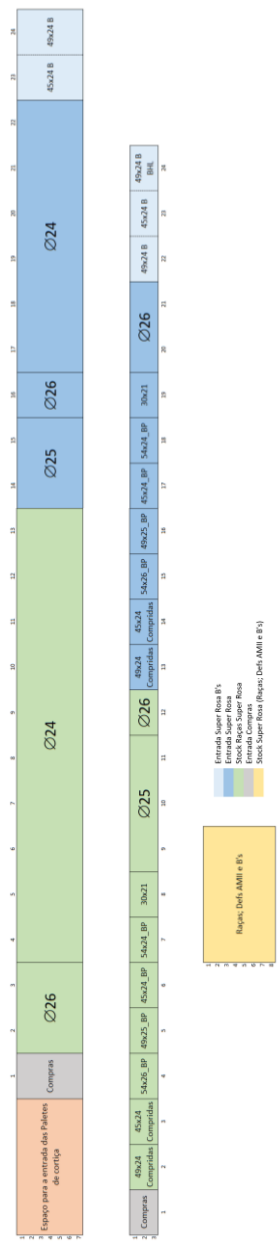
IT-AL-IND.135/2

NORMA - ORGANIZAÇÃO ARMAZÉM SUPER ROSA



CALIBRES NORMAIS	Operador AM	<p>Paletes/Cestos mais recentes, são colocados em profundidade no espaço.</p> <p>Paletes/Cestos devem ser colocados em filas por calibre, de acordo com o esquema representado abaixo. Cada fila deverá, sempre que possível, conter apenas um calibre.</p> <p>Operador do SR deve carregar, para tratamento, as rochas das filas de entrada tendo, sempre que possível, balancear os artigos que cabem dentro do Super ROSA.</p> <p>A formação da fileira é feita antes das rochas realizarem o ciclo de tratamento, de acordo com os procedimentos MES estabelecidos.</p> <p>Paletes/Cestos devem ser colocados em filas, por calibre, como representado no esquema abaixo.</p> <p>As rochas a descarregar devem ser colocadas em profundidade no espaço e deve ser retirada a devida amostra, como definido segundo as Regras de Amostragem estabelecidas.</p> <p>Cada lote deve conter a informação sobre o Super ROSA onde foi tratado e a data de saída do mesmo (ex. Super ROSA: X, Data Saída: Dia/Mês/Ano).</p> <p>Operador dos AMI deve consumir as rochas tratadas, sempre que possível, conforme o sistema FIFO e em função das regras de consumo definidas.</p> <p>Operador dos AMI deve acompanhar sempre os estios/paletes que leva para o setor com as respetivas etiquetas MES, permanecendo as restantes no armazém SR.</p> <p>Os Calibres Especiais e Rochas Compridas devem seguir as mesmas regras definidas para os Calibres Normais.</p> <p>Calibres Especiais e Rochas Compridas devem entrar a fazer o ciclo sempre que haja pelo menos um contêiner na entrada.</p> <p>Calibres Especiais e Rochas Compridas devem fazer o ciclo de tratamento e aguardar por 4-6 contêineres para formar lote e retirar a devida amostra.</p> <p>A disposição dos Calibres Especiais e Rochas Compridas encontra-se abaixo representada. Cada box só deve ser ocupada por um único calibre.</p> <p>Os artigos B's devem ser colocados nos espaços demarcados no chão e representados no esquema abaixo.</p> <p>Os procedimentos MES dos artigos B's devem ser realizados antes das rochas fazerem o ciclo de tratamento e de acordo com as regras estabelecidas.</p> <p>Após o ciclo normal, os artigos B's vão para a estufa de ffo aguardar para entrar no SR4 ou são carregados diretamente para o SR4, se o plano o permitir.</p> <p>Após o ciclo de SR4 os artigos B's devem ser armazenados no local junto ao SR6, como representado no esquema.</p>
CALIBRES ESPECIAIS E ROCHAS COMPRIDAS	Operador AM Operador SR Operador SR Operador AM Operador SR Operador SR Operador AM Operador AM	
ARTIGOS B's	Operador SR	

ESQUEMA REPRESENTATIVO DA ORGANIZAÇÃO DO ARMAZÉM SUPER ROSA



The diagram illustrates the warehouse layout with rows of pallets. The main area is divided into three sections: Ø24 (green), Ø25 (light green), and Ø26 (light blue). Each section contains multiple rows of pallets, with specific labels for each row (e.g., 49x24, 49x25, 49x26, 30x21). A legend on the right identifies the colors: blue for 'Entrada Super Rosa B's', light blue for 'Entrada Super Rosa Compridas', green for 'Entrada Super Rosa', and yellow for 'Stock Super Rosa (Reas: Dets, AMI e B's)'. A yellow box at the bottom left is labeled 'Reas: Dets, AMI e B's'. The bottom row of the diagram is labeled 'Espaço para a entrada dos Paletes de cortiça'.

Anexo F

