



IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES DE OEE E SUSTENTABILIDADE PARA AVALIAÇÃO E MELHORIA DOS SETORES DE LAVAÇÃO E REVESTIMENTOS DE UMA INDÚSTRIA CORTICEIRA

ANA RITA MARQUES DOS SANTOS

julho de 2023

IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES DE OEE E SUSTENTABILIDADE PARA AVALIAÇÃO E MELHORIA DOS SETORES DE LAVAÇÃO E REVESTIMENTOS DE UMA INDÚSTRIA CORTICEIRA

Ana Rita Marques dos Santos

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES DE OEE E SUSTENTABILIDADE PARA AVALIAÇÃO E MELHORIA DOS SETORES DE LAVAÇÃO E REVESTIMENTOS DE UMA INDÚSTRIA CORTICEIRA

Ana Rita Marques dos Santos

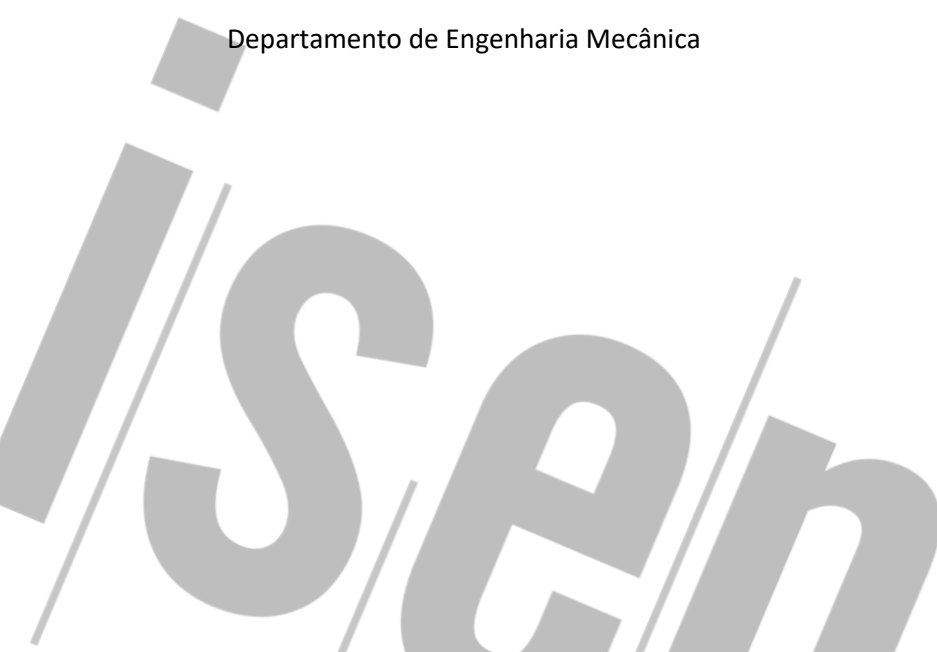
Estudante n.º 1210181

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Hélio Cristiano Gomes Alves de Castro.

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



*"O que dá o verdadeiro sentido ao encontro é a busca, e é
preciso andar muito para se alcançar o que está perto."*

Todos os Nomes, José Saramago

AGRADECIMENTOS

Aproveito este espaço para agradecer a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que a presente dissertação pudesse ser desenvolvida.

À Amorim Cork pela oportunidade de realizar este projeto nas suas instalações e em especial a toda a equipa da Vasconcelos & Lyncke pelo desenvolvimento pessoal e profissional que me proporcionaram.

Ao diretor industrial Luís Nabais, pela oportunidade de integrar a V&L e ao meu orientador na empresa, Gil Dias pela motivação, pelos desafios propostos e acima de tudo pelos valiosos conhecimentos transmitidos. Ao João Ferreira, ao Ricardo Domingues, ao Marco Tavares, à Marlene Garcia e ao Pedro Pereira por serem a equipa de sonho, por me acolherem tão bem e por estarem sempre disponíveis para me ajudar. Não posso deixar de agradecer também à Telma Teixeira, à Sofia Filipe, e ao André Dias por toda a partilha de informação e conhecimento.

Ao meu orientador, Professor Doutor Hélio Castro pela disponibilidade e dedicação na orientação do presente projeto ao longo dos meses.

Às minhas amigas, nomeadamente Sofia Oliveira, Ana Garcia e Catarina Pedro por me acompanharem nesta jornada. A todos os amigos do curso e do ISEP por todos os momentos de colaboração e amizade ao longo destes dois anos.

À minha família, especialmente ao meu pai e mãe porque sem eles nada disto seria possível. Obrigada pelo amor, apoio incondicional e ensinamentos transmitidos ao longo da vida.

Ao Álvaro, por tudo.

Obrigada!

RESUMO

Atualmente a indústria enfrenta momentos de alta competitividade no mercado e de grande exigência por parte dos clientes. Para que as empresas consigam prosperar neste ambiente competitivo, devem melhorar continuamente os seus processos e consequentemente aumentar a eficiência dos seus equipamentos. Os clientes procuram, cada vez mais, produtos sustentáveis e amigos do ambiente, pelo que a sustentabilidade é também uma nova grande preocupação da indústria.

O presente projeto de dissertação foi realizado na unidade industrial Vasconcelos & Lyncke pertencente à Amorim Cork, S.A. Esta unidade industrial foca-se na transformação de rolhas de cortiça natural e tem vindo a deparar-se com uma baixa eficiência nos setores da lavação e dos revestimentos. O presente projeto visa o aumento da eficiência global dos setores da lavação e dos revestimentos, bem como a realização de uma análise à sustentabilidade global dos processos nos setores mencionados.

Inicialmente, realizou-se um estudo aprofundado dos setores da lavação e dos revestimentos recorrendo ao cálculo dos índices de Disponibilidade, Performance, Qualidade e consequentemente do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), bem como dos índices escolhidos para a Sustentabilidade Ambiental, Financeira e Social. Deste diagnóstico, foram identificadas várias oportunidades de melhoria para os setores em estudo. De seguida, foi elaborada uma adaptação de um *Value Stream Mapping* (VSM) onde foram identificadas outras oportunidades de melhoria que não seriam possíveis de verificar através dos indicadores acima mencionados.

Com as oportunidades de melhoria identificadas, foi criado um plano de ações onde se interligaram os objetivos a alcançar com a sua prioridade e as soluções possíveis. As soluções incidiram maioritariamente na aplicação de ferramentas *Lean*, tais como, SMED, quadro de nivelamento de produção (*Heijunka*), Gestão Visual, normalização de procedimentos de trabalho, mas também na formação e sensibilização dos operadores e na criação de amostras padrão.

Após a implementação das melhorias propostas, verificou-se um aumento do OEE do setor da lavação em 19%, atingindo o valor de 77% em maio. Quanto ao setor dos revestimentos, verificou-se um aumento de 19%, alcançando um valor de 66% no mesmo mês. As melhorias implementadas apresentaram um impacto maioritariamente positivo nos indicadores da sustentabilidade.

Os resultados obtidos cumprem com os objetivos iniciais da empresa bem como os objetivos a que o presente projeto se propôs, sem comprometer gravemente a sua sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: OEE, Sustentabilidade, Lavção, Revestimentos, Rolhas de Cortiça.

ABSTRACT

Currently, the industry is facing moments of high competitiveness in the market and high customer demands. For companies to thrive in this competitive environment, they must continuously improve their processes and consequently increase the efficiency of their equipment. Customers are gradually looking for sustainable and environmentally friendly products, so sustainability is also a new major concern for the industry.

This dissertation project was carried out at the Vasconcelos & Lyncke industrial unit belonging to Amorim Cork, S.A. This industrial unit transforms natural cork stoppers and has been facing low efficiency in the washing and coating sectors. This project aims to increase the global efficiency of the washing and coating sectors, as well as to conduct an analysis of the overall sustainability of the processes carried out in the aforementioned sectors.

Initially, an in-depth study of the washing and coating sectors was carried out by calculating the indices of Availability, Performance, Quality and consequently the Overall Equipment Effectiveness (OEE), as well as the indices chosen for Environmental, Financial and Social Sustainability. From this diagnosis, several improvement opportunities were identified for the sectors under study. Next, an adaptation of a Value Stream Mapping (VSM) was elaborated where other improvement opportunities were identified that would not be possible to verify through the indicators mentioned above.

With the improvement opportunities identified, an action plan was developed where the objectives were linked to their priority and the possible solutions. These solutions focused mainly on the application of Lean tools, such as SMED, the production levelling table (Heijunka), Visual Management, Standard Work, but also on the training and awareness of operators and the creation of samples.

After the implementation of the proposed improvements, the OEE of the washing sector increased by 19%, reaching 77% in May. As for the coatings sector, there was a 20% increase, reaching a value of 66% in the same month. The improvements implemented had a mostly positive impact on the sustainability indicators.

The results obtained meet the company's initial goals as well as the goals that this project set for itself, without compromising its sustainability.

KEY WORDS: OEE, Sustainability, Washing Sector, Coating Sector, Cork Stoppers.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | VIII |
| ÍNDICE DE TABELAS | XI |
| LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS..... | XIII |
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1. Enquadramento e pertinência | 15 |
| 1.2. Questão e objetivos de investigação..... | 15 |
| 1.3. Opções metodológicas | 16 |
| 1.4. Apresentação da empresa..... | 16 |
| 1.5. Estrutura do trabalho | 17 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 20 |
| 2.1. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> | 20 |
| 2.1.1. Perdas..... | 21 |
| 2.1.2. Cálculo do OEE..... | 22 |
| 2.1.3. Indicadores derivados do OEE..... | 23 |
| 2.1.4. Vantagens e limitações dos indicadores apresentados | 25 |
| 2.2. Produção <i>Lean</i> | 26 |
| 2.3. Ferramentas <i>Lean</i> | 27 |
| 2.3.1. Gestão Visual..... | 27 |
| 2.3.2. Single Minute Exchange of Die (SMED) | 27 |
| 2.3.3. Produção Nivelada (<i>Heijunka</i>) | 28 |
| 2.3.4. A3 | 29 |
| 2.3.5. Value Stream Mapping (VSM)..... | 29 |
| 2.3.6. Trabalho Normalizado..... | 30 |
| 2.4. Desenvolvimento Sustentável..... | 30 |
| 2.4.1. Ambiente, Economia e Sociedade..... | 30 |
| 2.4.2. Sustentabilidade na produção..... | 32 |
| 2.4.3. Pegada de carbono..... | 32 |
| 2.4.4. NTP 330 | 33 |
| 3. DESCRIÇÃO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL | 37 |
| 3.1. Apresentação da empresa Vasconcelos & Lyncke | 37 |
| 3.2. O produto: as rolhas..... | 37 |
| 3.3. Descrição do Processo Produtivo | 38 |
| 3.4. Descrição da situação atual do setor da lavação e dos revestimentos..... | 43 |
| 3.4.1. Lavação | 43 |
| 3.4.2. Revestimentos | 45 |
| 3.4.3. Cálculo do OEE inicial | 49 |
| 3.4.4. Cálculo da Sustentabilidade Inicial..... | 54 |
| 3.4.5. VSM e deteção de problemas | 61 |

| | |
|---|-----|
| 4. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA | 64 |
| 4.1. Plano de ação | 64 |
| 4.2. Melhorias sugeridas e aplicadas..... | 66 |
| 4.2.1. Geral | 66 |
| 4.2.2. Lavação | 66 |
| 4.2.3. Revestimentos | 71 |
| 4.2.4. Lavação e revestimentos..... | 73 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 79 |
| 5.1. Apresentação de resultados..... | 79 |
| 5.1.1. Cálculo do OEE final..... | 79 |
| 5.1.2. Cálculo da sustentabilidade final..... | 83 |
| 5.2. Discussão de resultados | 88 |
| 5.2.1. Lavação | 88 |
| 5.2.2. Revestimentos | 90 |
| 6. CONCLUSÃO | 93 |
| 6.1. Conclusões finais | 93 |
| 6.2. Limitações e investigação futura..... | 94 |
| 6.3. Outros trabalhos realizados | 95 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 97 |
| APÊNDICE A: A3 dos Revestimentos D, E e F | 101 |
| APÊNDICE B: Registo de paragens - Lavação..... | 102 |
| APÊNDICE C: Registo de paragens - Revestimentos..... | 103 |
| APÊNDICE D: Questionário de Satisfação..... | 104 |
| APÊNDICE E: Placas de produção | 105 |
| APÊNDICE F: Instrução do Sistema de Abastecimento | 106 |
| APÊNDICE G: Carga e Descarga das Máquinas 1 e 2 | 107 |
| APÊNDICE H: Carga e Descarga das Máquinas 3 e 4 | 108 |
| APÊNDICE I: Sequenciação otimizada da operação Lavação | 109 |
| APÊNDICE J: Sistema de Alimentação - Revestimentos | 110 |
| APÊNDICE K: Revestimentos – Instrução Máquinas 5 e 6..... | 111 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Estrutura da Corticeira Amorim. | 17 |
| Figura 2 – Relação entre as fases do equipamento, as sete grandes perdas e os fatores do OEE. . | 22 |
| Figura 3 – Exemplo de uma <i>Heijunka Box</i> (Lean Enterprise Institute, 2008). | 29 |
| Figura 4 – Pilares da sustentabilidade. Adaptada de (Evans et al., 2017). | 31 |
| Figura 5 - Classes de rolhas comercializadas na V&L demonstradas em rolhas de calibre 45x24 – Flor, Extra, Superior, 1ª, 2ª, 3ª. | 38 |
| Figura 6 - Máquina SVE. | 39 |
| Figura 7 - Super ROSA I. | 39 |
| Figura 8 - Máquina VSR <i>Naturity</i> | 40 |
| Figura 9 - Máquinas de lavar rolhas (esquerda) e máquinas de revestir (direita). | 40 |
| Figura 10 - Máquinas de escolha eletrónica. | 41 |
| Figura 11 - Fluxograma do processo produtivo da V&L. | 42 |
| Figura 12 - Máquinas de lavar rolhas da V&L – máquinas 1 e 2 à esquerda e máquina 4 à direita. | 43 |
| Figura 13 - Lavações realizadas na V&L por ordem - Sem Lavar, Lavação A, Lavação B e Lavação C. | 44 |
| Figura 14 - Sistema de aspiração das rolhas (esquerda) e silo de descarga das máquinas 1 e 2 (direita). | 45 |
| Figura 15 - Revestimentos realizados na V&L demonstrados em rolhas de 45 milímetros – Revestimento D, Revestimento E, Revestimento F. | 46 |
| Figura 16 - Abastecimento das máquinas de revestir – Tapete vertical (esquerda) e moega (direita). | 48 |
| Figura 17– Introdução manual de químicos nas balanças das máquinas de revestir. | 48 |
| Figura 18 – Evolução do OEE inicial do setor da lavação a longo do mês de janeiro. | 50 |
| Figura 19 – Distribuição do tempo de produção real de janeiro do setor da lavação. | 51 |
| Figura 20 – Perdas de disponibilidade no setor da lavação no mês de janeiro. | 51 |
| Figura 21 - Evolução do OEE inicial do setor dos revestimentos ao longo do mês de janeiro. | 52 |
| Figura 22 – Distribuição do tempo de produção real de janeiro do setor dos revestimentos. | 53 |
| Figura 23 – Perdas de disponibilidade no setor dos revestimentos no mês de janeiro. | 53 |
| Figura 24 – VSM adaptado e identificação de oportunidades de melhorias. | 61 |
| Figura 25 – Placa de produção desenvolvida, em uso. | 66 |
| Figura 26 – Placas de identificação dos carros de produção. | 67 |
| Figura 27– Carros à saída das máquinas 1 e 2 (esquerda) e da máquina 4 (direita). | 68 |
| Figura 28– Estudo de aplicação de bateria a vapor nas máquinas de lavar. | 69 |
| Figura 29 – Quadro Heijunka da Lavação. | 70 |
| Figura 30 – Antes e depois no setor dos revestimentos. | 71 |
| Figura 31 - Amostra padrão criada para os revestimentos com rolhas de calibre 45x24. | 72 |
| Figura 32 – Entrada nos revestimentos. | 73 |
| Figura 33 - Sistema de introdução automática de químicos no setor dos revestimentos. | 74 |
| Figura 34 – Chapas de entrada e saída de lotes para o setor da lavação. | 75 |
| Figura 35 – Antes e depois da aplicação de um ventilador-extrator. | 76 |
| Figura 36 – Gráficos de acompanhamento semanal do OEE nos setores da lavação e dos revestimentos. | 77 |
| Figura 37 - Evolução do OEE final do setor da lavação ao longo do mês de maio. | 79 |

| | |
|--|----|
| Figura 38 – Distribuição do tempo de paragens de maio no setor da lavação. | 80 |
| Figura 39 - Perdas por disponibilidade no mês de maio no setor da lavação. | 80 |
| Figura 40 - Evolução do OEE final do setor dos revestimentos ao longo do mês de maio. | 81 |
| Figura 41 – Distribuição do tempo de paragens de maio no setor dos revestimentos. | 82 |
| Figura 42 - Perdas por disponibilidade no mês de maio no setor dos revestimentos. | 82 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - OEE aliado à sustentabilidade. | 24 |
| Tabela 2 - Impacto ambiental dos 7 desperdícios Lean (Adaptado de US EPA (2022)). | 26 |
| Tabela 3 - Tabela de avaliação do Nível de Deficiência (ND). | 33 |
| Tabela 4 - Tabela de avaliação do Nível de Exposição (NE). | 34 |
| Tabela 5 – Tabela de avaliação do Nível de Probabilidade (NP). | 34 |
| Tabela 6 - Tabela de avaliação do Nível de Consequência (NC). | 35 |
| Tabela 7 - Tabela de avaliação do Nível de Intervenção. | 35 |
| Tabela 8 – Capacidades máquinas de lavar da V&L. | 44 |
| Tabela 9 - Tempos das lavagens nas diferentes máquinas de lavar (em minutos). | 44 |
| Tabela 10 – Capacidade das máquinas de revestir na V&L. | 47 |
| Tabela 11 - Tempos dos programas de revestir em minutos. | 47 |
| Tabela 12 – Impacto ambiental em toneladas de CO ₂ nas lavagens realizadas em janeiro nas máquinas 1 e 2. | 55 |
| Tabela 13 – Impacto ambiental em toneladas de CO ₂ nas lavagens realizadas em janeiro nas máquinas 3 e 4. | 55 |
| Tabela 14 – Custo das lavagens efetuadas nas máquinas 1 e 2 no mês de janeiro. | 55 |
| Tabela 15 – Custo das lavagens efetuadas nas máquinas 3 e 4 no mês de janeiro. | 55 |
| Tabela 16 – Avaliação de risco na lavagem – Método NTP 330. | 56 |
| Tabela 17 – Resultados obtidos relativos à taxa de satisfação dos colaboradores do setor da lavagem. | 57 |
| Tabela 18 – Impacto ambiental em toneladas de CO ₂ nos revestimentos realizados em janeiro. . | 58 |
| Tabela 19 – Custo de cada revestimento efetuado no mês de janeiro. | 59 |
| Tabela 20 – Avaliação de risco nos revestimentos – Método NTP 330. | 59 |
| Tabela 21 – Resultados obtidos relativos à taxa de satisfação dos colaboradores do setor dos revestimentos. | 60 |
| Tabela 22– Desafios e causas encontrados para os setores da lavagem e dos revestimentos. | 62 |
| Tabela 23- Plano de ação. | 65 |
| Tabela 24 – Normas de processos e tarefas nos setores. | 75 |
| Tabela 25 – Impacto ambiental em toneladas de CO ₂ nas lavagens realizadas em maio nas máquinas 1 e 2. | 83 |
| Tabela 26 – Impacto ambiental em toneladas de CO ₂ nas lavagens realizadas em maio nas máquinas 3 e 4. | 83 |
| Tabela 27 - Custo das lavagens efetuadas nas máquinas 1 e 2 nos meses de maio. | 84 |
| Tabela 28 - Custo das lavagens efetuadas nas máquinas 3 e 4 nos meses de maio. | 84 |
| Tabela 29 - Resultados obtidos relativamente à taxa de satisfação dos colaboradores em maio no setor da lavagem. | 85 |
| Tabela 30 - Resultados obtidos relativamente à taxa de satisfação dos colaboradores em maio no setor dos revestimentos. | 87 |
| Tabela 31 – Evolução dos indicadores de desempenho no setor da lavagem. | 88 |
| Tabela 32 - Evolução dos indicadores de sustentabilidade no setor da lavagem. | 89 |
| Tabela 33 – Evolução dos indicadores de desempenho no setor dos revestimentos. | 90 |
| Tabela 34 - Evolução dos indicadores de sustentabilidade no setor dos revestimentos. | 91 |

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

| | |
|----------|--|
| APCOR | Associação Portuguesa da Cortiça |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| FIFO | <i>First In, First Out</i> |
| IBC | <i>Intermediate Bulk Container</i> |
| ISEP | Instituto Superior de Engenharia do Porto |
| KPI | <i>Key Performance Indicator</i> |
| MES | <i>Manufacturing Execution System</i> |
| ODS | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável |
| OEEE | <i>Overall Environmental Equipment Effectiveness</i> |
| OEE | <i>Overall Equipment Effectiveness</i> |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| OTE | <i>Overall Throughput Effectiveness</i> |
| P. Porto | Instituto Politécnico do Porto |
| ROSA | <i>Rate of Optimal Steam Application</i> |
| S.O.T.E. | <i>Sustainable Overall Throughput Effectiveness</i> |
| SRI | Super ROSA I |
| SRII | Super ROSA II |
| SVE | Sistema de Verificação de Estanquidade |
| TBL | <i>Triple Bottom Line</i> |
| TCA | 2,4,6-Trichloroanisol |
| TPS | <i>Toyota Production System</i> |
| UI | Unidade Industrial |
| VSM | <i>Value Stream Mapping</i> |
| VSR | <i>Vacuum System Reduction</i> |
| V&L | Vasconcelos & Lyncke |

1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo visa a exposição, enquadramento e pertinência do problema, bem como a definição das questões e objetivos de investigação. Neste capítulo são também descritas as opções metodológicas e o plano de investigação utilizados. Por fim, é feita uma apresentação breve da empresa onde o presente projeto se realizou, e é detalhada a estrutura geral do trabalho.

1.1. Enquadramento e pertinência

A sustentabilidade é um tema cada vez mais relevante em diversas áreas incluindo a engenharia, a produção e o desenvolvimento de produto. Com o aumento global da procura de produtos e serviços sustentáveis, a necessidade das organizações se adaptarem ao mercado de modo a manterem a sua competitividade tornou-se um desafio (Lubin & Esty, 2010). O desenvolvimento de um processo ou produto sustentável apresenta uma elevada complexidade, em grande parte, devido à necessidade de envolver e equilibrar os três principais pilares da sustentabilidade: a economia, a sociedade e o ambiente (Rosen & Kishawy, 2012).

Uma das matérias-primas mais sustentáveis e produzida nos países de clima mediterrânico é a cortiça, proveniente dos sobreiros. Os montados de sobreiros apresentam vários benefícios no que toca ao bem-estar ambiental tais como, a contribuição para a conservação da diversidade, a redução dos efeitos negativos associados às emissões de gases com efeito de estufa e a defesa contra a erosão dos solos (Pereira *et al.*, 2015). O setor da cortiça integra um dos maiores mercados de exportação de Portugal com uma elevada importância socioeconómica, ambiental, cultural e social. Segundo a APCOR (2019), “Portugal apresenta-se como o principal produtor mundial de Cortiça, representando 50% da produção mundial e mais de 60% das exportações”. Para que Portugal permaneça no pódio como líder na área da produção e transformação de cortiça, é necessário que as empresas deste setor se mantenham competitivas em relação aos seus concorrentes.

A solução a desenvolver no presente projeto, visa a otimização de dois setores de lavação e revestimentos numa unidade industrial de transformação de rolhas de cortiça natural, sem comprometer a sustentabilidade dos processos realizados. Este objetivo será alcançado com recurso à implementação de ferramentas *Lean* e a uma avaliação inicial e final dos indicadores de desempenho e sustentabilidade definidos anteriormente.

1.2. Questão e objetivos de investigação

Tendo em consideração a exposição do problema anteriormente apresentado, o trabalho a ser desenvolvido pretende responder à seguinte questão: De que modo é que se pode aumentar a eficiência dos equipamentos pertencentes aos setores de lavação e revestimentos, melhorando a sustentabilidade dos processos realizados?

O objetivo geral do presente projeto visa o aumento e otimização da produção dos setores da lavação e dos revestimentos de uma unidade industrial de transformação de rolhas de cortiça recorrendo ao indicador de performance OEE e à monitorização da sustentabilidade do processo. Além do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o OEE e a sustentabilidade dos setores em estudo;
- Sugerir e avaliar propostas de melhoria;
- Aplicar melhorias propostas;
- Proceder a uma avaliação e comparação final dos resultados obtidos.

1.3. Opções metodológicas

Tendo como base a definição do problema apresentada anteriormente, é necessário proceder à especificação das metodologias a serem utilizadas. Segundo variados autores, existem duas grandes perspetivas de metodologia de investigação: a perspetiva quantitativa e a perspetiva qualitativa. A perspetiva quantitativa é definida como a procura à resposta de um problema real que pode ser quantificado e analisado envolvendo dados e variáveis mensuráveis e comparáveis (Coutinho, 2014). A perspetiva qualitativa foca-se na investigação de fenómenos, ideias e comportamentos sociais recorrendo ao método indutivo e à perceção do próprio autor (John W. Creswell, 2012). O presente projeto encontra-se alinhado com a perspetiva quantitativa devido à natureza objetiva e científica do mesmo.

A estratégia de investigação utilizada no presente trabalho é denominada investigação-ação e apresenta-se como um método que engloba a componente prática associada à resolução de um problema real com a validação teórica (Somekh, 1995).

O objetivo do projeto será alcançado recorrendo à monitorização do indicador *Overall Equipment Effectiveness* e de indicadores referentes aos três pilares da sustentabilidade. Esta monitorização será realizada antes e depois da implementação de melhorias, que visam a otimização dos indicadores mencionados.

1.4. Apresentação da empresa

Sediada no concelho de Santa Maria da Feira, a Corticeira Amorim é a maior produtora e distribuidora de cortiça do mundo (*Corticeira Amorim*, n.d.-b). Presente em mais de 100 países e cotada no mercado de capitais há aproximadamente 35 anos, a Corticeira Amorim tem um papel crucial na investigação e desenvolvimento de novos métodos, aplicações e soluções envolvendo cortiça. A Corticeira Amorim é uma aliada da sustentabilidade e da proteção do ambiente com todo o seu perfil de negócio assente num produto natural que atua como propulsor do desenvolvimento económico, ambiental e social de populações (*Sobre Nós - Corticeira Amorim*, n.d.). Cem por cento da cortiça que chega à Amorim Cork e que não é utilizada para rolhas naturais é aproveitada para a criação de produtos granulados ou para a produção de energia, consumida pelas unidades industriais através da queima do pó de cortiça.

Ao longo dos anos, a Corticeira Amorim tem-se expandindo para outros mercados de cortiça como revestimentos, pavimentos, isolamentos e aglomerados compósitos, com um portfólio de produtos diversificado que apresenta soluções para indústrias como aeroespacial, automóvel e calçado (*Corticeira Amorim*, n.d.-a). Estruturalmente, a Corticeira Amorim encontra-se dividida em cinco Unidades de Negócios distintas (Figura 1) - Matérias-Primas, Rolhas, Revestimentos, Aglomerados Compósitos e Isolamentos (Unidades de Negócio, n.d.).

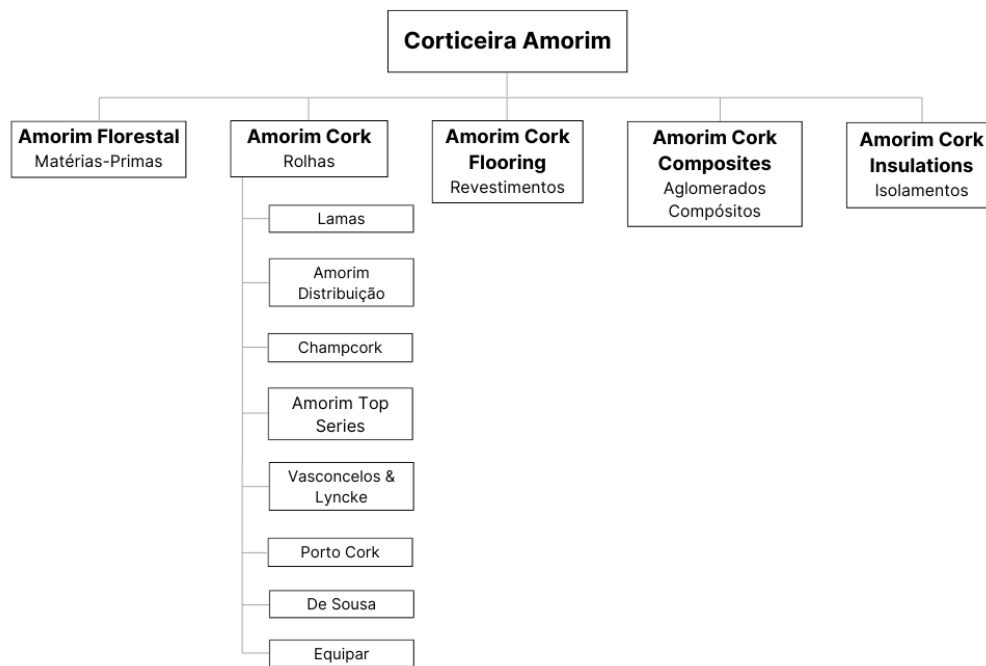


Figura 1 – Estrutura da Corticeira Amorim.

A Amorim Cork foi fundada em 1922 em Santa Maria de Lamas e atualmente integra o universo Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. focando-se na produção de rolhas de cortiça. O presente projeto teve lugar na unidade industrial de Vasconcelos & Lyncke pertencente à unidade de negócio de rolhas. A atividade industrial da Vasconcelos & Lyncke consiste na compra de rolhas de cortiça naturais como produto semiacabado - que são a única matéria-prima desta unidade - e na finalização das mesmas, terminando no processo de lavagem/revestimento. Segundo o Código Internacional Das Práticas Rolheiras (2020), uma rolha de cortiça natural é “um produto monopeça obtido por corte a partir de cortiça natural”.

Para além das tarefas de acabamento, o processo produtivo da Vasconcelos & Lyncke é composto por operações que testam a qualidade e as características da rolha como vedante natural. A rolha natural é comercializada para o segmento de mercado de vinhos tranquilos. Os maiores clientes da V&L ficam situados em países com grande produção vinícola tais como França, Itália, Estados Unidos da América e Chile.

1.5. Estrutura do trabalho

Após o presente capítulo da «Introdução» seguem-se os capítulos «Revisão Bibliográfica», «Descrição e Diagnóstico da Situação Atual», «Desenvolvimento e Implementação de Propostas de Melhoria», «Resultados e Discussão» e «Conclusão»

No Capítulo 2, correspondente à «Revisão Bibliográfica», são apresentados vários conceitos em forma de revisão bibliográfica, necessários ao enquadramento e contextualização do trabalho. Desta forma, encontra-se reunida nesse capítulo uma base teórica sobre o indicador de desempenho *Overall Equipment Effectiveness*, seguida da apresentação do conceito de produção *Lean* e das ferramentas relevantes para a elaboração do presente trabalho. Por fim, é feita uma

breve apresentação do conceito de sustentabilidade com um maior foco na produção e nos métodos utilizados para o cálculo da sustentabilidade.

No Capítulo 3, denominado «Descrição e Diagnóstico da Situação Atual», é realizada a contextualização da situação atual na unidade industrial Vasconcelos & Lyncke. Inicialmente é apresentada a unidade industrial, seguida da caracterização das rolhas naturais, da descrição do processo produtivo e da apresentação da situação atual dos setores da lavação e dos revestimentos, incluindo os resultados obtidos relativamente ao OEE inicial e aos indicadores da sustentabilidade. Por fim, é apresentada uma adaptação de um *Value Stream Mapping* (VSM) seguido de uma síntese das oportunidades de melhoria encontradas nos setores em estudo.

No Capítulo 4, «Desenvolvimento e Implementação de Propostas de Melhoria» são apresentadas as propostas de melhoria para os problemas encontrados nos setores da lavação e dos revestimentos, com a elaboração de um plano de ação que engloba o objetivo, o problema, a prioridade e os métodos encontrados para a sua resolução. De seguida, apresentam-se as melhorias sugeridas bem como as melhorias efetivamente aplicadas.

No Capítulo 5, «Resultados e Discussão» são apresentados os resultados obtidos em relação ao OEE e à sustentabilidade numa fase final, após a implementação das melhorias mencionadas no capítulo anterior. O capítulo termina com uma síntese dos resultados obtidos para os indicadores avaliados durante o projeto seguida da discussão de resultados.

No Capítulo 6, «Conclusão» são apresentadas as conclusões finais relativas ao trabalho desenvolvido e são evidenciadas as limitações do mesmo. São também identificadas algumas oportunidades de trabalho a realizar no futuro e é feita uma breve descrição de outros trabalhos desenvolvidos durante o estágio curricular.

Os capítulos enunciados anteriormente são complementados por outros, tais como o «Resumo» (e «Abstract»), índices, listas, «Referências Bibliográficas» e apêndices.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao longo deste capítulo, serão apresentados vários conceitos em forma de revisão bibliográfica, necessários ao enquadramento e contextualização do trabalho. Desta forma, encontra-se reunida neste capítulo uma base teórica sobre o indicador *Overall Equipment Effectiveness*, seguida da apresentação do conceito de produção *Lean* e das ferramentas relevantes para a elaboração do presente trabalho. Por fim, é feita uma breve apresentação do conceito de sustentabilidade com um maior foco na produção e nos métodos utilizados para o cálculo da sustentabilidade.

2.1. *Overall Equipment Effectiveness*

O OEE é um *Key Performance Indicator* (KPI) amplamente aceite no paradigma industrial atual e tem como objetivo medir a eficiência de processos e/ou equipamentos de forma a perceber se é necessário realizar alguma intervenção ou ação de melhoria. Este indicador foi mencionado pela primeira vez em 1988 por Nakajima na sua publicação sobre a *Total Productive Maintenance* (TPM). Segundo Nakajima (1988), o objetivo principal do OEE é aumentar a produtividade de uma certa atividade melhorando consequentemente a qualidade do produto produzido, reduzindo os custos de produção, cumprindo as datas de entrega com os clientes e melhorando as condições gerais do trabalho.

O OEE é muitas vezes utilizado como um valor de referência pois pode ser calculado em momentos distintos. O cálculo do OEE não permite por si só a obtenção de melhores resultados, para isso é necessário que sejam aplicadas melhorias que aumentem a produtividade. A comparação entre valores de OEE calculados antes e depois da aplicação de uma melhoria permite que esta seja quantificada (Singh *et al.*, 2013). Segundo (Raju *et al.*, 2022), os benefícios que o OEE pode trazer para uma organização, são os seguintes:

- 1) O OEE auxilia na redução de paragens o que resulta numa melhor gestão do ciclo de vida do equipamento;
- 2) Devido ao aumento da visibilidade do processo e da autonomia dada ao operador, o OEE pode melhorar a eficácia do trabalho enquanto simultaneamente aumenta a produtividade do mesmo;
- 3) O OEE pode permitir o aumento da produtividade através da deteção de *bottlenecks*;
- 4) O retrabalho é reduzido o que se pode traduzir em taxas de qualidade dos produtos produzidos mais elevadas.

O OEE é um indicador simples, mas conciso e abrangente que muitos gestores dão preferência em relação a métricas mais detalhadas. Este indicador pode ser utilizado não só para comparar a performance de máquinas isoladas, mas também a performance de linhas de produção ou de organizações no seu todo. O OEE apresenta diferentes aplicações que podem variar de indústria para indústria pelo que muitos utilizadores têm vindo a alterar esta métrica de modo que satisfaça as suas necessidades industriais (Muchiri & Pintelon, 2008).

2.1.1. Perdas

Qualquer perturbação que ocorra no processo produtivo pode dar origem a perdas e desperdícios que as organizações pretendem eliminar pois não acrescentam valor ao produto final. A TPM foca-se em eliminar as seis grandes perdas, mas em literatura mais recente, é mencionada uma sétima perda relacionada com as paragens planeadas e a disponibilidade, tais como, paragens para refeições, manutenções planeadas, reuniões, entre outras, com o objetivo de englobar todas as perdas possíveis existentes num equipamento ou processo produtivo (Kennedy, 2018). As sete grandes perdas estão divididas em três conjuntos:

Perdas de desempenho

- 1) Perdas por falha ou avaria de equipamentos originada por falta de manutenção ou manutenção insuficiente;
- 2) Perdas por mudanças e ajustes que ocorrem quando se termina a produção de um artigo e as definições do equipamento têm de ser alteradas para a produção de um novo tipo de artigo;
- 3) Perdas por paragens programadas como, por exemplo, refeições ou reuniões;

Performance

- 4) Perdas por pequenas paragens quando a produção é interrompida por avaria temporária;
- 5) Perdas de velocidade quando se verifica que o equipamento não está a produzir à velocidade para que foi dimensionado;

Defeitos

- 6) Defeitos no processo que originam perdas de tempo em retrabalho;
- 7) Perdas de arranque que ocorrem durante a fase de estabilização do processo como perdas de tempo e produção de artigos não conforme.

Muitas vezes a manutenção adequada dos equipamentos evita flutuações indesejadas no processo diminuindo a probabilidade de ocorrência de avarias e eliminando desperdícios devido a processos defeituosos. O foco nas sete grandes perdas por parte dos departamentos de produção e manutenção, permite criar um plano que visa a melhorar o *Overall Equipment Effectiveness*. As sete perdas relacionam-se com os fatores utilizados no cálculo do OEE como demonstrado na Figura 2. A figura apresentada foi elaborada tendo como base conceitos propostos por Kennedy (2018) e Nakajima (1988).

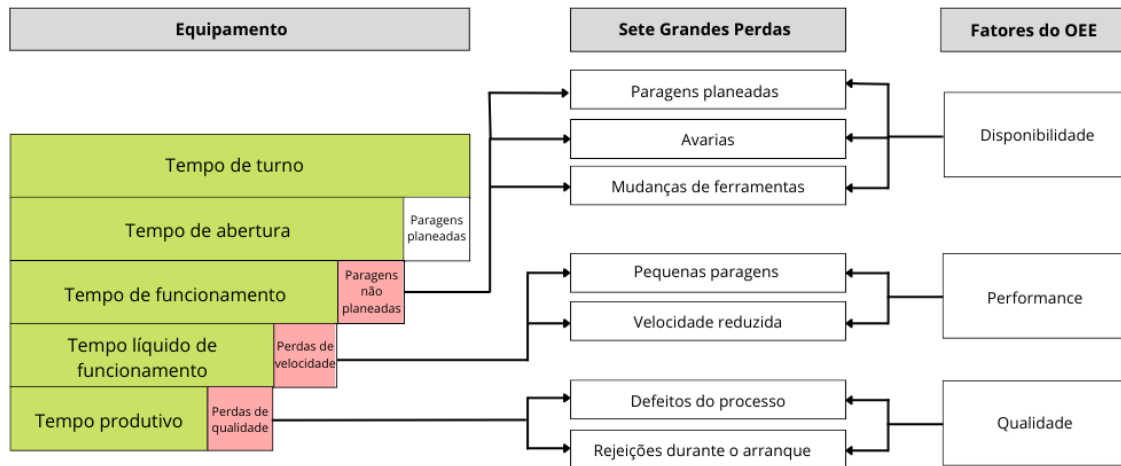


Figura 2 – Relação entre as fases do equipamento, as sete grandes perdas e os fatores do OEE.

2.1.2. Cálculo do OEE

Nakajima (1988) definiu o cálculo do OEE utilizando os indicadores mencionados anteriormente e as respetivas fórmulas apresentadas de seguida.

Disponibilidade (D)

Entende-se por disponibilidade, a percentagem de tempo que um equipamento se encontra disponível para operar. Aumentar a Disponibilidade (D) dos equipamentos é um objetivo bastante importante para as organizações e esta é calculada pelo rácio entre o tempo de produção real e o tempo de produção planeado. Neste cálculo são contabilizadas as perdas por avaria e por ajustes.

$$\text{Disponibilidade (D)} = \frac{\text{Tempo de produção real}}{\text{Tempo de produção planeado}} \quad (2.1)$$

O tempo de produção real é calculado através da diferença entre o tempo de produção programado e o tempo de paragens planeadas e não planeadas (Hedman *et al.*, 2016).

$$\text{Tempo de produção real} = \text{Tempo de produção planeado} - \text{Tempo total de paragens} \quad (2.2)$$

Performance (P)

A Performance (P) representa a velocidade a que o equipamento opera, como uma percentagem da velocidade para qual ele foi desenhado. No cálculo deste indicador são contabilizadas as perdas por redução da velocidade e por pequenas paragens. A Performance pode exceder os 100% o que indica que o tempo de ciclo ideal teórico calculado é demasiado elevado e que se encontra desajustado em relação ao processo. O tempo de ciclo ideal teórico é o tempo de ciclo mínimo em que a tarefa consegue ser executada em condições ótimas, sem comprometer a qualidade do produto (Stamatis, 2011).

$$Performance (P) = \frac{(Tempo\ de\ ciclo\ ideal\ teórico \times Unidades\ produzidas)}{Tempo\ de\ produção\ real} \quad (2.3)$$

Qualidade (Q)

A Qualidade (Q) relaciona a quantidade de unidades produzidas com aquelas que apresentam as características pretendidas, ou seja, que apresentam os padrões de qualidade estabelecidos previamente pela empresa. Neste caso, são contabilizadas as perdas por retrabalho e defeito e as perdas de arranque do equipamento. A Qualidade (Q) é calculada através da seguinte fórmula:

$$Qualidade (Q) = \frac{Unidades\ produzidas - Unidades\ com\ defeitos}{Quantidade\ total\ de\ unidades\ produzidas} \quad (2.4)$$

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Após o cálculo dos indicadores apresentados anteriormente, é possível calcular o OEE, ou seja, a Eficiência Global do Equipamento, através da seguinte expressão:

$$OEE = Disponibilidade (D) \times Performance (P) \times Qualidade (Q) \quad (2.5)$$

Um resultado de OEE igual a 100% indica que todas as peças produzidas são conformes, que não existe nenhuma perda ou paragem durante o processo e que a máquina produz à sua velocidade máxima o que, na prática, não é alcançável. Obter um valor de OEE de 100% é praticamente impossível devido às perdas que não se conseguem controlar e/ou eliminar. Um valor aceite pela generalidade das organizações para o indicador OEE é 85% (Stamatis, 2011). Apesar disso, artigos publicados recentemente referem que, quando se analisa o valor do OEE devem ser consideradas as características do equipamento e do meio envolvente, pois um OEE de 85% pode não ser o objetivo mais adequado para todos os casos (Kennedy, 2018).

2.1.3. Indicadores derivados do OEE

Ao longo dos anos, as exigências das organizações foram-se alterando e com isso surgiu a necessidade da criação de novos indicadores de desempenho. Neste tópico são apresentados e avaliados diferentes indicadores de performance aliados à sustentabilidade propostos por diversos autores de modo a concluir quais as vantagens e limitações da sua aplicação.

Muitas vezes, os indicadores desenvolvidos são baseados noutros indicadores já existentes, o que facilita a sua compreensão e valida a sua aplicação. Deste modo, existem vários indicadores derivados do OEE que foram desenvolvidos com o objetivo de satisfazer as necessidades específicas das organizações. Até ao momento, apenas foram propostos dois indicadores que aliam a sustentabilidade ao OEE. A Tabela 1 apresenta os artigos referentes ao conhecimento atual relativo a esses indicadores.

Tabela 1 - OEE aliado à sustentabilidade.

| Autores | Título |
|------------------------------|--|
| (Domingo & Aguado, 2015) | Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System |
| (Durán <i>et al.</i> , 2018) | Sustainable Overall Throughput Effectiveness (S.O.T.E.) as a Metric for Production Systems |

Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System

Domingo & Aguado (2015) propuseram um indicador baseado no OEE que se interliga com o fator de sustentabilidade, denominado *Overall Environmental Equipment Effectiveness* (OEEE). O OEEE incorpora no OEE o conceito de sustentabilidade, através do cálculo do impacto ambiental do ciclo de vida completo do produto. O indicador proposto por Domingo & Aguado (2015) permite que a sustentabilidade seja relevante e considerada pela administração quando esta decide tomar decisões, tornando-as assim, mais fundamentadas.

Segundo os autores, o objetivo do OEEE é identificar as perdas que ocorrem devido à sustentabilidade e estabelecer uma visão completa do processo produtivo em termos de qualidade, disponibilidade, performance e sustentabilidade. Assim sendo, Domingo & Aguado (2015) propuseram a fórmula apresentada de seguida para o cálculo do OEEE.

$$OEEE = OEE \times Sustentabilidade \quad (2.6)$$

Por sua vez, a sustentabilidade pode ser calculada através da seguinte equação.

$$Sustentabilidade = 1 - \frac{Impacto\ ambiental\ do\ setor}{Impacto\ ambiental\ total\ do\ estado\ inicial} \quad (2.7)$$

Segundo Domingo & Aguado (2015), o impacto ambiental do setor refere-se ao momento em que a análise é efetuada, ou seja, pode ser inicial ou final. Nesta expressão o valor do impacto ambiental do processo pode ser calculado através de vários métodos mencionados no estudo, tais como, a Ecotax, o Ecovalue08, o Ecoindicator-99 e o Ecoinvent 3.

O valor da sustentabilidade pode ser comparado entre setores o que indica que é possível avaliar o estado do impacto ambiental de cada setor em relação ao impacto ambiental inicial. Segundo os autores, esta abordagem apresenta 2 benefícios:

- 1) Quando é efetuada a comparação com o estado final, a melhoria alcançada por cada setor é dada referente ao estado inicial;
- 2) Quanto é efetuada a comparação com o estado inicial ou final, o setor com o pior desempenho, em que as melhorias seriam mais benéficas, é facilmente identificável porque apresenta o valor mais baixo de sustentabilidade.

Neste caso de estudo, os resultados foram positivos, pois com as melhorias aplicadas a sustentabilidade do processo aumentou em mais de 30%, o que leva a concluir que com esta métrica é possível dar resposta à questão da avaliação da sustentabilidade industrial.

Cercós *et al.* (2019) apresentaram um caso de estudo onde se realizou uma comparação entre os valores de OEE e OEEE obtidos para a mesma operação. O indicador OEEE apresentou valores abaixo dos considerados aceitáveis, o que demonstra que os processos fabris da organização apresentam, no geral, um elevado impacto ambiental. O objetivo, segundo os autores, seria elevar o valor de OEEE ao patamar do valor de OEE, mas para isso, é necessário melhorar e consequentemente aumentar a sustentabilidade de toda a operação. Com esta abordagem foi possível avaliar a sustentabilidade do processo e concluir que é necessário aplicar ações de melhoria com o objetivo de a aumentar, permitindo assim uma tomada de decisões mais sustentada.

Sustainable Overall Throughput Effectiveness (S.O.T.E.) as a Metric for Production Systems

Durán *et al.* (2018), apresentaram um outro indicador denominado *Sustainable Overall Throughput Effectiveness* (S.O.T.E.) desenvolvido com o objetivo de servir como uma base de comparação entre fatores operacionais e ambientais. Este indicador recorre ao OEEE que, como visto anteriormente, é baseado no OEE.

O S.O.T.E. é um indicador que integra aspetos relacionados com a manutenção, qualidade, produção e ambiente e os seus efeitos na performance geral do sistema, ou seja, incorpora o OEE com outros aspetos nomeadamente a relação entre diferentes equipamentos e processos. Além disso, o S.O.T.E. baseia-se também noutra métrica denominada *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) que consiste num indicador que monitoriza a performance de uma fábrica como um todo e que nos indica qual dos equipamentos dentro dessa mesma fábrica está a afetar negativamente o sistema (Muthiah *et al.*, 2008).

Para o cálculo do S.O.T.E., os autores propuseram a substituição do OEE nos modelos utilizados para calcular o OTE pelo indicador OEEE. Esta substituição veio tornar possível tanto a avaliação da eficácia ao nível do sistema de produção como o impacto de cada um dos parâmetros incluído a sustentabilidade. O S.O.T.E. permite que seja realizada simultaneamente uma avaliação ambiental e operacional ao nível do sistema.

2.1.4. Vantagens e limitações dos indicadores apresentados

Após a revisão da literatura efetuada é possível concluir que o OEEE apresenta duas grandes vantagens em relação ao OEE. A primeira sendo que quando é efetuada a comparação com o estado final, a melhoria alcançada por cada setor é apresentada referente ao estado inicial. A segunda vantagem é que é bastante simples identificar qual o setor da organização com um desempenho sustentável mais baixo pois vai apresentar um valor de sustentabilidade menor.

Em relação às vantagens apresentadas pelo indicador denominado S.O.T.E., este incorpora o OEE com outros aspetos nomeadamente a relação entre diferentes equipamentos e processos. Com este indicador é possível calcular tanto o nível de eficácia ao nível do sistema de produção como o

impacto de cada um dos parâmetros, ou seja, permite que seja realizada simultaneamente uma avaliação ambiental e operacional do sistema.

Apesar dos indicadores apresentados oferecerem variadas vantagens, tal como enunciado anteriormente, também exibem algumas limitações. Quando é realizado o cálculo do fator da sustentabilidade, é possível observar que nem o OEEE, nem o S.O.T.E. consideram os três pilares da sustentabilidade, ou seja, não se alinham com o conceito de *Triple Bottom Line*. Apesar de avaliarem o impacto ambiental do processo, não consideram o impacto económico e social do mesmo, o que se revela uma grande lacuna que estes indicadores não conseguem colmatar.

2.2. Produção Lean

A filosofia *Lean* teve origem no *Toyota Production System (TPS)* e é um conceito que atualmente apresenta um impacto global na área da gestão e da produção e que tem como objetivo principal produzir sem interrupções, ou seja, sem perdas nem desperdícios (Liker, 2021). O conceito de Produção *Lean* foi desenvolvido pela Toyota nos anos 50, após os engenheiros se aperceberem que a abordagem de produção em massa que estava a ser levada a cabo por Henry Ford nos Estados Unidos da América, não ia funcionar no Japão. O conceito de Produção *Lean* partiu da ideia de que apenas uma pequena porção do tempo total de produção adiciona valor ao consumidor final (Melton, 2005).

Com o crescimento do conceito de sustentabilidade e com a preocupação que se faz sentir com o meio ambiente, a organização governamental US EPA (2022) apresentou uma correlação entre as sete perdas *Lean* apresentadas por Ohno (1988) e o impacto ambiental que esses desperdícios podem ter. Reduzir ou eliminar tarefas que não acrescentam valor para o consumidor final, contribui para a redução do impacto ambiental de um processo. Na Tabela 2 são apresentados os tipos de desperdícios *Lean* e a sua relação com o impacto ambiental.

Tabela 2 - Impacto ambiental dos 7 desperdícios Lean (Adaptado de US EPA (2022)).

| Desperdícios <i>Lean</i> | Impacto Ambiental |
|---------------------------|---|
| Excesso de produção | <ul style="list-style-type: none"> • Mais matéria-prima e energia consumida no fabrico produtos desnecessários; • Produtos que sobrem podem estragar-se ou ficar obsoletos, o que requer que sejam deitados fora; • Os usos de materiais perigosos resulta em emissões adicionais, tratamento de resíduos, maior exposição dos trabalhadores a esses materiais, etc. |
| <i>Stocks</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Maior consumo de embalagens para os produtos em <i>stock</i>; • Deterioração dos produtos em <i>stock</i> e utilização de mais matérias para repor o <i>stock</i> perdido; • Mais energia utilizada para climatizar e iluminar o espaço de <i>stock</i>. |
| Transporte e Movimentação | <ul style="list-style-type: none"> • Mais energia gasta no transporte bem como um aumento das emissões de gases de estufa; • Mais materiais de embalagem para proteger os produtos durante o transporte principalmente materiais perigosos; • Possibilidade de danificar os produtos. |

| | |
|---------------------|---|
| Tempos de espera | <ul style="list-style-type: none"> • Potencial deterioração dos materiais causando desperdícios; • Mais energia consumida para climatizar e iluminar o espaço durante os tempos de espera. |
| Sobre Processamento | <ul style="list-style-type: none"> • Gasto de energia inerentes à produção que aumenta desperdícios e emissões; • Mais matéria-prima e materiais consumidos por unidade produzida. |
| Defeitos | <ul style="list-style-type: none"> • Mais matéria-prima e energia consumida para fabricar produtos defeituosos; • Produtos defeituosos requerem que sejam reciclados ou deitados fora; • Mais espaço necessário para reparações ou retrabalho aumentando o consumo de energia. |

2.3. Ferramentas *Lean*

Neste subcapítulo são apresentadas algumas das ferramentas *Lean* relevantes para o desenvolvimento do presente projeto provenientes da filosofia *Lean*, tais como, Gestão Visual, SMED, *Heijunka*, A3, VSM e o Trabalho Normalizado.

2.3.1. Gestão Visual

Ferramentas visuais são uma grande parte do processo de comunicação de organizações *Lean* (Parry & Turner, 2006). A Gestão Visual é uma ferramenta definida como um conjunto de técnicas que visam a criação de comunicação e controlo visual na organização de modo a melhorar o seu desempenho.

A ferramentas de Gestão Visual devem se adaptadas às necessidades de cada departamento e todas as pessoas envolvidas devem ver e perceber a informação exposta em qualquer momento. Estas ferramentas podem ter inúmeras formas, mas as mais adotadas são representações gráficas, imagens, esquemas, posters ou códigos de cores (Parry & Turner, 2006).

Os objetivos principais da Gestão Visual é a transparência, promover melhoria contínua, criar disciplina e sentido de responsabilidade por partes dos operadores, eliminação de desperdício, unificação e simplificação e partilha de informação (Yik & Chin, 2019).

2.3.2. Single Minute Exchange of Die (SMED)

O SMED é uma metodologia criada por Shigeo Shingo (1985) e que nos dias de hoje ainda é amplamente utilizada na indústria. Existem diversas formas de reduzir desperdícios gerados num fluxo produtivo e o SMED é uma ferramenta que visa a redução do tempo associado ao *setup* de máquinas, que consequentemente reduz o excesso de capitalização e sobreprodução (Wilson, 2010). O *setup* pode ser definido como o tempo de preparação antes e depois de cada produto ser processado (Shingo, 1985).

Para se aplicar um SMED a uma operação, é feita uma análise inicial de modo a perceber que tarefas apenas podem ser realizadas enquanto a máquina está parada (tarefas internas) e que tarefas podem de ser realizadas com a máquina em funcionamento (tarefas externas). Segundo o criador Shigeo Shingo (1985), esta ferramenta tem três fases de implementação:

- 1) Divisão das tarefas em internas e externas ao *setup*;
- 2) Converter tarefas internas para externas;
- 3) Melhorar e simplificar todas as tarefas da operação.

Após estas três fases estarem completas, é importante a estandardização e normalização da operação para que o modo de trabalho seja mantido ao longo do tempo e para que todos saibam como realizar as tarefas corretamente (Sundar *et al.*, 2014).

2.3.3. Produção Nivelada (*Heijunka*)

Se observarmos um conjunto de empresas iremos verificar que, no geral, optam por produzir o mesmo produto o maior espaço de tempo possível de modo a reduzir o número de trocas de lotes e conseqüentemente diminuir os *setup* de máquinas. Esta abordagem nem sempre faz sentido pois, muitas vezes, não considera a procura do cliente e cria *stock* excessivo.

A ferramenta *Heijunka*, também conhecida como produção nivelada, é uma ferramenta *Lean* que elimina flutuações na produção tornando-a constante, recorrendo à sequenciação de trabalhos com o objetivo de aumentar a produtividade e a flexibilidade do setor (Ohno, 1988). As flutuações de produção criam desperdícios que podem originar volumes de produção inconstantes, pelo tipo de produto a produzir e o pelo tempo que cada tipo de produto demora a ser produzido. Segundo Liker (2021), o modelo de produção nivelada oferece os quatro benefícios seguintes:

- 1) Flexibilidade para fazer o que os clientes querem, quando querem;
- 2) Risco reduzido de produtos em *stock* obsoleto – produtos que não conseguem ser vendidos;
- 3) Utilização de máquinas e operadores equilibrada;
- 4) Procura constante nos processos a montante e nos fornecedores.

O nivelamento de produção, é frequentemente aplicado nas empresas na forma de uma *Heijunka Box* com o objetivo de libertar pequenas quantidades de trabalho de uma forma constante. A *Heijunka Box* (Figura 3) é uma ferramenta de controlo visual que possui pequenas divisões onde são colocados *kanbans* – cartões que contêm instruções de produção - indicando a quantidade a produzir naquele momento e na sequência em que devem ser produzidos (Lean Enterprise Institute, 2008). Este método permite aos operadores uma visualização simplificada e intuitiva da produção diária e apresenta um planeamento constante que respeita a procura do cliente. A *Heijunka Box* deve ser preenchida diariamente pelo responsável do planeamento do setor.

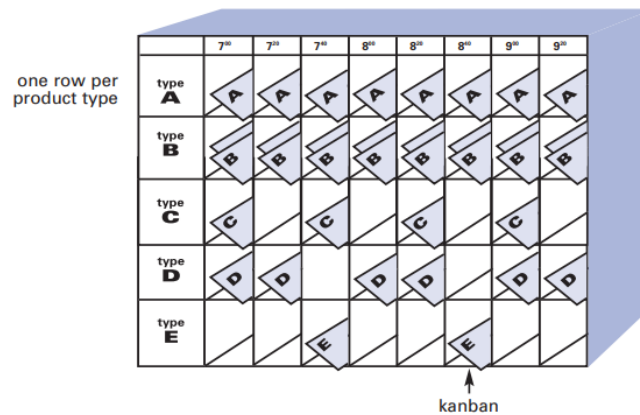


Figura 3 – Exemplo de uma *Heijunka Box* (Lean Enterprise Institute, 2008).

2.3.4. A3

O A3 é uma ferramenta que tem como objetivo principal descrever um problema, analisá-lo na sua situação inicial, perceber as causas que lhe deram origem, mapear as ações corretivas e apresentar o plano de ações das mesmas, numa única folha de tamanho A3 (Lean Enterprise Institute, 2008). Sobek & Jimmerson (2004) apresentam vários benefícios da utilização do método A3:

- Requer um acompanhamento próximo e obriga a documentação relativa à resolução do problema;
- Permite que pessoas mais próximas dos problemas consigam atuar sobre eles, como por exemplo, os operadores;
- Os diagramas de processo oferecem uma representação visual que permite que os autores e leitores compreendam os problemas de forma clara;
- Acompanha a resolução de um problema do início ao fim, sem que se torne complicado de preencher.

Durante a elaboração de um A3 é frequente a utilização de gráficos e outras ferramentas *Lean* de modo a resumir a explicação de certos aspetos do problema.

2.3.5. Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) também conhecido por mapa de fluxo de valor, é uma ferramenta criada por Taiichi Ohno que tem como objetivo apresentar e detalhar o fluxo de informação e de material desde o fornecedor até ao consumidor. A criação de um VSM ajuda a reduzir tarefas que não têm valor acrescentado, ou seja, que causam maior quantidade de desperdícios.

Inicialmente, para se proceder ao desenho do mapa de fluxo deve documentar-se apenas processos individuais que geram *stock* ou tempos de espera, que geralmente são as maiores perdas encontradas nos processos produtivos (Liker, 2021). O mapa de fluxo desenhado deve ser analisado para perceber que perdas se podem eliminar. O passo seguinte passa por desenhar um mapa de fluxo final que deve representar o estado que queremos alcançar. Resumindo, esta é uma ferramenta que ajuda a perceber o estado atual do nosso processo e que permite que se crie uma visão futura do que queremos alcançar em termos de como material e informação devem fluir de modo a alcançar os objetivos propostos pela organização (Sundar *et al.*, 2014).

2.3.6. Trabalho Normalizado

O Trabalho Normalizado ou *Standard Work* consiste na padronização de tarefas que visa a organização e método de trabalho de modo a eliminar todas as perdas possíveis, de forma segura, eficiente e com a qualidade pretendida. É considerada uma ferramenta essencial no que toca à melhoria contínua e permite a eliminação de perdas (Liker, 2021).

O trabalho normalizado refere-se a um documento que discrimina e explica a forma mais segura, eficaz e rápida de realizar certa tarefa tendo em consideração que recursos como ferramentas, pessoas, máquinas e materiais são usados da forma mais sustentável (Sundar *et al.*, 2014). A normalização de um trabalho tem como objetivo que todas as pessoas realizem a mesma tarefa utilizando as mesmas ações numa tentativa de eliminar qualquer tipo de variação que possa existir (Wilson, 2010).

2.4. Desenvolvimento Sustentável

De modo a satisfazerem os seus clientes, bem como forçadas pela legislação, as organizações veem o tema da sustentabilidade como uma questão relevante que permite que se mantenham competitivas no mercado. O conceito de desenvolvimento sustentável foi apresentado pela Organização das Nações Unidas (ONU), no relatório de Brundtland publicado em 1987. Nesse relatório, a sustentabilidade foi definida como “o desenvolvimento que vai de encontro às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades” (ONU, 1987).

2.4.1. Ambiente, Economia e Sociedade

Segundo (Braccini & Margherita, 2019), a sustentabilidade é um conceito multidimensional que se encontra dividido em três pilares distintos: Ambiente, Sociedade e Economia. Estes três pilares foram apresentados por Elkington (1997) como um conceito relacionado com a sustentabilidade denominado *Triple Bottom Line* (TBL). A TBL defende que o desempenho de uma organização não deve ser avaliado apenas pelo sucesso económico, mas também pelo seu impacto ambiental e social (Gimenez *et al.*, 2012; Norman & MacDonald, 2004). Cada um destes conceitos integra-se no contexto da sustentabilidade de diferentes formas, acrescentando valor à organização (Figura 4).

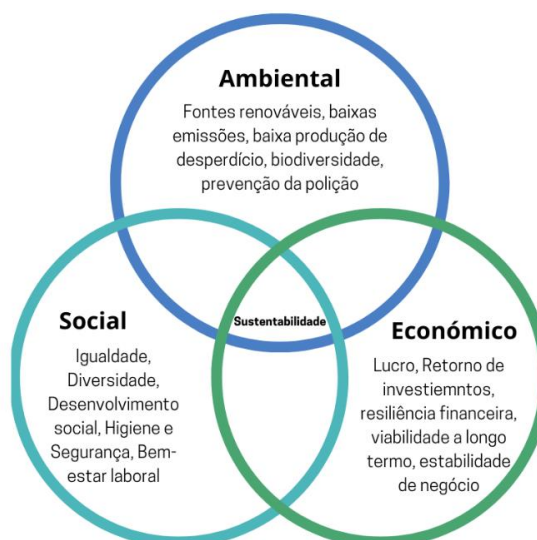


Figura 4 – Pilares da sustentabilidade. Adaptada de (Evans et al., 2017).

O pilar económico da TBL defende que o impacto financeiro das organizações deve ser sustentável de modo que esta consiga prevalecer para gerações futuras (Alhaddi, 2015). Este pilar refere-se à facilidade que a organização tem de criar valor de uma forma sustentável, de manter a sua competitividade no mercado e a boa relação com clientes e fornecedores.

O pilar ambiental refere-se à facilidade que a organização apresenta para utilizar materiais naturais, recicláveis e energias renováveis (Braccini & Margherita, 2019). O impacto que certo processo, efetuado por determinada organização, pode ter nos ecossistemas é também um fator relevante para este pilar devido à possível produção de gases de efeito com estufa e desperdícios poluentes não recicláveis.

O pilar social está interligado com o impacto que determinado processo pode ter em áreas como a saúde, a educação, a habitação, a segurança geral da sociedade e os direitos humanos (Hutchins & Sutherland, 2008). Este é o elemento mais negligenciado devido à sua quantificação complexa quando comparado com o pilar económico e o pilar ambiental (Mckenzie, 2004).

Estes três pilares devem estar equilibrados embora, por vezes, se sobreponham causando efeitos negativos tal como ilustrado por Braccini & Margherita (2019) no exemplo seguinte: se as organizações se focarem demasiado na sustentabilidade ambiental, de modo a criarem processos de produção com impactos ambientais menores, acabarão por comprometer a sustentabilidade económica. Dessa forma, podemos concluir que todas as ações humanas geram um impacto económico, ambiental e social seja ele positivo, ou negativo (Mensah, 2019). É relevante mencionar que denominar um processo como sustentável, não depende apenas do processo em si, mas também do seu envolvente e do contexto geral em que ele é realizado (Hoekstra, 2015).

Os três pilares da sustentabilidade estão interligados com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) apresentados pela ONU. Na Agenda de 2030 foram aprovados dezassete objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas em 2015, com o objetivo de promover o bem-estar global, o combate às alterações climáticas e a proteção ambiental (ONU, 2015). Através da revisão da literatura de vários autores, Mensah (2019) sintetizou os dezassete objetivos do desenvolvimento sustentável nos seguintes pontos:

- 1) Erradicar a pobreza e a fome, garantindo uma vida saudável;

- 2) Universalizar o acesso a serviços básicos tais como água, saneamento e energia sustentável;
- 3) Apoiar a criação de oportunidades de desenvolvimento através da educação inclusiva e do trabalho digno;
- 4) Promover a inovação e infraestruturas resilientes, criando comunidades e cidades capazes de produzir e consumir de forma sustentável;
- 5) Reduzir a desigualdade no mundo, especialmente a que diz respeito ao gênero;
- 6) Cuidar da integridade ambiental através do combate às alterações climáticas, da proteção dos oceanos e dos ecossistemas terrestres;
- 7) Promover a cooperação entre diferentes agentes sociais para criar um ambiente de paz e assegurar um consumo e produção responsáveis.

2.4.2. Sustentabilidade na produção

A produção sustentável tem vindo a ser um tema cada vez mais relevante para as organizações devido à crescente necessidade de tornar os processos produtivos e os produtos mais sustentáveis, tanto para se diferenciarem, como para cumprirem novas leis. A produção industrial pode tornar-se numa potencial ameaça para o bem-estar ambiental e as organizações devem repensar de que modo é possível manter ou aumentar a sua capacidade produtiva sem comprometer os ecossistemas (Goyal *et al.*, 2019).

Embora não exista uma definição de produção sustentável universalmente aceite, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (US EPA, 2023) define este conceito da seguinte forma: a produção sustentável consiste na “criação de produtos que utilizam processos que minimizam os impactos ambientais negativos, conservam energia e recursos naturais, são seguros para os trabalhadores, comunidades e clientes e são economicamente viáveis.”

Para as organizações atingirem os objetivos de sustentabilidade produtiva devem adotar diversas estratégias, tais como (Pusavec *et al.*, 2010):

- 1) Reduzir o consumo energético dos equipamentos;
- 2) Reduzir o desperdício gerado (reutilizar ou reciclar o desperdício inevitável);
- 3) Utilizar todos os seus recursos de forma eficiente;
- 4) Utilizar materiais reciclados ou reutilizar componentes de equipamentos;
- 5) Melhorar a gestão de utilização de óleos lubrificantes, químicos e outros fluidos;
- 6) Adotar um indicador de gestão do ciclo de vida de equipamentos.

2.4.3. Pegada de carbono

A pegada de carbono é uma unidade universal associada ao impacto ambiental que alguma ação causa no ambiente. Apesar de não existir um consenso sobre uma definição concreta do que é a pegada de carbono, Pertsova (2007) define este conceito como “uma medida da quantidade total de emissões de dióxido de carbono que é direta e indiretamente causada por uma atividade ou que é acumulada ao longo das fases do ciclo de vida de um produto”.

Para se calcular a pegada de carbono – expressa em toneladas de CO₂ libertado – é muitas vezes utilizada uma tabela referente aos fatores de conversão. Os fatores de conversão podem ser utilizados para calcular a quantidade de gases efeito de estufa emitidos num conjunto de atividades

como utilização de energia, consumo de água, produção de resíduos, reciclagem e transporte (Thistlethwaite *et al.*, 2022).

A pegada de carbono é uma medida relevante para o cálculo da sustentabilidade ambiental de qualquer atividade. Para o presente projeto, os fatores de conversão utilizados foram cedidos pela Amorim Cork e são baseados nas tabelas publicadas pelo Governo do Reino Unido no seu *website*.

2.4.4. NTP 330

Para o cálculo da sustentabilidade social, é necessário perceber que método de medição de risco se adequa mais ao trabalho a realizar. Após alguma pesquisa, considerou-se o método NTP 330: Sistema Simplificado de Avaliação de Risco de Acidente, o mais relevante para o presente projeto. Segundo Belloví & Malagón (1993), criadores do método NTP 330, os dois conceitos relevantes para esta análise são:

- A probabilidade de determinados fatores de risco se materializarem em danos;
- A magnitude dos dados (consequências).

Este método avalia o Nível de Risco (NR) de uma tarefa através da fórmula 2.8-

$$\text{Nível de Risco (NR)} = \text{Probabilidade} \times \text{Consequências} \quad (2.8)$$

Por sua vez a Probabilidade (NP) é calculada através do produto da deficiência e a exposição. Segundo Belloví & Malagón (1993), a Deficiência é a relação esperada entre o conjunto de fatores de risco considerados e a sua relação causal direta com o possível acidente. Por outro lado, o Nível de Exposição estima-se em função do tempo e da frequência de permanência nas áreas de trabalho.

$$\text{Probabilidade} = \text{Deficiência} \times \text{Exposição} \quad (2.9)$$

Para o cálculo do valor da Deficiência e do Nível de Exposição, são consideradas duas matrizes (Tabela 3 e Tabela 4). Tendo em conta a tarefa a avaliar, deve selecionar-se o valor do indicador mais adequado à situação em estudo. Todas as matrizes apresentadas de seguida foram adaptadas de Belloví & Malagón (1993).

Tabela 3 - Tabela de avaliação do Nível de Deficiência (ND).

| Nível de Deficiência | ND | Significado |
|-----------------------|----|---|
| Muito deficiente (MD) | 10 | Foram detetados fatores de risco significativos que definem como muito possível a ocorrência de falhas. As medidas preventivas existentes, no que respeita ao risco identificado, são ineficazes ou inexistentes. |

| | | |
|-----------------------|---|---|
| Deficiente (D) | 6 | Foram detetados alguns fatores de risco significativos que precisam de ser corrigidos. A eficácia do conjunto de medidas preventivas existentes é pouco eficaz. |
| Melhorável (M) | 2 | Fatores de risco de menor importância. Há alguma eficácia do conjunto de medidas preventivas relativamente ao risco. |
| Aceitável (A) | - | Não se detetou nenhuma anomalia. O risco está controlado. Quando este é o valor de ND não temos NR logo não há risco. |

Tabela 4 - Tabela de avaliação do Nível de Exposição (NE).

| Nível de Exposição | NE | Significado |
|---------------------------|-----------|---|
| Continuada (EC) | 4 | Continuamente. Várias vezes durante o dia de trabalho e com duração prolongada. |
| Frequente (EF) | 3 | Várias vezes durante o dia de trabalho, com duração curta. |
| Ocasional (EO) | 2 | Algumas vezes durante o dia de trabalho, com duração curta. |
| Esporádica (EE) | 1 | Irregular. |

Após a obtenção dos valores de Deficiência e de Exposição, e utilizando a fórmula 2.9 obtém-se o Nível de Probabilidade (NP). Este valor deve ser analisado tendo em conta a Tabela 5.

Tabela 5 – Tabela de avaliação do Nível de Probabilidade (NP).

| Nível de Probabilidade | NP | Significado |
|-------------------------------|---------------|--|
| Muito alta (MA) | Entre 40 e 24 | Situação deficiente com exposição continuada ou muito deficiente com exposição frequente. Normalmente a concretização do risco ocorre com frequência. |
| Alta (A) | Entre 20 e 10 | Situação deficiente com exposição frequente ou ocasional ou situação muito deficiente com exposição ocasional ou esporádica. A concretização do risco é possível que suceda várias vezes no ciclo de vida laboral. |
| Média (M) | Entre 8 e 6 | Situação deficiente com exposição esporádica ou situação melhorável com exposição continuada ou frequente. É possível que o risco se materialize alguma vez. |
| Baixa (B) | Entre 4 e 2 | Situação melhorável com exposição ocasional ou esporádica. Não se espera que o risco se materialize. |

Após a análise do valor do Nível de Probabilidade, calcula-se o valor do Nível de Consequência através da Tabela 6 apresentada de seguida.

Tabela 6 - Tabela de avaliação do Nível de Consequência (NC).

| Nível de Consequência | NC | Significado (Danos Humanos) | Danos Materiais |
|-----------------------------------|-----|--|--|
| Mortal ou Catastrófica (M) | 100 | 1 morto ou mais. | Destruição total do sistema (difícil reparação). |
| Muito grave (MG) | 60 | Lesões graves que podem ser irreparáveis. | Destruição parcial do sistema (reparação financeiramente e tecnicamente complexa). |
| Grave (G) | 25 | Lesões que causam incapacidade temporária. | Requer a paragem do processo para efetuar a reparação. |
| Leve (L) | 10 | Pequenas lesões que não requerem hospitalização. | Reparável sem necessidade de paragem do processo. |

Por fim, através da equação 2.8 calcula-se o Nível de Risco (NR) que deve ser analisado tendo como base a Tabela 7.

Tabela 7 - Tabela de avaliação do Nível de Intervenção.

| Nível de Intervenção | NR | Significado |
|----------------------|----------|--|
| I | 4000-600 | Situação crítica que exige correção urgente. |
| II | 500-150 | Corrigir e implementar medidas de controlo. |
| III | 120-40 | Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção. |
| IV | 20 | Não é necessário intervir, exceto se outra análise mais exigente o justificar. |

Quando a análise está terminada, a organização deve retirar as suas conclusões e criar um plano de ações de modo que se reduza ou elimine totalmente o risco de acidente.

3. DESCRIÇÃO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo é realizada a contextualização da situação atual na unidade industrial Vasconcelos & Lyncke, local onde o presente projeto foi desenvolvido. Inicialmente é apresentada a unidade industrial, seguida da caracterização das rolhas naturais, da descrição do processo produtivo e da apresentação da situação atual dos setores da lavação e dos revestimentos, incluindo os resultados obtidos no OEE inicial e da sustentabilidade. Por fim, é apresentada uma adaptação de um *Value Stream Mapping* (VSM) do processo, seguido de uma síntese dos desafios encontrados nos setores em estudo.

3.1. Apresentação da empresa Vasconcelos & Lyncke

A Vasconcelos & Lyncke (V&L) é uma unidade industrial, pertencente à Amorim Cork, presente na vila de Santa Maria de Lamas, concelho de Santa Maria da Feira, especializada na compra, transformação e venda de rolhas naturais de cortiça. Esta unidade industrial compra rolhas a fornecedores locais e transforma-as de modo que cumpram os requisitos necessários a serem comercializadas como produto de marca Amorim Cork.

A Vasconcelos & Lyncke é uma unidade industrial de média dimensão que conta com aproximadamente 40 trabalhadores e apresenta uma capacidade instalada de produção anual de 350 milhões de rolhas. Em 2022 a V&L alcançou uma produção de aproximadamente 250 milhões de rolhas, o que apresenta um decréscimo 11% em relação ao ano de 2021. Esta diferença é facilmente justificada pela falta de matéria-prima que tem vindo a afetar o setor desde esse ano.

3.2. O produto: as rolhas

A rolha de cortiça é um dos produtos mais utilizados para vedar garrafas de vinho e é recorrente a sua associação com bebidas de luxo e de alta qualidade. A rolha de cortiça é um produto único e natural que permite que dentro da garrafa exista um ambiente equilibrado com um teor de oxigénio adequado para que ocorra a correta maturação do vinho. Dependendo da qualidade e do tipo de rolha de cortiça, a garrafa de vinho pode ficar perfeitamente vedada durante dezenas de anos, caso seja armazenada nas condições ideais de temperatura, pressão e humidade.

A Amorim Cork produz uma grande variedade de rolhas de cortiça, tais como, rolhas naturais, rolhas técnicas, rolhas capsuladas para bebidas espirituosas, rolhas de espumosos e vinhos efervescentes e rolhas colmatadas. As rolhas naturais, produzidas na V&L, permitem a vedação ótima de uma garrafa de vinho, pois mesmo que ocorram dilatações ou contrações no gargalo da garrafa de vidro, este produto consegue adaptar-se ao diâmetro devido às suas propriedades elásticas.

As rolhas de cortiça natural são obtidas através da brocagem de um traço de cortiça e podem ter diversas dimensões, sendo algumas delas mais comuns do que outras. O comprimento pode variar entre 54 cm, 49 cm, 45 cm, 38 cm e 33 cm e o diâmetro entre 22 cm, 24 cm, 25 cm e 26 cm. Além das dimensões, as rolhas são também divididas em classes, tais como, Flor, Extra, Superior, 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª, sendo que a Flor é a melhor classe, ou seja, a que apresenta menos imperfeições e defeitos, e a 5ª a pior classe que apresenta um maior número de imperfeições e defeitos (Figura 5). Na V&L não são comercializadas rolhas de classe inferior à 3ª.



Figura 5 - Classes de rolhas comercializadas na V&L demonstradas em rolhas de calibre 45x24 – Flor, Extra, Superior, 1ª, 2ª, 3ª.

Um dos grandes desafios que o mercado das rolhas de cortiça enfrentou nos últimos anos foi a contaminação do vinho engarrafado devido à presença de 2,4,6-Tricloroanisol (TCA) nas mesmas, o que fez com que a confiança dos clientes diminuísse e que optassem por outros produtos substitutos para vedar as suas garrafas. O TCA é um composto que concede ao vinho um sabor desagradável, muitas vezes descrito como “mofo” e que se encontra na cortiça devido à utilização de compostos químicos nos montados de sobreiros em diversas alturas do crescimento da árvore e da extração de cortiça. Desde os biocidas aplicados nos montados, aos químicos utilizados no processamento da cortiça, até aos produtos de limpeza e desinfecção do material utilizado no transporte e armazenamento, todos podem contribuir para a presença de TCA na cortiça (Suarez *et al.*, 2000).

O TCA não produz nenhum efeito nocivo para a saúde e é apenas o sabor desagradável que causa alguma inquietação ao consumidor. Atualmente, a Amorim Cork recorre a vários processos que ajudam na eliminação do TCA, mas também atua diretamente nos montados e nas tarefas de descortiçamento com ações que visam a diminuir o risco de contaminação da cortiça. Com o investimento na Inovação e Desenvolvimento de tecnologias anti-TCA, a confiança dos clientes foi restaurada e a rolha de cortiça voltou a ser um produto desejado. Durante o processo produtivo da V&L, a erradicação do TCA é um dos maiores objetivos e desafios pelo que se recorre a várias práticas e tratamentos para que este seja eliminado.

3.3. Descrição do Processo Produtivo

O processo produtivo da Vasconcelos & Lyncke apresenta etapas bastante distintas que têm como principal objetivo melhorar o aspeto físico e as características naturais da rolha de cortiça. O planeamento de produção é o primeiro passo do processo produtivo e é efetuado com recurso às rolhas disponíveis no setor da compra e às encomendas existentes em carteira.

As rolhas chegam à V&L através de camiões de fornecedores e após serem rececionadas no armazém são recolhidas amostras representativas dos lotes, que seguem para o laboratório para que sejam realizados testes de controlo visual, dimensões, TCA e humidade. Quando as amostras dos lotes rececionados apresentam valores que ultrapassam os limites impostos ou a sua

designação não corresponde visualmente à classe rececionada, não avançam para o processo produtivo e são devolvidos ao fornecedor.

Quando a amostra é aprovada, os lotes seguem para as máquinas denominadas SVE (Sistema de Verificação de Estanquidade), onde a sua função consiste em separar as rolhas consoante a capacidade vedante de cada uma delas (Figura 6). As máquinas SVE realizam um teste de pressão onde se verifica se o ar soprado num dos topos da rolha passa para o outro, ou seja, se veda a passagem do ar. Se as rolhas não vedarem corretamente, há risco de contaminação do vinho por fatores externos como odores ou fungos que podem alterar as suas propriedades e o líquido pode infiltrar-se na rolha e causar uma fuga. Sendo assim, as rolhas que não vedam são devolvidas ao fornecedor e não entram no processo produtivo da unidade.



Figura 6 - Máquina SVE.

O passo seguinte consiste num tratamento de 68 horas numa estufa denominada Super ROSA I (*Rate of Optimal Steam Application*), que tem como objetivo principal reduzir a presença TCA nas rolhas, recorrendo a altas temperaturas e a níveis de humidade variados (Figura 7).



Figura 7 - Super ROSA I.

Após o tratamento de aproximadamente 3 dias, as rolhas seguem para a secção dos acabamentos mecânicos onde são topejadas e polidas. O processo de topejar consiste na retificação dos topos das rolhas para que as dimensões pretendidas sejam alcançadas através do corte do comprimento das mesmas. O polimento é um processo realizado no corpo das rolhas com o objetivo de desbastar a camada superficial eliminando irregularidades e tornando-as macias ao toque.

As rolhas produzidas na V&L têm certificação *Naturity* que consiste numa tecnologia anti-TCA desenvolvida pela Amorim Cork com o intuito de remover o TCA detetável nas rolhas naturais. Esta tecnologia utiliza processos de dessorção térmica através da manipulação de parâmetros como a pressão, temperatura, água purificada e tempo. A certificação *Naturity* é obtida quando os lotes são

submetidos ao tratamento das máquinas denominadas VSR (*Vacuum System Reduction*), que além de remover o TCA, elimina também outros compostos voláteis (Figura 8).



Figura 8 - Máquina VSR *Naturity*.

Após a passagem nas máquinas VSR as rolhas voltam a entrar numa estufa denominada Super ROSA II (idêntica à Super ROSA I) com o objetivo de estabilização e remoção de TCA. O ciclo de humidificação de 21 horas na Super ROSA II reestabelece as características elásticas da cortiça e elimina qualquer vestígio de TCA que ainda possa estar presente na superfície das mesmas. À saída da estufa os valores de TCA voltam a ser controlados para confirmar que não houve contaminação do lote durante o processo produtivo. Caso a amostra apresente valores de TCA acima do limite, o lote volta atrás e são reprocessadas na Super ROSA I onde, após um novo ciclo de 68 horas, são analisados os níveis de TCA até estarem dentro do limite para dar continuidade ao processo.

Dependendo da encomenda do cliente, as rolhas são vendidas com diferentes lavações e revestimentos que são realizados em máquinas de lavar rolhas e máquinas de revestir, respetivamente (Figura 9). As rolhas são lavadas e revestidas em máquinas especializadas para o efeito e os seus programas recorrem à injeção de vários produtos químicos e água bem como à flutuação dos valores de temperatura, tempos de secagem e rotações por minuto. As rolhas podem também ser vendidas sem lavar. Quando isto acontece, as rolhas passam apenas por um enxaguamento com água com o objetivo de desinfetar e tirar o pó superficial antes de serem embaladas e expedidas.



Figura 9 - Máquinas de lavar rolhas (esquerda) e máquinas de revestir (direita).

Dependendo da lavagem efetuada, alguns lotes podem ser colocados numa estufa denominada *ROSA Evolution* onde passam lentamente num tapete rolante. Esta estufa utiliza vapor controlado e tem como principal objetivo a redução de TCA presente na superfície das rolhas, mas também garantir uma humidade estável de modo a assegurar que as características mecânicas das rolhas são ideais.

De seguida, os lotes passam por um processo de escolha (Figura 10) onde as rolhas são separadas por classe e retirados defeitos. Esta escolha é feita com recurso a máquinas que possuem câmaras 2D e 3D que analisam e separam uma rolha de cada vez consoante a quantidade de fendas, orifícios e defeitos nos topos e no corpo. Este processo é sujeito a uma análise visual de forma a detetar alguma inconformidade com a escolha realizada, ou seja, uma verificação final para se confirmar que o lote ficou escolhido como pretendido. Se o controlo visual não estiver conforme, as rolhas devem ser reprocessadas nas máquinas de escolha novamente com uma afinação do programa.



Figura 10 - Máquinas de escolha eletrónica.

Após a passagem no setor da escolha, as rolhas estão prontas a ser embaladas. Para isso, recorre-se a uma máquina de contar que é instruída para contabilizar 5000 rolhas para cada saco. As paletes são assim criadas, com um total de 14 sacos de 5 mil rolhas empilhados. É efetuada a filmagem da paleta e estas seguem um de dois caminhos possíveis: são diretamente alocadas ao *stock* de expedição, prontas a serem enviadas para o cliente, ou vão para *stock* até que surja alguma encomenda para o produto em questão.

Após a embalagem, são também retiradas amostras para controlo de TCA, humidade e dimensões como última confirmação antes de serem expedidas. Caso as rolhas sejam aprovadas, podem seguir o seu caminho, caso sejam rejeitadas a direção industrial define o novo caminho a seguir. A análise laboratorial, realizada antes da expedição, ocorre devido a uma probabilidade de 3% de existir um ponto de contaminação das rolhas dentro da unidade industrial, através de fungos presentes nas infraestruturas ou nos carros de transporte. Na Figura 11 é apresentado um fluxograma de todo o processo produtivo com o objetivo de sintetizar a informação apresentada no presente subcapítulo.

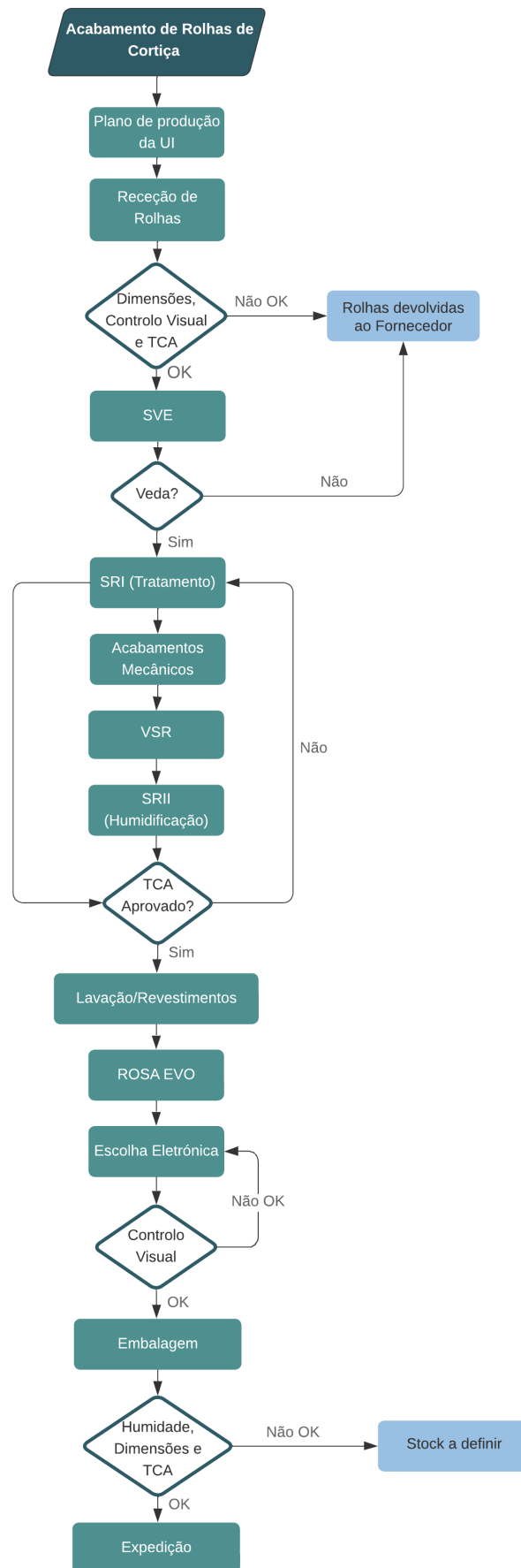


Figura 11 - Fluxograma do processo produtivo da V&L.

3.4. Descrição da situação atual do setor da lavação e dos revestimentos

Atualmente o setor da lavação e o setor dos revestimentos funcionam durante um turno de 8 horas - das 8 horas da manhã às 16 horas - 5 dias por semana, com um operador encarregue de cada um dos setores em questão. Os operadores têm como função abastecer e descarregar as máquinas, verificar o seu bom funcionamento, registar as produções no MES (*Manufacturing Execution System*), aprovar a conformidade do produto e proceder às limpezas necessárias.

Para iniciarem o trabalho diário, o planeador da produção, encarregue da secção, preenche o quadro de planeamento tendo em conta uma filosofia de FIFO (*First In, First Out*). No quadro consta o número do lote, a quantidade e a classe das rolhas que devem ser lavadas ou revestidas nesse dia indicando o tratamento a aplicar. No planeamento atual não existe alocação de lotes a máquinas nem é tido em consideração o tempo que cada programa demora, pelo que essa gestão é efetuada arbitrariamente pelo operador.

3.4.1. Lavagem

Segundo o Código Internacional Das Práticas Rolheiras (2020), a lavagem é uma prática obrigatória do processo de produção de rolhas de cortiça e consiste numa “operação que visa limpar e/ou desinfetar rolhas, discos ou corpos”, e que confere uma tonalidade diferente ao produto pelo que também é utilizada com o objetivo de melhorar ou alterar o aspeto visual. Na V&L, de momento, existem 4 máquinas de lavar rolhas (Figura 12) com capacidades distintas (Tabela 8). A quantidade mínima a lavar não deve ser inferior a 60% da capacidade máxima.



Figura 12 - Máquinas de lavar rolhas da V&L – máquinas 1 e 2 à esquerda e máquina 4 à direita.

Tabela 8 – Capacidades máquinas de lavar da V&L.

| Máquina de lavar | Capacidades |
|------------------|-------------|
| 1 | 50.000 |
| 2 | 50.000 |
| 3 | 100.000 |
| 4 | 100.000 |

As diversas lavações realizadas na V&L diferem nos tempos de ciclo por serem processos completamente distintos que requerem programas diferentes. Na V&L são produzidas rolhas com três tipos de lavações distintas (Figura 13).



Figura 13 - Lavações realizadas na V&L por ordem - Sem Lavar, Lavação A, Lavação B e Lavação C.

Os tempos das lavações variam tendo em conta as máquinas onde são efetuadas devido às capacidades de cada uma. Os tempos de cada lavagem estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Tempos das lavações nas diferentes máquinas de lavar (em minutos).

| Máquinas 1 e 2 | | Máquinas 3 e 4 | |
|----------------|-----|----------------|-----|
| Lavação Base | 132 | Lavação Base | 128 |
| Lavação A | 75 | Lavação A | 53 |
| Lavação B | 112 | Enxaguamento | 16 |
| Lavação C | 104 | | |
| Enxaguamento | 43 | | |

A lavagem A e a lavagem B são compostas apenas por uma etapa, ou seja, as rolhas entram no tambor da máquina de lavar uma vez e, após o programa estar completo, estão prontas a passar para o passo seguinte do processo produtivo. Por outro lado, a lavagem C é composta por duas etapas diferentes, a lavagem base e a lavagem final. Após a lavagem base ser efetuada, os lotes passam

obrigatoriamente na estufa ROSA *Evolution* e voltam de novo para a máquina de lavar para proceder à lavação final (efetuada apenas nas máquinas 1 e 2). É a única lavação em que isto acontece e, conseqüentemente, é a que despense mais tempo das máquinas e do operador.

Apresentando agora uma descrição detalhada do processo de lavação das rolhas, este inicia com o abastecimento da máquina. Para isso, o operador da lavação transporta os carros contendo as rolhas destinadas a lavar, da zona de entrada da lavação para a moega de abastecimento. As rolhas inseridas na moega sobem por um tapete vertical e ficam armazenadas em silos até que estes estejam completos com a quantidade a lavar. As máquinas 1 e 2 têm dois silos cada uma o que facilita o seu carregamento, enquanto as máquinas 3 e 4 partilham um silo maior entre si. O operador dirige-se ao painel de comando que controla os silos e os tapetes e procede à abertura das raseiras dos silos que deseja descarregar e abastece a máquina.

Após o abastecimento, o operador dirige-se ao painel de comando que controla as máquinas e dá início ao programa da lavação desejada. As máquinas de lavar introduzem alguns químicos e as quantidades necessárias automaticamente, embora na Lavagem C exista um químico que deve ser inserido manualmente no momento indicado no painel, e consoante a quantidade que é mencionada. A partir deste ponto a máquina corre o programa de forma autónoma e, quando termina, emite um sinal sonoro.

Após o término da lavação, o operador procede à descarga das máquinas. Na máquina 1 e 2 o operador “aspira” as rolhas para um silo de descarga (Figura 14). Esse silo de descarga está acoplado a um tapete que quando é posto em funcionamento, leva as rolhas para os carros vazios, um de cada vez.



Figura 14 - Sistema de aspiração das rolhas (esquerda) e silo de descarga das máquinas 1 e 2 (direita).

Na máquina 3 a descarga é efetuada diretamente para três carros em simultâneo através de movimentos do tambor da máquina. Na máquina 4 as rolhas são despejadas diretamente do tambor para um silo de descarga que, com a ajuda de um tapete, abastece um carro de cada vez. Após a descarga das máquinas, o operador dirige-se ao quiosque MES onde declara a produção do lote que descarregou e abastece o lote que vai entrar em produção de seguida.

3.4.2. Revestimentos

Segundo o Código Internacional Das Práticas Rolheiras (2020), o “revestimento é aplicado na superfície de rolhas ou corpos para melhorar a qualidade de vedação e/ou uniformizar o seu aspeto

visual.” O processo de revestimento tem como objetivo aumentar a impermeabilidade da rolha bem como melhorar o seu aspeto físico, fornecendo-lhe uma tonalidade homogénea. Existem três revestimentos diferentes que são efetuados na V&L (Figura 15).



Figura 15 - Revestimentos realizados na V&L demonstrados em rolhas de 45 milímetros – Revestimento D, Revestimento E, Revestimento F.

Os revestimentos D, E e F, comercializados pela V&L, eram produzidos recorrendo a um processo desadequado e bastante desatualizado relativamente à tecnologia existente de momento. De modo a estudar este problema bem como analisar o investimento em novas máquinas de revestir, recorreu-se à ferramenta A3 (APÊNDICE A).

Anteriormente, o Revestimento D era subcontratado a outra unidade industrial do grupo o que acarretava alguns problemas devido ao incumprimento dos prazos de entrega. Antes de serem enviadas para a outra unidade industrial, as rolhas eram lavadas na V&L com a lavação base e de seguida eram introduzidas na ROSA *Evolution*. Este processo apresentava vários problemas como custos excessivos, devido à subcontratação de serviços, o elevado tempo de resposta da unidade industrial subcontratada e a perda de tempo e recursos com o carregamento e descarregamento do camião que transportava as rolhas da V&L e para a V&L. Com a aquisição das novas máquinas de revestir o processo tornou-se bastante mais simples, requerendo apenas que os operadores abastecessem as máquinas e conseqüentemente as descarregassem. A criação deste novo setor apresentou os seguintes benefícios para a V&L:

- 1) Eliminação da necessidade de subcontratar outra unidade industrial para revestir as rolhas tornando a V&L autónoma na produção de rolhas com o Revestimento D;
- 2) Eliminação da necessidade de transporte dos lotes para fora da V&L e conseqüentemente da alocação de operadores à carga e descarga do camião;
- 3) Eliminação da necessidade de efetuar uma lavação base e de passar as rolhas pela estufa ROSA *Evolution*.

Após os cálculos efetuados, concluiu-se que a percentagem referente à poupança económica anual é de 73% correspondendo a 18 300€ e a poupança de tempo por tamborada seria de 71% correspondendo a um ganho de 88 horas devido à eliminação do tempo de espera da prestação de serviços.

Quanto ao Revestimento E e F, estes eram produzidos de igual modo. Os operadores, com o auxílio de uma máquina de contar, contavam as rolhas para sacos que eram posteriormente colocados nos tambores das máquinas de lavar. Após as rolhas estarem lavadas, eram transportadas para o lado

oposto da fábrica onde se situava o peneiro de secagem que requeria sete tamboradas de rolhas lavadas para estar cheio e ser posto em funcionamento. Quando o peneiro iniciava o seu processo, demorava sensivelmente 2 horas a secar as rolhas e gerava um pico elevado de consumo de energia.

A produção de Revestimento E e F apresentava-se assim como pouco eficiente e com elevada dependência dos operadores. Com a aquisição de novas máquinas de revestir, tal como no Revestimento D, a produção de rolhas com o Revestimento E e F passou a ser um processo bastante mais simplificado e com repercussões positivas para a os operadores e para a unidade industrial. A criação deste novo setor apresentou os seguintes benefícios para a V&L:

- 1) Libertar os operadores para outras tarefas;
- 2) Estabilização do consumo energético do processo;
- 3) Tempo de produção mais rápido do que no processo anterior.

Após os cálculos efetuados, concluiu-se que a percentagem referente à poupança económica anual é de 28% correspondendo a 11 240€ e a poupança de tempo é de 48% correspondendo a um ganho de 44 horas. Por fim, o retorno financeiro é alcançado após sensivelmente três anos e meio o que justifica ainda mais o investimento.

As duas máquinas de revestir rolhas adquiridas para o novo setor possuem exatamente as mesmas características (Tabela 10) – calibre de 45x24.

Tabela 10 – Capacidade das máquinas de revestir na V&L.

| Máquina de revestir | Capacidades |
|---------------------|-------------|
| 5 | 20.000 |
| 6 | 20.000 |

Os tempos dos programas de revestir variam da seguinte forma (Tabela 11).

Tabela 11 - Tempos dos programas de revestir em minutos.

| Máquinas 5 e 6 | |
|----------------|------|
| Revestimento D | 90 |
| Revestimento E | 84,5 |
| Revestimento F | 63 |

Considerando agora a descrição detalhada do processo de revestimento das rolhas, este inicia com o abastecimento da máquina. Na secção dos revestimentos, os silos são abastecidos em sacos em vez de carros pois o número de rolhas inseridas nas máquinas de revestir tem um limite. Antes de chegarem à zona de entrada dos revestimentos as rolhas passam então pela zona de contagem, para que o número de rolhas a introduzir na máquina seja correta, e são armazenadas em sacos. De seguida, o operador transporta os sacos contendo as rolhas destinadas a revestir, da zona de entrada dos revestimentos para a moega de abastecimento (Figura 16) e procede com o carregamento do silo da máquina desejada. Os silos das duas máquinas de revestir podem ser abastecidos enquanto estas trabalham.

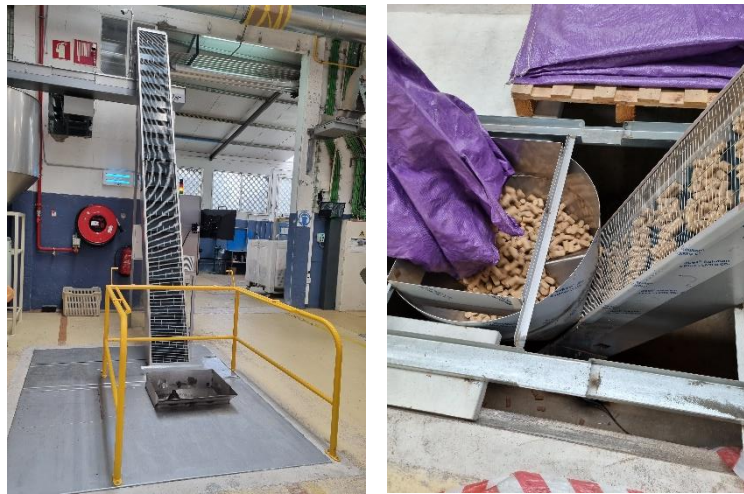


Figura 16 - Abastecimento das máquinas de revestir – Tapete vertical (esquerda) e moega (direita).

Após a máquina ser abastecida, o operador escolhe o programa do revestimento desejado e a máquina inicia o processo. Quando aparece na consola o alerta, o operador mexe e introduz manualmente o produto químico na balança correspondente (Figura 17) e de seguida continua com o programa.



Figura 17– Introdução manual de químicos nas balanças das máquinas de revestir.

Quando a máquina termina o programa, o operador confirma que o carro se encontra vazio à saída da girafa e dá início à descarga. Durante a descarga, o operador dirige-se ao quiosque MES presente na bancada de trabalho da lavação onde declara o lote que acabou de produzir e abastece o lote que vai entrar em produção de seguida.

3.4.3. Cálculo do OEE inicial

Apesar da V&L possuir MES onde os operadores registam a produção efetuada, os dados nem sempre são confiáveis pelo que, para se calcular o OEE inicial, recorreu-se a um método de cruzamento de dados do *software* em questão com os registos manuais efetuados diariamente pelos operadores. Para o cálculo do OEE inicial foi também elaborada uma folha para preenchimento das paragens sofridas em cada uma das máquinas do setor da lavação (APÊNDICE B) e dos revestimentos (APÊNDICE C), que o operador deve preencher ao longo do seu turno. Antes da implementação deste registo, as paragens das máquinas não eram consideradas pelo que não existia nenhum histórico.

Após a implementação do registo de paragens, um dos problemas encontrados foi a falta de rigor com que os operadores preenchem a folha. Este problema pode ser causado pela falta de entendimento do conceito e da importância da temática do OEE, bem como a resistência que certos operadores apresentam à mudança de métodos e hábitos no seu trabalho diário. Tendo em conta estas questões, durante o mês de recolha de dados o acompanhamento efetuado pelo setor de engenharia de produção foi mais focado nos setores da lavação e dos revestimentos de modo a perceber que paragens existiram realmente e as suas causas. Apesar dos problemas encontrados, efetuou-se o cálculo do OEE com base nos registos existentes de forma que os resultados apresentados sejam os mais próximos da realidade possível.

Durante o mês da recolha dos dados, o valor da qualidade no setor da lavação e dos revestimentos foi de 100% o que indica que não houve perdas por defeitos, ou seja, nenhuma tamborada foi rejeitada por inconformidade. Na lavação e nos revestimentos não é espetável que haja perdas por qualidade pois os programas das máquinas são sempre compostos pelos mesmos passos e pelas mesmas variáveis inalteradas. A não ser que exista alguma avaria nas máquinas/sistemas adjacentes ou haja erro humano na introdução manual dos químicos, não deverá ocorrer nenhuma anomalia.

No caso em estudo as paragens planeadas são as seguintes:

Reunião de *Kaizen* Diário – 5 minutos no final de cada turno onde todos os operadores do pavilhão se juntam, transmitem informação relativamente ao seu trabalho e discutem outros assuntos que possam ser relevantes.

Limpeza – Feita semanalmente em cada máquina com a duração de 180 minutos nas máquinas 1, 2, 5 e 6 e de 210 minutos nas máquinas 3 e 4. Esta limpeza é composta por um programa automático que tem uma duração de 2 horas e pela limpeza manual que o operador realiza com uma lavadora de alta pressão.

3.4.3.1. Lavação

Os valores obtidos para o OEE do setor da lavação ao longo do mês de janeiro e a sua evolução encontram-se ilustrados na Figura 18.

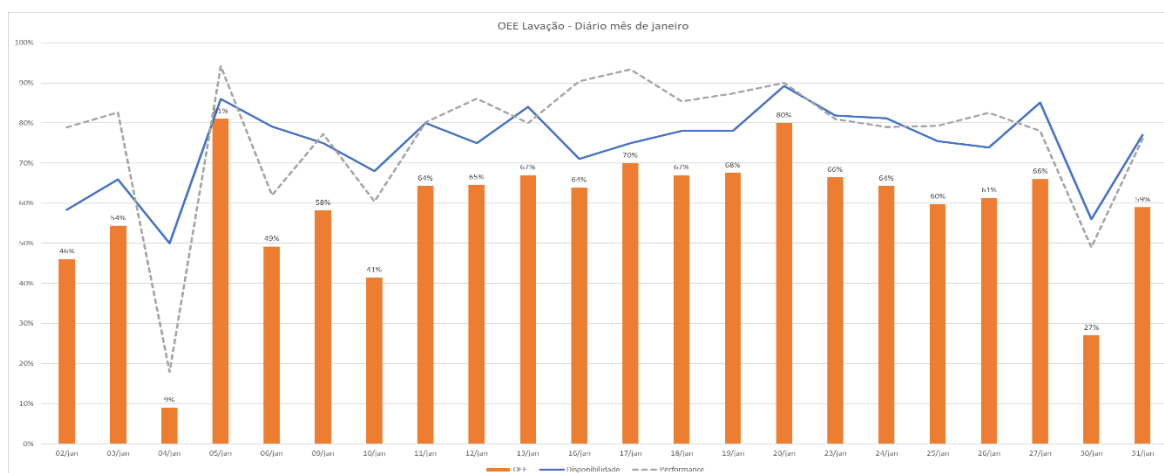


Figura 18 – Evolução do OEE inicial do setor da lavação a longo do mês de janeiro.

Analisando os dados obtidos é possível verificar que o dia 4 de janeiro foi o dia em que se registou um valor de OEE mais baixo, seguido do dia 30 de janeiro. Estes valores podem ser justificados pela falta de matéria-prima que se sentiu nestes dias, no setor da lavação. O OEE teve diversas vezes valores abaixo de 60% durante o mês da recolha dos dados e apenas ultrapassou os 70% duas vezes, o que corrobora o problema do baixo OEE no setor. Durante o mês de janeiro os valores para a Qualidade, Disponibilidade e Performance foram de 100%, 75% e 77% respetivamente, o que leva a um OEE mensal do setor de lavação de 58%.

Nas primeiras duas semanas do mês de janeiro, os valores do OEE apresentam alguma oscilação o que pode ser justificada pelas paragens para a limpeza das máquinas coincidirem com os dias em que existiram alguns ajustes de programas e avarias nas bombas de injeção de produtos químicos. É possível verificar que a semana 3 do mês de janeiro (de dia 16 a dia 20) foi a que apresentou valores de OEE mais elevados e estáveis. Este fenómeno pode ser explicado pela chegada de lotes de grandes quantidades ao setor que requeriam sempre o mesmo tipo de lavação, no geral mais demoradas. Isto levou a um menor número de trocas de lote durante o turno e a menos *setups* de máquinas efetuados, o que consequentemente levou a um valor de performance mais elevado.

Através dos dados obtidos foi efetuada uma compilação de modo a perceber qual a distribuição do tempo de produção real tendo em conta as paragens planeadas e as paragens não planeadas. A partir do gráfico da Figura 19 verificamos que, do tempo total alocado para a produção no setor da lavação, 24% do tempo foi perdido em paragens não planeadas e 13% em paragens planeadas. Estas perdas representam uma perda de 37% do tempo total de produção total disponível, o que justifica o valor de OEE baixo. As paragens não planeadas traduzem-se numa perda de 4 milhões rolhas correspondentes a 844 526€ (considerando a lavação B).

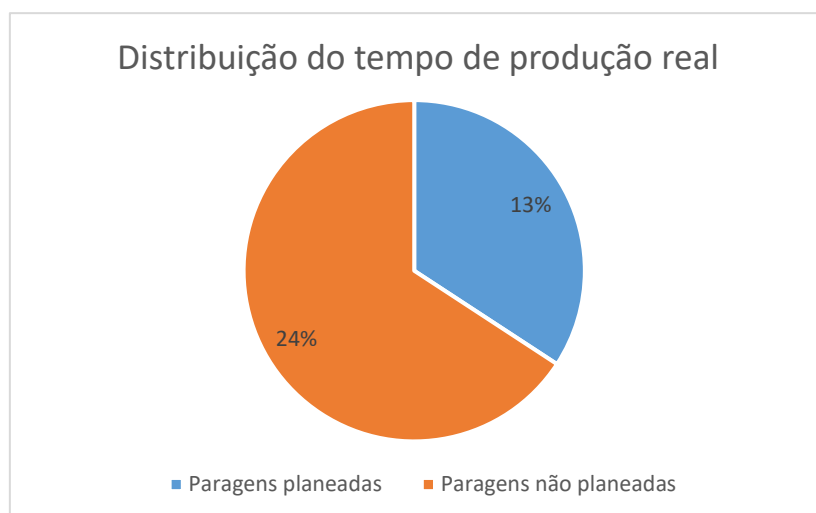


Figura 19 – Distribuição do tempo de produção real de janeiro do setor da lavação.

As principais perdas de disponibilidade, ou seja, perdas por paragens não planeadas, no setor da lavação, no mês de janeiro, estão representadas na Figura 20. Através da análise do gráfico da figura é possível concluir que o maior fator de perda por disponibilidade foi o auxílio de outras máquinas que constitui 51% do tempo perdido, seguida de *setups* com 34% e de avarias com 15%.

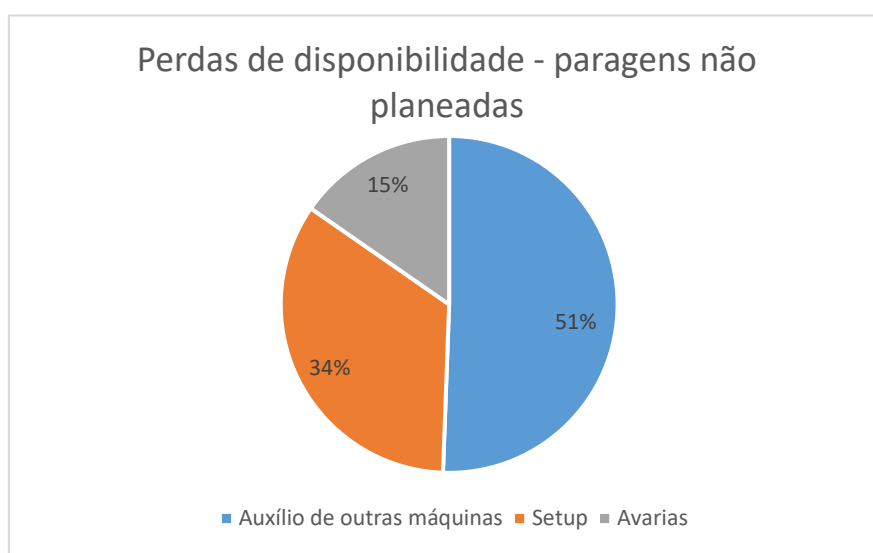


Figura 20 – Perdas de disponibilidade no setor da lavação no mês de janeiro.

As perdas geradas por auxílio de outras máquinas advêm do facto de não existir planeamento do setor, como mencionado anteriormente. Quando duas ou mais máquinas terminam os programas simultaneamente o operador apenas se consegue focar numa de cada vez, causando paragens longas nas restantes.

3.4.3.2. Revestimentos

Os valores obtidos para o OEE do setor dos revestimentos ao longo do mês de janeiro e a sua evolução encontram-se ilustrados na Figura 21.

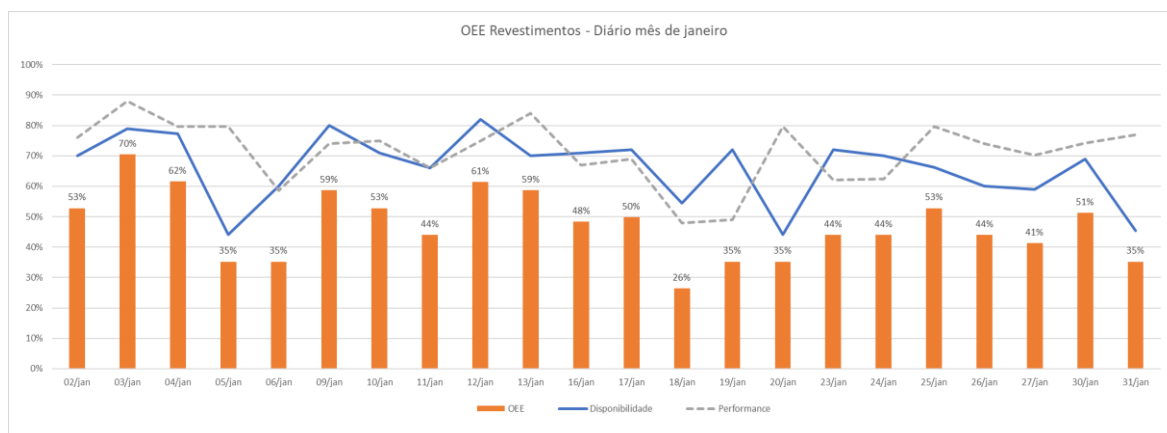


Figura 21 - Evolução do OEE inicial do setor dos revestimentos ao longo do mês de janeiro.

Através da análise do gráfico é possível observar que os valores durante o mês de janeiro variaram entre 26% e 70%, alcançando este último valor apenas uma vez. O valor mais baixo foi registado no dia 18 de janeiro e pode ser justificado pela falta de matéria-prima que se registou nesse dia. No geral, os valores de OEE dos revestimentos ao longo do mês foram bastante baixos devido ao elevado número de paragens ocorridas por afinação de programas. Como o setor é recente a afinação e ajuste de programas foi recorrente durante o mês de recolha de dados pelo que justifica alguns dos valores mais baixos de OEE obtidos. Como o setor dos revestimentos trabalha em função da procura dos clientes e da existência de matéria-prima, a cadência não é linear o que também causou oscilações nos valores do OEE, e justifica o OEE mensal de 47%. A Performance obtida foi de 71%, a Disponibilidade 66% e devido a não haver perdas por produto não conforme e a Qualidade foi de 100%.

Através dos dados obtidos foi efetuada uma compilação de modo a perceber qual a distribuição do tempo de produção real tendo em conta as paragens planeadas e as paragens não planeadas. A partir do gráfico da Figura 22 verificamos que, do tempo total alocado para a produção no setor dos revestimentos, 34% do tempo foi perdido em paragens não planeadas e 6% em paragens planeadas. Estas perdas representam uma perda de 40% do tempo total de produção. As paragens não planeadas traduzem-se numa perda de 1.7 milhões de rolhas correspondentes a 363 905€ (considerando o revestimento E).

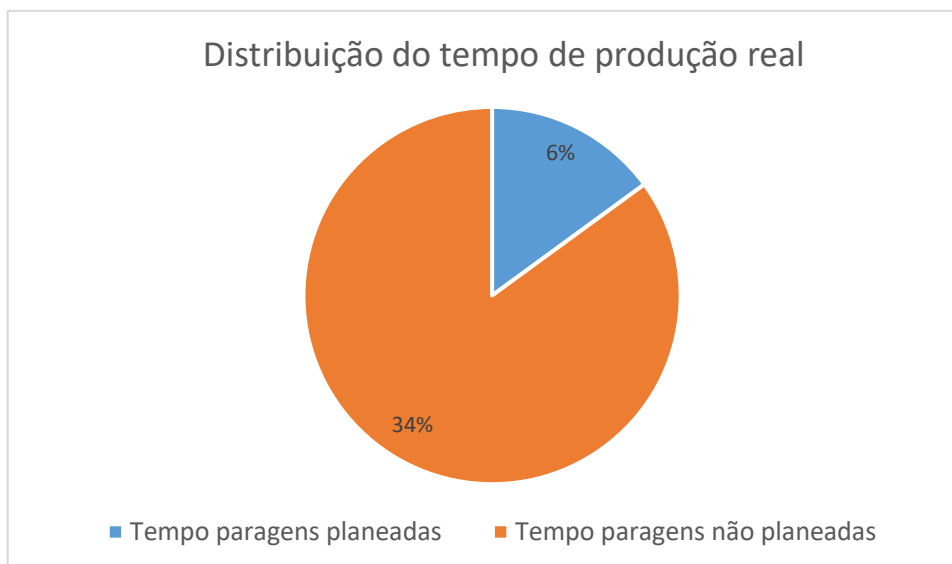


Figura 22 – Distribuição do tempo de produção real de janeiro do setor dos revestimentos.

As principais perdas por disponibilidade, ou seja, perdas por paragens não planeadas, no setor dos revestimentos, no mês de janeiro, estão representadas na Figura 23. Através da análise do gráfico é possível concluir que o maior fator de perda por disponibilidade foi a afinação de programas correspondendo a 60%, seguido do tempo de *setup* com 24% e de avarias com 16%.

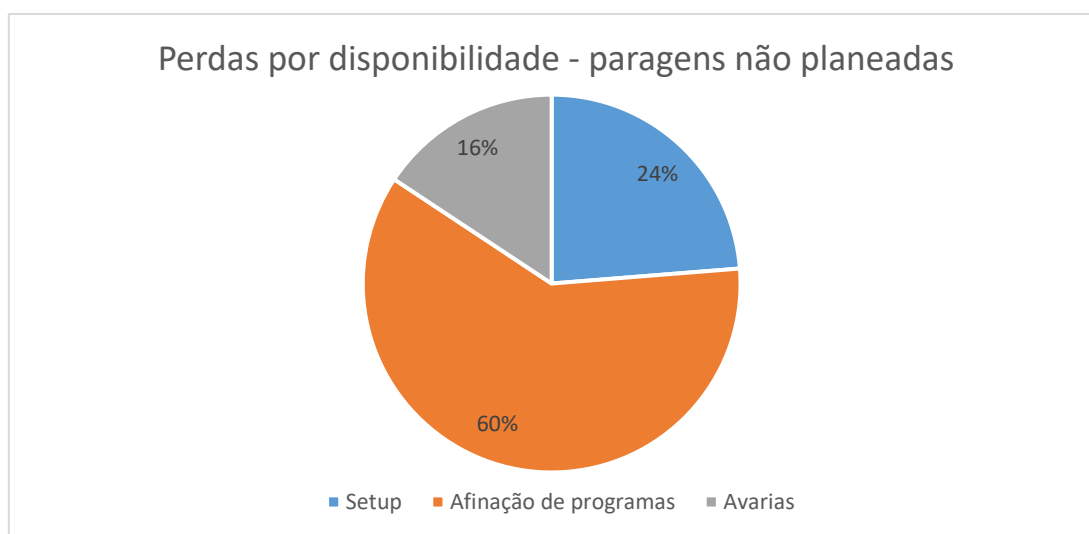


Figura 23 – Perdas de disponibilidade no setor dos revestimentos no mês de janeiro.

As perdas geradas por *setups* advêm do facto do setor dos revestimentos ser novo e não ter qualquer tipo de material no local, como por exemplo, quadro de planeamento pelo que o operador se desloca constantemente ao setor da lavação, deixando a máquina parada.

3.4.4. Cálculo da Sustentabilidade Inicial

Para o cálculo da sustentabilidade inicial foram considerados os 3 pilares da sustentabilidade (ambiental, económico e social). Para cada um dos pilares foram definidos indicadores de modo que fosse possível a sua comparação antes e depois da implementação de melhorias. De seguida, encontram-se apresentados os indicadores nomeados para esta avaliação, tanto para o setor da lavação, como para o setor dos revestimentos. Estes indicadores foram selecionados tendo em conta a bibliografia encontrada existente sobre a avaliação da sustentabilidade de um setor englobando os três pilares.

Pilar Ambiental

- Pegada de carbono dos químicos utilizados;
- Pegada de carbono do transporte dos químicos;
- Energia consumida no setor.

Pilar Económico

- Custo de cada lavação/revestimento;
- Custo da energia do setor;
- Competitividade.

Pilar Social

- Nível de ruído;
- Risco de acidente;
- Taxa de satisfação dos colaboradores.

3.4.4.1. Lavção

Os resultados obtidos para os indicadores relativos ao pilar da sustentabilidade ambiental da lavção encontram-se apresentados de seguida.

Pegada de carbono dos químicos utilizados

Para o cálculo deste indicador, foi necessário saber as quantidades e a composioão de cada um dos químicos utilizados no setor da lavção. Durante o mês de janeiro as máquinas 3 e 4 apenas produziram a lavção A e a lavção Base, visto ser aproximadamente 50% de todas as lavções comercializadas pela V&L. Além disso, como a capacidade das máquinas 1 e 2 e das máquinas 3 e 4 é diferente, a quantidade de químicos introduzida para a realizaoão de cada lavção também é diferente. O impacto ambiental em toneladas de CO₂ por milheiro de rolhas lavadas na V&L em janeiro está apresentado nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 – Impacto ambiental em toneladas de CO₂ nas lavações realizadas em janeiro nas máquinas 1 e 2.

| Lavação (Máq. 1 e 2) | Peróxido [Kg] | Hidróxido de sódio [L] | Bissulfato de Sódio [L] | Químico A [L] | Químico B [L] | Químico C [L] | Água [L] | Impacto [ton CO ₂] |
|----------------------|---------------|------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|----------|--------------------------------|
| A | 3 | | | | 7,5 | | 135 | 0,010 |
| B | 8 | 8 | 20 | | 7,5 | | 255 | 0,085 |
| C | 3,4 | | | 6 | | 6,8 | 14 | 0,025 |
| Base | 34 | 20 | 10 | | 7,5 | | 244 | 0,102 |

Tabela 13 – Impacto ambiental em toneladas de CO₂ nas lavações realizadas em janeiro nas máquinas 3 e 4.

| Lavação (Máq. 3 e 4) | Peróxido [Kg] | Hidróxido de sódio [L] | Bissulfato de Sódio [L] | Químico B [L] | Água [L] | Impacto [ton CO ₂] |
|----------------------|---------------|------------------------|-------------------------|---------------|----------|--------------------------------|
| A | 7 | | | 10 | 177 | 0,016 |
| Base | 41 | 21,5 | 20 | 13 | 239 | 0,146 |

Tendo em conta o *mix* de lavações realizadas no mês de janeiro, o impacto total do setor da lavagem relativo à utilização de químicos foi de 0,70 kg/ML de CO₂.

Pegada de carbono do transporte dos químicos

Tendo em conta que os químicos são adquiridos a empresas externas que se deslocam à V&L regularmente, é importante avaliar o impacto ambiental desse transporte. O fornecedor de químicos da V&L entrega oito IBC (*Intermediate Bulk Container*) a cada duas semanas e para isso percorre 5,6 km de cada vez utilizando um camião. Tendo em conta os fatores de conversão presentes nas tabelas fornecidas pela Amorim Cork, calculou-se que o impacto ambiental relativo ao transporte dos químicos para a V&L no mês de janeiro foi de 0,0024 kg/ML de CO₂.

Energia consumida no setor

Analisando as leituras apresentadas nos contadores de eletricidade, o setor da lavagem consumiu 1,09 kWh/ML de energia elétrica no mês de janeiro e 0,010 m³/ML de gás natural.

Os resultados da sustentabilidade económica da lavagem encontram-se apresentados de seguida.

Custo de cada lavagem

Para o cálculo do custo de cada lavagem foi considerado o valor total dos químicos por cada milheiro [ML] de rolhas, dando origem aos valores apresentados nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14 – Custo das lavações efetuadas nas máquinas 1 e 2 no mês de janeiro.

| Lavação (Máq. 1 e 2) | Custo [€/ML] |
|----------------------|--------------|
| A | 0,17 |
| B | 0,43 |
| C | 0,25 |
| Base | 0,76 |

Tabela 15 – Custo das lavações efetuadas nas máquinas 3 e 4 no mês de janeiro.

| Lavação (Máq. 3 e 4) | Custo [€/ML] |
|----------------------|--------------|
| A | 0,13 |
| Base | 0,51 |

Custo da energia do setor da lavação

Como mencionado anteriormente, o setor da lavação consumiu 1,09 kWh/ML de energia elétrica no mês de janeiro a um preço de 61,04 €/MWh que se traduz num custo de 0,066€/ML e 0,010 m³/ML de gás natural a um preço de 1,80 €/m³ o que se traduz num custo de 0,019€/ML.

Competitividade

A competitividade da lavação é medida através do rácio entre os COPs (Custos e Proveitos Operacionais) e a produção mensal desse setor. Os COPs englobam variáveis como custos com pessoal, manutenção, depreciações e amortizações, energia, transporte e outros custos e proveitos. Considerando o mês de janeiro, os custos COPs da lavação corresponderam a 3,22€/ML.

Os resultados obtidos para os indicadores relativos ao pilar da sustentabilidade social da lavação encontram-se apresentados de seguida.

Nível de ruído

O nível de ruído do setor da lavação foi medido com o auxílio de um sonómetro que através das medições retornou um valor de 89,2 dB. Este valor equivale ao nível sonoro contínuo equivalente de um ruído num determinado intervalo de tempo e foi avaliado tendo em conta os limites estabelecidos no artigo 3º do Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro. Como o valor obtido é superior a 85 dB é necessária a utilização de tampões para os ouvidos com o objetivo de evitar lesões ou perdas de audição a longo termo.

Risco de acidente

Para a avaliação de risco de acidente no caso do transporte e introdução de químicos manualmente nas balanças das máquinas de lavar, utilizou-se o método NTP 330 - Sistema Simplificado de Avaliação de Riscos de Acidente. Os resultados obtidos com a aplicação deste método encontram-se apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Avaliação de risco na lavação – Método NTP 330.

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------|
| Nível de Deficiência (ND) | Deficiente (D) | 6 |
| Nível de Exposição (NE) | Ocasional (O) | 2 |
| Nível de Probabilidade (NP) | Alta (A) | 6x2=12 |
| Nível de Consequência (NC) | Leve (L) | 10 |
| Nível de Risco (NR) | III | 12x10=120 |

O nível de risco obtido foi de grau III correspondente a um valor de 120 logo, conclui-se que esta tarefa deve ser melhorada, se possível. A tarefa não apresenta um grande risco para o operador pois os químicos utilizados não conferem um elevado perigo para a saúde, se tomadas medidas atempadas no caso de contacto com a pele. Apesar disso, há possibilidade de melhorar a tarefa e reduzir o risco a ela associada, pelo que deve ser analisada uma eventual intervenção.

Taxa de satisfação dos colaboradores

Para se calcular a taxa de satisfação quanto ao posto de trabalho e às atividades diárias realizadas, foi entregue um questionário (APÊNDICE D) a cinco colaboradores. Estes cinco colaboradores incluem o operador da lavação que está afeto ao setor atualmente, bem como outros quatro operadores que em algum momento tiveram o seu posto de trabalho nesse setor no último ano. O questionário aplicado foi anónimo e com respostas confidenciais. As questões foram respondidas tendo em conta uma escala de 1 a 5, sendo que 1 corresponde a Não Concordo e 5 corresponde a Concordo Totalmente. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Resultados obtidos relativos à taxa de satisfação dos colaboradores do setor da lavação.

| Questões | Pontuação média |
|---|------------------------|
| 1. Sinto-me confortável e tenho bem-estar físico no meu local de trabalho (por ex. temperatura adequada, espaço limpo, etc.). | 3,8 |
| 2. O meu local de trabalho é seguro e dispõe de ferramentas de controlo e resolução de acidentes. | 4,4 |
| 3. O trabalho é-me distribuído de forma equilibrada e clara. | 4,0 |
| 4. Disponho de todas as ferramentas necessárias para o correto desempenho da minha função. | 4,4 |
| 5. Sinto-me satisfeito(a) com o meu horário de trabalho. | 4,6 |
| 6. No geral, sinto-me motivado e contente com o meu trabalho. | 4,2 |

No total, a lavação teve um valor médio final de satisfação dos colaboradores de 4,2 o que se pode considerar bastante satisfatório. No geral, o valor mais baixo obtido foi em relação à pergunta 1 que questiona sobre o bem-estar no local de trabalho, pelo que podemos concluir que esse deve ser um ponto a melhorar. O valor mais elevado foi obtido na pergunta 5 relativa ao horário de trabalho e sendo que o setor da lavação, de momento, apenas trabalha com um turno diário das 8h às 16h é um valor espectável por ser o horário que os operadores geralmente preferem.

3.4.4.2. Revestimentos

Os resultados da sustentabilidade ambiental dos revestimentos encontram-se apresentados de seguida.

Pegada de carbono dos químicos utilizados

Para o cálculo da pegada de carbono dos químicos, foi necessário ter acesso às quantidades e à composição de cada um. O impacto ambiental dos revestimentos realizados na V&L em janeiro está apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 – Impacto ambiental em toneladas de CO₂ nos revestimentos realizados em janeiro.

| Revestimento | Químico G [L] | Produto CC [L] | Água [L] | Impacto [kg CO ₂] |
|--------------|---------------|----------------|----------|-------------------------------|
| E | 1,8 | | 27 | 0,006 |
| F | | 9 | 6 | 0,028 |

Tendo em conta o *mix* de revestimentos do mês de janeiro, pegada de carbono do setor dos revestimentos foi de 0,302 kg/ML de CO₂.

Pegada de carbono do transporte dos químicos

Existem dois químicos exclusivos aos revestimentos que chegam à V&L por duas vias diferentes. O primeiro químico é entregue por um fornecedor localizado bastante próximo à unidade industrial, aproximadamente 2,7 km. Este fornecedor entrega semanalmente quatro IBC à V&L o que equivale a uma pegada de carbono 0,033 toneladas de CO₂. O segundo químico vem de um fornecedor que se encontra a 325 km da V&L e realiza entregas trimestralmente de dois IBC tendo uma pegada de carbono de 0,166 toneladas de CO₂. No total, a entrega de químicos para o setor de revestimentos da V&L no mês de foi de 0,079 kg/ML de CO₂.

Energia consumida no setor

Como o setor dos revestimentos é recente e apenas iniciou a sua atividade produtiva em janeiro de 2023 o consumo energético do mês inicial do setor foi de 0,230 kWh/ML.

Os resultados da sustentabilidade económica dos revestimentos encontram-se apresentados de seguida.

Custo de cada revestimento

Para o cálculo do custo de cada revestimento foi considerado o valor total dos químicos por cada milheiro de rolas, dando origem aos valores apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Custo de cada revestimento efetuado no mês de janeiro.

| Revestimentos | Custo [€/ML] |
|---------------|--------------|
| E | 0,31 |
| F | 1,31 |

Custo da energia do setor dos revestimentos

Os 577 kWh de energia elétrica consumidos durante o mês de janeiro no setor dos revestimentos traduziram-se num gasto de 0,014€/ML.

Competitividade

A competitividade do setor dos revestimentos é medida através do rácio entre os COPs e a produção mensal desse setor. Considerando o mês de janeiro, a competitividade do setor dos revestimentos fixou-se nos 1,35 €/ML.

Os resultados da sustentabilidade social dos revestimentos encontram-se apresentados de seguida.

Nível de ruído

O nível de ruído no setor dos revestimentos foi medido utilizando o mesmo método utilizado no setor da lavação e obteve-se um valor de 88,1 dB. Como o valor obtido é superior a 85 dB é necessária a utilização de tampões para os ouvidos com o objetivo de evitar lesões ou perdas de audição a longo termo.

Risco de acidente

Para a avaliação de risco de acidente no caso do transporte e introdução de químicos manualmente nas balanças das máquinas de revestir, utilizou-se novamente o método NTP 330. Os resultados obtidos com a aplicação deste método encontram-se apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Avaliação de risco nos revestimentos – Método NTP 330.

| | | |
|------------------------------------|----------------|-----------|
| Nível de Deficiência (ND) | Deficiente (D) | 6 |
| Nível de Exposição (NE) | Frequente (F) | 3 |
| Nível de Probabilidade (NP) | Alta (A) | 6x3=18 |
| Nível de Consequência (NC) | Leve (L) | 10 |
| Nível de Risco (NR) | III | 18x10=180 |

Através da análise efetuada, é possível concluir que esta tarefa deve ser corrigida rapidamente pois apresenta um nível de risco III com um valor de 180. Apesar dos químicos não apresentarem um grande risco para o operador pois não conferem um elevado risco para a saúde do operador, a sua

exposição aos mesmos é frequente. Esta exposição apresenta alguns riscos pelo que devem ser avaliadas ações de melhoria de modo a minimizar o risco.

Taxa de satisfação dos colaboradores

Tendo em conta a taxa de satisfação quanto ao posto de trabalho e às atividades diárias realizadas, foi entregue o mesmo questionário que no setor da lavação, a três colaboradores. Estes três colaboradores incluem o operador dos revestimentos que está afeto ao setor de momento, bem como outros dois operadores que em algum momento tiveram o seu posto de trabalho nesse setor, desde que este entrou em funcionamento. O questionário aplicado foi anónimo e com respostas confidenciais. As questões foram respondidas tendo em conta uma escala de 1 a 5, sendo que 1 corresponde a Não Concordo e 5 corresponde a Concordo Totalmente. Os resultados obtidos encontram-se apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 – Resultados obtidos relativos à taxa de satisfação dos colaboradores do setor dos revestimentos.

| Questões | Pontuação média |
|---|------------------------|
| 1. Sinto-me confortável e tenho bem-estar físico no meu local de trabalho (por ex. temperatura adequada, espaço limpo, etc.). | 4,0 |
| 2. O meu local de trabalho é seguro e dispõe de ferramentas de controlo e resolução de acidentes. | 3,7 |
| 3. O trabalho é-me distribuído de forma equilibrada e clara. | 3,3 |
| 4. Disponho de todas as ferramentas necessárias para o correto desempenho da minha função. | 3,7 |
| 5. Sinto-me satisfeito(a) com o meu horário de trabalho. | 4,0 |
| 6. No geral, sinto-me motivado e contente com o meu trabalho. | 3,7 |

No final, o valor médio da satisfação dos colaboradores em relação ao setor dos revestimentos foi de 3,7 em 5. É um valor espektável tendo em conta que o setor é recente. O valor mais baixo foi obtido na pergunta 3 o que indica que algo deve ser feito em relação ao planeamento da produção do setor e à passagem de informação. O valor mais elevado foi obtido simultaneamente na pergunta 1 e 5. Tendo em conta a pergunta 1, este valor pode ser explicado pelo facto de o setor ser novo e ter sido desenhado de forma a satisfazer melhor as necessidades do operador. Na pergunta 5, e à semelhança do setor da lavação, apenas trabalha o turno de dia pelo que os operadores se sentem satisfeitos com o horário de trabalho.

3.4.5. VSM e deteção de problemas

Para compreender o processo, detetar problemas e propor melhorias nos setores da lavação e dos revestimentos, foi realizada uma análise ao processo produtivo da V&L. Utilizando uma adaptação da metodologia *Value Stream Mapping* (VSM) foi possível identificar e descrever os passos do processo e perceber que problemas existem nesta fase inicial (Figura 24). O esquema apresentado apenas contempla o processo produtivo a partir do setor da Super ROSA II pois considerou-se que apenas seria relevante a partir desse ponto, uma vez que, é aí que se inicia o processo no último pavilhão que constitui a V&L. Os problemas apresentados na figura abaixo originaram não só, de várias conversas com os operadores, mas também de uma observação intensiva dos setores.

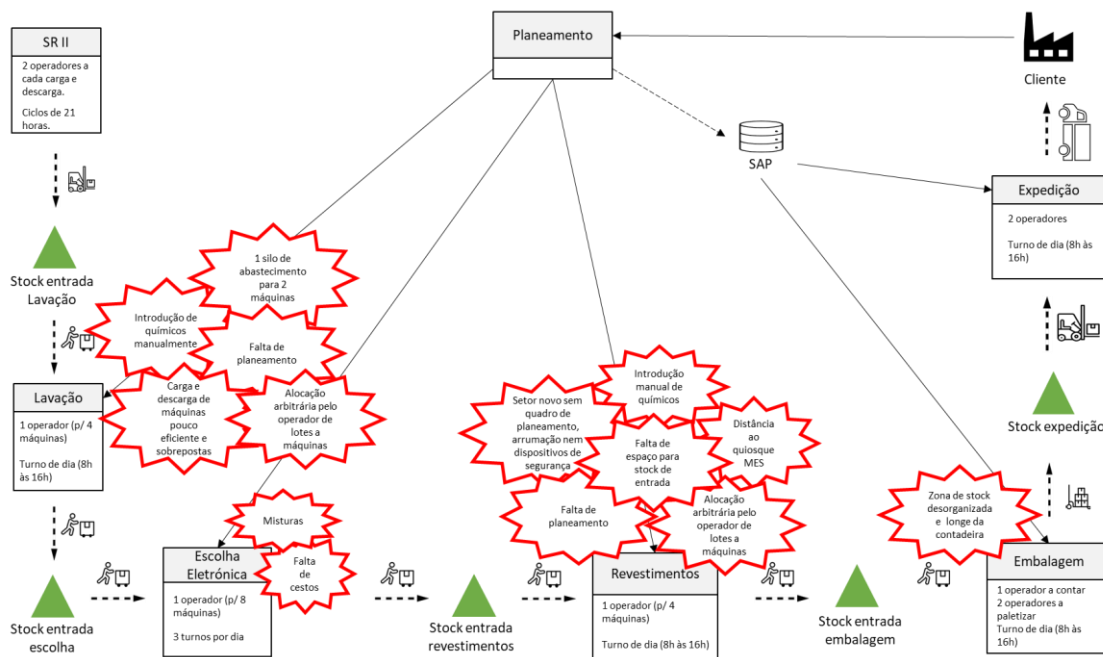


Figura 24 –VSM adaptado e identificação de oportunidades de melhorias.

Com esta análise é possível perceber que os setores que apresentam mais problemas por resolver são a lavação e os revestimentos. Estes problemas devem-se principalmente à criação do novo setor dos revestimentos e da reestruturação da lavação. Em suma, os desafios identificados nos dois setores a partir da análise do OEE, da sustentabilidade e do VSM adaptado encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22– Desafios e causas encontrados para os setores da lavação e dos revestimentos.

| Setor | Desafios encontrados | Causas |
|---------------|---|---|
| Lavação | Introdução manual de químicos. | Falta de investimento na automação da introdução de químicos. Existência de uma lavação que obriga a introdução manual. |
| | Alocação de lotes a máquinas arbitrariamente por cada operador. | Falta de planeamento adequado ao setor. |
| | Pouco rigor no preenchimento das folhas de registo de paragens e microparagens das máquinas. | Falta de formação e interesse; Resistência à mudança. |
| | Tempos de carga e descarga de máquinas elevados devido a desperdício de movimentos, energia e fluxos. | Falta de normalização e método de trabalho. |
| | Avárias nas máquinas. | Falta de aplicação do plano de manutenção preventiva por falta de mão de obra. |
| | Desorganização do setor. | Falta de elementos de gestão visual. |
| | Planeamento pouco rigoroso. | Falta de planeamento adequado ao setor. |
| | Carga e descarga de máquinas a horas coincidentes que deixam máquinas paradas por longos períodos. | Falta de verbas para investimento em mais equipamento. Falta de planeamento adequado ao setor. |
| Revestimentos | Pouco rigor no preenchimento das folhas de registo de paragens das máquinas. | Falta de formação e interesse; Resistência à mudança. |
| | Avárias nas máquinas. | Falta de plano de manutenção preventiva. |
| | Alocação de lotes a máquinas arbitrariamente por cada operador. | Falta de planeamento adequado ao setor. |
| | Suscetibilidade na decisão de produto conforme/não conforme. | Falta de amostra padrão para comparação do lote à saída. |
| | Deslocações para transporte de lotes de e para o setor. | Falta de espaço e <i>layout</i> desorganizado. |
| | Introdução manual de químicos. | Falta de investimento. |
| | Distância ao quiosque MES. | Setor novo sem quiosque destinado. |
| | Setor novo o que causa dúvidas na realização de tarefas | Falta de normalização e método. |

4. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria para os problemas encontrados nos setores da lavação e dos revestimentos. Foi elaborado um plano de ação que engloba o objetivo, o problema e o método encontrado para a resolução do mesmo. De seguida, apresentam-se as melhorias sugeridas bem como as melhorias efetivamente aplicadas.

4.1. Plano de ação

Como visto anteriormente, os setores em estudo apresentam alguns problemas que carecem de resolução. Na Tabela 23 é apresentado, de forma sintetizada, um plano de ação desenvolvido com o objetivo de organizar e guiar todo o processo de implementação das melhorias.

Para cada uma das oportunidades de melhoria listadas foi associado um método de resolução e uma prioridade calculada através de três parâmetros: impacto, efetividade e viabilidade. Cada um destes parâmetros foi avaliado numa escala de 1 a 4 e somados devolvem o valor da prioridade. A prioridade mais elevada obtida foi a máxima, com um valor de 12, o que significa que essas melhorias são facilmente aplicáveis e que irão ter um grande impacto nos setores em estudo. Sendo assim, devem ser as primeiras melhorias a implementar.

Por outro lado, duas melhorias obtiveram o valor 8, o que indica que a sua prioridade não é tão elevada e que serão apenas abordadas após todas as outras estarem implementadas. Neste caso em particular, a viabilidade destas duas melhorias obteve o valor mínimo, o que demonstra que devem ser repensadas e reavaliadas no futuro.

Tabela 23- Plano de ação.

| Objetivo | Oportunidade de melhoria | Localização | Data | Método | Impacto | Efetividade | Viabilidade | Prioridade |
|--|---|-------------------------|----------------|--|---------|-------------|-------------|------------|
| Placas de produção adequadas ao processo | Placas de produção desadequadas; Criação de novos setores e processos que devem constar nas placas. | Geral | Fevereiro 2023 | Reformulação das placas de produção | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Otimizar de processos de carga e descarga das máquinas | Tempos de carga e descarga de máquinas elevados devido a desperdício de movimentos, energia e fluxos; Falta de método de trabalho. | Lavação | Março 2023 | Aplicação da metodologia SMED | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Eliminar a utilização de gás natural | Gás natural a preços muito elevados; Fonte de energia não renovável. | Lavação | Abril 2023 | Alteração do gerador de ar quente a gás natural para um permutador de vapor | 4 | 3 | 3 | 10 |
| Nivelamento e planeamento de produção | Alocação de lotes a máquinas arbitrariamente por cada operador. Falta de planeamento adequado ao setor; Problemas de organização no setor. | Lavação | Abril 2023 | Criação e implementação de um quadro <i>Heijunka</i> (nivelamento de produção). | 4 | 4 | 3 | 11 |
| Redução de paragens por falta de planeamento | Carga e descarga de máquinas a horas coincidentes que deixam máquinas paradas por longos períodos; Falta de verbas para investimento em mais silos e tapetes de carga e descarga; Falta de planeamento adequado ao setor. | Lavação | Abril 2023 | Criação e implementação de um quadro <i>Heijunka</i> Programar investimento em novo equipamento | 4 | 4 | 2 | 10 |
| Capacitar o setor para produção independente e eficiente | Setor novo com falta de material de apoio à produção. | Revestimentos | Fevereiro 2023 | Instalação de uma bancada, quadro de planeamento de produção, kit de limpeza e derrames, etc. | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Redução de movimentações ao quiosque MES | Setor novo sem quiosque destinado; Operador utiliza o quiosque presente na lavação. | Revestimentos | Fevereiro 2023 | Dar instruções ao operador para utilizar um quiosque mais perto dos revestimentos | 3 | 3 | 4 | 10 |
| Decisão de produto conforme/não conforme | Susceptibilidade na decisão de produto conforme/não conforme; Falta de amostra padrão para comparação do lote à saída. | Revestimentos | Abril 2023 | Criação de uma amostra padrão | 3 | 4 | 3 | 10 |
| Alteração do layout de entrada dos revestimentos | Deslocações excessivas para transporte de lotes de e para o setor; Falta de espaço designado para armazenar <i>stock</i> de entrada no setor; <i>Layout</i> desorganizado. | Revestimentos | A definir | Mudança de <i>layout</i> | 4 | 3 | 1 | 8 |
| Injeção automática de químicos nas máquinas | Existência de uma lavação e um revestimento que obriga a introdução manual de um químico; Risco de saúde acrescido para o operador; Probabilidade elevada de erro humano o que pode causar perdas de produto. | Lavação e revestimentos | Março 2023 | Instalação de um novo sistema de injeção automática de químicos. | 4 | 4 | 3 | 11 |
| Organização do setor com elementos visuais | Falta elementos de gestão visual; Materiais desadequados e obsoletos. | Lavação e revestimentos | Março 2023 | Aplicação de elementos de gestão visual | 3 | 4 | 4 | 11 |
| Normalização de processos e tarefas nos setores | Setor novo o que causa dúvidas na realização de tarefas; Falta de normalização e método. | Lavação e revestimentos | Fevereiro 2023 | Normalização das tarefas | 4 | 3 | 4 | 11 |
| Reduzir o cheiro intenso a químicos nos setores | Cheiro intenso e desconfortável a químicos nos setores; Falta de ventilação do ar nos setores; Risco de saúde para os operadores. | Lavação e revestimentos | Março 2023 | Instalação de ventiladores-extratores | 4 | 4 | 3 | 11 |
| Cálculo do OEE rigoroso | Pouco rigor no preenchimento das folhas de registo de paragens e microparagens das máquinas; Falta de formação e interesse dos operadores; Resistência à mudança de modo de trabalho. | Lavação e revestimentos | Fevereiro 2023 | Sessão de sensibilização e esclarecimento sobre o OEE para os operadores. | 4 | 3 | 3 | 10 |
| Redução de paragens por avaria | Avárias causadas por falta de manutenção preventiva; Falta de aplicação do plano de manutenção preventiva por falta de mão de obra; Mudança de <i>software</i> nas máquinas o que está a causar constrangimentos no processo. | Lavação e revestimentos | A definir | Contratação de um novo técnico de manutenção | 4 | 3 | 1 | 8 |

4.2. Melhorias sugeridas e aplicadas

4.2.1. Geral

Placas de produção adequadas ao processo

Na V&L eram utilizadas placas de produção simples de modo que os operadores percebessem o caminho que o lote deveria seguir. As placas da V&L não estavam atualizadas relativamente ao processo produtivo o que causava algum desentendimento por parte de operadores e havia necessidade de escrever informação adicional nas bordas das placas. Estas placas identificam o lote tendo em conta a lavação, o calibre e a classe e auxiliam os operadores de turnos seguintes a perceber que passos do processo produtivo já foram realizados anteriormente e que passos ainda estão por realizar.

A nova placa de produção desenvolvida (APÊNDICE E) mantém a identificação do lote e do produto que o constitui (calibre, classe, quantidade e lavação). Além dessa informação, foram também adicionados todos os setores existentes no processo produtivo da V&L bem como a data de entrada e de saída de cada setor que o operador deverá preencher (Figura 25).



Figura 25 – Placa de produção desenvolvida, em uso.

Foram também concebidos locais próprios para notas e observações e um campo para se introduzir o resultado após VSR onde deve ser colocado se o lote foi aprovado ou rejeitado tendo em conta os valores de TCA. Antes de aplicar as placas novas no processo produtivo, foi realizada uma apresentação das mesmas aos operadores e as suas opiniões foram tidas em consideração para que o produto final fosse o mais adequado às suas necessidades.

4.2.2. Lavagem

Otimização de processos de carga e descarga das máquinas

A mudança de tamborada nas máquinas de lavar é a segunda maior causa de paragens não planeadas, pelo que o SMED se revelou a melhor ferramenta *Lean* para tentar reduzir os tempos de *setup*. Para a realização do SMED de carga e descarga, estabeleceram-se várias etapas a realizar. Inicialmente os operadores foram abordados e foi-lhes explicada a ferramenta SMED, como se

aplica e qual o seu objetivo. O *setup* das máquinas de lavar está dividido em duas etapas, a carga e a descarga. Através de sucessivas observações ao longo de duas semanas foi possível comprovar a falta de método que existia e evidenciou-se que a ordem das tarefas realizadas era quase sempre diferente. Foram elaboradas duas listas de tarefas referentes à carga e à descarga dos dois tipos de máquina existentes na V&L.

De uma forma sucinta e generalizada, a carga de qualquer máquina de lavar é constituída pelo seguinte conjunto de tarefas: transportar carros para a moega, carregar silos, carregar a máquina, registar a produção em MES e iniciar o programa. Este processo de carga demora cerca de 14 minutos e meio para as máquinas 1 e 2 e 26 minutos para as máquinas 3 e 4. Por outro lado, a descarga engloba as seguintes tarefas: transportar carros vazios para o local de descarga, descarregar a máquina, descarregar os silos para carros, registar a produção em MES e transportar carros para a entrada da escolha eletrónica. O processo de descarga demora cerca de 14 minutos para as máquinas 1 e 2 e 20 minutos para as máquinas 3 e 4. Somando os tempos observados, a carga e descarga das máquinas 1 e 2 demoram no total aproximadamente 28 minutos e meio e 46 minutos nas máquinas 3 e 4.

Analisando as tabelas elaboradas, foram identificadas tarefas internas e externas e procedeu-se à análise das tarefas internas que teriam potencial para serem convertidas em tarefas externas: encher os silos de carga das máquinas, limpeza e preenchimento das placas dos carros, colocar carros vazios à saída dos silos, descarga dos silos de saída das máquinas.

Encher silos de carga das máquinas

Os silos conseguem armazenar a quantidade de rolhas total que se abastece nas máquinas de cada vez. Sendo assim, é possível carregá-los enquanto as máquinas estão em funcionamento transformando esta tarefa em externa. Com esta mudança foi possível reduzir o tempo de paragem das máquinas 1 e 2 em cerca de 14 minutos e nas máquinas 3 e 4 em aproximadamente 19 minutos (tempo que se demora a carregar os silos das respetivas máquinas).

Limpeza e preenchimento das placas de identificação dos carros de produção

Tal como na tarefa anterior, esta também pode ser efetuada enquanto a máquina está em funcionamento. O operador deve limpar as placas enquanto os carros estão na moega de abastecimento e deverá preencher a informação do lote de descarga apenas quando a máquina é colocada em funcionamento novamente (Figura 26).



Figura 26 – Placas de identificação dos carros de produção.

Com esta alteração, reduz-se o tempo de paragem de todas as máquinas em aproximadamente 2 minutos.

Colocar carros vazios à saída das máquinas

Por vezes, apenas quando as máquinas terminavam o programa é que os operadores iam buscar os carros vazios para proceder à descarga. Antecipando esta tarefa e realizando-a enquanto a máquina está a trabalhar, reduz-se o tempo de paragem em aproximadamente 2 minutos e meio em cada máquina (Figura 27).



Figura 27– Carros à saída das máquinas 1 e 2 (esquerda) e da máquina 4 (direita).

Descarga das máquinas

A descarga do tambor da máquina tem de ser feita enquanto esta está parada, mas na maioria dos casos, os operadores terminavam todo o processo de descarga antes de colocar novamente a máquina a trabalhar. Ao alterar a tarefa para que a descarga dos silos e o transporte dos carros apenas seja realizada após a máquina entrar novamente em funcionamento reduziu-se o tempo de paragem das máquinas 1 e 2 em 4 minutos e das máquinas 3 e 4 em cerca de 8 minutos.

Por fim, após uma análise intensiva ao processo chegou-se à conclusão que seria possível interligar os processos de carga e descarga para que estes fossem executados em simultâneo. Com esta mudança e com a alteração de tarefas internas para tarefas externas, foi possível reduzir o tempo de *setup* das máquinas 1 e 2 em 13 minutos sendo agora o tempo efetivo de carga e descarga 15 minutos e das máquinas 3 e 4 em cerca de 26 minutos sendo agora o tempo efetivo de carga e descarga 20 minutos. Este tempo efetivo é o tempo em que a máquina precisa de estar parada para se efetuar o *setup*. Para finalizar a realização do SMED, procedeu-se à normalização das tarefas com a criação de um procedimento detalhado e com a explicação do novo processo ao operador.

Eliminar a utilização de gás natural

As máquinas de lavar necessitam da introdução de ar quente para realizarem os programas desejados. Anteriormente, a maneira de alcançar temperaturas elevadas dentro das máquinas de lavar era através de um gerador de ar quente que consumia gás natural. Devido ao aumento dos custos do gás natural, bem como a preocupação constante da Amorim Cork com o tema da sustentabilidade, foi avaliada a opção de alterar o gerador de ar quente por um permutador de vapor que trabalha com o vapor gerado pela caldeira da V&L (Figura 28).

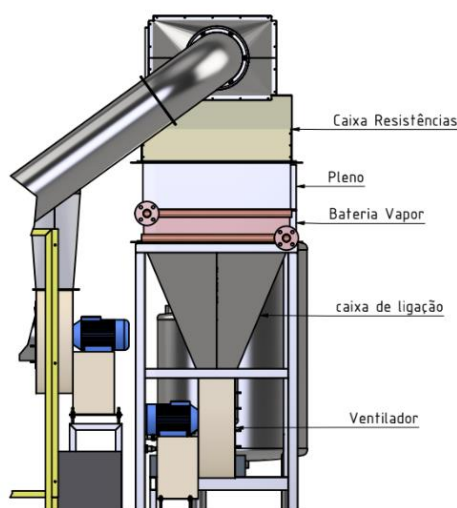


Figura 28– Estudo de aplicação de bateria a vapor nas máquinas de lavar.

Em média, eram gastos 242 m³ de gás natural por mês no setor da lavação que equivaliam a 763€. Com esta alteração, as máquinas consomem agora 12 toneladas de vapor que se traduz em 312€. No final, esta melhoria traduziu-se num ganho financeiro médio mensal de 451€ pois o pó queimado é mais barato do que o gás natural. Além disso, esta alteração traduziu-se numa melhoria da sustentabilidade pois eliminou-se a queima de combustível fóssil, reaproveitando-se o pó de cortiça que seria desperdiçado. Aplicando o conceito de economia circular, com esta melhoria é introduzida uma matéria-prima secundária/desperdício na produção de energia da V&L.

Nivelamento e planeamento de produção e redução de paragens por falta de planeamento

Para atuar sobre o desafio relativo ao planeamento pouco detalhado e adequado ao operador, foi criada uma adaptação da *Heijunka Box*. Nesta adaptação, foi criado um quadro com uma tabela onde as máquinas se apresentam do lado esquerdo, e em cima está uma linha do tempo com as 24 horas de um dia. Decidiu-se que o quadro seria preenchido através de um sistema de velcro para facilitar a sua utilização (Figura 29) e foram criadas tiras de cores diferentes correspondentes a cada lavação produzida em cada máquina, onde o seu comprimento corresponde ao tempo que cada programa demora. No final de cada tira existe uma secção cinzenta que corresponde ao tempo de *setup* admitido em cada máquina.

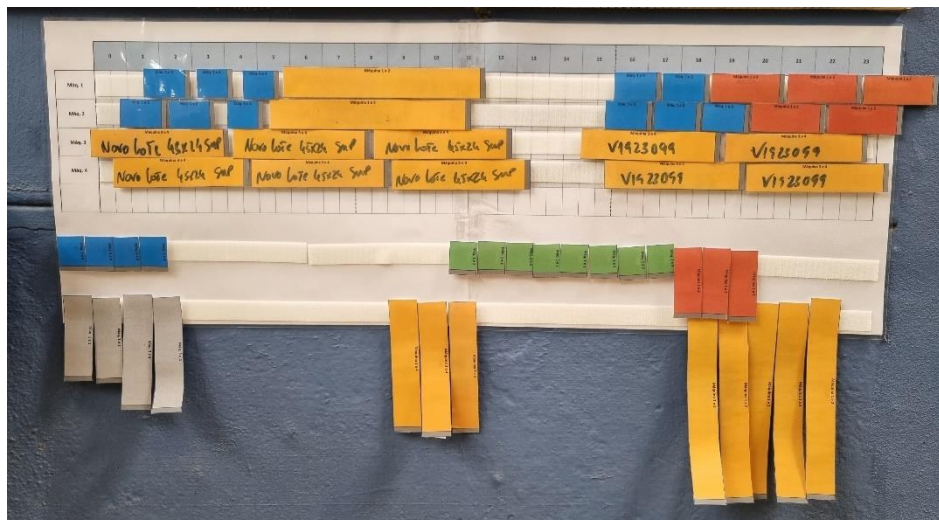


Figura 29 – Quadro Heijunka da Lavação.

Desse modo, o quadro deve ser preenchido pelo planejador com a seqüência das lavações que o operador vai realizar durante o seu turno. Este método permite que o operador saiba exatamente que lavagem deve fazer, a que horas deve começar e acabar e em que máquina deve ser realizada. Para o preenchimento deste quadro o planejador deve ter em consideração vários pressupostos, como por exemplo:

- Em lotes com grandes quantidades de rolhas é preferível realizar a Lavação C nas máquinas 3 e 4 porque levam uma maior quantidade de rolhas e o programa é aproximadamente 1 hora e meia mais rápido;
- Os enxaguamentos devem ser preferencialmente realizados nas máquinas 1 e 2 pois saem com uma taxa de humidade mais adequada ao processo;
- O tempo de carga e descarga efetivo das máquinas não deve exceder os 20 minutos;
- Os *setups* das máquinas devem ficar desfasados para que não haja máquinas a iniciar ou terminar programas simultaneamente.

Embora o quadro *Heijunka* permita mitigar alguns dos problemas encontrados no setor da lavagem, a quantidade de silos de carga, tendo em conta ao número de máquinas de lavar existentes no setor é insuficiente. Apenas existe um silo de carga para as máquinas 3 e 4 o que dificulta a tarefa de carregamento e, faz com que seja mais demorada e nunca possa ser realizada em simultâneo nas duas máquinas. Futuramente, um investimento que iria ajudar o setor a tornar-se mais eficiente seria a instalação de um novo silo para a máquina 4.

Para carregar os silos apenas existe um tapete de abastecimento para as 4 máquinas, o que causa constrangimentos no carregamento das mesmas. Realizou-se um estudo de investimento para um novo tapete de abastecimento, ficando assim alocado um tapete a cada duas máquinas. Este novo tapete irá permitir que duas máquinas sejam abastecidas simultaneamente reduzindo as paragens não programadas. O projeto de investimento encontra-se em processo de avaliação pela chefia, não tendo sido executado durante o período de realização do presente projeto.

Além da quantidade de silos de carga no setor da lavagem ser insuficiente, apenas existe um silo de descarga para a máquina 1 e 2 que não é ergonómico e é alvo de queixas frequentes por parte dos operadores. Apesar de terem sido estudadas várias soluções e serem realizadas visitas a outras

unidades industriais para perceber como é que a descarga de máquinas semelhantes era realizada, chegou-se à conclusão de que o tipo de silo existente é a única opção viável visto que o tambor das duas máquinas é estático. Sendo assim, a melhor maneira de eliminar os constrangimentos existentes com a descarga das máquinas 1 e 2 será a aquisição de um novo silo de descarga semelhante para que a descarga das duas máquinas possa ser efetuada em simultâneo.

4.2.3. Revestimentos

Capacitar o setor dos revestimentos para produção independente e eficiente e redução de movimentações ao quiosque MES

Como o setor dos revestimentos é recente, muitas ferramentas ainda não estavam implementadas quando se iniciou a produção. Um dos grandes problemas encontrados inicialmente foi a falta de um quadro de produção/informação, a falta de uma mesa, inexistência de um quiosque MES e falta de material de segurança e de limpeza. Sempre que o operador necessitava de saber que lotes devia produzir, precisasse de alguma ferramenta, ou tivesse de declarar produções em MES tinha de se deslocar ao setor da lavação – localizado a aproximadamente 50 metros. Estas situações eram frequentes durante o turno e causavam deslocações desnecessárias e facilmente evitáveis. Para eliminar alguns destes problemas, foram tomadas as seguintes ações:

- Colocação de um quadro de planeamento do setor;
- O operador passou a utilizar o quiosque MES presente no setor da escolha eletrónica localizado a 20 metros do setor dos revestimentos, reduzindo a distância a percorrer;
- Colocação de uma base tipo mesa para apoio;
- Criação de um *kit* de limpeza;
- Criação de um *kit* de derrames de produtos químicos.

Com estas ações, o setor dos revestimentos tornou-se praticamente independente e a segurança do mesmo foi aumentada (Figura 30).



Figura 30 – Antes e depois no setor dos revestimentos.

Decisão de produto conforme/não conforme

Embora não tenham existido perdas por qualidade durante o mês de recolha de dados, foi efetuada uma melhoria no que toca ao controlo de qualidade no setor. Os defeitos que se podem encontrar

no revestimento das rolhas são a falta, ou defeituosa, injeção de produtos químicos no tambor da máquina ou paragens a meio do programa por erros de mecânicos ou de *software*.

Os lotes que saem das máquinas devem passar por uma análise visual para que se proceda à sua aprovação. Caso o lote não esteja conforme, segue para a secção dos acabamentos mecânicos onde as rolhas são polidas para retirar o revestimento defeituoso e de seguida levadas a revestir novamente. Este reprocessamento gera retrabalho, perdas de produção e de perdas de eficiência.

O processo de análise visual e aprovação do lote requeria que o responsável do controlo de processo se deslocasse aos carros presentes à saída dos revestimentos e que desse o seu parecer. Quando o responsável não tinha disponibilidade imediata para aprovar o lote, as rolhas seguiam sem qualquer aprovação para o setor da 2ª escolha, ou ficavam paradas à espera. De forma a manter a qualidade do produto à saída das máquinas de revestir e para que o controlo fosse efetuado o mais breve possível, foi criado um sistema de amostras de comparação visual para que o operador consiga proceder à validação do lote.

Para a criação desta amostra padrão foram retiradas e analisadas repetidamente 100 rolhas de lotes de saída dos revestimentos. Consequentemente os defeitos foram divididos em categorias e foi estabelecida a percentagem de rolhas imperfeitas aceites num lote de rolhas revestidas. As rolhas com defeitos foram guardadas e criou-se a amostra padrão apresentada na Figura 31.



Figura 31 - Amostra padrão criada para os revestimentos com rolhas de calibre 45x24.

Alteração do *layout* de entrada dos revestimentos

Como o setor dos revestimentos é relativamente recente na V&L e a produção é realizada consoante a procura, ainda não existe um local destinado ao *stock* de entrada. Isto causa constrangimentos na zona em redor da moega de abastecimento pois é lá que as paletes ficam armazenadas enquanto esperam para entrar no setor (Figura 32). Sendo assim, uma mudança de *layout* seria adequada para ajudar a libertar o espaço envolvente e evitar constrangimentos. Durante a realização do projeto não foi possível proceder à alteração do *layout* tendo em conta a prioridade alocada a esta melhoria e devido à escassez de tempo para atuar em todos os problemas enumerados.



Figura 32 – Entrada nos revestimentos.

4.2.4. Lavação e revestimentos

Injeção automática de químicos nas máquinas

Como mencionado anteriormente, a Lavação C era composta por três etapas diferentes: lavação base, passagem pela estufa ROSA *Evolution* e a lavação final. Foi realizado um estudo pioneiro na Amorim Cork para se compreender de que modo se poderia realizar esta lavação numa etapa só. O estudo teve lugar na V&L e iniciou em outubro de 2022 terminando em março de 2023. Após realizados dezenas de testes onde se alteraram variáveis como o tempo de secagem, a quantidade dos químicos e a insuflação do ar, foi possível alcançar o objetivo desejado. Como o estudo foi bem-sucedido, esta lavação foi adotada por todas as unidades industriais do grupo apresentando benefícios como:

- Eliminação da necessidade de passar as rolhas na estufa ROSA *Evolution*, tornando-a praticamente obsoleta;
- Menor impacto para o operador pois não necessita de movimentar cargas e carregar e descarregar máquinas tão frequentemente;
- O químico que necessitava de ser introduzido à mão foi eliminado e conseqüentemente o risco de acidente associado a essa tarefa;
- Redução de tempo que as rolhas passam na secção de 406 minutos para 381 minutos o que representa uma melhoria de 18% no tempo de resposta ao cliente.

No setor dos revestimentos, existia também um químico que era obrigatoriamente introduzido manualmente. Foi realizado um investimento para que esse químico fosse injetado automaticamente pela máquina o que veio eliminar o risco de acidente para o operador, bem como a redução de erro humano. O investimento incluiu um motor para agitar o químico e um sistema de injeção com bombas para transportar o químico até aos tambores das máquinas de revestir (Figura 33).



Figura 33 - Sistema de introdução automática de químicos no setor dos revestimentos.

Sendo assim, a não ser que haja alguma avaria nos componentes das máquinas ou no sistema de injeção de químicos, não é esperado que haja problemas de qualidade e produtos não conforme no setor da lavação e no dos revestimentos. Com esta melhoria eliminou-se o risco de acidente e reduziu-se a probabilidade de uma tamborada ser não conforme devido a erro humano.

Organização dos setores com elementos visuais

Para colmatar algumas dificuldades existentes nos dois setores, foram criados elementos de gestão visual. Os operadores sentiam alguma dificuldade e despendiam tempo à procura dos lotes que deveriam dar entrada nas máquinas de lavar e de revestir. Além disso, se um lote estivesse não conforme, era complicado saber de que máquina essa não conformidade tinha originado. Foram então criadas pequenas chapas seguras por molas de metal que os operadores devem colocar nos lotes de entrada e de saída dos setores (Figura 34). Estes elementos de gestão visual foram criados para os dois setores em estudo.



Figura 34 – Chapas de entrada e saída de lotes para o setor da lavação.

Outro elemento de gestão visual criado foram pequenas legendas colocadas no local definido para o IBC de cada químico bem como nas tubagens e nas válvulas. Esta identificação ajuda a que todos saibam onde cada químico se deve colocar – devido a reações químicas, certos IBC não devem estar próximos – mas também ajuda em situações de manutenção para os técnicos perceberem os caminhos que cada químico percorre até ser injetado nas máquinas e a qual deles cada tubagem pertence.

Normalização de processos e tarefas nos setores

O setor da lavação já possuía algumas normas, embora algumas delas bastante desatualizadas. Por outro lado, havia normas relativas a processos de carga e descarga ainda por criar e que com a alocação futura de novos operadores ao setor, iam ser de grande importância.

Como o setor dos revestimentos é recente, ainda surgiam algumas dúvidas por parte do operador sobre como carregar os silos e como carregar e descarregar as máquinas. Para combater este problema foram criadas normas para que todos soubessem operar as máquinas de revestir que foram prontamente colocadas no setor.

Procedeu-se então à criação de novas normas para os setores da lavação e dos revestimentos identificadas de seguida na Tabela 24.

Tabela 24 – Normas de processos e tarefas nos setores.

| Título | Setor | Código | Resumo | APÊNDICE |
|--|--------------|---------------|---|-----------------|
| Instrução do Sistema de Abastecimento | Lavação | IT.VL.IND.052 | Instrução de como carregar e descarregar o silo e descarregar a máquina na consola do sistema de abastecimento. | APÊNDICE F |
| Carga e descarga das Máquinas 1 e 2 | Lavação | IT.VL.IND.077 | Instrução de como carregar silo, carregar máquina, descarregar máquina e descarregar silo. | APÊNDICE G |

| | | | | |
|---|---------------|---------------|---|------------|
| Carga e descarga das Máquinas 3 e 4 | Lavação | IT.VL.IND.078 | Instrução de como carregar silo, carregar máquina, descarregar máquina e descarregar silo. | APÊNDICE H |
| Sequenciação otimizada da operação lavação | Lavação | IT.VL.IND.079 | Instrução que sequencia as tarefas de carga e descarga das máquinas tendo em consideração o SMED realizado. | APÊNDICE I |
| Sistema de alimentação - Revestimentos | Revestimentos | IT.VL.IND.073 | Instrução de carga dos silos das máquinas de revestir | APÊNDICE J |
| Revestimentos - Instrução Máquinas 5 e 6 | Revestimentos | IT.VL.IND.075 | Instrução de como colocar o programa em funcionamento na consola das máquinas | APÊNDICE K |

Reduzir o cheiro intenso a químicos nos setores

Tendo em conta o setor da lavação, apenas estavam instalados dois ventiladores-extratores para eliminação de gases, enquanto no setor dos revestimentos não existia nenhuma forma de extração de gases. Com a presença de químicos, o cheiro no ar torna-se um grande problema de saúde para os operadores e para todos os que necessitam de estar nos arredores. Deste modo, foi avaliada a proposta de colocar dois novos ventiladores-extratores no setor da lavação e um no setor dos revestimentos para que a extração do ar fosse feita de uma maneira mais eficiente (Figura 35).



Figura 35 – Antes e depois da aplicação de um ventilador-extrator.

Esta melhoria veio permitir que os operadores se sintam mais confortáveis no seu local de trabalho bem como todos os que necessitem de permanecer naquela área. Os EPI's são ainda assim altamente recomendados devido à grande quantidade de químicos presentes nestes dois setores.

Cálculo do OEE rigoroso

Para que os operadores se sentissem mais enquadrados sobre o tema foi realizada uma sessão de sensibilização sobre o OEE. Durante a sessão foram abordadas várias temáticas e foi pedido aos operadores da lavação e dos revestimentos que fossem mais rigorosos no preenchimento da folha de registo de paragens.

Apresentar e explicar os benefícios da ferramenta OEE aos operadores fez com que estes se sentissem mais envolvidos no trabalho desenvolvido e mudassem o seu modo de atuação quanto às tarefas que lhes são pedidas. Muitas vezes, sensibilizar os operadores mais velhos e mais acomodados é um desafio, pois certos hábitos de trabalho são difíceis de quebrar. Esta ação veio demonstrar que, por vezes, os operadores apenas se querem sentir mais envolvidos no trabalho desenvolvido no seu setor. A partir da data da realização desta sessão, os operadores tornaram-se mais cooperativos e dispostos a ajudar, o que facilitou a implementação de novas melhorias.

Para que os operadores mantenham o OEE presente no seu trabalho diário foi criado um gráfico de acompanhamento para os setores da lavação e dos revestimentos onde todos os dias se preenche o OEE do dia anterior (Figura 36).

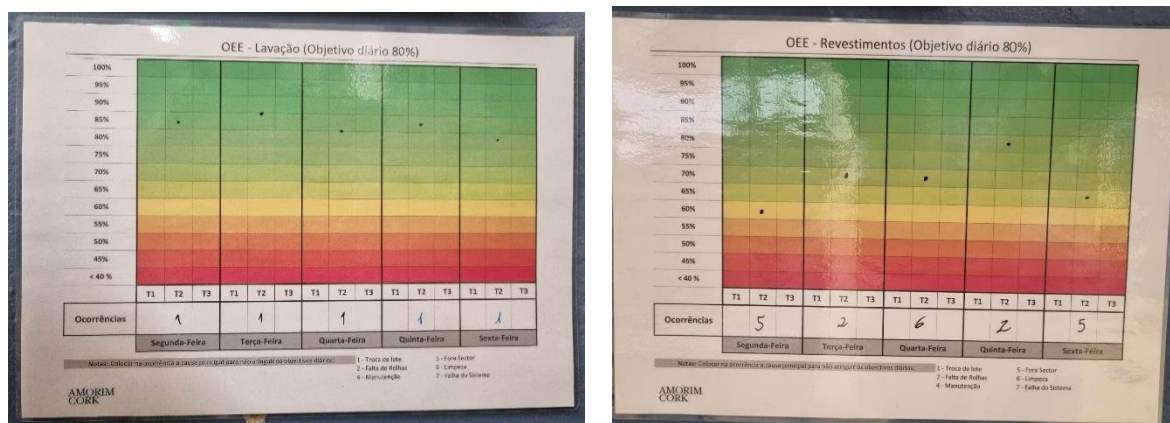


Figura 36 – Gráficos de acompanhamento semanal do OEE nos setores da lavação e dos revestimentos.

Deste modo os operadores sentem-se mais envolvidos e percebem de que forma os acontecimentos do dia anterior afetam o indicador.

Redução de paragens por avaria

A V&L dispõe de um plano de manutenção preventiva tanto para o setor de revestimentos como para o setor da lavação, mas o mesmo não é realizado a tempo por falta de mão de obra. A terceira maior perda por paragens não planeadas nos setores da lavação e dos revestimentos são referentes a avarias. Os dois operadores de manutenção existentes nesta unidade industrial estão divididos por dois turnos e têm prioridades no que toca aos setores a intervir quando existe uma avaria. Esta definição de prioridades acaba por afetar outros setores que apenas são intervencionados quando existe uma ação corretiva, como é o caso da lavação e dos revestimentos. Como o plano de ações preventivas destes setores não é realizado no período suposto, as máquinas apresentam por vezes avarias que poderiam ser evitadas. Sendo assim, a contratação de um profissional da manutenção que se focasse maioritariamente em ações preventivas iria beneficiar não só os setores em estudo, mas também outros setores mais negligenciados desta unidade industrial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos em relação ao OEE e à sustentabilidade, após a implementação das melhorias mencionadas no subcapítulo anterior. Por fim, o capítulo termina com uma síntese dos resultados obtidos para os indicadores avaliados durante o projeto seguida da discussão de resultados.

5.1. Apresentação de resultados

Os resultados apresentados de seguida foram obtidos durante o mês de maio. Durante este mês, os operadores apresentaram-se mais dispostos a ajudar e reportaram todas as situações anómalas através do preenchimento da folha de registo de paragens para que estas pudessem ser consideradas nos cálculos. Além disso, mostraram maior motivação e empenho em todo o processo, o que leva a que os dados apresentados de seguida sejam fiáveis.

5.1.1. Cálculo do OEE final

Os resultados relativos ao cálculo do OEE final dos setores da lavação e dos revestimentos encontram-se apresentados nos subcapítulos seguintes.

5.1.1.1. Lavagem

A evolução do OEE no mês de maio relativo ao setor da lavagem está apresentada de seguida na Figura 37.

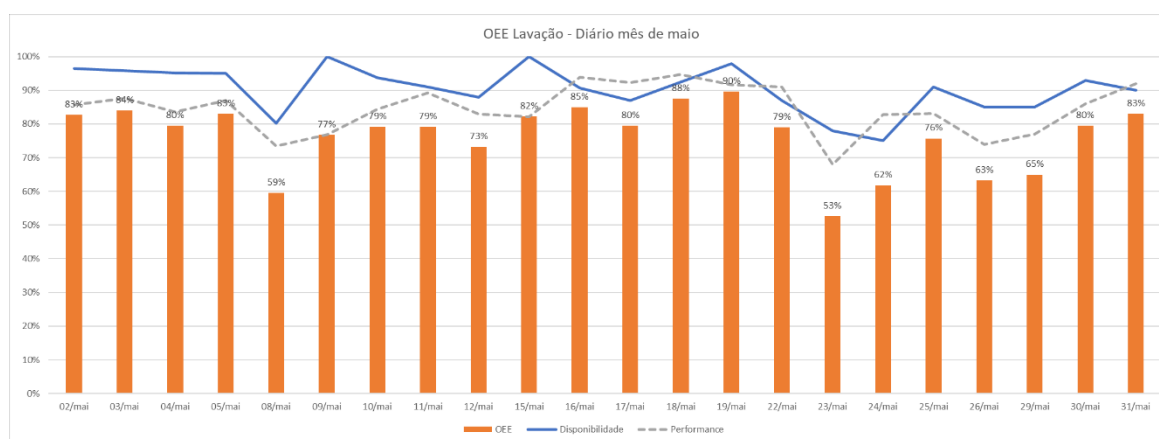


Figura 37 - Evolução do OEE final do setor da lavagem ao longo do mês de maio.

Analisando os dados obtidos é possível observar que o valor de OEE oscilou entre os 53% e os 90%. O dia em que o OEE obteve o seu valor mais baixo foi a 23 de maio com 53% que pode ser explicado por uma avaria no sistema de injeção dos químicos que deixou as máquinas paradas durante algumas horas. Além disso, entre o dia 23 e o dia 29 os valores foram muito inconstantes devido a pequenas falhas e avarias no *software* das máquinas.

O OEE mensal do setor da lavagem fixou-se nos 77%, com uma disponibilidade média de 90%, uma performance de 85% e naturalmente uma qualidade de 100% pois nenhum lote foi considerado não conforme.

Ao analisar o gráfico da Figura 38 relativo à distribuição do tempo de paragens em relação ao tempo total de produção verifica-se que 18% do tempo perdido é correspondente a paragens não planeadas e 5% é correspondente a paragens planeadas. Estas perdas correspondem a 23% do tempo total de produção planeada.

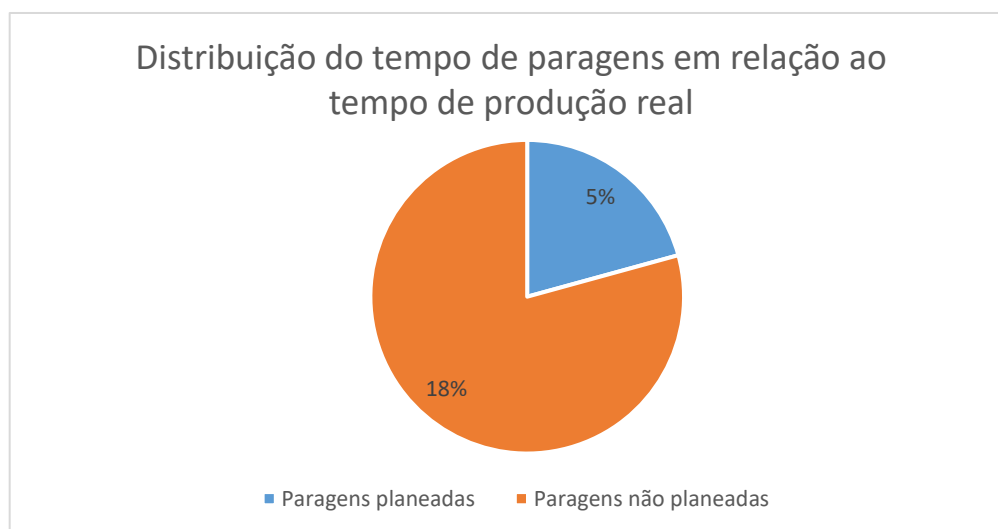


Figura 38 – Distribuição do tempo de paragens de maio no setor da lavação.

As principais razões que causaram paragens não planeadas no setor da lavação no mês de maio encontram-se representadas na Figura 39. Através da análise da figura conclui-se que a maior causa das paragens não planeadas no setor da lavação em maio foram avarias correspondendo a 65% do tempo, seguido do auxílio das outras máquinas que corresponde a 23% do tempo e por fim tempos de *setup* com 12%.

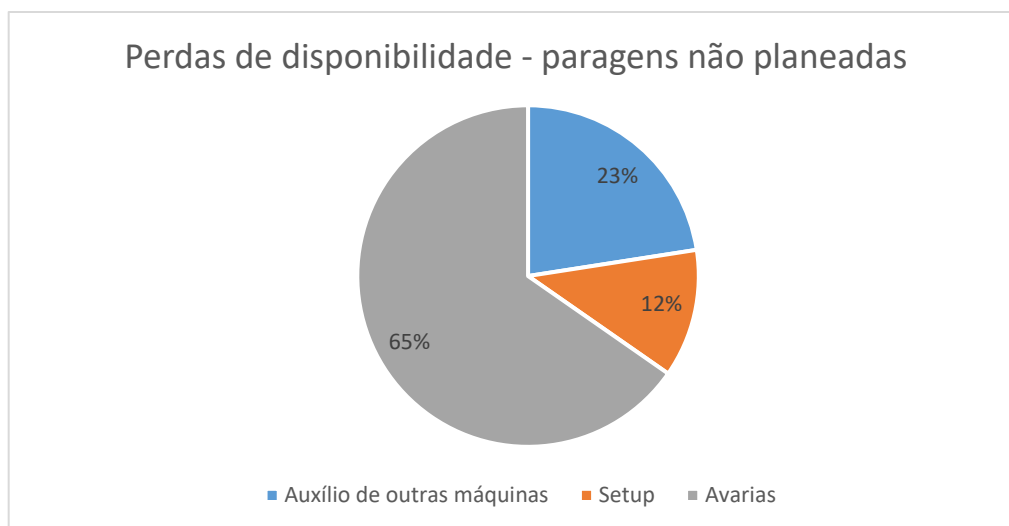


Figura 39 - Perdas por disponibilidade no mês de maio no setor da lavação.

As perdas por avarias advêm maioritariamente da máquina 4 que durante o mês de maio apresentou vários problemas principalmente com os mecanismos de abertura e fecho de porta que fazia com que a produção parasse até o técnico de manutenção conseguir resolver o problema. Outra avaria recorrente no mês de maio foi o sistema de injeção de químicos e os caudalímetros das máquinas que regularmente causavam erros que requeriam auxílio do técnico de manutenção.

5.1.1.2. Revestimentos

Os valores obtidos para o OEE do setor dos revestimentos ao longo do mês de maio estão apresentados na Figura 40.

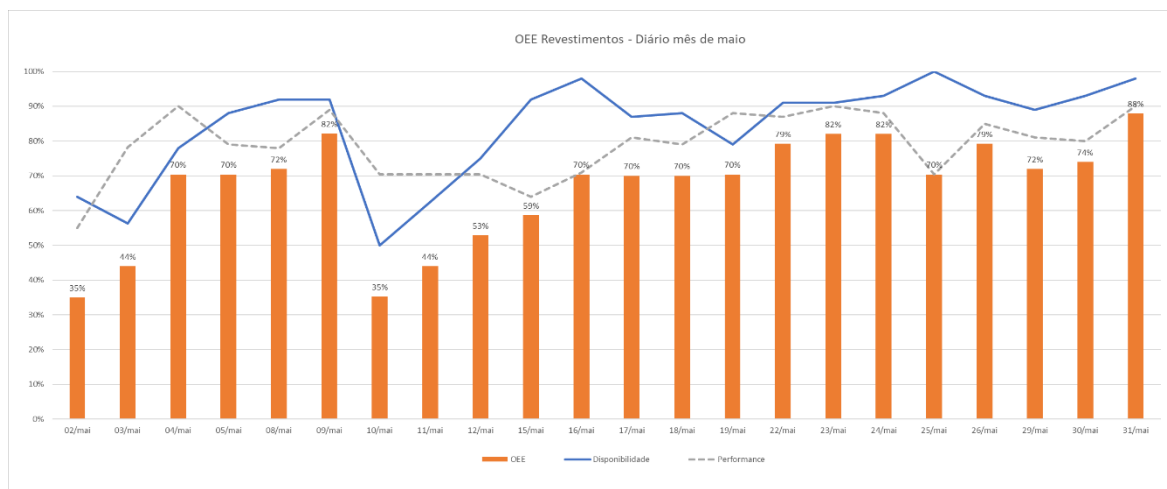


Figura 40 - Evolução do OEE final do setor dos revestimentos ao longo do mês de maio.

Através da análise do gráfico é possível observar que os valores oscilaram entre os 35% e os 88% alcançado este último valor apenas uma vez. Os valores mais baixos foram obtidos no dia 2 e 10 de maio, devido a uma necessidade elevada de ajustar os programas das máquinas. Apesar do setor estar a produzir desde janeiro, ainda não foi possível igualar os programas das duas máquinas, o que requer paragens frequentes para averiguar o problema e alterar algumas variáveis. Tal como mencionado anteriormente, a cadência de matéria-prima para o setor dos revestimentos não é linear e a capacidade do mesmo pode não ser atingida todos os dias o que causa oscilações elevadas no OEE. O OEE mensal obtido foi de 66% com um valor de disponibilidade de 84%, performance de 79% e qualidade de 100% pois não houve perdas de tamboradas por produto não conforme.

Relativamente aos dados obtidos sobre a distribuição de paragens não planeadas e paragens planeadas, este primeiro apresentou uma percentagem de 34% e o segundo de 3% (Figura 41). No total, 37% do tempo disponível para produzir no setor dos revestimentos foi ocupado por paragens planeadas e não planeadas.

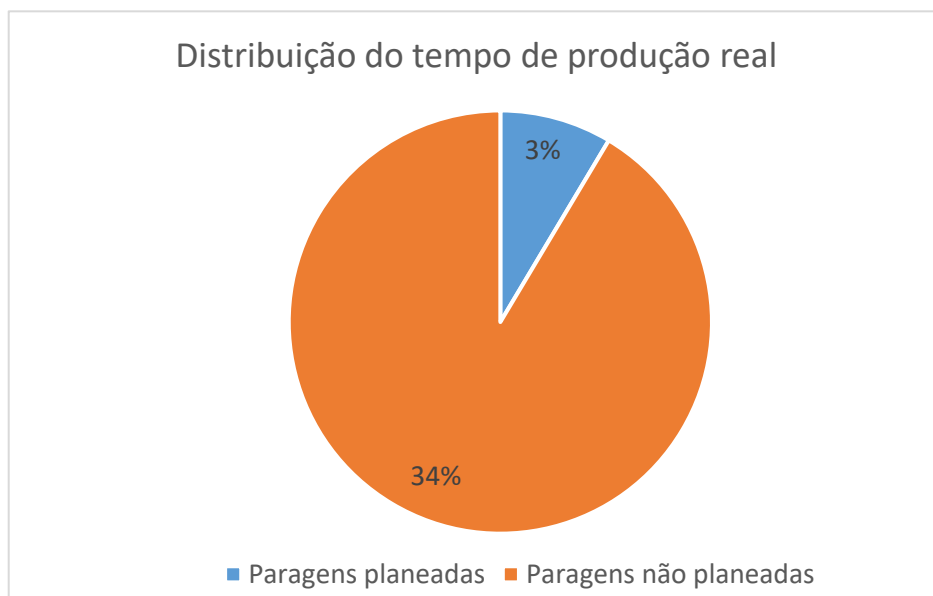


Figura 41 – Distribuição do tempo de paragens de maio no setor dos revestimentos.

As principais razões pela existência de paragens não planeadas encontram-se na Figura 42. A maior causa de paragens no mês de maio deve-se à afinação de programas com 46%, seguida das avarias com 44% e por fim tempos de *setup* com 10%.

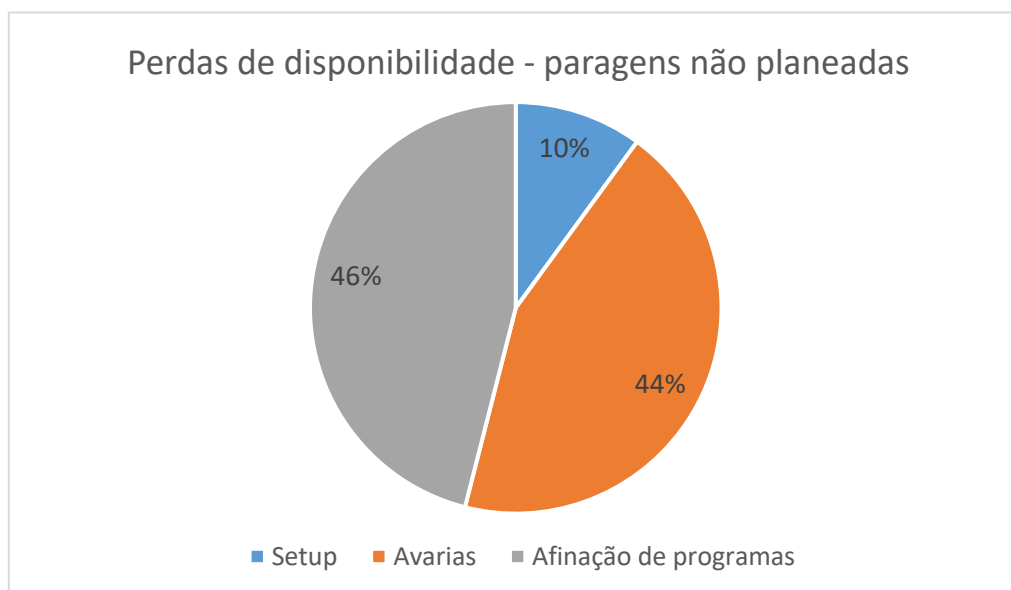


Figura 42 - Perdas por disponibilidade no mês de maio no setor dos revestimentos.

As paragens por afinação de programas, como mencionado anteriormente, devem-se ao facto de o setor ser recente e ainda estar a passar pela fase de aperfeiçoamento de programas. Este passo demora algum tempo pois não são apenas as duas máquinas da V&L que devem ficar a produzir o produto de igual forma, como se deve alinhar os revestimentos efetuados com o resto das máquinas existentes nas outras unidades industriais de modo que o cliente não se aperceba de nenhuma diferença entre lotes de origens diferentes.

5.1.2. Cálculo da sustentabilidade final

Para o cálculo da sustentabilidade final foram utilizados os mesmos indicadores definidos inicialmente para que posteriormente se consiga realizar uma comparação adequada.

5.1.2.1. Lavação

Os resultados da sustentabilidade ambiental da lavação encontram-se apresentados de seguida.

Pegada de carbono dos químicos utilizados

Com a implementação da nova Lavação C, os químicos e as suas respetivas quantidades foram alteradas. Sendo assim, as outras lavações mantiveram os seus parâmetros e o impacto ambiental da nova lavação encontra-se apresentado na Tabela 25 e na Tabela 26 correspondendo às máquinas 1 e 2 e às máquinas 3 e 4, respetivamente.

Tabela 25 – Impacto ambiental em toneladas de CO₂ nas lavações realizadas em maio nas máquinas 1 e 2.

| Lavação (Máq. 1 e 2) | Peróxido [Kg] | Hidróxido de sódio [L] | Bissulfato de Sódio [L] | Químico A [L] | Químico B [L] | Químico C [L] | Água [L] | Impacto [ton CO ₂] |
|----------------------|---------------|------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|----------|--------------------------------|
| A | 3 | | | | 7,5 | | 135 | 0,008 |
| B | 8 | 8 | 20 | | 7,5 | | 255 | 0,086 |
| NOVO C | 50 | | | 24,5 | 5,4 | 17,4 | 209 | 0,150 |

Tabela 26 – Impacto ambiental em toneladas de CO₂ nas lavações realizadas em maio nas máquinas 3 e 4.

| Lavação (Máq. 3 e 4) | Peróxido [Kg] | Químico A [L] | Químico B [L] | Químico C [L] | Água [L] | Impacto [ton CO ₂] |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|--------------------------------|
| A | 7 | | 10 | | 177 | 0,014 |
| NOVO C | 83,6 | 48,5 | 9,8 | 31,6 | 225 | 0,275 |

Tendo em conta o *mix* de lavações realizadas no mês de maio, o impacto total do setor da lavação relativo à utilização de químicos foi de 0,68 kg de CO₂/ML.

Pegada de carbono do transporte dos químicos

No mês de maio não houve alteração na cadência de entrega dos químicos do setor da lavação por parte do fornecedor da V&L sendo que o impacto se mantém nas 0,0017 kg/ML de CO₂.

Energia consumida no setor

Analisando as leituras apresentadas nos contadores de eletricidade, o setor da lavação consumiu 1,23 kWh/ML de energia elétrica no mês de maio e nenhuma quantidade de gás natural devido à melhoria efetuada.

Os resultados da sustentabilidade económica da lavação são apresentados de seguida.

Custo de cada lavação

Tendo em conta a alteração que existiu nas receitas das lavações, para o cálculo do custo de cada lavação foram consideradas as alterações das quantidades e dos tipos de químicos utilizados, dando origem aos valores apresentados nas Tabela 27 e Tabela 28.

Tabela 27 - Custo das lavações efetuadas nas máquinas 1 e 2 nos meses de maio.

| Lavação (Máq. 1 e 2) | Custo [€/ML] |
|----------------------|--------------|
| A | 0,17 |
| B | 0,43 |
| NOVO C | 1,40 |

Tabela 28 - Custo das lavações efetuadas nas máquinas 3 e 4 nos meses de maio.

| Lavação (Máq. 3 e 4) | Custo [€/ML] |
|----------------------|--------------|
| A | 0,13 |
| NOVO C | 1,26 |

Custo da energia do setor

Como mencionado anteriormente, o setor da lavação consumiu 25 010 kWh de energia elétrica no mês de maio a um preço de 61,04 €/MWh que se traduz num custo de 0,075 €/ML.

Competitividade

A competitividade do setor da lavação no mês de maio tendo em conta os COPs e a quantidade de rolhas produzidas foi de 1,98 €/ML.

Os resultados da sustentabilidade social da lavação encontram-se apresentados de seguida.

Nível de ruído

O nível de ruído do setor da lavação aumentou para um valor de 92,6 dB devido à instalação dos novos ventiladores-extratores. Como o valor obtido é superior a 85 dB é necessária a utilização de tampões para os ouvidos com o objetivo de evitar lesões ou perdas de audição a longo termo.

Risco de acidente

Sendo que foi eliminada a tarefa de introdução de químicos manualmente no setor da lavação, pela implementação de um sistema de injeção automática nas máquinas, o risco desta tarefa é agora 0. Quando avaliamos o Nível de Deficiência (ND), este é Aceitável (A) o que indica que o risco está controlado e que não existe nenhum problema associado, logo não há um valor para este parâmetro o que consequentemente leva a que o Nível de Risco (NR) seja nulo.

Taxa de satisfação dos colaboradores

Para o cálculo da taxa de satisfação no mês de maio foi utilizado o mesmo questionário que no mês de janeiro de modo a perceber quais as diferenças que as medidas aplicadas surtiram neste aspeto. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 29. As questões foram respondidas tendo em conta uma escala de 1 a 5, sendo que 1 corresponde a Não Concordo e 5 corresponde a Concordo Totalmente.

Tabela 29 - Resultados obtidos relativamente à taxa de satisfação dos colaboradores em maio no setor da lavação.

| Questões | Pontuação média |
|---|------------------------|
| 1. Sinto-me confortável e tenho bem-estar físico no meu local de trabalho (por ex. temperatura adequada, espaço limpo, etc.). | 4,0 |
| 2. O meu local de trabalho é seguro e dispõe de ferramentas de controlo e resolução de acidentes. | 4,4 |
| 3. O trabalho é-me distribuído de forma equilibrada e clara. | 4,2 |
| 4. Disponho de todas as ferramentas necessárias para o correto desempenho da minha função. | 4,4 |
| 5. Sinto-me satisfeito(a) com o meu horário de trabalho. | 4,6 |
| 6. No geral, sinto-me motivado e contente com o meu trabalho. | 4,2 |

Em média a satisfação dos colaboradores foi de 4,3 em 5 no mês de maio no setor da lavação, um aumento de 0,1 em relação ao mês de janeiro. A questão que apresentou a pontuação mais baixa foi novamente a questão número 1 que, mesmo assim, registou um aumento de 0,2 em relação ao mês de janeiro. Podemos concluir que a satisfação dos colaboradores em relação ao seu bem-estar no local de trabalho aumentou. A questão que obteve a pontuação mais elevada foi novamente a 5 que, tal como no mês de janeiro, se justifica pelo horário do setor ser diurno.

5.1.2.2. Revestimentos

Os resultados da sustentabilidade ambiental dos revestimentos encontram-se apresentados de seguida.

Pegada de carbono dos químicos utilizados

Tendo em conta que as receitas dos revestimentos não sofreram nenhuma alteração à quantidade de químicos nem de água utilizada, os valores da pegada de carbono inicial e final dos

revestimentos será a mesma. Tendo em conta o *mix* de revestimentos realizados no mês de maio, a pegada de carbono foi de 0,204 kg/ML de CO₂.

Pegada de carbono do transporte dos químicos

No mês de maio não houve alteração na cadência de entrega dos IBC. No total, a pegada de carbono do transporte de químicos para os revestimentos no mês de maio foi equivalente a 0,104 kg/ML de CO₂.

Energia consumida no setor

O consumo de energia elétrica no mês de maio no setor dos revestimentos foi de 0,15 kWh/ML.

Os resultados da sustentabilidade económica dos revestimentos encontram-se apresentados de seguida.

Custo de cada revestimento

Como não houve nenhuma alteração nas receitas dos revestimentos, o custo de cada revestimento manteve-se inalterado.

Custo da energia do setor

A energia elétrica consumida durante o mês de maio no setor dos revestimentos traduziu-se num gasto de 0,0091 €/ML.

Competitividade

A competitividade no setor dos revestimentos no mês de maio foi obtida tendo em conta os COPs e a produção referentes a esse mês sendo ela 0,65 €/ML.

Os resultados da sustentabilidade social dos revestimentos são apresentados de seguida.

Nível de ruído

O nível de ruído no setor dos revestimentos em maio aumentou para os 91,4 dB devido à instalação dos ventiladores-extratores. Como o valor obtido é superior a 85 dB é necessária a utilização de tampões para os ouvidos com o objetivo de evitar lesões ou perdas de audição a longo termo.

Risco de acidente

Sendo que foi eliminada a tarefa de introdução de químicos manualmente no setor dos revestimentos, pela implementação de um sistema de injeção automática nas máquinas, o risco desta tarefa é 0. Quando avaliamos o Nível de Deficiência (ND), este é Aceitável (A) o que indica

que o risco está controlado e que não existe nenhum problema associado, logo não há um valor para este parâmetro o que conseqüentemente leva a que o Nível de Risco (NR) seja nulo.

Taxa de satisfação dos colaboradores

Para o cálculo da taxa de satisfação no mês de maio foi utilizado o mesmo questionário que no mês de janeiro de modo a perceber quais as diferenças que as medidas aplicadas surtiram neste aspeto. As questões foram respondidas tendo em conta uma escala de 1 a 5, sendo que 1 corresponde a Não Concordo e 5 corresponde a Concordo Totalmente. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 30.

Tabela 30 - Resultados obtidos relativamente à taxa de satisfação dos colaboradores em maio no setor dos revestimentos.

| Questões | Pontuação média |
|---|------------------------|
| 1. Sinto-me confortável e tenho bem-estar físico no meu local de trabalho (por ex. temperatura adequada, espaço limpo, etc.). | 4,3 |
| 2. O meu local de trabalho é seguro e dispõe de ferramentas de controlo e resolução de acidentes. | 4,0 |
| 3. O trabalho é-me distribuído de forma equilibrada e clara. | 3,7 |
| 4. Disponho de todas as ferramentas necessárias para o correto desempenho da minha função. | 4,0 |
| 5. Sinto-me satisfeito(a) com o meu horário de trabalho. | 4,0 |
| 6. No geral, sinto-me motivado e contente com o meu trabalho. | 3,7 |

A satisfação média do mês de maio no setor dos revestimentos foi de 4,0, o que representa um aumento de 0,3 em relação ao mês de janeiro. As questões 3 e 6 foram as que apresentaram os valores mais baixos, embora a questão 3 registou um aumento de 0,4 o que indica que os operadores se encontram mais satisfeitos com a forma que o trabalho é distribuído, embora ainda haja margem para melhorar. A questão 6 manteve o valor o que demonstra que apesar de tudo, a motivação dos operadores não alterou. A questão que regista a pontuação mais elevada é a 1 que aumentou 0,3 pontos, indicando que os operadores estão mais satisfeitos com o seu bem-estar no setor dos revestimentos.

5.2. Discussão de resultados

5.2.1. Lavação

Na Tabela 31 é apresentado um resumo dos resultados obtidos para o OEE e para os indicadores que o compõem e para as paragens planeadas e não planeadas, aferidos em janeiro e maio de 2023 no setor da lavação.

Tabela 31 – Evolução dos indicadores de desempenho no setor da lavação.

| Lavação | | | |
|-----------------------------------|---------|-------|----------|
| | Janeiro | Maior | Variação |
| Performance | 77% | 85% | 8% |
| Disponibilidade | 75% | 90% | 15% |
| Qualidade | 100% | 100% | 0% |
| OEE | 58% | 77% | 19% |
| Paragens planeadas | 13% | 5% | -8% |
| Paragens não planeadas | 24% | 18% | -6% |
| Tempo total parado | 37% | 23% | -14% |
| Auxílio de outras máquinas | 51% | 23% | -28% |
| Setup | 34% | 12% | -22% |
| Avarias | 15% | 65% | 50% |

O OEE da lavação aumentou em 19% devido ao aumento da performance e da disponibilidade das máquinas do setor em 8% e 15%, respetivamente. Podemos afirmar que os valores apresentados para a Performance e para a Disponibilidade são bastante satisfatórios principalmente quando comparados com a situação inicial, embora exista ainda um potencial de melhoria. Desta forma, com a aplicação das melhorias listadas anteriormente, era expectável um aumento nos indicadores de desempenho, o que se veio a verificar.

Quanto às paragens, é possível verificar que o tempo total parado das máquinas diminuiu em 14% sendo que a maior redução ocorreu nas paragens planeadas. Isto deve-se à implementação do quadro *Heijunka* que permitiu que a limpeza de uma máquina (que é a paragem planeada mais frequente) pudesse ser realizada tendo em conta a produção das restantes máquinas, ou seja, a limpeza de cada máquina era sempre planeada forma a ser realizada durante o funcionamento das outras máquinas, evitando paragens.

Analisando as três principais causas das paragens não planeadas, conseguimos concluir que as avarias foram a única causa que aumentou em termos percentuais em maio, em comparação com o mês de janeiro. Isto pode ser explicado pelo facto da máquina 4, a mais recente, estar ainda a passar pelo seu período de adaptação ao processo, mas também pelo facto de ter sido efetuada

uma alteração no *software* das máquinas o que levou a alguns constrangimentos durante o mês de maio.

Na Tabela 32 é apresentado um resumo dos resultados obtidos para os indicadores de sustentabilidade ambiental, económica e social, aferidos em janeiro e maio de 2023 no setor da lavação.

Tabela 32 - Evolução dos indicadores de sustentabilidade no setor da lavação.

| Lavação - Sustentabilidade | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------|
| | Janeiro | Maio | Varição |
| Pegada de carbono dos químicos | 0,70 kg/ML | 0,68 kg/ML | -0,02 |
| Pegada de carbono do transporte dos químicos | 0,0024 kg/ML | 0,0017 kg/ML | -0,0007 |
| Energia consumida: | - | - | - |
| Elétrica | 1,09 kWh/ML | 1,23 kWh/ML | 0,14 |
| Gás natural | 0,01 m ³ /ML | 0,00 m ³ /ML | -0,01 |
| Custo médio das lavações | 0,28 €/ML | 0,49 €/ML | 0,21 |
| Custo de energia: | - | - | - |
| Elétrica | 0,066 €/ML | 0,075 €/ML | 0,009 |
| Gás natural | 0,019 €/ML | 0,000 €/ML | -0,019 |
| Competitividade | 3,22 €/ML | 1,98 €/ML | -1,24 |
| Nível de ruído | 89,2 dB | 92,6 dB | 3,4 |
| Risco de acidente | 120 | 0 | -120 |
| Satisfação dos colaboradores | 4,2 | 4,3 | 0,1 |

Analisando a variação obtida nos indicadores de sustentabilidade ambiental, conseguimos concluir que apenas o consumo de eletricidade por milheiro de rolhas aumentou ligeiramente. A pegada de carbono dos químicos oscilou devido a ter sido produzida uma maior quantidade de lavações com menor pegada de carbono. Quanto à pegada de carbono do transporte dos químicos, esta diminuiu, pois, as entregas mantiveram-se constantes, mas a quantidade de rolhas produzidas durante o mês foi maior. O consumo de gás natural no mês de maio foi 0 devido à eliminação do gás no setor da lavação.

Os custos das lavações mantiveram-se os mesmos, menos o da lavação C. A receita desta lavação foi alterada, o que levou a um aumento de 21 cêntimos no preço médios das lavações. O custo da energia elétrica também aumentou ligeiramente por cada milheiro produzido, enquanto o custo do gás natural consumido foi 0. A competitividade do setor aumentou 1,24 €/ML devido à produção de rolhas no setor também ter aumentado.

O nível de ruído aumentou o que pode ser considerada uma mudança negativa, mas se combinarmos com a taxa de satisfação dos colaboradores, esta pode ser uma das razões pelas quais aumentou. Apesar dos ventiladores-extratores fazerem um maior ruído que se faz sentir na

medição, extraem o cheiro forte a químicos que aumenta o bem-estar dos operadores no setor. Quanto ao risco de acidente na introdução de químicos manualmente, como foi eliminada esta tarefa, o risco é agora 0, o que também pode ter influenciado a taxa de satisfação dos operadores.

5.2.2. Revestimentos

Na Tabela 33 é apresentado um resumo dos resultados obtidos para o OEE e para os indicadores que o compõem e para as paragens planeadas e não planeadas, aferidos em janeiro e maio de 2023 no setor dos revestimentos.

Tabela 33 – Evolução dos indicadores de desempenho no setor dos revestimentos.

| Revestimentos | | | |
|-------------------------------|---------|-------|---------|
| | Janeiro | Maior | Varição |
| Performance | 71% | 79% | 8% |
| Disponibilidade | 66% | 84% | 18% |
| Qualidade | 100% | 100% | 0% |
| OEE | 47% | 66% | 19% |
| Paragens planeadas | 6% | 3% | -3% |
| Paragens não planeadas | 34% | 34% | 0% |
| Tempo total parado | 40% | 37% | -3% |
| Setup | 24% | 10% | -14% |
| Avarias | 16% | 44% | 28% |
| Afinação de programas | 62% | 46% | -16% |

O OEE do setor dos revestimentos aumentou em 19% devido ao aumento da Performance e da Disponibilidade das máquinas do setor em 8% e 18%, respetivamente. Podemos afirmar que os valores apresentados para a Performance e para a Disponibilidade são bastante satisfatórios principalmente quando comparados com a situação inicial apresentada em janeiro, embora exista ainda um grande potencial de melhoria. Desta forma, com a aplicação das melhorias listadas anteriormente era expectável um aumento nos indicadores de desempenho, o que se veio a verificar.

Quanto às paragens, é possível verificar que o tempo total parado das máquinas diminuiu 3% relativamente às paragens planeadas. A percentagem do tempo das paragens não planeadas não alterou e analisando as três principais causas das paragens não planeadas, conseguimos concluir que as avarias foram a única causa que aumentou em termos percentuais em maio em comparação com o mês de janeiro. Isto pode ser explicado pelo facto de as máquinas ainda serem muito recentes e necessitarem de pequenos ajustes e afinações frequentes. O tempo passado em afinações de programas também diminuiu o que indica que estão cada vez mais perto do objetivo de 0%, ainda assim há muito potencial para melhoria.

Na Tabela 34 é apresentado um resumo dos resultados obtidos para os indicadores de sustentabilidade ambiental, económica e social, aferidos em janeiro e maio de 2023 no setor dos revestimentos.

Tabela 34 - Evolução dos indicadores de sustentabilidade no setor dos revestimentos.

| Revestimentos - Sustentabilidade | | | |
|---|----------------|-------------|----------------|
| | Janeiro | Maio | Varição |
| Pegada de carbono dos químicos | 0,302 kg/ML | 0,204 kg/ML | -0,098 |
| Pegada de carbono do transporte dos químicos | 0,079 kg/ML | 0,104 kg/ML | 0,025 |
| Energia elétrica consumida | 0,23 kWh/ML | 0,15 kWh/ML | -0,08 |
| Custo médio dos revestimentos | 0,81 €/ML | 0,81 €/ML | 0 |
| Custo de energia elétrica | 0,014 €/ML | 0,0091 €/ML | -0,0049 |
| Competitividade | 1,35 €/ML | 0,65 €/ML | -0,7 |
| Nível de ruído | 88,1 dB | 91,4 dB | 3,3 |
| Risco de acidente | 180 | 0 | -180 |
| Satisfação dos colaboradores | 3,7 | 4,0 | 0,3 |

Analisando a variação obtida nos indicadores de sustentabilidade ambiental, conseguimos concluir que apenas o consumo de eletricidade por milheiro de rolhas diminuiu ligeiramente. A pegada de carbono dos químicos oscilou devido a só ter sido produzido o revestimento que apresenta uma menor pegada de carbono. Quanto à pegada de carbono relativa ao transporte dos químicos, esta aumentou porque a cadência de entrega foi a mesma em maio do que em janeiro, mas a quantidade de rolhas produzidas foi inferior.

Como mencionado anteriormente, os custos dos revestimentos mantiveram-se os mesmos, logo o custo médio dos mesmos também se manteve. O custo da energia elétrica também diminuiu ligeiramente por cada milheiro produzido devido a terem sido produzidas menos rolhas neste mês. A competitividade aumentou 0,70 €/ML o que pode ser justificado pela diminuição dos custos operacionais relacionados com este setor.

O nível de ruído aumentou o que pode ser considerada uma mudança negativa, mas se combinarmos com a taxa de satisfação dos colaboradores, esta pode ser uma das razões pelas quais aumentou. Apesar dos ventiladores-extratores fazerem um maior ruído que se faz sentir na medição realizada com o sonómetro, extraem o cheiro forte a químicos que aumenta o bem-estar e a satisfação dos operadores no setor. Quanto ao risco de acidente na introdução de químicos manualmente, como esta tarefa foi eliminada, o risco é agora 0, o que também pode ter influenciado positivamente a taxa de satisfação dos colaboradores.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais relativas ao trabalho desenvolvido e são evidenciadas as limitações do mesmo. Por fim, são identificadas algumas oportunidades de trabalho a realizar no futuro e é feita uma breve descrição de outros trabalhos desenvolvidos durante o estágio curricular.

6.1. Conclusões finais

A procura por produtos mais sustentáveis e a exigência crescente dos clientes criaram uma competitividade bastante elevada na indústria e conseqüentemente uma necessidade de melhorar a sua eficiência. É neste cenário que se encontra a Amorim Cork, S.A., mais concretamente a V&L, que apresentou este desafio com o objetivo otimizar a produção dos seus setores da lavação e dos revestimentos melhorando também a sua sustentabilidade.

O primeiro passo do presente projeto consistiu na observação e avaliação de todo o processo produtivo, com foco nos setores da lavação e dos revestimentos como forma de identificar perdas e desperdícios. Para o cálculo do indicador OEE foi necessária a criação de uma folha de registo de parâmetros para os operadores preencherem ao longo de cada turno. Esta pequena mudança nos setores levantou o primeiro problema nomeadamente a resistência à mudança e a falta de informação sobre a temática *Lean* e a sua importância para a indústria por parte dos operadores. Apesar de tudo, foi possível efetuar o cálculo do indicador OEE bem como dos indicadores de sustentabilidade definidos e, em conjunto com a elaboração de um VSM adaptado, foi possível identificar várias oportunidades de melhoria, tais como: formar os operadores para os temas em causa, diminuição de tempos de *setup*, organizar e normalizar as tarefas dos setores e nivelar a produção.

Através da identificação das oportunidades de melhoria, foi elaborado um plano de ação discriminando a sua prioridade, a data esperada de resolução e o método de resolução escolhido. Os métodos de resolução basearam-se maioritariamente na aplicação de ferramentas *Lean* como SMED, *Standard Work* e *Heijunka Box*. Após a implementação das melhorias mencionadas, foi realizada uma nova medição do indicador OEE e dos indicadores de sustentabilidade, com o objetivo de comparar com a situação anterior e perceber de que modo a implementação de certas ferramentas impactou esses indicadores.

No setor da lavação foi possível observar um aumento de 19% no OEE médio do setor, atingindo agora um valor de 77%. Este aumento foi bastante satisfatório para a V&L embora ainda exista espaço para melhoria. Quanto à sustentabilidade ambiental, tanto a pegada de carbono dos químicos como a pegada de transporte dos químicos dos fornecedores para a V&L diminuiu ligeiramente devido à produção de rolhas neste setor ter sido mais elevada no mês de maio. O gás natural foi completamente eliminado no setor, e houve um pequeno aumento de consumo de energia elétrica por milheiro de rolhas. Na sustentabilidade financeira o custo médio das lavações aumentou devido à alteração da receita da Lavagem C. O custo da energia elétrica aumentou devido ao maior consumo, mas por outro lado os custos do gás natural foram eliminados. Quanto à competitividade do setor, esta aumentou 1,24 €/ML devido à produção de rolhas no setor também ter aumentado. Em relação à sustentabilidade social, o ruído aumentou ligeiramente devido à instalação dos ventiladores-extratores e o risco de acidente na tarefa de introdução de químicos

manualmente foi completamente eliminado, alterações que permitiram o aumento da taxa de satisfação dos colaboradores neste setor.

No setor dos revestimentos obteve-se um aumento de 20% no OEE médio, atingindo um valor de 66%. Apesar de ser um valor bem mais satisfatório do que tinha sido calculado em janeiro, ainda existe muito potencial de melhoria. Em relação à sustentabilidade ambiental, tanto a pegada de carbono dos químicos como a energia elétrica consumida diminuíram, mas a pegada de carbono do transporte dos químicos do fornecedor para a V&L aumentou 0,025 kg/ML, devido à produção de rolhas neste setor ter sido bastante inferior ao produzido no mês de janeiro. Quanto à sustentabilidade económica, o custo médio dos revestimentos não se alterou por não terem existido alterações nas receitas e o custo da energia elétrica diminuiu. A competitividade aumentou 0,70 €/ML o que pode ser justificado pela diminuição dos custos operacionais relacionados com este setor no mês de maio. No campo da sustentabilidade social, o valor do ruído aumentou ligeiramente e o risco de acidente relativo à tarefa de introdução de químicos manualmente foi eliminado. Semelhante ao caso do setor da lavação, estes dois indicadores permitiram o aumento da taxa de satisfação dos colaboradores no setor dos revestimentos.

A realização deste projeto veio confirmar a ideia de que o indicador de desempenho OEE é uma ferramenta bastante relevante no que toca à identificação de problemas e desperdícios no processo produtivo de uma organização e que a medição de certos indicadores de sustentabilidade nos setores, podem ser uma ferramenta relevante no apoio à decisão.

As principais dificuldades sentidas ao longo da elaboração do presente projeto foram o facto de o setor dos revestimentos ser novo e o setor da lavação ser inconstante devido à máquina 4 ser recente e necessitar de ajustes. As máquinas estavam constantemente a ser intervencionadas o que não permitia a recolha de dados. Devido a estes dois problemas, o estágio que teve início em setembro, só começou a ter frutos para a presente dissertação a partir do mês de janeiro, o que acabou por encolher a janela temporal prevista para a realização do projeto.

6.2. Limitações e investigação futura

Durante a realização do presente projeto, foram identificadas algumas melhorias a implementar no futuro que irão auxiliar a organização a atingir os seus objetivos nos setores da lavação e dos revestimentos.

Em relação ao plano de ações, houve três melhorias que não foram possíveis de implementar em tempo útil. Propõe-se que o *layout* de entrada dos revestimentos seja alterado pois de momento não existe nenhum espaço designado para armazenar o *stock* de entrada do setor. No setor da lavação deve ser analisada a instalação de novos equipamentos de carga e descarga para eliminar certos constrangimentos e paragens causados pela quantidade limitada dos mesmos. No geral, deve ser avaliada a contratação de um novo técnico de manutenção para realizar tarefas de manutenção preventiva.

Futuramente, a criação de uma ferramenta que permita o cálculo e análise automática do OEE dos dois setores será bastante benéfica devido à complexidade do mesmo. Em consequência desta ferramenta, propõe-se também a implementação de um procedimento regular de análise do OEE de modo a despertar novas melhorias para os setores.

Por fim, propõe-se também a criação de uma ferramenta/*software* automático de planeamento de produção para os setores da lavação e dos revestimentos, que realize um planeamento similar ao que é efetuado no quadro *Heijunka* e que, tendo em consideração as quantidades de rolhas disponíveis e as encomendas em carteira, planeie as máquinas e as lavações a realizar.

6.3. Outros trabalhos realizados

Para além de todas as atividades mencionadas no presente projeto, o estágio realizado ao longo de nove meses na V&L englobou outras tarefas e projetos, tais como:

- Verificação e validação diária das produções da unidade industrial com recurso a dados do MES;
- Gerir e liderar a reunião diária de supervisão com todos os chefes de área;
- Organização e gestão informática do imobilizado;
- Criação de fichas de ação de melhoria e A3;
- Criação de elementos de gestão visual para diversos setores da unidade industrial;
- Desenvolvimento e aplicação de um registo e base de dados para controlo de pedidos de intervenção a empresas externas;
- Realização de formações para os operadores no âmbito do *Lean*.

Toda as tarefas mencionadas anteriormente, apesar de não estarem diretamente relacionadas com o tema da dissertação, contribuíram para aquisição de conhecimentos que influenciaram e auxiliaram a elaboração do presente projeto.

O desenvolvimento da presente dissertação foi um desafio bastante grande que permitiu pôr em prática conhecimentos obtidos ao longo do percurso académico e demonstrou ter um grande impacto no desenvolvimento pessoal e profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alhaddi, H. (2015). Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review. *Business and Management Studies*, 1(2).
- APCOR. (2019). *Relatório Anual de Caracterização da Situação Económico-financeira das Empresas do Setor da Cortiça*.
- Belloví, M. B., & Malagón, F. P. (1993). *NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente*.
- Braccini, A. M., & Margherita, E. G. (2019). Exploring organizational sustainability of Industry 4.0 under the triple bottom line: The case of a manufacturing company. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010036>
- CELIEGE - European Cork Confederation. (2020). *Código Internacional das Práticas Rolheiras. Versão 7.1*.
- Cercós, M. P., Calvo, L. M., & Domingo, R. (2019). *An exploratory study on the relationship of Overall Equipment Effectiveness (OEE) variables and CO2 emissions*. www.sciencedirect.com
- Corticeira Amorim. (n.d.-a). *Aglomerados Compósitos*. Retrieved February 16, 2023, from <https://www.amorim.com/pt/negocio/unidades-de-negocio/aglomerados-compositos/44/>
- Corticeira Amorim. (n.d.-b). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.amorim.com/pt/corticeira-amorim/overview/>
- Coutinho, C. P. (2014). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas*. <https://books.google.pt/books?id=uFmaAwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>
- Domingo, R., & Aguado, S. (2015). Overall environmental equipment effectiveness as a metric of a lean and green manufacturing system. *Sustainability (Switzerland)*, 7(7), 9031–9047. <https://doi.org/10.3390/su7079031>
- Durán, O., Capaldo, A., & s, P. A. D. (2018). Sustainable overall throughputability effectiveness (S.O.T.E.) as a metric for production systems. *Sustainability (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/su10020362>
- Elkington, J. (1997). *Cannibals With Forks*. Capstone Publishing Limited.
- Evans, S., Vladimirova, D., Holgado, M., van Fossen, K., Yang, M., Silva, E. A., & Barlow, C. Y. (2017). Business Model Innovation for Sustainability: Towards a Unified Perspective for Creation of Sustainable Business Models. *Business Strategy and the Environment*, 26(5), 597–608. <https://doi.org/10.1002/bse.1939>
- Gimenez, C., Sierra, V., & Rodon, J. (2012). Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.035>

- Goyal, A., Agrawal, R., & Saha, C. R. (2019). Quality management for sustainable manufacturing: Moving from number to impact of defects. *Journal of Cleaner Production*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118348>
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE. *Procedia CIRP*, 57, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.023>
- Hoekstra, A. Y. (2015). The sustainability of a single activity, production process or product. *Ecological Indicators*, 57, 82–84. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.04.022>
- Hutchins, M. J., & Sutherland, J. W. (2008). An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1688–1698. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.06.001>
- John W. Creswell. (2012). *Educational Research*.
- Kennedy, R. K. (2018). *Understanding, Measuring, and Improving Overall Equipment Effectiveness: How to Use OEE to Drive Significant Process Improvement*. CRC Press. <http://taylorandfrancis.com>
- Lean Enterprise Institute. (2008). *Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers*.
- Liker, J. K. (2021). *The Toyota Way 2nd Edition: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer*.
- Lubin, D. A., & Esty, D. C. (2010). *The Sustainability Imperative*.
- Mckenzie, S. (2004). *Social Sustainability: Towards Some Definitions*. <http://www.hawkecentre.unisa.edu.au/institute/>
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- 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>
- Muthiah, K. M. N., Huang, S. H., & Mahadevan, S. (2008). Automating factory performance diagnostics using overall throughput effectiveness (OTE) metric. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(7–8), 811–824. <https://doi.org/10.1007/s00170-006-0891-x>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*.
- Norman, W., & MacDonald, C. (2004). Getting to the Bottom of “Triple Bottom Line.” *Business Ethics Quarterly*, 14(2).
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.
- ONU. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Towards*.

- ONU. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Overview - Negócio - Corticeira Amorim, Líder Mundial Setor Cortiça*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.amorim.com/pt/negocio/overview/>
- 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>
- Pereira, J. S., Bugalho, M. N., & Caldeira, M. da C. (2015). *Cortiça: Cultura, Natureza, Futuro*.
- Pertsova, C. C. (2007). *Ecological Economics Research Trends*.
- Pusavec, F., Krajnik, P., & Kopac, J. (2010). Transitioning to sustainable production - Part I: application on machining technologies. *Journal of Cleaner Production*, 18(2), 174–184. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.08.010>
- Raju, S., Kamble, H. A., Srinivasaiah, R., & Swamy, D. R. (2022). Anatomization of the overall equipment effectiveness (OEE) for various machines in a tool and die shop. *Journal of Intelligent Manufacturing and Special Equipment*, 3(1), 97–105. <https://doi.org/10.1108/jimse-01-2022-0004>
- Rosen, M. A., & Kishawy, H. A. (2012). Sustainable manufacturing and design: Concepts, practices and needs. In *Sustainability* (Vol. 4, Issue 2, pp. 154–174). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su4020154>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*.
- Singh, R., Shah, D. B., Gohil, A. M., & Shah, M. H. (2013). Overall equipment effectiveness (OEE) calculation - Automation through hardware & software development. *Procedia Engineering*, 51, 579–584. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.082>
- Sobek, D. K., & Jimmerson, C. (2004). *A3 Reports: Tool for Process Improvement*.
- Sobre Nós - Corticeira Amorim*. (n.d.). Retrieved December 20, 2022, from <https://www.amorim.com/pt/corticeira-amorim/sobre-nos/>
- Somekh, B. (1995). The Contribution of Action Research to Development in Social Endeavours: a position paper on action research methodology. *British Educational Research Journal*, 21(3), 339–355. <https://doi.org/10.1080/0141192950210307>
- Stamatis, D. H. (2011). *The OEE Primer Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*.
- Suarez, J. A., García-Vallejo, M. C., & Cadahía, E. (2000). Presence of cork-taint responsible compounds in wines and their cork stoppers. In *Eur Food Res Technol* (Vol. 211). Springer-Verlag.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Thistlethwaite, G., Karagianni, E., Collins, A., Maccarthy, J., Thomas, H., Mullen, P., Kelsall, A., Bramwell, R., Wong, J., Quinn, P., & Walker, C. (2022). *2022 Government Greenhouse*

- Gas Conversion Factors for Company Reporting.*
www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/
- US EPA. (2022, September 29). *Lean & Environment Toolkit: Chapter 2.*
<https://www.epa.gov/sustainability/lean-environment-toolkit-chapter-2>
- US EPA. (2023, January 10). *Sustainable Manufacturing.*
<https://www.epa.gov/sustainability/sustainable-manufacturing>
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing.*
- Yik, L. K., & Chin, J. F. (2019). Application of 5S and Visual Management to Improve Shipment Preparation of Finished Goods. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 530(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012039>

APÊNDICE A: A3 DOS REVESTIMENTOS D, E E F



| | | | | | | | |
|-----------------|---|---------|---------|---|-------|----|------|
| Título | Revestimentos D, E e F na V&L | | | | Data: | | |
| | | | | | 22 | 10 | 2022 |
| Equipa: | Líder | Cliente | Sponsor | Equipa | | | |
| | Gil Dias | Suporte | V&L | Gil Dias, Telma Teixeira, Luis Cabrita, Ana Rita Santos | | | |
| Objetivo | Tornar a VL autónoma na produção do Revestimento D, diminuição de custos e redução do tempo de produção. Ter um processo otimizado para produzir Revestimento E e F e redução do tempo e custos associados. | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | |
|----------------------------|---|-----------|
| Sumário de Revistos | Previstos | Atingidos |
| | Melhorar a produção dos Revestimentos D, E e F | --- |
| Problema | <p>Revestimento D – Dependência de subcontratação, outra unidade industrial, no processo do Revestimento D; Fluxo inconstante que impede cumprimento de prazos de encomendas; Alto gasto de tempo e consumos energéticos elevados no setor.</p> <p>Revestimentos E e F – Processo desadequado à produção de rolhas com revestimento E e F nos dias de hoje (processo manual e secagem com recurso a um peneiro antiquado); Custos de energia elevados.</p> | |
| Situação atual | <p>Revestimento D Revestimento D realizado como prestação de serviços a um preço elevado noutra UI. Este processo acarreta custos como por exemplo transporte e mão de obra. Antes das rolhas serem enviadas são lavadas na V&L com uma lavação base e passadas na ROSA Evo o que aumenta os custos associados. A prestação de serviço tem um tempo de resposta elevado. Custos inerentes à subcontratação do serviço de lavação. Perda de tempo por parte dos operadores na carga e descarga do camião. Tempo de resposta ao cliente elevado face às restantes lavações realizadas na V&L. Os custos semanais rondam os 485€ na V&L.</p> <p>Revestimentos E e F Elevada dependência do trabalho de operadores. Perda de tempo por parte dos operadores em deslocações. Elevado pico de energia quando o peneiro está a trabalhar. As rolhas devem ser contadas antes de seguirem para a máquina da lavação base. As rolhas são lavadas em tamboradas de 20ML que posteriormente são secas no peneiro. O peneiro tem uma capacidade de 150ML pelo que demora cerca de 3h 45min a ficar totalmente carregado. Revestimento e secagem em 2 pontos distintos da V&L. Custo semanal a rondar os 780€.</p> | |
| | | |

Revestimento D

Revestimento E e F

Porquê? Porque o processo para produzir estes revestimentos é desadequado à atualidade e demaisado manual.

Porquê? Porque requer uma grande disponibilidade dos operadores, alta movimentação de cargas e elevados custos energéticos.

Porquê? Porque o peneiro de secagem fica longe da máquina de lavar rolhas e demora 3h 45min a ser totalmente cheio.

Porquê? Porque é antigo e desadequado ao mercado tecnológico existente.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|----|-----------------------------|-----------|-------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|--|-------------------|--------|----|---|
| Desempenho | Tipo | Id | Indicador de desempenho | KPI (Obj) | Atual | Objetivo | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Status | Seguimento dos critérios de estabilidade | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Duração (Min/Máx) | Status | | |
| | Sup. | 1 | Análise poupança energética | % | 100 | 100 | - | 25 | 55 | 89 | 100 | | | | | | | G | 4 | OK | | |
| | Sup. | 2 | Calcular ganhos processo | % | 100 | 100 | - | 30 | 70 | 100 | | | | | | | | G | 3 | OK | | |
| | Sup. | 3 | Custo benefício D | % | 100 | 100 | - | 30 | 70 | 100 | | | | | | | | G | 3 | OK | | |
| | Sup. | 4 | Custo benefício E e F | % | 100 | 100 | - | 30 | 70 | 100 | | | | | | | | G | 3 | OK | | |
| | Sup. | 5 | Qualidade dos testes | % | 90 | 100 | - | 21 | 50 | 87 | 93 | 100 | | | | | | G | 5 | OK | | |
| | Sup. | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sup. | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sup. | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Key (Effect): | | | | | | | | | | | | | | | | | Bom | G | Mau | R | OK | Y |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----|---|--------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|---|--|--|
| Plano de ações | Nº | Ações | Qualif | Escala de tempo | | | | | | | | | | Status | Efeito | | | | |
| | | | | jan22 | fev22 | mar22 | abr22 | mai22 | jun22 | jul22 | ago22 | set22 | out22 | nov22 | dez22 | jan23 | | | |
| | 1 | Análise de causas (Produção VS Prestação de serviços) | GD | | | | | | | | | | | | | | G | | |
| | 2 | Aquisição da máquina | GD | | | | | | | | | | | | | | B | | |
| | 3 | Colocação da máquina V&L | GD | | | | | | | | | | | | | | G | | |
| | 4 | Teste Lavagem | LN | | | | | | | | | | | | | | G | | |
| | 5 | Máquina em funcionamento | GD | | | | | | | | | | | | | | B | | |
| | 6 | Estudo do fluxo produção e otimização setor (Mx Lavagens) | LC | | | | | | | | | | | | | | B | | |
| | 7 | OEE | GD | | | | | | | | | | | | | | B | | |
| | 8 | Análise de benefícios e melhorias a implementar (< tempo payback) | GD | | | | | | | | | | | | | | G | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Key (Status & Effect): | | | | Bom | G | Mau | R | OK | Y | | | | | | | | | | |

7 Lições aprendidas

Um investimento pode levar à melhoria substancial do processo tanto para a própria produção como para o operador. A melhoria contínua é uma mais valia que deve estar presente no processo. A ergonomia e conforto dos operadores no trabalho, são grandes influenciadores da sua motivação;


5 Análise de causas

| | | | | | | | | |
|-------------|----------------------|---------|---------|----------------------|---------|--|------------------|--|
| PDCA | Aprovação do projeto | | | Validação do Projeto | | | Fecho do projeto | |
| | Líder | Cliente | Sponsor | Líder | Sponsor | | | |
| Inicio | --- | --- | --- | --- | --- | | | |
| Data | --- | --- | --- | --- | --- | | | |

APÊNDICE B: REGISTO DE PARAGENS - LAVAÇÃO

| AMORIM CORK | | <u>REGISTO DE PARAGENS - LAVAÇÃO</u> | | UI VL |
|--|-------|--------------------------------------|--------|-------------|
| | | | | Data: _____ |
| Paragens Planeadas (falta de rolhas, falta de operário, limpeza, etc.) | | | | |
| Máquina | Turno | Tempo de Paragem | Motivo | |
| 1 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 2 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 3 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 4 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Observações: | | | | |
| Paragens Não Planeadas (avarias) | | | | |
| Máquina | Turno | Tempo de Paragem | Motivo | |
| 1 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 2 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 3 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 4 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Observações: | | | | |

APÊNDICE C: REGISTO DE PARAGENS - REVESTIMENTOS

|  | | REGISTO DE PARAGENS - REVESTIMENTOS | | UI VL |
|---|-------|--|--------|--------------|
| | | | | Data: _____ |
| Paragens Planeadas (falta de rolhas, falta de operário, limpeza, etc.) | | | | |
| Máquina | Turno | Tempo de Paragem | Motivo | |
| 5 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 6 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Observações: | | | | |
| Paragens Não Planeadas (avarias) | | | | |
| Máquina | Turno | Tempo de Paragem | Motivo | |
| 5 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| 6 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Observações: | | | | |

APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

**AMORIM
CORK**

Este questionário tem como objetivo avaliar o grau de satisfação do operador em relação ao seu posto de trabalho e às atividades que executa diariamente.

É de extrema importância que as suas respostas sejam honestas e que correspondam à realidade para que as conclusões retiradas deste questionário sejam fidedignas e ajudem a organização a perceber onde atuar.

Não há respostas certas ou erradas, e pretende-se apenas uma opinião pessoal e sincera. O questionário é anónimo pelo que as respostas são confidenciais.

1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo, 3 = Não concordo, nem discordo, 4 = Concordo e 5 = Concordo Totalmente.


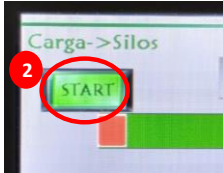

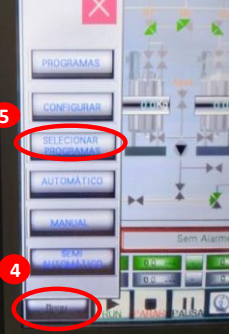
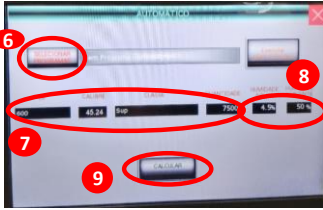
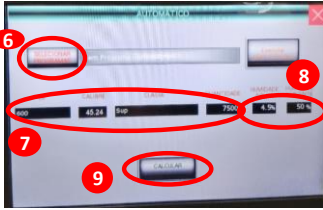
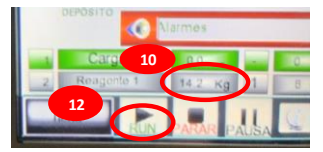
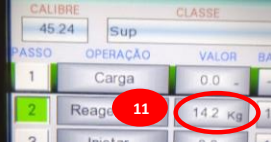

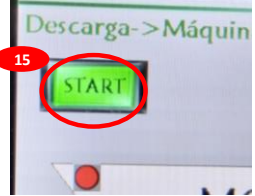
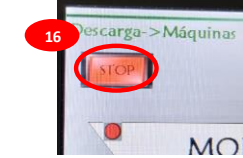
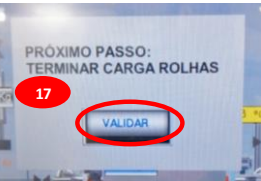
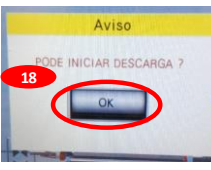

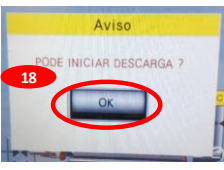



| Questões | Grau de Satisfação | | | | |
|--|--------------------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sinto-me confortável e tenho bem-estar físico no meu local de trabalho (por ex. temperatura adequada, iluminação, etc.). | | | | | |
| O meu local de trabalho é seguro e dispõe de ferramentas de controlo e resolução de acidentes. | | | | | |
| O trabalho diário é-me distribuído de forma equilibrada e clara. | | | | | |
| Disponho de todas as ferramentas necessárias para o correto desempenho da minha função. | | | | | |
| Sinto-me satisfeito(a) com o meu horário de trabalho. | | | | | |
| No geral, sinto-me motivado(a) e contente com o meu trabalho. | | | | | |

Obrigada pela colaboração!







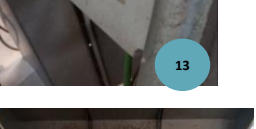


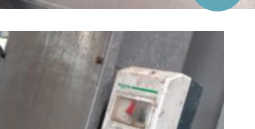


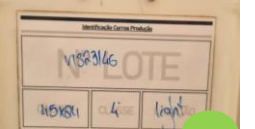


APÊNDICE E: PLACAS DE PRODUÇÃO

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------|-------------|----------|---------|----------|----------|-----|
| Notas da direção industrial | | | | Observações | | | | | |
| P a v i l h ã o | AMORIM CORK | | PRODUÇÃO | | | | CORK | | |
| | Nº Lote | | | Calibre | | Classe | | | |
| | CF | | | Quantidade | | Lavação | | | |
| | Seq. | Data Entrada | Setor | Data Saída | Detalhes | | | | |
| V | | SVE / 1ª EE | | | | | | | |
| | | SR I | | Tratam. | Humidif. | Posição | | | |
| & | | AM I | | Polir | | Topejar | | | |
| | | VSR | | Máquinas | | | | | |
| L | | SR II | | Tratam. | Humidif. | Posição | | | |
| | Resultado VSR/Reprocessamento | | | | | | | | |
| | | LAVAÇÃO I | | A | B | C | Enxag. | - | - |
| | | | P | P | P | P | P | P | |
| | | | C | C | C | C | C | C | |
| | | Controlo | | | | | | | |
| | | Visual | | | %HR | | | | |
| | | REVESTIMENTOS | | D | E | F | - | Controlo | |
| | | | P | P | P | P | | Visual | S&H |
| | | | C | C | C | C | | | |
| | ROSA EVO. | | Nº Passagem | | 1ª | 2ª | 3ª | 4ª | |
| | 2ª EE | | T.S. | 2 P. | 2 U. | 3 J. | Programa | | |
| | | | | | | | | | |
| | EMBALAGEM | | Destino | | | | | | |
| Colar Etiqueta | | | | | | | | | |

APÊNDICE F: INSTRUÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

| AMORIM CORK | | Instrução do Sistema de Abastecimento | | | CORK |
|----------------------------|--|---|-------|---------|-----------------|
| Unidade Industrial | | VL | Setor | Lavação | IT.VL.IND.052/1 |
| Nº da Operação | Descrição da Operação | | | | |
| Carga do "Silo" | | | | | |
| 1 | Selecionar a opção "Carga". |  | | | |
| 2 | Selecionar a opção "Start". |  | | | |
| 3 | Quando terminada a carga, selecionar a opção "Stop". |  | | | |
| Descarga do "Silo" | | | | | |
| 4 | Selecionar a opção "Menu". |  | | | |
| 5 | Clicar em "Selecionar programas". |  | | | |
| 6 | Clicar em "Selecionar programa". |  | | | |
| 7 | Colocar os vários parâmetros correspondentes ao lote (calibre, classe, quantidade). |  | | | |
| 8 | Medir parâmetro da humidade do lote antes da entrada na máquina e colocar o valor medido nos parâmetros. |  | | | |
| 9 | Selecionar a opção "Calcular". |  | | | |
| 10 | Validar a quantidade devolvida pelo sistema. |  | | | |
| 11 | Verificar os parâmetros de lavação da máquina (Botão i). |  | | | |
| 12 | Selecionar a opção "Run". |  | | | |
| 13 | Aguardar o posicionamento da máquina (Porta virada para cima). | | | | |
| 14 | Selecionar a opção "Descarga". |  | | | |
| 15 | Selecionar a opção "Start". |  | | | |
| 16 | Quando terminada a descarga, selecionar a opção "Stop". | | | | |
| 17 | Aguardar o que o tapete de descarga recolha e selecionar a opção "Validar". |  | | | |
| Descarga das rolhas | | | | | |
| 18 | No fim do programa, após abertura da máquina, selecionar a opção "OK". |  | | | |
| 19 | Quando terminada a descarga, selecionar a opção "Terminar Descarga" |  | | | |
| 20 | Quando o tambor recolher e tocar um aviso sonoro selecionar "OK". |  | | | |

APÊNDICE G: CARGA E DESCARGA DAS MÁQUINAS 1 E 2

| AMORIM CORK | | CARGA E DESCARGA DAS MÁQUINAS 1 E 2 | | | CORK |
|--|--|---|-------|---------|-----------------|
| Unidade Industrial | | VL | Setor | Lavação | IT.VL.IND.077/1 |
| Nº da Operação | Descrição da Operação | | | | |
| Carga do silo | | | | | |
| 1 | Transportar carros para a entrada da moega |  | | | |
| 2 | Iniciar a carga do silo conforme IT.VL.IND.033 |  | | | |
| 3 | Colocar o carro na moega e abrir raseira com auxílio da ferramenta |  | | | |
| 4 | Limpar etiquetas de identificação do carro |  | | | |
| 5 | Retirar carro da moega quando estiver vazio |  | | | |
| 6 | Repetir os passos 3, 4 e 5 até completar a carga do silo Garantir que todas as rolhas que se encontram na moega passam para a girafa com auxílio do rodo metálico |  | | | |
| Carga da máquina | | | | | |
| 7 | Iniciar a carga da máquina e programa segundo IT.VL.IND.052 |  | | | |
| 8 | Abastecer etiqueta MES Se for lote novo, arrancar nova OF (consultar IT.VL.IND.041) |  | | | |
| Descarga da máquina | | | | | |
| 9 | Após terminar a carga do silo, colocar cestos vazios junto da zona de descarga |  | | | |
| 10 | Abrir a porta da máquina na consola após fim do programa de lavação |  | | | |
| 11 | Colocar o tambor da máquina em posição de descarga, trancá-lo e abrir as portas. |  | | | |
| 12 | Ligar a aspiração e sugar todas as rolhas do tambor da máquina. |  | | | |
| 13 | Desligar a aspiração e fechar as portas. |  | | | |
| 14 | Declarar produção em MES Se fim de lote, encerrar OF (consultar IT.VL.IND.041) |  | | | |
| Descarga das rolhas para cestos | | | | | |
| 15 | Ligar o tapete de descarga e abrir a raseira do silo. |  | | | |
| 16 | Quando o cesto estiver cheio, desligar o tapete e trocar por um carro vazio. |  | | | |
| 17 | Repetir passos 15 e 16 até o silo ficar vazio. |  | | | |
| 18 | Preencher as etiquetas de identificação dos carros. |  | | | |
| 19 | Colocar a placa de produção no 1º carro e chapa de saída da máquina. |  | | | |
| 20 | Transportar os carros para a zona do stock de entrada da 2ªEE |  | | | |

NOTA: No caso de deteção de algum erro ou critério fora do descrito na instrução, contactar o líder de área e/ou equipa, pedindo de imediato a correção do assunto.

APÊNDICE H: CARGA E DESCARGA DAS MÁQUINAS 3 E 4

| AMORIM CORK | | CARGA E DESCARGA DAS MÁQUINAS 3 E 4 | | | CORK |
|--|--|---|---|---------|-----------------|
| Unidade Industrial | | VL | Setor | Lavação | IT.VL.IND.078/1 |
| Nº da Operação | Descrição da Operação | | | | |
| Carga do silo | | | | | |
| 1 | Transportar carros para a entrada da moega |  | | | |
| 2 | Iniciar a carga do silo conforme <u>IT.VL.IND.052</u> |  | | | |
| 3 | Colocar o carro na moega e abrir raseira com auxílio da ferramenta | | | | |
| 4 | Limpar etiquetas de identificação do carro |  | | | |
| 5 | Retirar carro da moega quando estiver vazio |  | | | |
| 6 | Repetir os passos 3, 4 e 5 até completar a carga do silo Garantir que todas as rolhas que se encontram na moega passam para a girafa com auxílio do rodo metálico |  | | | |
| Carga da máquina | | | | | |
| 7 | Iniciar a carga da máquina e programa segundo <u>IT.VL.IND.052</u> | | | | |
| 8 | Abastecer etiqueta MES Se for lote novo, arrancar nova OF (consultar <u>IT.VL.IND.041</u>) |  | | | |
| Descarga da máquina | | | | | |
| 9 | Colocar carros vazios na zona de descarga (9a máquina 3, 9b máquina 4) |  | | | |
| 10 | No fim do programa, proceder à descarga conforme <u>IT.VL.IND.052</u> |  | | | |
| 11 | Declarar produção em MES segundo <u>IT.VL.IND.041</u> |  | | | |
| Retirar carros | | | | | |
| Máquina 3 | 12a | Após a descarga abrir as portas da zona de descarga |  | | |
| | 13a | Com a ajuda de uma ferramenta retirar as rolhas das bordas dos carros |  | | |
| Máquina 4 | 12b | Ligar o tapete de descarga no botão verde e encher os carros |  | | |
| | 13b | Repetir passo 12b até esvaziar a banheira de descarga |  | | |
| | 14 | Preencher as etiquetas de identificação dos carros. |  | | |
| | 15 | Colocar a placa de produção no 1º carro e chapa de saída da máquina. |  | | |
| | 16 | Transportar os carros para a zona do stock de entrada da 2ªEE |  | | |
| OUTRAS OBSERVAÇÕES | | | | | |
| --- | | | | | |
| --- | | | | | |
| NOTA: No caso de deteção de algum erro ou critério fora do descrito na norma, contactar o líder de área e/ou equipa, pedindo de imediato a correção do assunto. | | | | | |

APÊNDICE I: SEQUENCIAÇÃO OTIMIZADA DA OPERAÇÃO LAVAÇÃO

Instrução IT.VL.IND.079 / 1

Amorim Cork

Sequenciação otimizada da operação Lavação

AMORIM

| Categorização do Documento | |
|--|-----------------------|
| Unid.Industrial | VL |
| Departamento | Produção |
| Tipo de Documento | INSTRUÇÃO DE TRABALHO |
| - | |
| <p>1. Objetivo</p> <p>Definição da sequenciação otimizada das cargas e descargas das máquinas da lavação após arranque.</p> | |
| <p>2. Procedimento</p> <p>2.1. Máquinas 1 e 2</p> <p>1) Proceder à carga dos silos de abastecimento assim que a máquina iniciar o programa de lavação.</p> <p>2) Proceder à descarga da máquina aquando do término de programa (aviso sonoro).</p> <p>3) Mal termine a descarga das rolhas para o silo, iniciar a carga da máquina através dos silos de abastecimento previamente cheios.</p> <p>4) Após a máquina estar carregada, iniciar o programa de lavação.</p> <p>Nota: O tempo total dos passos 2, 3 e 4 não deve exceder os 15 minutos</p> <p>5) Após a máquina entrar em funcionamento novamente, proceder à descarga do silo para carros.</p> <p>Nota: Para carga e descarga das máquinas 1 e 2 seguir IT.VL.IND.077</p> <p>2.2. Máquinas 3 e 4</p> <p>1) Proceder à carga do silo de abastecimento assim que a máquina iniciar o programa de lavação.</p> <p>2) Proceder à descarga da máquina aquando do término de programa (aviso sonoro).</p> <p>3) Mal termine a descarga das rolhas, iniciar a carga da máquina através do silo de abastecimento previamente cheio.</p> <p>4) Após a máquina estar carregada, iniciar o programa de lavação.</p> <p>Nota: O tempo total dos passos 2, 3 e 4 não deve exceder os 20 minutos</p> <p>5) Após a máquina entrar em funcionamento novamente, proceder à retirada dos carros para máquina 3 ou descarga da bacia da máquina 4.</p> <p>Nota: Para carga e descarga das máquinas 3 e 4 seguir IT.VL.IND.078</p> | |

APÊNDICE J: SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO - REVESTIMENTOS

| AMORIM CORK | | SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO - REVESTIMENTOS | | | CORK MAIS | |
|---|--|--|---------------|-----------------|-----------|--|
| Unidade Industrial | VL | Setor/ Máquina | Revestimentos | IT.VL.IND.073/1 | | |
| Nº da Operação | Descrição da Operação | | | | | |
| 1 | Abrir a raseira do tapete horizontal de alimentação tendo em conta a máquina que se deseja carregar. | | | | | |
| 2 | Iniciar o tapete da moega que se deseja carregar. | | | | | |
| 3 | Iniciar o tapete horizontal. | | | | | |
| 4 | Iniciar o tapete vertical. | | | | | |
| 5 | Quando terminar a carga, parar os tapetes pela ordem inversa e fechar a raseira. | | | | | |
| OBSERVAÇÕES | | | | | | |
| No caso de deteção de algum erro ou critério fora do descrito na norma, contactar o líder de área e/ou equipa, pedindo de imediato a correção do assunto. | | | | | | |

APÊNDICE K: REVESTIMENTOS – INSTRUÇÃO MÁQUINAS 5 E 6

| AMORIM CORK | | Revestimentos - Instrução Máquinas 5 e 6 | | | CORK MAIS |
|--|--|--|---------------|-----------------|-----------|
| Unidade Industrial | VL | Setor | Revestimentos | IT.VL.IND.075/1 | |
| Nº da Operação | Descrição da Operação | | | | |
| 1 | Selecionar a máquina desejada. | | | | |
| 2 | Selecionar "Menu". | | | | |
| 3 | Selecionar "Selecionar programas" | | | | |
| 4 | Selecionar "Selecionar programa". | | | | |
| 5 | Escolher o programa pretendido. | | | | |
| 6 | De volta ao menu, selecionar o calibre das rolas a revestir em "calibre". | | | | |
| 7 | Em "Nº Rolhas" introduzir a quantidade de rolas a revestir na máquina, respeitando a tabela calibra/quantidade de rolas da IT.VL.IND.012 | | | | |
| 8 | Selecionar "Executar". | | | | |
| 9 | Selecionar o botão "Run". | | | | |
| Nº da Operação | Descrição da Operação | | | | |
| 10 | Esperar que apareça o aviso e verificar que a porta de carga da máquina abriu. | | | | |
| 11 | Abrir a raseira da moega. Após terminar a carga, fechar a raseira. | | | | |
| 12 | Após o fecho das raseiras, validar fim de carga (confirmar que a porta ficou devidamente fechada). | | | | |
| 13 | Após a finalização do programa carregar em "OK" para a máquina iniciar a descarga. Quando a descarga termina (após 6 minutos do passo anterior) carregar em "OK" para dar o processo como concluído. | | | | |
| <p>No caso de deteção de algum erro ou critério fora do descrito na norma, contactar o líder de área e/ou equipa, pedindo de imediato a correção do assunto.</p> | | | | | |