

**Melhoria da eficiência operacional numa linha de produção na
Amorim Revestimentos, S.A**

João Miguel Parreira Bulhões

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Barros Basto

Orientador na Amorim Revestimentos S.A.: Eng. António Sérgio



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2013-07-03

Melhoria da eficiência operacional numa linha de produção

a Ti que me construiste,

Resumo

A cada dia que passa, o mercado atual é mais competitivo e caracterizado pela constante preocupação em inovar e satisfazer as necessidades dos clientes. As margens de lucro são cada vez mais reduzidas e a saturação do setor industrial, com as barreiras impostas pelas mais diversas políticas governamentais, resultam no desaparecimento de muitas empresas.

É neste contexto de instabilidade e sufoco económico que é imprescindível desenvolver modelos de gestão capazes de garantir a continuidade das empresas no mercado. Potencializar os recursos internos, reduzir custos e aumentar a produtividade com o mínimo investimento ou com retorno a curto prazo são as premissas de qualquer empresa que vise a sobrevivência.

O *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* é uma métrica industrial que revela o grau de eficiência dos recursos internos das organizações. Este indicador, aliado a indicadores económicos e financeiros, assume-se como uma ferramenta indispensável no controlo dos processos de trabalho de cada organização. É através de um aumento do indicador de *OEE* que há uma racionalização dos recursos da empresa e consequentemente dos custos associados ao processo produtivo. Esta otimização da função produção reduz os custos de fabrico associados aos produtos e origina uma vantagem competitiva nas empresas, já que, mantendo as mesmas margens de lucro, conseguem apresentar produtos com menores custos de venda. No prisma dos clientes, os seus produtos passam assim a apresentar maior valor.

Este desígnio trata da evolução sustentada do *OEE*, através da aplicação de metodologias *LEAN* e da análise de projetos de investimento com retorno a curto prazo. Para ocorrer um aumento do *OEE* e da capacidade produtiva também se recorreu à aplicação de técnicas de gestão de sistemas automatizados bem como a ferramentas de apoio operacional de baixo custo.

Fruto da habitual inércia a tudo o que é diferente, ao longo do presente projeto foram aplicadas técnicas de apoio à mudança de paradigmas e à reorganização de processos tidos como estabelecidos e permanentes no tempo.

Palavras-Chave: *OEE, SMED, 5S, PDCA, Busca Tabu, Lean, Manutenção, eficiência, produção, intuição coletiva, ritmo nos processos, comportamentos políticos.*

Abstract

Day by day current market is more and more competitive and characterized by constant worry to innovate and meet the customer's needs. Profit margins are dwindling and the saturation of the industrial sector coupled with the barriers imposed by several government policies result in the disappearance of many companies.

It is in this context of economic instability that it is essential to develop management models capable of ensuring the continuity of firms. Leverage internal resources, reduce costs and increase productivity with minimal investment or short term return are the premises of any company that aims to survive.

The Overall Equipment Effectiveness (OEE) is an industry metric that reveals the degree of efficiency of internal resources of organizations. This indicator applied with economic and financial indicators is assumed as an indispensable tool in the control of work processes in each organization. It is through an increase in OEE indicator that there is a streamlining of the company's resources and consequently in the costs of the production process. This optimization of the production function reduces manufacturing costs and gives a competitive advantage in business since the company can maintain the same profit margins with lower selling costs. In what concerns to costumers, their products have a higher value than the products of competitors.

This plan addresses the sustained evolution of OEE by applying LEAN methodologies and analysis of investment projects with short-term return. The application of management techniques and automated support tools with low operating costs are also applied.

In order to end with common inertia to change, a lot of techniques were applied to support change of paradigms, habits and to reorganize processes taken for granted and permanent in time.

Keywords: OEE, SMED, 5S, PDCA, Tabu Search, Lean, Maintenance, efficiency, production, collective intuition, processes rhythm, political behaviors.

Agradecimentos

À Amorim Revestimentos S.A., na pessoa do *Eng.* António Sérgio, incedível e um exemplo pelo acompanhamento contínuo, pela confiança e pelos ensinamentos transmitidos. Ao Cruz, ao Hélder, ao Aires, ao Vitor, ao Zé e ao Ramada, por facilitarem a minha integração na empresa e pela preocupação constante em melhorar. À Raquel e ao Manel, pelo dia a dia. A todos os restantes colaboradores que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, na pessoa do *Eng.* José Barros Basto, pela disponibilidade e interesse demonstrados em vários momentos ao longo deste desígnio. Ao *Eng.* Paulo Abreu igualmente pela disponibilidade demonstrada na transmissão de conhecimentos relevantes ao projeto.

Ao diretor do MIEIG, *Eng.* Falcão e Cunha, pelo exemplo de liderança no papel preponderante de desenvolver e preparar pessoas capazes de fazer evoluir o tecido empresarial português.

A todos os meus amigos que em algum momento partilharam comigo este caminho.

Aos cinco, por todos os momentos vividos que jamais esquecerei.

Aos meus pais, irmão e irmã, por terem estado sempre presentes, porque sem eles nada disto seria possível.

Aos meus primos e restante família, porque sei que estarão sempre a acompanhar-me.

Índice de Conteúdos

Introdução.....	1
1.1 Apresentação da Amorim Revestimentos, S.A.	1
1.2 Apresentação do projeto	2
1.3 Metodologia seguida	2
1.4 Temas abordados e organização do presente relatório	4
2. Estado da arte do setor industrial a nível mundial	5
2.1 Pensamento Industrial	5
2.2 Duas vantagens competitivas	6
2.3 Metodologias usadas para o desenvolvimento da vantagem operacional	7
2.3.1 <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	7
2.3.2 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	8
2.3.3 <i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i>	10
2.3.4 5S's	11
2.3.5 Manutenção corretiva, preventiva e preditiva	12
2.3.6 Gestão Visual	12
2.3.7 Sistemas de informação de apoio operacional	13
2.3.8 Busca Tabu	13
2.3.9 Momento de alavanca	13
2.3.10 Sequenciamento.....	13
2.3.11 Efeito de Hawthorne	13
3. Apresentação e caracterização do problema.....	14
3.1 Processo produtivo da Amorim Revestimentos S.A.	14
3.2 Produto da Amorim Revestimentos S.A.	16
3.3 Apresentação da Linha de Lixagem	16
4. Conhecer – Situação Inicial da Linha de Lixagem	19
4.1 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	19
4.1.1 Perdas de disponibilidade	19
4.1.2 Perdas de rendimento	21
4.1.3 Perdas de qualidade.....	22
4.1.4 Índice Geral de Eficiência	23
5. Oportunidades de Melhoria – Aplicação da Metodologia CCIV	25
5.1 Oportunidades de melhoria que afetam a capacidade do processo produtivo	25
5.1.1 Velocidade dos robôs de entrada	25
5.1.2 Sequenciamento da alimentação da linha	27
5.2 Oportunidades de melhoria que afetam o <i>OEE</i>	28
5.2.1 Arranque da linha – Aplicação da Metodologia SMED	28
5.2.2 Substituição das lixas – Aplicação da Metodologia SMED	31
5.2.3 Substituição das lixas – Base de Dados de Apoio Operacional	34
5.2.4 Arrumação, Organização, Limpeza – Aplicação da metodologia 5S's	34
5.2.5 Substituição do tapete	38
5.2.6 Manutenção da linha – Plano de MPT.....	39
5.2.7 Paletes singulares	43
5.2.8 Trajetória dos robôs.....	47

6. Resultados.....	48
7. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	50
Referências	51
ANEXO A: Amorim Revestimentos, S.A. – Relatório de Contas Consolidados – Exercício de 2012.....	53
ANEXO B: Amorim Revestimentos, S.A. – Estrutura Organizacional	54
ANEXO C: PDCA	55
ANEXO D: Perdas de produção durante períodos de desaceleração e aceleração	56
ANEXO E: Dados para o cálculo do índice de rendimento.....	57
ANEXO F: Dados para o cálculo do índice de qualidade por tipo de produto	58
ANEXO G: Cálculo do torque aplicado no eixo A2 no Robô 1 e 2	59
ANEXO H: Programa aplicado no transbordador de carga e descarga que define a entrada destino da palete	60
ANEXO I: Programa aplicado no transbordador de carga e descarga responsável pela definição do instante em que a palete passa da zona de carga para o transbordador	64
ANEXO J: Modo operativo de fecho da linha de lixagem.....	66
ANEXO L: Modo operativo de arranque da linha de lixagem	67
ANEXO M: Folha de Registo da mudança de lixa	68
ANEXO N: Modo operativo de troca de <i>SPT</i> para dois operadores.....	69
ANEXO O: Modo operativo de troca de <i>SPT</i> para um operador.....	70
ANEXO P: Base de dados de apoio operacional.....	71
ANEXO Q: Projeto do novo layout da linha de lixagem	72
ANEXO R: Exemplos práticos da aplicação da metodologia 5S's.....	73

Glossário

Bottleneck – Estação gargalo.

CCIV (Conhecer, Conceber, Implementar, Validar) – Metodologia desenvolvida no decorrer deste projeto que tem como base a metodologia *PDCA*.

Gemba – Termo industrial japonês que designa o local onde a ação ocorre.

MPT – Termo utilizado na Amorim Revestimentos S.A. para todas as tarefas de manutenção autónoma.

MTBF (Mean Time Between Failure) – Tempo médio estimado entre falhas.

PDCA (Plan, Do, Check, Act) – Método iterativo de gestão utilizado para o controlo e melhoria contínua dos processos e dos produtos.

SMED (Single minute exchange of die) – Metodologia aplicada na indústria para reduzir o tempo de preparação das máquinas, equipamentos e linhas de produção.

WIP (Work in process) – Produtos ainda em fase de processamento.

Índice de Figuras

Figura 1 - Enquadramento da Amorim Revestimentos S.A. na estrutura da Amorim Investimentos e Participações, S.G.P.S., S.A.	1
Figura 2 - Metodologia adotada para a resolução de problemas - Baseado na metodologia PDCA (Werkema 1995)	3
Figura 3 - Dezasseis Grandes Perdas de Eficiência (Baseado em Venkatesh 2007).....	7
Figura 4 - Estratificação do tempo para cálculo do <i>OEE</i> (Baseado em Godfrey, P. 2002)....	8
Figura 5 - SMED (Fonte: Shingo, 1985)	10
Figura 6 - Etapas da metodologia 5S's (Baseado em Hirano 1993)	11
Figura 7 - Processo Produtivo da Amorim Revestimentos S. A.	14
Figura 8 - Principais produtos da marca Wicanders® (Fonte: <i>Wincaders website - 2013</i>)	16
Figura 9 – Linha de Lixagem, Componentes, Unidade de São Paio de Oleiros, Amorim Revestimentos S.A.	17
Figura 10 - Fluxo produtivo da linha de lixagem	18
Figura 11 - Paragens não planeadas	19
Figura 12 - Percentagem associada a cada local de avaria	20
Figura 13 - Principais avarias incidentes nas Lixadeiras 1 e 2	20
Figura 14 - Índice de rendimento geral e para cada tipo e tamanho de material	22
Figura 15 - Índice de qualidade geral e para cada tipo e tamanho de material	22
Figura 16 - <i>Overall Equipment Effectiveness</i> da linha de lixagem.....	23
Figura 17 – Quadro de comunicação à linha de lixagem	24
Figura 18 - Ferramenta de alimentação do Robô 1	25
Figura 19 – Robô 1	26
Figura 20 – Robô 2	26
Figura 21 - Tempo em minutos por cada operação de arranque da linha de lixagem.....	28
Figura 22 - Valores comparativos antes e depois da aplicação do SMED	30
Figura 23 - Tempo de substituição das lixas por nº de operação de troca.....	31
Figura 24 - Nº de ocorrências de cada combinação de substituição das lixas.....	32
Figura 25 -Tempo por cada operação de troca SPT	32
Figura 26 - Tempo por cada operação de troca SPT após SMED.....	33
Figura 27 - Tempo por cada operação de substituição das lixas	34
Figura 28 - Etiquetas Vermelhas	35
Figura 29 - Processo de seleção.....	35
Figura 30 - Processo de Organização	36
Figura 31 – Processo de limpeza	37

Figura 32 - Quadro MPT – Semana 23	40
Figura 33 - Cartões pequenos e grandes com o mesmo número - tarefas a realizar com a linha em funcionamento ou parada.....	41
Figura 34 - Instrução de trabalho do plano de MPT.....	42
Figura 35 - Análise do tempo de retorno do investimento	46
Figura 36 – Trajetórias de alimentação de R1 e R2	47
Figura 37 - Evolução do <i>OEE</i>	48
Figura 38 – Comparação entre a situação inicial e a situação final.....	49

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Perdas que afetam o <i>OEE</i>	9
Tabela 2 - Tempo de ciclo em segundos por cada lote de 8 placas que abastecem a linha por cada movimento dos robôs	21
Tabela 3 - Comparação do tempo de ciclo em segundos por cada lote de 8 placas que abastecem a linha em cada movimento dos robôs	26
Tabela 4 - Tempos de ciclo em segundos consoante as entradas escolhidas para alimentar a linha de lixagem	27
Tabela 5 - Principais problemas, causas e ações corretivas do processo de arranque.....	29
Tabela 6 - Situação ideal de produção	44
Tabela 7 - Situação para uma palete singular	45
Tabela 8 - Situação em análise	45
Tabela 9 - Análise do investimento necessário para colmatar o ponto 4	45
Tabela 10 - Estimativa dos ganhos tangíveis por semana	49

Introdução

1.1 Apresentação da Amorim Revestimentos, S.A.

Formada em Janeiro de 1996, a empresa Amorim Revestimentos S.A. (AR) surgiu da fusão das empresas Ipecork – Indústria de Pavimentos e Decoração, S.A. e da Inacor – Indústria de Aglomerados de Cortiça, S.A.. A atividade de negócio da AR prende-se à produção e comercialização de revestimentos com cortiça.

Como se pode constatar pela Figura 1, que se apresenta em seguida, a AR assume-se como parte integrante da área de negócios de revestimentos da Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A. que representa o ramo industrial da Amorim Investimentos e Participações.

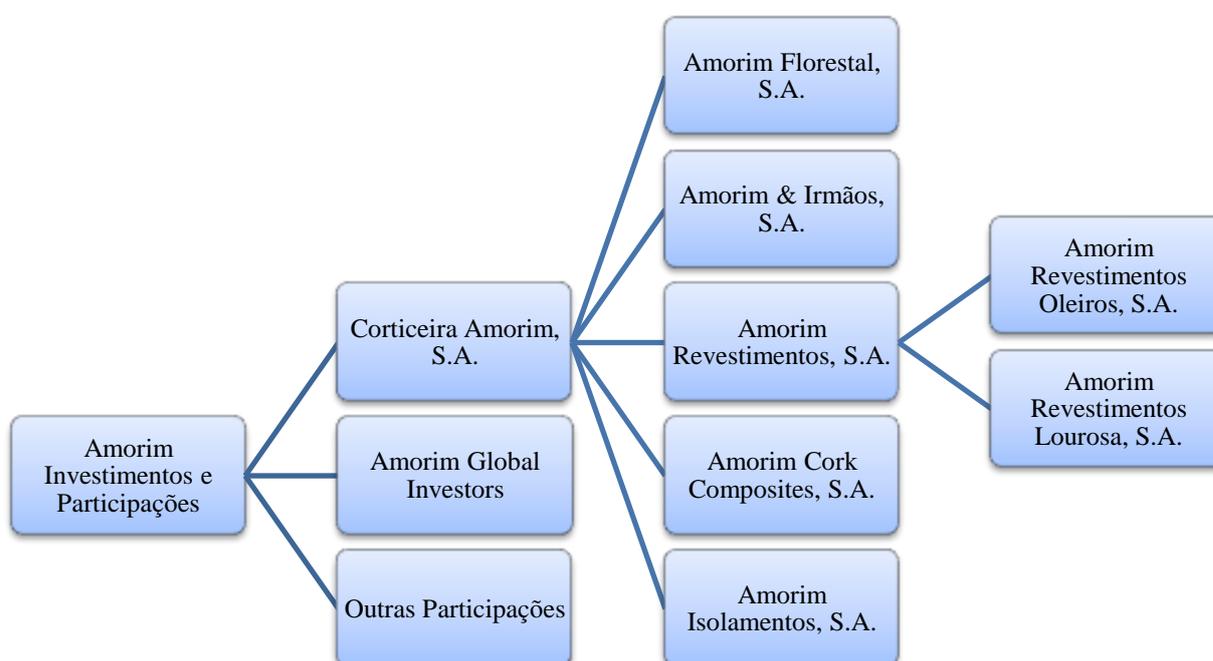


Figura 1 - Enquadramento da Amorim Revestimentos S.A. na estrutura da Amorim Investimentos e Participações, S.G.P.S., S.A.

A AR engloba, atualmente, duas unidades industriais localizadas em Portugal: a Amorim Revestimentos Lourosa (ARL) e a Amorim Revestimentos Oleiros (ARO), ambas pertencentes ao concelho de Santa Maria da Feira.

Com um volume de negócios na ordem dos 127 milhões de euros no ano de 2012, anexo A, e uma quota de mercado de 65%, a AR é a líder de mercado a nível mundial na produção e distribuição de revestimentos em cortiça e cortiça com madeira.

A missão da AR prende-se a uma gestão profissional do seu portfólio de negócios, de forma a maximizar a criação sustentável de valor, procurando a excelência na qualidade dos seus produtos e serviços em permanente harmonia com a natureza. Orientação para o mercado, criação de valor, responsabilidade e a constante motivação dos recursos humanos assumem-se, assim, como os valores pilares que alicerçam a empresa. A AR, através de um forte

empenho na área de inovação e desenvolvimento visa consolidar a posição de líder mundial no setor, preocupando-se sempre em diversificar a sua gama de produtos para assegurar um crescimento sustentado. Para este efeito, o Sistema de Gestão da Qualidade da AR obedece aos requisitos da norma NP EN ISO 9001:2008, “Sistemas de Gestão da Qualidade-Requisitos”, aplicáveis.

Ao nível da estrutura organizacional, anexo B, a AR é composta por 650 colaboradores e encontra-se dividida em 7 grandes áreas geridas por uma Direção Geral que conta com a assistência da Direção Executiva, do Departamento dos Recursos Humanos e Serviços Sociais (RHSS) e do Departamento Financeiro, Sistemas de Informação e Controlo de Negócio (FSICN). O projeto inseriu-se substancialmente na área das Operações, mas acabou por promover a transversalidade entre os Departamentos de Desenvolvimento e Qualidade, Logística, Componentes, Engenharia e Manutenção, transversalidade essa necessária para serem tomadas decisões mais assertivas que levem ao aumento dos índices gerais de eficiência operacional da linha de produção em questão.

1.2 Apresentação do projeto

O objetivo do problema proposto era muito claro: aumentar a eficiência operacional da linha de lixagem de revestimentos com cortiça. A linha de lixagem assume-se como ponto de estrangulamento e limita a capacidade de todo o processo produtivo, aumentando o tempo de ciclo e colocando dificuldades ao cumprimento dos planos de produção, obrigando a aumentar, inúmeras vezes, o nível de *stock* *WIP*. Eliminar este ponto de estrangulamento torna-se, assim, essencial para reduzir os custos de inventário e os prazos de entrega aliando o aumento da eficiência ao aumento da satisfação sentida pelos seus clientes.

Para implementar boas medidas, torna-se imprescindível uma boa análise dos dados e para uma boa análise dos dados é necessário medir, recolher dados corretamente, desenvolver ferramentas que não tenham como objetivo a simples medição comum de variáveis, mas sim ferramentas que alicercem e que sirvam para fomentar a melhoria contínua, foco principal desta iniciativa.

Em suma, tomar medidas que levem ao crescimento sustentado dos indicadores de eficiência que não impliquem quaisquer custos ou custos excessivos de implementação, sem colocar em causa a qualidade e os prazos de entrega dos produtos, acaba por ser a atividade *core* do presente projeto.

1.3 Metodologia seguida

A base da metodologia CCIV assenta nos princípios do modelo PDCA, tal como se pode constatar pela figura 2.

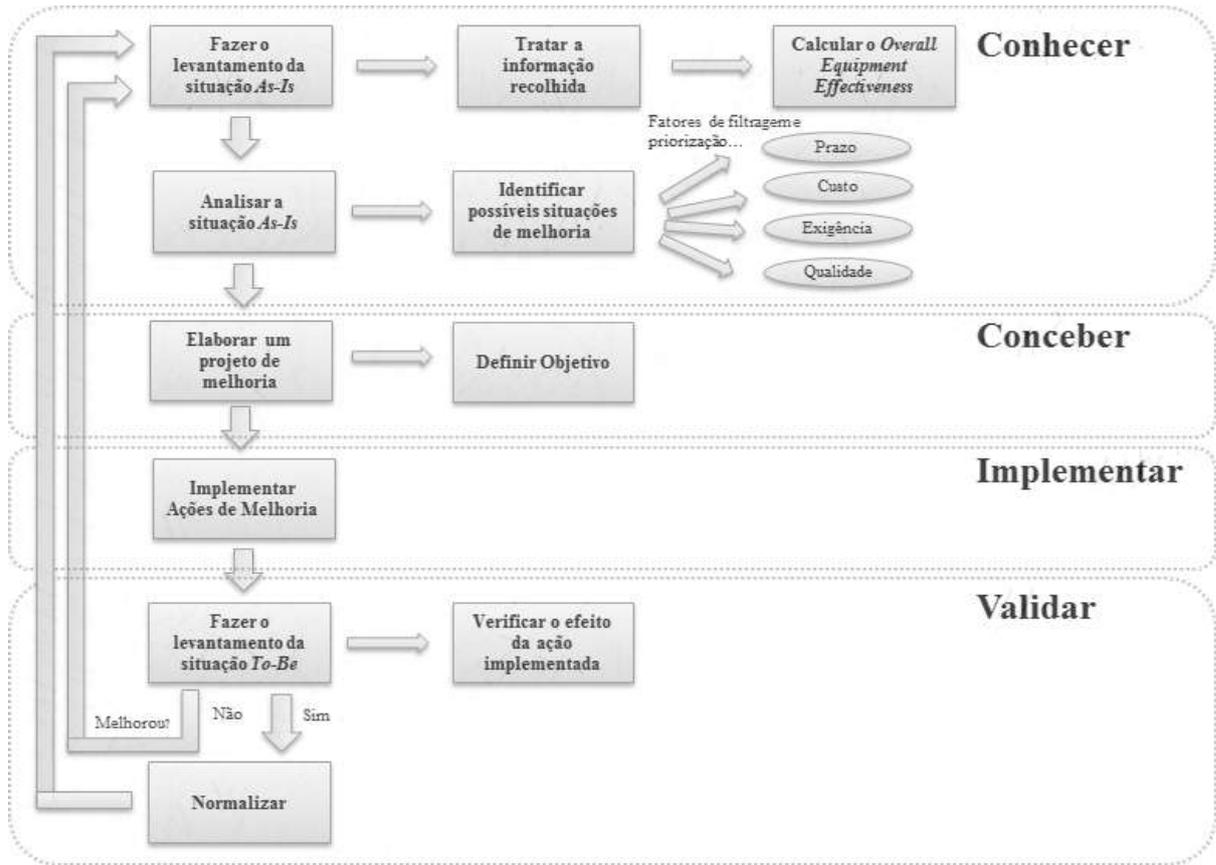


Figura 2 - Metodologia adotada para a resolução de problemas - Baseado na metodologia PDCA (Werkema 1995)

A metodologia seguida (CCIV) assenta na filosofia PDCA, “o caminho para as metas” (Campos 1992) e baseia-se na criação de um ciclo contínuo na busca da melhoria da qualidade nos processos em que cada ponto de chegada se torna num novo ponto de partida, como se pode constatar pela figura que consta no anexo C (Werkema 1995).

O conhecimento é a primeira fase da metodologia e consiste, em primeira instância, em fazer o levantamento dos dados relativos à situação inicial, tratar a informação recolhida e calcular o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Após o cálculo do indicador de eficiência geral e consequentemente dos indicadores de disponibilidade, rendimento e qualidade, analisam-se os dados referentes à situação inicial e à identificação de melhorias potenciais. Viabilidade das medidas, tempo e custo de execução, qualidade dos produtos e exigência do processo de melhoria foram os fatores escolhidos para filtrar e priorizar as possíveis oportunidades de melhoria.

A segunda fase é a fase respeitante à conceção de um projeto de melhoria. É elaborado um projeto e definido um objetivo a atingir com essa medida. De notar que quanto melhor for a relação entre todos os departamentos, mais fácil é o acesso à informação e a perceção do impacto da medida a ser implementada sobre cada área torna-se mais clara.

A terceira fase, fase da implementação, é a fase na qual se põe em prática o plano elaborado anteriormente. Em muitos casos esta fase requer o treinamento de colaboradores e por esse motivo é importante desenvolver estratégias de motivação que levem os operadores a terem menos resistência à mudança e que sintam a vontade permanente em melhorar.

Em quarto lugar ocorre a validação da ação de melhoria. Este processo de validação contém uma etapa de verificação da situação após a implementação da medida e uma etapa de normalização, ponto de chegada e ponto de partida da fase seguinte do planeamento. Caso não se verifiquem quaisquer melhorias, não ocorre a etapa de normalização e inicia-se novamente o ciclo de planeamento.

1.4 Temas abordados e organização do presente relatório

No capítulo 1 apresenta-se, de uma forma sucinta, a história da Amorim Revestimentos, S.A., a área de negócio em que está envolvida, o volume de negócios, a sua posição no setor, a missão, a visão e os valores nos quais a filosofia da empresa assenta. De seguida faz-se uma apresentação do projeto, descrevendo o problema proposto e clarificando os objetivos pretendidos. Por fim, aborda-se a metodologia seguida para identificação e resolução dos problemas que iam decorrendo ao longo do tempo.

No capítulo 2 ocorre a fundamentação teórica das metodologias mais vanguardistas do setor industrial. Todas as medidas tomadas na prática terão por base, de forma direta ou indireta, o estado da arte relativo a este setor. Inicialmente, parte-se de um prisma mais geral do pensamento industrial e converge-se para o problema proposto, espelhando a sua importância e impacto a um nível mais global. Ainda neste capítulo, são fundamentadas teoricamente todas as metodologias afetas à resolução de problemas. É também descrita a postura a ter para facilitar os processos usualmente demorados de tomada de decisão.

O capítulo 3 é dedicado à apresentação detalhada do processo produtivo da AR, do produto e do principal alvo de melhoria, a linha de lixagem.

O capítulo do conhecimento, o capítulo 4, trata de descrever a situação inicial da linha de lixagem. Para esse efeito, são identificadas as perdas de disponibilidade da linha, as perdas de rendimento e as perdas de qualidade que combinadas resultam na obtenção do *OEE*.

No capítulo 5, ocorre a aplicação da metodologia CCIV a todas as oportunidades de melhoria identificadas. Esta secção corresponde ao conhecimento das possíveis oportunidades de melhoria, à conceção de um plano de ação e à implementação desse plano. Por fim, após a análise e verificação dos resultados da medida implementada, ocorre o processo de validação. Se validada, a medida será normalizada.

No capítulo 6 ocorre uma apresentação geral dos resultados obtidos de todas as medidas implementadas.

Na última secção estão espelhadas as conclusões relativas a este projeto.

Na secção dos anexos encontram-se documentos importantes elaborados ao longo do projeto, bem como documentos que servem como apoio ao presente documento.

2. Estado da arte do setor industrial a nível mundial

Na sociedade hodierna, regida pela constante inovação e conseqüentemente por mercados de alta velocidade, torna-se fundamental reduzir cada vez mais a distância entre o conhecimento praticado nas indústrias e as técnicas mais vanguardistas inerentes ao conhecimento científico. De facto, atualmente, diminuir a distância entre estas referências permite manter os parâmetros de competitividade a um nível mais elevado, proporcionando à empresa uma melhor posição no mercado, bem como o assegurar a sua permanência no mesmo.

Posto isto, afirma-se como essencial alicerçar todas as técnicas aplicadas no *gemba* através de uma fundamentação teórica inserida no contexto atual da indústria. Só através de uma base sólida se poderá criar um trampolim para novas descobertas, aplicando o conhecimento científico existente e diversificando-o para modelos adaptados às diferentes situações da realidade. Esta nova adaptação, se correta, gera mais conhecimento que será o novo ponto de partida para o ciclo entre a teoria e a prática, fornecendo a esta dicotomia todas as condições para se atingir o equilíbrio rumo ao sucesso. Em suma, este capítulo constitui, na realidade, um auxílio à melhoria e desenvolvimento de novos conceitos, paradigmas e postulados, fazendo jus ao conhecimento vanguardista atual.

2.1 Pensamento Industrial

“Hoje melhor do que ontem, amanhã melhor do que hoje” (Imai 2004). Com pouco fazer muito. Cada dia melhor que o anterior. São estes os preâmbulos de uma empresa que quer ser líder ou, pelo menos, continuar competitiva. Não parar. Não desistir. Não ficar estagnado e preso a vitórias transatas. Não correr sempre atrás dos concorrentes, mas tomar decisões estratégicas que permitam adivinhar o futuro e passar para a frente. Como? Inventando-o (Gasch e Kay 1996).

Para os gerentes das empresas exercerem uma gestão de topo, têm de alienar a dicotomia entre o “onde se quer chegar” e o “como chegar” de modo a criarem um fluxo contínuo de vantagens competitivas, vantagens sempre assumidas como provisórias e nunca definitivas, dado que a solução para hoje não será a mesma de amanhã (Prokesch 1997).

De facto, nos mercados atuais, caracterizados pela alta velocidade e pela permanente mudança, torna-se difícil pensar nesta dicotomia e assume-se como evidente o aumento do risco, já que as tomadas de decisão nem sempre são as mais assertivas (Cusumano e Markides 2002). Sendo assim, devem ser seguidas medidas que fomentem um bom processo decisório num curto espaço de tempo, um processo decisório eficaz, de alta qualidade e com um apoio generalizado.

A ocorrência de reuniões regulares focadas no mesmo objetivo conduz as empresas a uma miopia empresarial cada vez menor, reduzindo, em larga escala, a probabilidade de negligenciar uma decisão (Levitt 1960).

Medidas como incutir o conceito de intuição coletiva no seio empresarial criam um sentido de insatisfação contínua pelo produto e fazem com que a discussão de novas ideias de o melhorar seja algo sempre presente na essência daquilo que tem de ser feito. (Nicolas 2004).

Um espírito de intuição coletiva bem desenvolvido aumenta o sentido de destruição criativa, fomentando a inovação e o número de vantagens competitivas da empresa em relação aos concorrentes (Abernathy e Clark 1985).

O valor deste coletivo é tanto maior quanto maior for a diversidade das opiniões. Para este efeito, a obtenção de opiniões diferenciadas, através de um conflito rápido e saudável, levará a um leque mais vasto de alternativas possíveis para resolver o problema, seja ele estratégico ou operacional (Fishman 1998). Laconicamente, partir do *sui generis* para um propósito comum e ambicioso (Guetzkow 1960).

Em consequência da diversidade surgem os conflitos negativos, o antagonismo, a desavença, a confusão, a discórdia e os comportamentos políticos. (Tjosvold 1991) Entra aqui a condição necessária de liderança assumida por uma pessoa cuja capacidade contínua no autoestudo, treino, educação/formação e experiência na tentativa de melhorar o ser, o saber e o fazer seja inexcedível. Uma pessoa, um líder (Jago 1982).

A existência de uma referência nos projetos é necessária quer para criar uma partilha democrática de informações, quer para disciplinar o ritmo da tomada de decisão, até porque mais importante do que chegar a um consenso ou desenvolver inúmeras análises de dados é cumprir os prazos, de forma a manter os gestores sempre focados nas metas a atingir (Gersick 1994).

A aplicação encadeada de filosofias de aplicação estratégica e operacional resulta numa probabilidade menor de falhar. (Leslie e Michaels 1997). Todavia, devem ser criadas estratégias múltiplas reais e de carácter evolutivo, *B-plans*. Estes mecanismos deverão estar assentes nos pressupostos da rapidez e da flexibilidade para que, no caso das pequenas/grandes alterações do mercado não serem favoráveis à evolução da empresa, estas garantam, pelo menos, a sua sobrevivência (Leslie e Michaels 1997).

Nomeadamente, as empresas líderes de mercado tendem a sentir o efeito da inércia de terem atingido uma posição confortável no mercado e de já terem chegado ao pico do negócio. Esta estagnação na zona de conforto, na focalização dos produtos e não nas necessidades dos clientes resulta na fragilização da empresa perante os concorrentes (Schwartz 1996).

2.2 Duas vantagens competitivas

Com base no que foi dito anteriormente é aqui que compete à empresa o desenvolvimento contínuo de duas vantagens competitivas para evitar um cenário desfavorável e o conseqüente desaparecimento inesperado e repentino dos mercados.

Uma delas, a vantagem estratégica, ligada ao aumento de benefício do produto no prisma do cliente, trata do desenvolvimento de múltiplos mecanismos de destruição criativa e pode evitar a situação de perda de liderança ou competitividade (Cusumano e Markides 2002).

Técnicas associadas ao desenvolvimento da intuição coletiva, da disciplina do ritmo da tomada de decisão, da eliminação de comportamentos políticos são as mais para obter mais rapidamente resultados melhores que a concorrência. (Nicolas 2004).

A segunda vantagem, a vantagem operacional, consiste num outro tipo de resposta que a empresa pode apresentar ao cenário de um concorrente ostentar um produto com maior valor causado pelo maior benefício. Um produto com maior valor é um produto cujo rácio benefício/custo é superior (Sartori 2004).

Baseado nesta equação de valor, é de fácil observação que quanto menor for o custo maior será o valor do produto isto é, maior será a perceção das pessoas em relação aos artigos disponibilizados pelas empresas (Scharf 2007).

Reduzir custos, melhorar a qualidade, aumentar a produtividade, partilhar informação, minimizar o desperdício, flexibilizar (Womack, Jones, e Roos 1990), são os pressupostos em que assenta o conceito de vantagem operacional, já que ao reduzir os custos de produção se torna possível, com a mesma margem de lucro, aumentar o valor percebido por parte dos clientes. Mesmo que os produtos da concorrência apresentem um maior benefício, as empresas podem apresentar produtos com maior valor, através de preços de venda mais baixos possibilitados por custos de produção mais reduzidos.

É numa solução de compromisso entre a vantagem estratégica e a vantagem operacional que deve incidir o pensamento de uma empresa que quer ser competitiva, que quer ser líder, continuar líder. Ora este projeto, apesar de não tratar do desenvolvimento de uma vantagem estratégica que destrua criativamente a concorrência, partirá nas suas técnicas de intuir, disciplinar, liderar e eliminar comportamentos prejudiciais à tomada de decisão, como alicerce para atingir a segunda vantagem, a vantagem operacional, na qual incide este desígnio.

2.3 Metodologias usadas no desenvolvimento da vantagem operacional

Ao longo desta secção, ocorre uma fundamentação descritiva de todas as metodologias que foram utilizadas para melhorar a eficiência operacional da linha de produção e assim, reduzir os seus custos. De notar que a todas as estratégias é transversal o uso de poucos ou nenhuns recursos financeiros para com pouco fazer muito.

2.3.1 Total Productive Maintenance (TPM)

É importante manter a produtividade total, ou seja, manter a totalidade quer do pessoal, quer das áreas funcionais envolvidos no melhorar da eficiência e da eficácia na utilização dos recursos da empresa. O *TPM* é uma ferramenta japonesa que visa aumentar a eficiência da produção dos equipamentos através do aumento do envolvimento, motivação e satisfação dos trabalhadores no local de trabalho. O objetivo desta filosofia é atingir o ideal de zero acidentes, zero avarias, zero defeitos e zero anormalidades, de forma a que todas estas condições, se preenchidas, culminem na produção máxima do equipamento. Entende *Nakajima* que existem seis perdas que contribuem para a ineficiência das máquinas: perdas por avarias, perdas por mudanças de *setup*, perdas por microparagens, perdas de velocidade, perdas por retrabalho e perdas no arranque. (Nakajima 1988).

Com o evoluir das filosofias relativas aos processos produtivos, estas perdas passaram não só a abranger as que são relativas aos equipamentos, mas também as perdas ligadas às pessoas e aos recursos físicos da produção (Venkatesh 2007). A figura 3 espelha a forma como se dividem as dezasseis grandes perdas de eficiência.

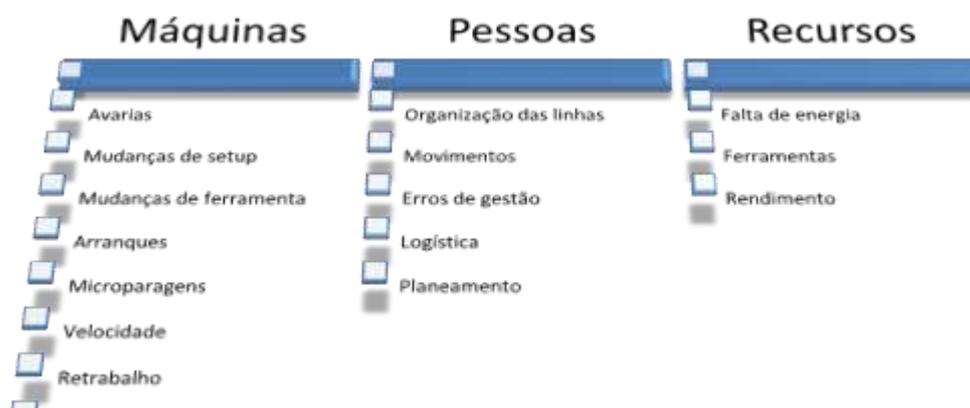


Figura 3 - Dezasseis Grandes Perdas de Eficiência (Baseado em Venkatesh 2007)

Todas estas perdas representam ineficiência no processo e servem como base para identificar futuros problemas. As soluções variam de empresa para empresa e são priorizadas de acordo com a percentagem representativa de cada perda e com os fatores prazo, exigência e custo (Ljungberg 1998).

Foi neste contexto de identificar perdas que *Nakajima* criou um indicador de eficiência global, o *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Este indicador é fundamental na medição do nível de desempenho do processo produtivo e permite identificar as perdas e abrir o caminho na busca de soluções.

2.3.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O *OEE* assume-se como uma métrica crucial para a caracterização do estado inicial de uma célula produtiva. De notar que este estado inicial não é estático, mas sim o ponto de partida de cada ciclo. Será que a eficiência operacional aumentou com a implementação daquela medida? O *OEE* fornece a resposta, já que permite a constante comparação entre a situação inicial e a final, sendo que uma situação final será sempre a situação inicial do novo ciclo (Dal, Tugwell, e Greatbanks 2000). A partir da figura 4, verifica-se a forma como o tempo é estratificado para cálculo do índice do *OEE*.



Figura 4 - Estratificação do tempo para cálculo do *OEE* (Baseado em Godfrey, P. 2002).

Como se pode verificar, ao tempo total disponível para produção estão associadas perdas que resultam num tempo de produção real, obviamente mais reduzido que o total. O *OEE* não é mais do que uma medida combinada entre o Índice de Disponibilidade, o Índice de Rendimento e o Índice de Qualidade, índices que se podem calcular através dos tempos estipulados anteriormente:

$$OEE = \text{Índice Disponibilidade} \times \text{Índice Rendimento} \times \text{Índice Qualidade}$$

O índice de disponibilidade é calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Real de Funcionamento}}{\text{Tempo de Produção Planeado}}$$

O índice de rendimento calcula-se com base nos seguintes tempos:

$$\text{Índice de Rendimento} = \frac{\text{Tempo Operacional Líquido}}{\text{Tempo Real de Funcionamento}}$$

Já o índice de qualidade baseia-se no quociente entre a produção real e o tempo operacional líquido, como se pode constatar de seguida:

$$\text{Índice de Qualidade} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Tempo Operacional Líquido}}$$

Apesar destas equações servirem para o cálculo de todos os índices com base nos tempos efetivos de produção, torna-se evidente a necessidade de identificar as perdas inerentes a cada um. As principais perdas que afetam os índices relativos ao cálculo do *OEE* encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 - Perdas que afetam o *OEE* (Baseado em KAIZEN® Institute 2000)

Paragens planeadas	Perdas de disponibilidade	Perdas de Rendimento	Perdas de Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> • Refeições • Reuniões • Escassez de material • <i>Full Kanban</i> • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Avarias • <i>Setup</i> • Ociosidade • Ensaios • Troca de ferramentas • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Microparagens • Arranques • Variações de material • Velocidade • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Defeito no equipamento • Materiais inconsistentes • Erro do operador • Configurações incorretas • ...

O tempo de paragens planeadas, por ser planeado, não afeta o índice de eficiência global do processo produtivo. As restantes perdas, por não serem planeadas pela produção, afetam, respetivamente, os índices de disponibilidade, de rendimento e de qualidade (Nakajima 1988).

Para aumentar a credibilidade e fiabilidade do indicador de *OEE* é crucial fazer uma recolha bem feita de dados. Como dizia Hansen, “em geral, uma boa recolha de dados é a chave requerida para o completo sucesso da estratégia *OEE*” (Hansen 2001). A função desta recolha “não deveria ser a de exibir dados organizados, mas criar uma base para o desenvolvimento dos processos” (Ishikawa 1976).

Apesar do máximo ser sempre o objetivo a atingir, convém definir metas daquilo que será um bom indicador de eficiência, em comparação com os padrões médios da indústria mundial. Para uma produção com um tipo de produto, velocidade fixa e poucas características, um *OEE* de 90% é considerado bom tendo em conta os padrões mundiais. Já para uma célula produtiva cujos tipos de produtos sejam variáveis, exijam velocidades variadas e que tenham várias características, um *OEE* de 75% já é considerado como uma boa meta. (Inc. 2012).

As linhas produtivas responsáveis pelo fabrico de produtos naturais que, fruto das suas características, apresentam uma enorme variabilidade, constituem alvos difíceis de normalização e estabilização do indicador geral de eficiência (Willmott e McCarthy 2000).

Em termos médios, a percentagem do indicador de *OEE* na indústria mundial ronda os 60%, o que demonstra a boa margem que há de melhoria na maioria das empresas (Inc. 2012).

2.3.3 Single Minute Exchange of Die (SMED)

“*Machines can be idle, workers must not be.*” Este é um dos princípios fundamentais da metodologia SMED, desenvolvida entre os anos de 1950 e 1969 pelo engenheiro industrial japonês *Shigeo Shingo*. Trata-se de uma abordagem científica para redução dos tempos de *setup* e que pode ser aplicada em qualquer unidade, máquina ou linha de produção. De acordo com *Shigeo Shingo*, “*Managers who are responsible for production, must recognize that the proper strategy is to make what can be sold... SMED makes it possible to respond quickly to fluctuations in demand, and it creates the necessary conditions for lead time reductions*” O SMED tem, como principais objetivos, a redução do tempo de mudança entre duas referências, a redução dos custos, uma melhoria da qualidade, através de uma maior organização nas mudanças de produção, o aumento da produtividade sem o aumento dos custos e a normalização dos processos (Shingō 1985). Como se pode constatar pela figura 5, a metodologia SMED divide-se em 4 estágios conceituais fundamentais.

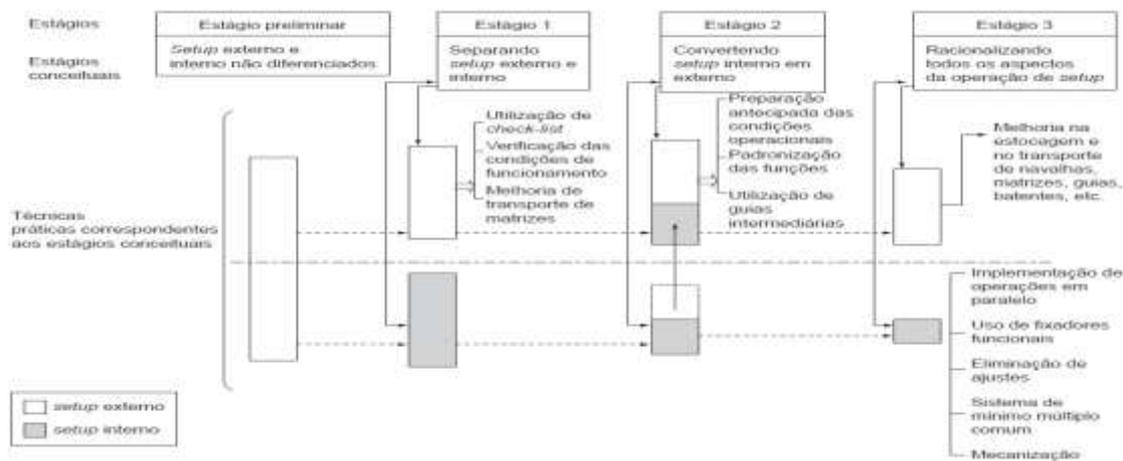


Figura 5 - SMED (Fonte: Shingo, 1985)

O estágio de indiferenciação do *setup* interno e externo, o estágio preliminar, oferece apenas os parâmetros de tempo inicial das atividades realizadas no *setup*. No entender de Shingo (1985), “observações e discussões informais com os trabalhadores geralmente são suficientes.” No entanto, usar o cronómetro, recorrer a entrevistas formais e analisar filmagens são métodos também recomendáveis para uma recolha de dados mais eficaz (McIntosh et al. 2000).

No primeiro estágio, separa-se o *setup* interno do *setup* externo através da classificação de todas as etapas decorrentes do estágio preliminar. De notar que todas as etapas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento são classificadas como externas e todas as que exigem que a máquina esteja parada são classificadas como *setup* interno (McIntosh et al. 2000).

No segundo estágio ocorre a conversão do *setup* interno em *setup* externo ou seja, há uma transformação das atividades que numa fase inicial eram feitas, obrigatoriamente, com a máquina parada e que, após este estágio, já poderão ser realizadas com a linha em estado de produção, causando assim uma redução no tempo de *setup* (McIntosh et al. 2000).

Ao terceiro e último estágio compete a racionalização de todos os aspetos do *setup* isto é, trata da melhoria sistemática de cada operação básica do *setup*, seja ele interno ou externo (McIntosh et al. 2000).

Convém referenciar que o tempo denominado como “tempo de *setup*” ocorre desde o momento em que se cessa a produção de um produto A até ao momento em que se alcança o fabrico de um produto B, dentro dos parâmetro de taxa de produção e qualidade esperados, como se pode constatar pelo gráfico apresentado em anexo E.

2.3.4 5S's

A metodologia dos 5S's foi concebida em 1950 por *Hiroyuki Hirano*. A origem do nome 5S's advém das cinco palavras japonesas que designam as etapas fundamentais deste método como se pode constatar pela figura 6. (Hirano 1993)

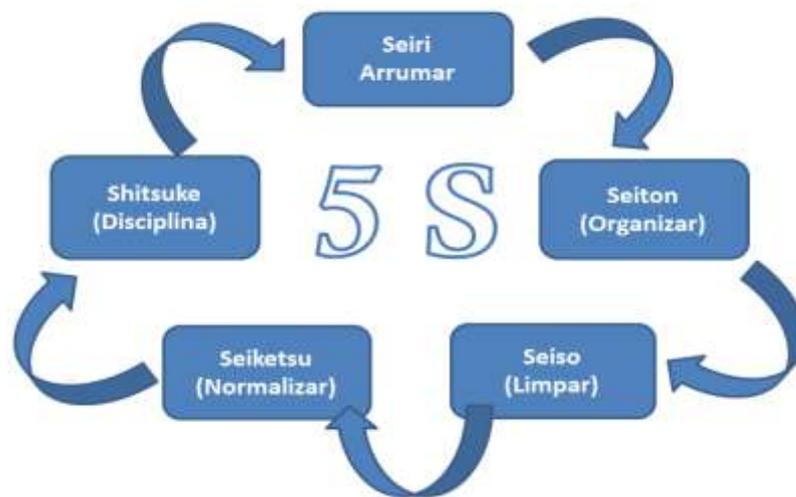


Figura 6 - Etapas da metodologia 5S's (Baseado em Hirano 1993)

Como se pode constatar através da figura 6, o nome 5S's prende-se às iniciais do nome das etapas Seiri (Selecionar), Seiton (Organizar), Seiso (Limpar), Seiketsu (Normalizar) e Shitsuke (Disciplinar) (Osaada 1991).

O primeiro processo, o processo de seleção, consiste em separar o que é necessário daquilo que é desnecessário, mantendo apenas o indispensável no local de trabalho. Esta divisão refere-se a equipamentos, ferramentas, documentos, *stocks* e todo o tipo de materiais presentes na área. Para este efeito é muito comum o uso da técnica da etiqueta vermelha que se baseia na identificação de todos os objetos desnecessários à área de trabalho, bem como para identificar qualquer problema da linha. Estas etiquetas devem conter informações gerais relativas ao emissor, nome do objeto, quantidade, categoria, causa da etiquetagem, ações a tomar e um espaço para comentários adicionais. Posteriormente, deverá ser tomada uma decisão conjunta entre operadores e superiores hierárquicos sobre a medida a tomar em relação a cada etiqueta (Hirano 1993).

O processo de organizar, o segundo senso da filosofia 5S's, trata da arrumação daquilo que é necessário em locais identificados e com facilidade de acesso, reduzindo assim perdas no

tempo de procura de objetos. Onde? O quê? Quantos? São estas as perguntas a que o sentido da visão deve responder de uma forma imediata, após este processo. Colocar o que se usa mais frequentemente perto da linha e o que se usa menos vezes num local mais distante para garantir que as ações “retirar” e “repor” demorem o menos tempo possível (Hirano 1993).

A etapa seguinte, a de limpeza, visa repor as condições iniciais da linha, ideais para o bom funcionamento dos equipamentos e manutenção das condições de higiene. Neste processo não se deve apenas limpar, mas também identificar fontes de sujidade, de forma a tomar medidas preventivas (Hirano 1993).

O quarto processo consiste em normalizar, ou seja, criar condições para manter os três primeiros processos. A este processo está normalmente associada a criação de instruções de trabalho, a identificação dos locais, a introdução de fichas de verificação e a criação de mecanismos *standard* para diminuir o número de ferramentas necessárias à linha (Hirano 1993).

O quinto passo, o de autodisciplina, procura sustentar as quatro etapas anteriores, criando o sentimento de autonomia e de senso crítico em todas as pessoas. Este passo garante que os ganhos conseguidos com esta ferramenta (5S's) perdurem no futuro (Hirano 1993).

Toda esta metodologia de baixo custo financeiro é cíclica e tende cada vez a ser melhor e mais autónoma. Tem como objetivo manter no local de trabalho apenas os materiais necessários, aumentar a produtividade através da redução do tempo na procura de objetos, reduzir as despesas, baixar o nível de deterioração natural da qualidade dos produtos e dos equipamentos, minimizar o número de acidentes de trabalho e aumentar a satisfação das pessoas no seu local de trabalho, para que se sintam em casa (Osaada 1991).

2.3.5 Manutenção corretiva, preventiva e preditiva

A manutenção corretiva representa a “atuação para correção de falha ou do desempenho menor que o esperado”. Trata-se pois de uma ação incidente na correção pós falha (Otani e Machado 2008).

A manutenção preventiva é uma ação que evita quedas inesperadas na produção. Trata-se de uma manutenção planeada em períodos estabelecidos de tempo para a durabilidade de cada ferramenta ou equipamento. Apesar de diminuir o fator surpresa implica frequentemente paragens e trocas de ferramenta desnecessárias (Valdez-Flores e Feldman 1989).

A manutenção preditiva é um processo que trata do acompanhamento de parâmetros dos equipamentos. Permite que as intervenções sejam baseadas em dados e não em suposições, fazendo com que a manutenção dos equipamentos ocorra na altura indicada e que as máquinas operem o máximo tempo possível, sem prejudicar os níveis de produção (Vaz 1997).

2.3.6 Gestão Visual

A metodologia de gestão visual é uma ferramenta poderosa na transmissão de conforto e motivação dos trabalhadores através de sinais visuais ou auditivos agradáveis. A etiquetagem dos objetos utilizados, a utilização de cores diferentes com significados também eles distintos e o uso de sinais luminosos são técnicas importantes para auxiliar os colaboradores e os supervisores no controlo da área de produção (Parry e Turner 2006).

2.3.7 Sistemas de informação de apoio operacional

A criação de sistemas de informação (SI) para apoio operacional é fundamental na monitorização e controlo dos processos físicos. O desenvolvimento deste tipo de SI evita o retrabalho, facilita o trabalho dos colaboradores e uniformiza os dados, tornando a sua análise mais eficaz (O'Brien e Marakas 2013).

2.3.8 Busca Tabu

A utilização de robôs em áreas industriais tem aumentado nos últimos anos e como tal convém otimizar os seus desempenhos através de uma busca incessante pelas melhores trajetórias. A técnica busca tabu (BT) é uma heurística muito utilizada para obtenção de trajetórias satisfatórias de manipuladores robóticos. Esta explora uma coleção de mecanismos “de memória dos movimentos executados e das soluções geradas anteriormente”. A solução encontrada concilia o critério de distância mínima percorrida e a segurança, minimizando a distribuição de torque do manipulador (Juneek 2008).

2.3.9 Momento de alavanca

O momento de alavanca, mais comumente denominado por torque, é uma grandeza vetorial da física definida a partir do produto vetorial entre a distância de um ponto escolhido e o ponto de aplicação da força, pela força aplicada no ponto. O torque mede, assim, a quantidade de força aplicada a um objeto que faz com que ele gire. Esta medição é muito útil no cálculo dos esforços das estruturas, permitindo saber o local onde incide o maior desgaste (Beer, Johnston Jr, e Tenan 1994).

2.3.10 Sequenciamento

O sequenciamento de uma produção tem como objetivo alocar as tarefas a serem executadas na melhor ordem possível, de forma a racionalizar o uso dos recursos produtivos na obtenção de reduções no *lead time*. Dado o número de combinações possíveis de sequenciamento ser, por norma, de uma enorme grandeza, recorre-se à utilização de heurísticas para atingir soluções ótimas ou muito perto do ótimo (Sanches, Montevechi, e Marins 2010).

2.3.11 Efeito de Hawthorne

O efeito de *Hawthorne* é um fator do âmbito da psicologia que deve ser tido em conta em processos de avaliação e controlo. Este efeito representa o facto de a própria monitorização provocar por si só um aumento no desempenho dos colaboradores na realização das suas tarefas. Relaciona-se, assim, com os níveis de preocupação e com a velocidade com que as pessoas realizam as atividades aumentando os índices de rendimento, sem que tenham sido tomadas medidas para reorganização ou alocação de etapas (Adair 1984).

3. Apresentação e caracterização do problema

O enfoque do projeto incide na melhoria da eficiência operacional da linha de lixagem de revestimentos com cortiça. No entanto, é evidente que se torna necessário analisar os problemas a jusante e a montante da linha, quer para não se aplicarem possíveis melhorias que causem problemas a jusante, quer para recorrer à análise de problemas da linha mas cujo cerne se encontra a montante da linha de lixagem. Posto isto, de forma a enquadrar o problema no contexto da empresa, esta secção apresenta a sequência de todo o processo produtivo da Amorim Revestimentos S.A., o seu produto e a linha em análise.

3.1. Processo produtivo da Amorim Revestimentos S.A.

A cortiça é uma matéria-prima detentora de um vasto leque de características que a torna única. Estas características proporcionam-lhe a aplicação nas mais diversas áreas como a aeroespacial, a automóvel, a de confeção e a do setor em questão, o setor de construção. A instalação fácil e rápida, a capacidade de isolamento térmico e acústico, a retenção de sujidade, o poder de amortecimento, a durabilidade e o facto de ser reciclável são as principais características que conferem vantagem competitiva a este tipo de revestimentos e que exigem um processo produtivo bem delineado.

O mapa de processos apresentado na figura 7 representa o processo produtivo da ARO.

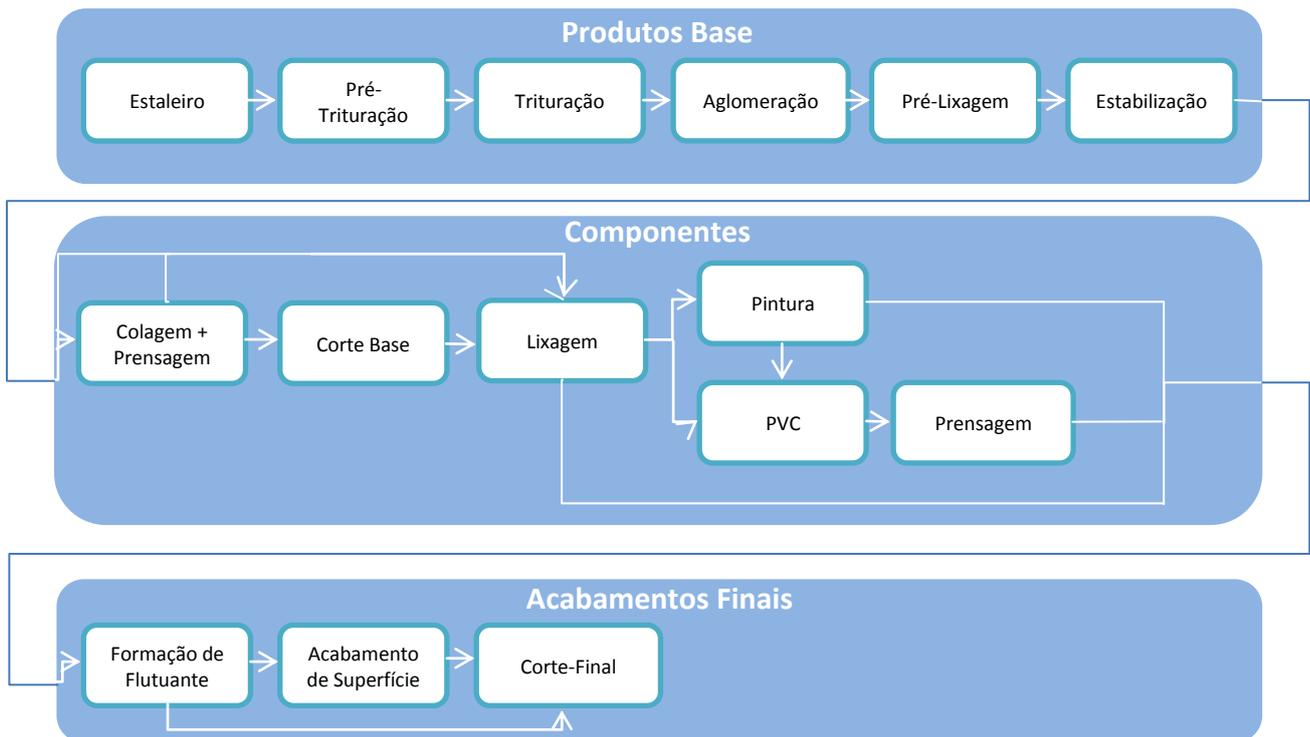


Figura 7 - Processo Produtivo da Amorim Revestimentos S. A.

Como se pode constatar pela figura previamente apresentada, o processo produtivo da ARO encontra-se dividido essencialmente em três fases: Produção de Bases, Componentes e Acabamentos Finais.

Na área responsável pela produção de bases, é na fase do Estaleiro que se inicia todo o processo. Esta etapa é responsável pelo recebimento de triturados de falca, aparas de costa e por granulados, bem como alguns dos desperdícios que ocorrem ao longo do processo produtivo e iniciam novamente o ciclo. A eliminação de terras e pedras presas à cortiça ocorre na etapa de Pré-Trituração. Após esta etapa, ocorre o processo de Trituração que trata de pesar, secar e moer os lotes de cortiça já pré-triturados. Ainda nesta fase, os granulados são dispostos por silos, de acordo com o seu peso específico. Tendo em conta o produto requerido, existem diferentes combinações de granulados que, em conjunto com uma resina e um catalisador, são prensados, cortados nas dimensões de 1200 x 600 e 900 x 600 e paletizados na estação de Aglomeramento. Após esta etapa, as placas de dimensão *standardizada* são lixadas de ambos os lados na fase de Pré-Lixagem. Posteriormente, segue-se a última fase na produção de bases, a de Estabilização em estufa. Nesta etapa, colocam-se as placas em ambiente específico, de modo a controlar as suas dimensões.

Depois desta fase linear de produção, as bases podem ir para o processo de Colagem + Prensagem ou diretamente para a estação da Lixagem. O estágio de Colagem + Prensagem ostenta duas linhas de produção, a *Hymmen* e a *Fjellman*, responsáveis por unir à base o decorativo de alta densidade (*HDF*) ou outros tipos de decorativos como por exemplo de madeira, *vynil* ou cortiça. Após esta etapa, há novamente duas opções: Corte Base ou novamente Lixagem. A fase de Corte Base trata de aparar o decorativo excedente às bases. Esta etapa detém, também, duas linhas, uma situada na unidade ARO e outra situada na unidade Amorim Revestimentos de Lourosa (ARL), responsáveis por aparar as placas 900 x 600 e 1200 x 600, respetivamente. De seguida, ocorre o processo de Lixagem de ambos os lados das placas. Da fase de Lixagem as placas seguem ou para a estação de Pintura e/ou para a fase de colagem de PVC + Prensagem ou ainda diretamente para a fase de Formação de Flutuante, inerente já aos Acabamentos Finais. A partir daqui, o produto semi-acabado poderá levar com verniz, cera ou óleo na fase do Acabamento de Superfície, ou seguir diretamente para o Corte Final, última fase de todo o mapa produtivo.

Como se pode observar, após esta descrição geral do processo produtivo, a linha em análise, a de lixagem, recebe produtos vindos diretamente da fase de Estabilização, da *Hymmen* e da *Fjellman*, referentes à etapa de Colagem + Prensagem e da estação Corte Base, tanto da unidade de ARO como da unidade de ARL. Assim, são cinco os locais que produzem e convergem os seus produtos para a linha de lixagem, tornando-a uma estação gargalo e um fator limitante de todo o ciclo produtivo. Melhorar a sua eficiência é pois uma necessidade inquestionável.

3.2. Produto da Amorim Revestimentos S.A.

A Wicanders® é a principal marca da Amorim Revestimentos S.A. e apresenta uma vasta gama de produtos desde decorativos de parede a revestimentos de solo com ou sem cortiça. O fluxo dos materiais ao longo do processo produtivo é distinto. No entanto, a Lixagem é uma fase transversal a todos eles. A gama dos principais produtos e a descrição resumida de cada um deles encontra-se em seguida.



Figura 8 - Principais produtos da marca Wicanders® (Fonte: Wincaders website - 2013)

As famílias *Corkcomfort*, *Woodcomfort*, *Artcomfort*, *Vinylcomfort* e *Parquet hardwood* são aplicados a pavimentos, enquanto os produtos *Dekwall* são aplicados em revestimentos de parede. Todos estes produtos são inspirados na natureza e interpretam os mais diversos padrões de cerâmica, pedra, metal, pele e madeira. As placas são constituídas por uma base comum composta por uma camada *underlay* de cortiça, por um *high density fibreboard* (HDF) e por uma camada isolante de cortiça. A parte superior dos revestimentos varia de família para família. Esta é constituída, de um modo geral, por uma camada de folha de cortiça (*Corkcomfort* e *Dekwall*), por uma folha de madeira (*Woodcomfort*), por uma camada de imagem ótica (*Artcomfort*), ou por uma camada de *vinyl* (*Vinylcomfort*). Após a aplicação de um destes decorativos, todas as famílias levam uma camada de proteção e um acabamento em verniz HPS, à exceção dos materiais *Dekwall* que são encerados. Ao contrário de todos os produtos supracitados, a gama *Parquet hardwood* trabalha com múltiplas camadas de aglomerados maciços biselados de ambos os lados, criando pavimentos de luxo mais expressivos.

3.3 Apresentação da Linha de Lixagem

A linha de lixagem é responsável por polir ambos os lados do material que se apresenta sob a forma de placas. O seu principal objetivo é retirar do vidro característico dos materiais pós-prensados e uniformizar a espessura das placas, através de uma calibragem muito criteriosa e com parâmetros de qualidade de elevada exigência.

Sendo esta linha o objeto de estudo deste projeto é fundamental perceber o seu funcionamento, desde a orientação do fluxo produtivo até ao tipo de tecnologia utilizada pela mesma. A figura 9 ilustra, assim, a linha de lixagem e os principais componentes e zonas que a integram.

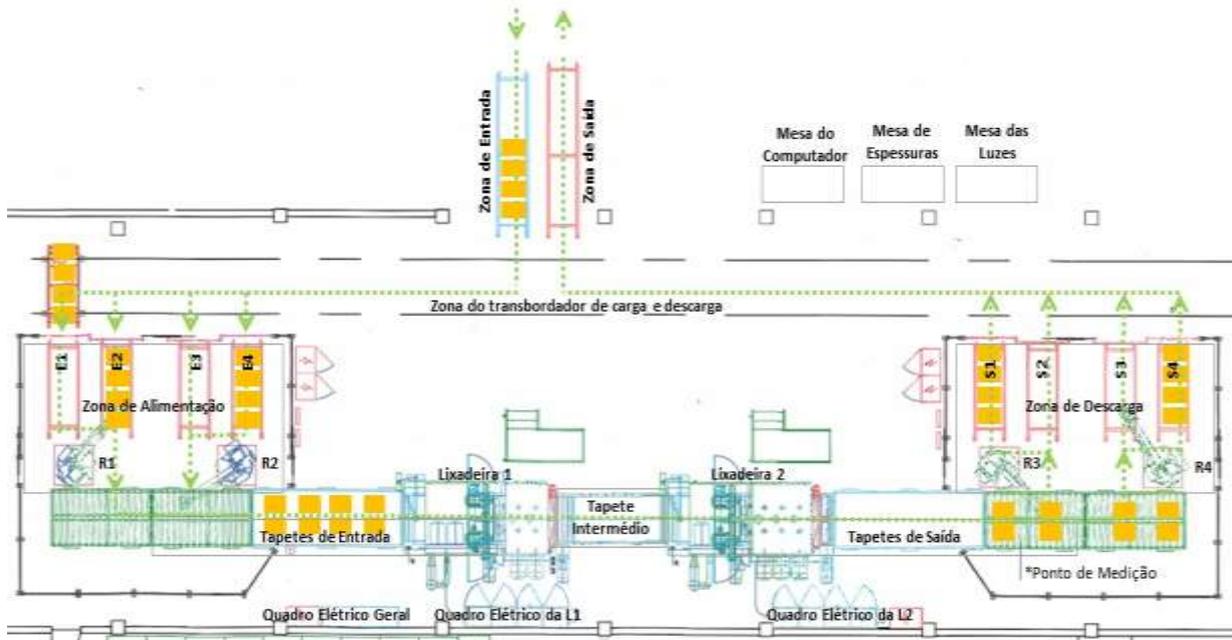


Figura 9 – Linha de Lixagem, Componentes, Unidade de São Paio de Oleiros, Amorim Revestimentos S.A.

Como já foi supracitado, as placas de revestimentos com cortiça chegam à linha de lixagem providas de cinco locais distintos e apresentam os tamanhos ou de 900mm X 600mm ou de 1200mm X 600mm. As placas são agrupadas em 4 conjuntos de 250, perfazendo, por norma, um total de 1000 placas por palete.

A zona de entrada é constituída por dois transportadores de paletes. Quando uma das entradas E1, E2, E3 ou E4 estão livres, a paleta vai para o transbordador de carga e ocupa a entrada disponível. De seguida, o Robô 1 (R1) retira 4 placas de cada vez, ou da paleta que consta na E1 ou da paleta que consta na E2, colocando-as duas a duas no tapete de entrada. Simultaneamente, o Robô 2 (R2) retira 4 placas de cada vez, ou da paleta que consta na E3 ou da paleta que consta na E4, colocando-as duas a duas também no tapete de entrada.

Cada ciclo produtivo é assim composto por 8 placas que atravessam a Lixadeira 1 (L1) que é responsável por lhes dar uma lixagem/calibragem mais grosseira. Após este processo entram na Lixadeira 2 (L2), através do tapete intermédio. Neste estágio, as placas são sujeitas a uma lixagem fina que leva os produtos de encontro às especificações de qualidade pretendidas. Imediatamente a seguir, as placas vão duas a duas para o tapete de saída, local onde cada robô trata de retirar 4 placas e de as colocar numa das paletes pertencentes à zona de descarga. De notar que tal como acontece com os robôs da zona de alimentação, o Robô 3 (R3) apenas faz a descarga para as saídas S1 ou S2, enquanto que o Robô 4 (R4) apenas faz a descarga para as saídas S3 ou S4. Após este processo, o transbordador de descarga leva as paletes desde a zona de descarga até à zona de saída que, tal como na entrada, é constituída por dois transportadores de paletes.

Os robôs, quer na zona de alimentação, quer na zona de descarga, têm duas opções de carga/descarga cada um. Esta situação reduz os tempos de *setup*, uma vez que enquanto o transbordador de carga/descarga trata da alimentação e vazão da linha, os robôs podem continuar a trabalhar nas suas saídas/entradas alternativas. A título de exemplo, se o R1 estiver a alimentar a linha com placas da E1 e o R2 a alimentar a linha com placas da E3,

findas as paletes, os robôs passarão a retirar placas da E2 e da E4, respetivamente. A mesma situação acontece na zona de descarga.

Rotineiramente é feito o controlo de qualidade das placas, através do processo sequencial de verificar o nivelamento das placas na mesa de espessuras, verificar o estado das placas na mesa das luzes e por fim tratar da submissão dos dados obtidos na mesa do computador para futuro monitoramento.

De referir que a linha de lixagem se encontra em funcionamento 24h/dia, durante 5 dias/semana. O tempo de funcionamento da linha está dividido em 3 turnos, cada um deles deixado à responsabilidade de dois operadores. O primeiro ocorre das 05:00-13:00, o segundo entre as 13:00-21:00 e o terceiro das 21:00 às 05:00.

De modo a explicitar melhor o funcionamento da linha apresenta-se na figura 10 o esquema real do fluxo do produto na linha de lixagem.

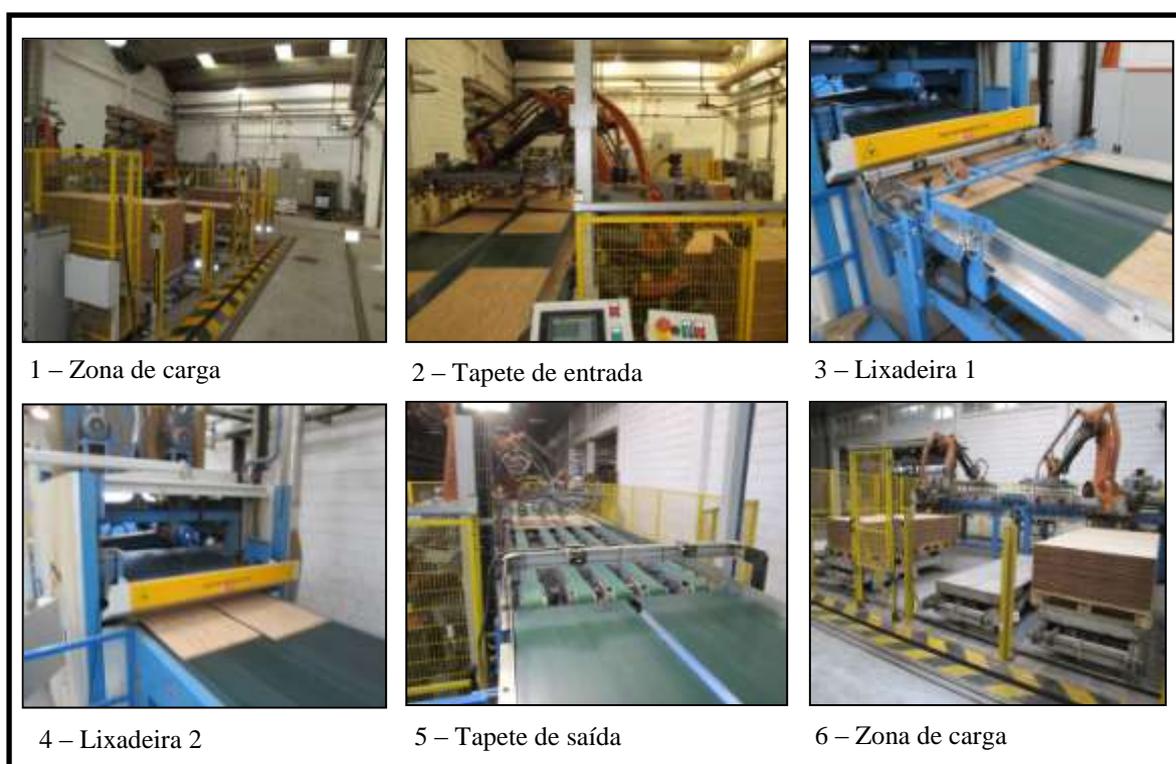


Figura 10 - Fluxo produtivo da linha de lixagem

4. Conhecer – Situação Inicial da Linha de Lixagem

Recolher. Tratar. Analisar. Identificar. Filtrar. São de facto atividades imprescindíveis para planear ou elaborar qualquer projeto de melhoria imbuído num objetivo claro e bem definido.

Recolher dados e tratá-los, de forma a que a análise precedente seja mais rentável, é um dos objetivos da utilização de um indicador geral de eficiência. Assim, para uma melhor perceção da situação inicial da linha de produção, recorreu-se ao cálculo do *Overall Equipment Effectiveness*.

4.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Este indicador, como já foi visto anteriormente, concede um prisma mais favorável à crítica relativamente a três fatores: perdas de disponibilidade, perdas de rendimento e perdas de qualidade. Na próxima secção serão analisadas as perdas por disponibilidade do equipamento.

4.1.1 Perdas de disponibilidade

Após uma análise das folhas de registo da linha alvo de estudo, verificou-se que o tempo de paragens não planeadas correspondia a 12% do tempo total planeado de produção. Com a obtenção deste valor fez-se uma pesquisa mais detalhada para verificar qual era a percentagem de cada tipo de paragem não planeada que incidia sobre esses 12%. A figura 11 mostra a percentagem associada a cada tipo de paragem não planeada.

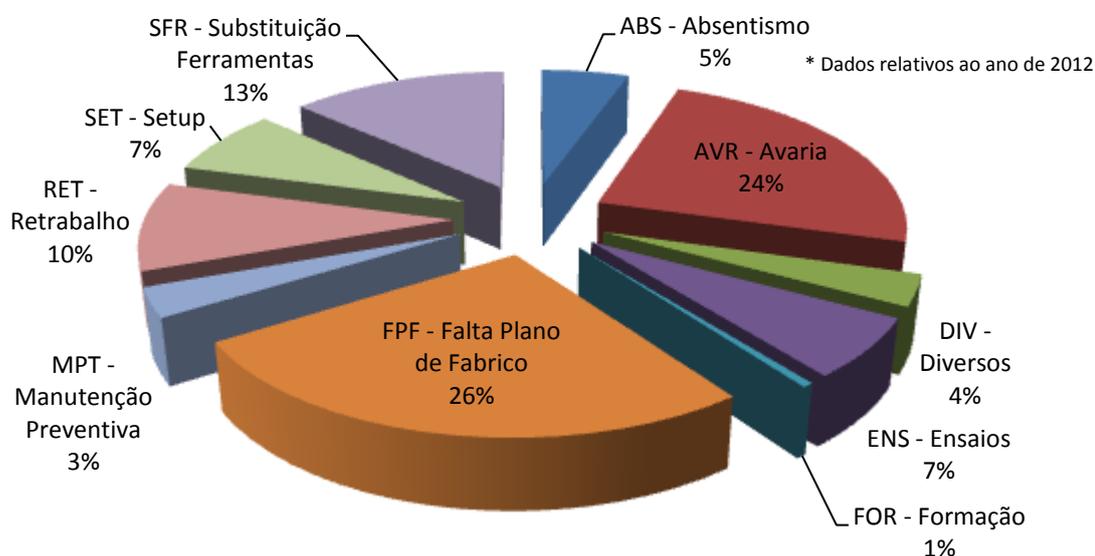


Figura 11 - Paragens não planeadas

Pela observação da figura, verifica-se que as maiores causas de perda de tempo estão associadas à Falta de Plano de Fabrico (26%) e às Avarias (24%).

A primeira perda deve-se ao facto da quantidade de materiais que chega à linha não ser constante, dada a ocorrência de “picos” de produção. Assim, apesar da linha de lixagem na maioria dos períodos ser o *bottleneck* de todo o processo produtivo, encontra-se, por vezes, sem qualquer plano de fabrico.

Quanto às avarias, convém fazer um estudo mais detalhado para saber quais são os locais mais representativos onde ocorrem. Partindo da análise e uniformização exaustiva da base de dados referente às avarias da linha de lixagem obtiveram-se os resultados que constam na figura 12.

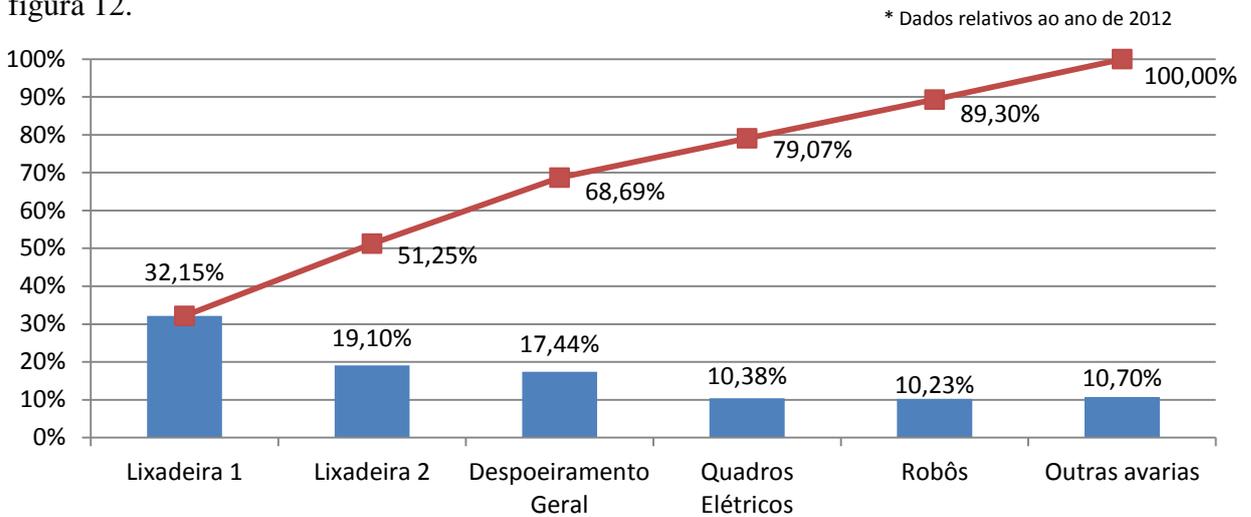


Figura 12 - Percentagem associada a cada local de avaria

Após a análise do gráfico de *Pareto*, torna-se mais evidente que as avarias alvo de análise incidem sobre as Lixadeiras 1 e 2, que representam 51,25% do tempo total de avaria. Os restantes locais de avaria referem-se à zona de Despoeiramento Geral, responsável por fazer a aspiração de todas as linhas de produção da empresa, aos Quadros Elétricos, aos Robôs e a outros locais de avaria como, por exemplo, os transportadores de paletes, ou as unidades de refrigeração. A figura 13 demonstra, mais especificamente, as avarias que ocorrem nas lixadeiras.

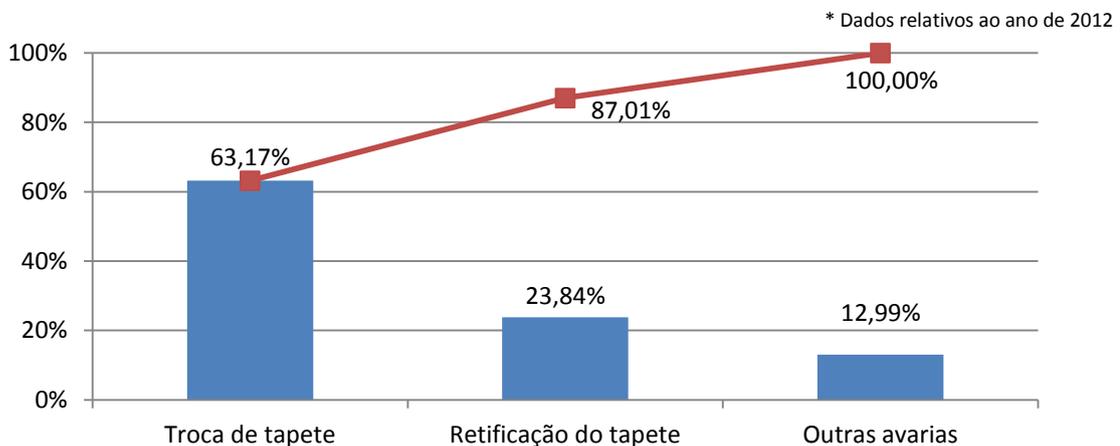


Figura 13 - Principais avarias incidentes nas Lixadeiras 1 e 2

Como se pode constatar, 87,01% do tempo de avaria nas Lixadeiras deve-se à substituição e consequente retificação dos tapetes após rompimento. De notar que cada Lixadeira é constituída por um tapete inferior e um tapete superior.

Pensar na otimização do processo de troca e retificação do tapete significa debruçar-se sobre uma fatia de 1,3% do tempo total de produção planeado, numa tentativa de melhorar o índice de disponibilidade, inicialmente de 88%.

É importante referir que apenas são registadas as paragens cujo tempo seja superior a 10 minutos. Todas as outras contribuem para a diminuição do índice de rendimento.

4.1.2 Perdas de rendimento

Para calcular o índice de rendimento foi necessário recorrer a inúmeras cronometragens. Verificou-se que o tempo de ciclo teórico da linha de lixagem apenas variava com o tamanho das placas e com as entradas que alimentavam a linha, uma vez que os robôs de saída tinham tempo mais do que suficiente para efetuar a descarga. Assim, após numerosas cronometragens, combinando as várias entradas e os tamanhos das placas existentes, resultaram os tempos médios de ciclo que constam na tabela 2.

Tabela 2 - Tempo de ciclo em segundos por cada lote de 8 placas que abastecem a linha por cada movimento dos robôs

Tamanho Placas (mm)	Entradas				Média
	E1&E4	E2&E3	E1&E3	E2&E4	
1200 X 600	13,87	13,39	14,55	14,41	14,06
900 X 600	13,23	11,86	13,02	12,88	12,75

O robô 1 apenas pode pegar em placas provindas da Entrada 1 (E1) e da Entrada 2 (E2) e o robô 2 apenas pode alimentar a linha através da Entrada 3 (E3) e da Entrada 4 (E4). Sendo assim, surgem 4 possibilidades de alimentar a linha que combinadas resultam nos tempos de ciclo para cada tamanho das placas.

Para a produção de placas de dimensões 900mm X 600mm, o tempo de ciclo é de aproximadamente 12,75 segundos, enquanto que para as placas 1200mm X 600mm o tempo de ciclo ronda os 14,06 segundos. De referir que o critério de alimentação do transbordador de carga se baseia na primeira entrada que fica livre. Isto significa que quando uma paleta termina, o transbordador desloca-se para essa entrada, retirando a paleta de ferro vazia e alimentando esse local com uma paleta cheia.

A linha é alimentada com 8 placas de cada vez e, como tal, o tempo de ciclo corresponde ao tempo entre cada lote de 8 placas. O ponto utilizado para a cronometragem está indicado no esquema da apresentação da linha.

Depois de terem sido obtidos os tempos para cada situação, obteve-se o número máximo, ou seja, o valor teórico de produção por hora, para cada tipo de tamanho. Feita a recolha de todos os registos de produção de 2012, dividiu-se o número total de m^2 pelo número de horas que cada material esteve a produzir. Uma vez obtidos os valores em m^2 /hora da produção real e da produção teórica, chegou-se à eficiência para cada tipo de material, como consta no anexo E.

A figura 14 mostra o índice de rendimento de acordo com cada tipo e tamanho de material.

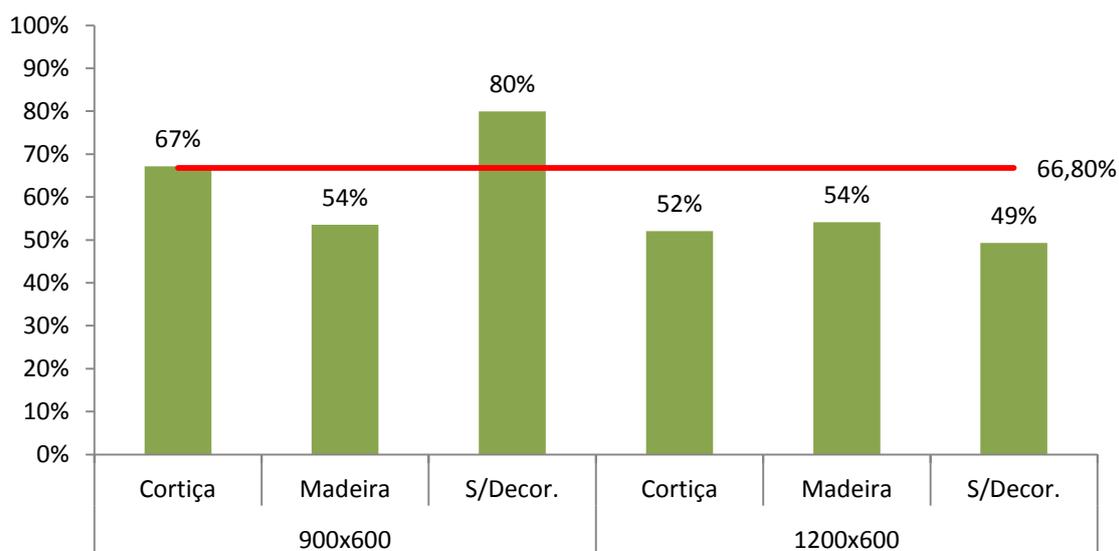


Figura 14 - Índice de rendimento geral e para cada tipo e tamanho de material

Após consulta do anexo E, consideraram-se os m² produzidos por cada material ao longo do ano de 2012. De seguida fez-se uma média ponderada e obteve-se um índice de rendimento no total de 66,8%.

4.1.3 Perdas de qualidade

Para se obterem os índices de qualidade para cada tamanho e tipo de material lixado, dividiu-se o número total de m² produzidos pela quantidade de m² produzidos conforme os parâmetros de qualidade exigidos. A partir dos dados que se encontram no anexo F foi possível demonstrar através da figura 15 os dados dos índices de qualidade relativos a cada produto.

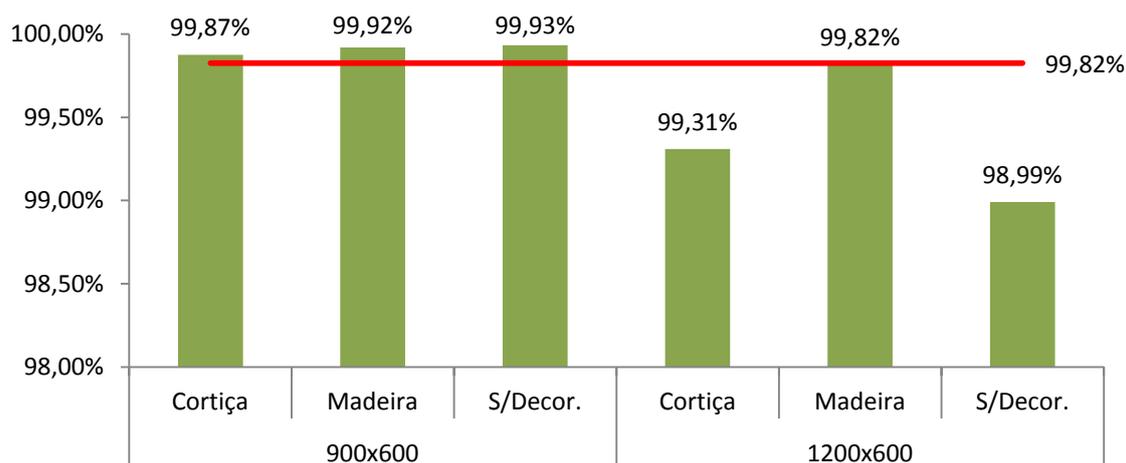


Figura 15 - Índice de qualidade geral e para cada tipo e tamanho de material

Como se pode observar, constam no gráfico precedente os índices de qualidade para cada tipo de produto. A partir do cálculo da média ponderada, tendo em conta a quantidade de cada tipo de material que foi produzido, surge o valor de 99,82%, valor correspondente ao índice geral de qualidade do equipamento.

4.1.4 Índice Geral de Eficiência

Uma vez obtidos todos os índices fundamentais ao cálculo do *OEE*, já é possível obter os valores de eficiência geral da linha de lixagem. A figura 16 apresenta o prisma da situação inicial do equipamento.

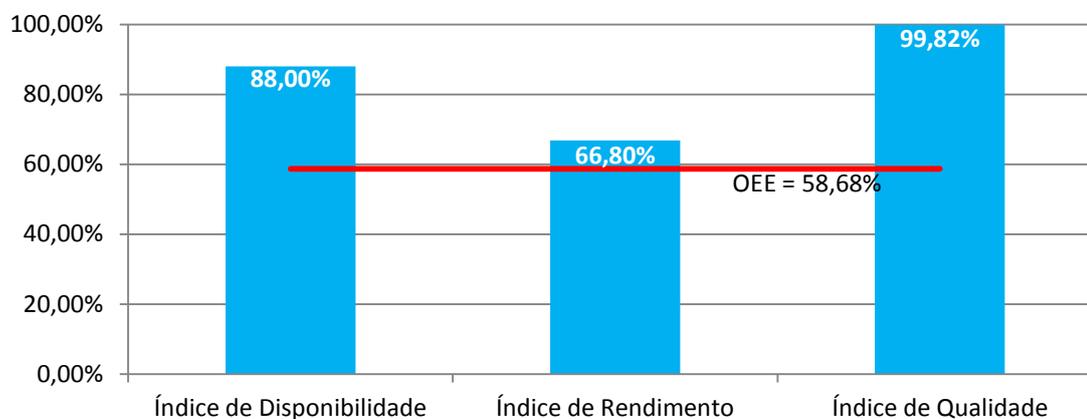


Figura 16 - *Overall Equipment Effectiveness* da linha de lixagem

Como se pode ver, o produto dos três índices, anteriormente obtidos, resulta na obtenção do *OEE* que tem o valor de 58,68%. Este valor corresponde então à eficiência geral da linha de produção da lixagem.

Através do conhecimento da situação inicial, é possível analisar as principais perdas do equipamento. Melhorar o índice de rendimento e o índice de disponibilidade, sem prejudicar o índice de qualidade, tornou-se na principal missão do projeto uma vez que esses representam as maiores fatias de perda de eficiência.

De referir que aumentar a eficiência não significa aumentar a produtividade, uma vez que o cálculo do *OEE* se passará a basear nesses novos valores. Assim, sendo a linha de lixagem uma estação gargalo, mais do que aumentar a eficiência é necessário aumentar a produtividade. Como tal, medidas que reduzam o tempo de ciclo da linha e aumentem a produtividade da mesma também entrarão no âmbito de estudo do projeto.

O próximo capítulo identificará as principais oportunidades de melhoria nas quais se irá atuar. De notar que, após terem sido identificadas, estas oportunidades foram sujeitas a um processo de filtragem e priorização, de acordo com o tempo de implementação, custos associados, exigência das medidas e com o afetar ou não na qualidade dos produtos fabricados.

4.2. Quadro de comunicação à linha

Para envolver todas as pessoas interessadas no projeto de melhoria contínua foi criado um quadro de comunicação à linha. O quadro era atualizado periodicamente. Servia para acompanhar os indicadores de rendimento, identificar problemas, sugestões de melhoria, estabelecimento de modos operatórios com respetivos objetivos e para controlar processos classificados como oportunidades de melhoria. Conhecer fica mais fácil e está ao alcance de todos. A figura 17 demonstra o quadro de comunicação à linha.



Figura 17 – Quadro de comunicação à linha de lixagem

5. Oportunidades de Melhoria – Aplicação da Metodologia CCIV

Disciplinar o ritmo do processo decisório. Eliminar comportamentos políticos. Focar nos objetivos. Incentivar. Envolver. Intuir. Em suma, liderar. Todas estas ações foram preocupações constantes e transversais aos processos Conhecer, Conceber, Implementar e Validar. Esta preocupação sempre presente, ao longo do projeto, teve como objetivo reduzir o tempo associado à tomada de decisão e manter elevados os níveis de motivação de todos os estratos organizacionais envolvidos no projeto de melhoria. A receptividade a novas sugestões provindas de conversas informais ou reuniões formais foi sempre total e refletida.

Após fazer o levantamento da situação inicial, verificou-se que as principais oportunidades de melhoria se relacionavam com o aumento da produtividade e com os índices de disponibilidade e de rendimento. Assim sendo, as próximas secções tratam de aplicar a metodologia CCIV em cada oportunidade encontrada.

5.1. Oportunidades de melhoria que afetam a capacidade do processo produtivo

Através de uma observação atenta a todas as etapas envolvidas na linha de lixagem, encontraram-se duas oportunidades essenciais de melhoria que afetam a capacidade produtiva dessa mesma linha.

5.1.1 Velocidade dos robôs de entrada

Inicialmente, a velocidade dos robôs de entrada estava a 95% da sua capacidade total. Depois de algumas discussões e ensaios verificou-se que, à medida que se aumentava a velocidade dos robôs, o número de paragens devidas a erros de torque também aumentava, prejudicando os índices de rendimento da linha. Foi aqui que começaram a surgir questões relativamente a esta oportunidade de melhoria.

5.1.1.1 Velocidade do Robô 1

Mas por que é que aconteciam estes erros de torque no robô 1? De facto, a ferramenta responsável pela alimentação do R1 apresentava uma grande folga, diminuindo a resistência à inércia provocada pelo movimento de R1.

Mas por que é que a ferramenta de alimentação tinha essa folga? Desde a aquisição dos robôs, as peças de suporte da ferramenta ainda não haviam sido trocadas, o que ia contra os prazos de manutenção estipulados pelo fornecedor dos robôs.

Após o conhecimento da situação, foi chamado o técnico destacado para a manutenção dos robôs que tratou da substituição do suporte e conseqüente estabilização. No entanto, esse desgaste não era verificado no suporte da ferramenta do robô 2 e a sua substituição não foi necessária. Para efeitos práticos, o aumento da velocidade do R2 não gerava quaisquer ganhos,



Figura 18 - Ferramenta de alimentação do Robô 1

uma vez que, como se verificou na secção de apresentação da linha, o R2 tem de esperar que passem na linha as placas alimentadas pelo R1, robô mais distante da zona de descarga.

Com a conceção e implementação deste plano de melhoria foram recolhidos os resultados que constam na tabela 3.

Tabela 3 – Comparação do tempo de ciclo em segundos por cada lote de 8 placas que abastecem a linha em cada movimento dos robôs

Tamanho Placas (mm)	Entradas				Média
	E1&E4	E2&E3	E1&E3	E2&E4	
1200x600	13,87 (13,73)	13,39 (13,36)	14,55 (13,67)	14,41 (13,73)	14,06 (13,62)
900x600	13,23 (12,55)	11,86 (11,60)	13,02 (12,55)	12,88 (12,12)	12,75 (12,20)

Depois de uma verificação do número de ocorrências de erros de torque no R1, a medida foi aceite e normalizada. Ocorre assim uma diminuição do tempo de ciclo em 0,36 segundos para as placas 1200mm x 600mm e uma redução de 0,55 segundos para as placas 900mm x 600mm.

5.1.1.2 Velocidade do Robô 2

Aumentar a velocidade do R2 não surge como uma prioridade por não afetar, por norma, o tempo de ciclo do produto. Diz-se por norma porque por vezes entram paletes singulares na zona de alimentação, ou seja, uma paleta de um tipo de material que é lixada singularmente. Por este motivo e uma vez que os robôs de entrada são iguais, é importante saber a razão pela qual os erros de torque ocorrem no R2.

Após visualizar várias vezes a estrutura dos robôs da entrada que se apresentam nas figuras 19 e 20 constataram-se vários fatores.



Figura 19 – Robô 1



Figura 20 – Robô 2

O peso das ferramentas de R1 e R2 é igual. No entanto, como se pode constatar pelas figuras 19 e 20, o peso não está distribuído equitativamente. O centro de massa está deslocado do centro do suporte da estrutura, uma vez que é aplicada à ferramenta uma carga acrescida pela zona dos filtros pneumáticos assentes numa estrutura de aço de construção. A ferramenta do R2, como se pode verificar pelas figuras 19 e 20, está ao contrário da ferramenta do R1. Mas será que o facto de estar ao contrário origina um torque no eixo A2 muito superior ao que o R1 origina no eixo A2?

Uma vez conhecida uma das possíveis causas, foi analisado o projeto da ferramenta para conhecer os materiais e o centro de massa da ferramenta. Efetuados os cálculos, verificou-se que o facto da estrutura no R2 estar ao contrário da do R1 constitui uma diferença de 1117N.m. No anexo G encontram-se detalhadamente os cálculos que levaram a estes valores.

A proposta consiste em colocar a ferramenta de alimentação do R2 no mesmo sentido em que se encontra a ferramenta do R1. Todavia, dado que esta mudança não constitui um ganho relevante na capacidade produtiva e a sua alteração demoraria o tempo equivalente a um turno (8h), a sua implementação ficou marcada para Agosto de 2013, altura de manutenção de todas as linhas de produção. O processo de validação, ou seja, o processo de verificar os resultados e de normalizar terá de ser feito no período posterior à mudança.

5.1.2. Sequenciamento da alimentação da linha

Como já foi observado, a partir da tabela 2 e posteriormente através da tabela 3, os tempos de ciclo variam consoante as entradas que alimentam a linha. Já após a implementação do aumento da velocidade em R1 obtiveram-se os dados que constam na tabela 4.

Tabela 4 - Tempos de ciclo em segundos consoante as entradas escolhidas para alimentar a linha de lixagem

Tamanho Placas (mm)	Entradas					
	E1&E4	E2&E3	Média (E1&E4-E2&E3)	E1&E3	E2&E4	Média (E1&E3-E2&E4)
1200x600	13,73	13,36	13,55	13,67	13,73	13,70
900x600	12,55	11,60	12,07	12,55	12,12	12,33

De forma a não prejudicar o tempo de mudança de paletê, tem de se notar que a linha tem duas possibilidades de ser alimentada. A primeira opção consiste no conjunto formado pelas entradas E1&E4 à qual se segue obrigatoriamente as entradas E2&E3. A segunda opção é relativa ao abastecimento da E1&E3 à qual se segue obrigatoriamente a combinação E2&E4. De notar que estas duas opções apenas alternavam pela ocorrência de paletes singulares que obrigavam a trocar o sequenciamento do reabastecimento. Recorrendo à análise do programa constatou-se que o transbordador estava programado para reabastecer primeiro a E1&E3 o que resultaria, conseqüentemente, numa ordem de sequenciamento correspondente a E1&E3-E2&E4.

Analisando a tabela 4 percebe-se que o tempo de ciclo da opção E1&E4-E2&E3 é em média menor do que aquele obtido pela combinação E1&E3-E2&E4, indo contra o que estava estabelecido no programa do transbordador.

Após esta fase de conhecimento, partiu-se para a fase da conceção. Nesta fase estipulou-se que o sequenciamento deveria consistir na opção E1&E4-E2&E3 e que, quando se desse a ocorrência de paletes singulares estas teriam de abastecer as entradas E4 e E3. Isto deve-se ao facto das entradas E4 e E3 serem as mais próximas da zona de descarga, cujo tempo de ciclo é menor.

Foi então implementado um programa no transbordador de carga e descarga com o objetivo de alterar o sequenciamento de abastecimento da linha, tendo em conta o plano concebido. O programa foi implementado através da utilização do *software TwinCat PLC Control* e apresenta-se no anexo H e I. O anexo H trata da gestão do movimento no qual o transbordador escolhe a entrada destino, enquanto o anexo I trata de garantir o instante em que a paleta passa da zona de entrada para o transbordador de carga.

Depois de realizar vários ensaios e de fazer alguns ajustes no programa, verificou-se que os resultados iam de encontro ao estipulado, passando para a normalização desta medida. Esta oportunidade de melhoria estava assim validada.

5.2. Oportunidades de melhoria que afetam o OEE

No decorrer de uma observação atenta à linha de lixagem foram encontradas várias oportunidades de melhoria afetas ao índice de OEE que vão ser descritas de seguida, desde a fase do seu conhecimento até à fase de validação.

5.2.1 Arranque da linha – Aplicação da Metodologia SMED

Sempre fruto de observações minuciosas e de um conflito positivo entre os intervenientes no projeto de melhoria, observou-se que o tempo de arranque poderia consistir numa oportunidade de melhoria.

De modo a conhecer esta possível oportunidade começou-se a fazer o registo do tempo de arranque da linha de lixagem que acontecia, por norma, no primeiro turno do primeiro dia da semana. Após a recolha de alguns dados obtiveram-se os dados da figura 21.

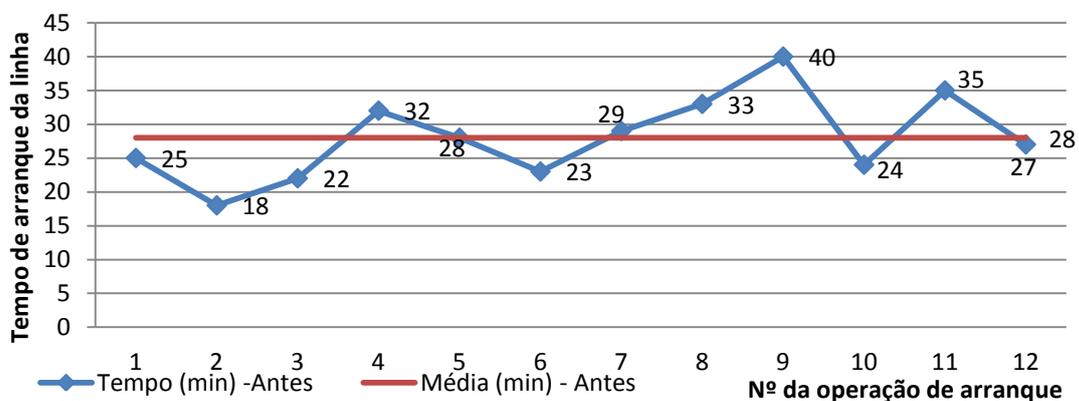


Figura 21 - Tempo em minutos por cada operação de arranque da linha de lixagem

Através da análise da figura 21, constatou-se que o tempo do processo de arranque oscilava demasiado desde tempos razoáveis de 18 minutos até tempos exagerados de 40 minutos. Posto isto, considerou-se que a normalização do processo de arranque se confirmava como sendo uma oportunidade de melhoria.

Mas qual a razão de tais oscilações? Para responder a esta pergunta foi necessário conhecer mais aprofundadamente este processo. Como conhecê-lo? A resposta assentaria na utilização da metodologia SMED. Antes de iniciar a aplicação desta metodologia foram dadas formações a todos os envolvidos no projeto para se sentirem parte integrante do mesmo ao mesmo tempo que aumentam o seu *know-how*.

Como é depreendido pela análise do processo de arranque, não existe nenhuma lista definida de processos nem classificação das etapas em internas ou externas, encontrando-se o processo de arranque no estágio inicial da aplicação do SMED.

Partiu-se assim para o segundo estágio, o de estudo do processo. Discussões formais, conversas informais e gravações do processo de arranque foram os métodos utilizados para identificar todas as etapas do mesmo.

Durante algumas sessões que envolveram todos os membros afetos ao projeto de melhoria contínua ocorreu a separação e classificação das tarefas em internas e externas, bem como a conversão de algumas tarefas tidas como internas para externas, ambos os processos inerentes ao estágio 3 e 4 da metodologia SMED.

Durante as reuniões e com base nos vídeos observados, listaram-se os principais problemas que originavam oscilações no tempo do processo. A tabela 5 contém os problemas que representavam as maiores perdas, as causas que as originavam e as ações corretivas a serem implementadas.

Tabela 5 - Principais problemas, causas e ações corretivas do processo de arranque

Problemas	Causas	Ação corretiva
Problemas em procurar, desembrulhar e retirar as lixas das caixas dos fornecedores	Esta ação não foi feita no último turno de sexta-feira de forma externa à produção	Incluir esta ação externa no modo de fecho da linha
Problemas no acionamento dos robôs obrigando a sucessivos <i>resets</i> dos programas	Os robôs são desligados no quadro geral elétrico no último turno de sexta-feira antes de serem colocados na posição <i>Home</i>	Incluir o posicionamento dos robôs em <i>Home</i> no modo de fecho da linha
Problemas devidos a erros no térmico que obrigam a reiniciar inúmeras vezes o sistema operativo das lixadeiras	Os monitores das lixadeiras e o vácuo são desligados no quadro geral elétrico no último turno de sexta-feira	Incluir o ação de desligar o vácuo e os monitores das lixadeiras corretamente no modo de fecho da linha
Problema no reconhecimento das placas que origina perdas com a limpeza das fotocélulas	Falta de limpeza das fotocélulas	Incluir a limpeza das fotocélulas de forma externa no modo de fecho da linha

Através da análise dos principais problemas que geravam as maiores perdas de tempo constatou-se que todos eles tinham a sua causa assente num fecho deficitário da linha. Todas as ações corretivas ou são ações externas que não prejudicam o tempo de produção ou correspondem a perdas ínfimas de tempo. Em suma, perder alguns segundos no fecho da linha para ganhar vários minutos no arranque. O modo de fecho da linha criado ao longo do projeto para diversas ações passou então a incluir as ações corretivas presentes na tabela 5 como se pode verificar através da consulta do anexo J.

Findas as etapas 3 e 4 da metodologia SMED, concebeu-se um modo operatório para o arranque, de forma a implementar a simultaneidade entre os operadores durante a execução das tarefas internas. Este modo operatório trata também de simplificar, organizar, minimizar o tempo de paragem e mecanizar todo o processo para não ocorrerem demasiadas oscilações.

Ainda antes da fase de implementação foi dado a conhecer o plano de ação a todos os operadores da linha de lixagem com o intuito de passar o conhecimento e de ultimar o modo operatório. Como se pode ver no anexo L, foi estabelecido um objetivo de 8 minutos e 10 segundos para completar o processo de arranque. De notar que, teoricamente, o tempo do processo começa a contar desde o momento em que se para de produzir até ao momento em que se começa a produzir, conforme as especificações. No entanto, sendo a cortiça um produto natural torna-se muito complicado normalizar um tempo para a duração de todo o processo, uma vez que a última etapa é a de verificação da qualidade do produto. O tempo associado a esta etapa varia sempre com a matéria-prima e é necessário recorrer a um processo iterativo para colocar o equipamento nas condições ideais de produção de cada produto específico. Os 8 minutos e 10 segundos, neste caso, referem-se apenas ao tempo desde o instante em que se para a produção, até ao fim do primeiro controlo de qualidade, já que o número de controlos seguintes é sempre imprevisível.

Posteriormente à definição do objetivo, iniciou-se a fase de acompanhamento da implementação do modo operatório para ver se tudo corria dentro dos parâmetros previstos.

De forma a ultimar esta oportunidade de melhoria, verificaram-se os novos resultados numa perspetiva comparativa com os anteriores como se pode observar pela figura 22.

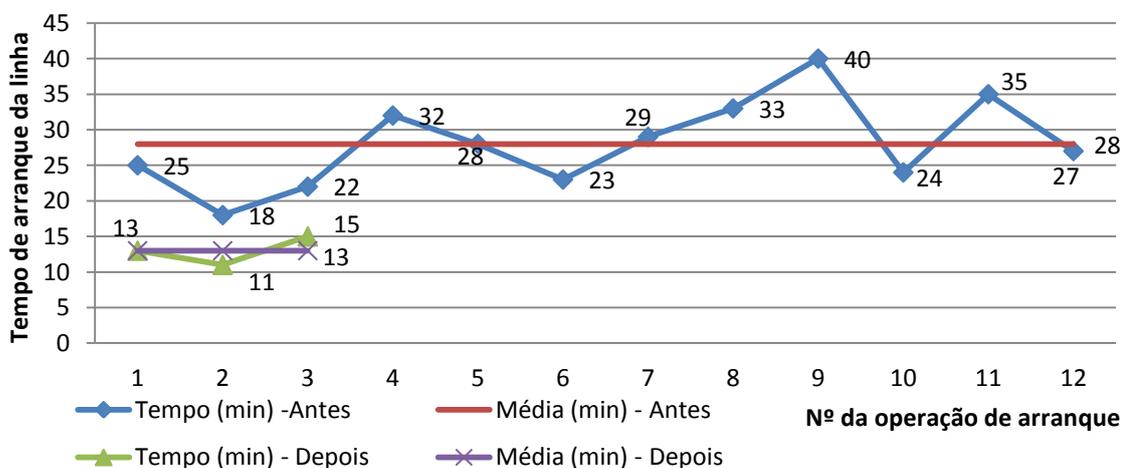


Figura 22 - Valores comparativos antes e depois da aplicação do SMED

Dado que o processo de arranque só decorre uma vez por semana, apenas foi possível recolher três resultados baseados no novo modo operatório. Todas as operações decorreram dentro da normalidade e o objetivo previamente definido foi atingido, ou seja, nas três operações, aos 8 minutos e 10 segundos já tinha sido realizado o primeiro controlo.

Apesar da escassez de dados, este procedimento foi normalizado e conseqüentemente validado, contribuindo de uma forma positiva para o aumento do índice de rendimento.

5.2.2 Substituição das lixas – Aplicação da Metodologia SMED

O processo de substituição das lixas acontecia várias vezes por dia e demorava mais de dez minutos. No entanto, não era registado em nenhuma classe das folhas de produção, entrando, por isso, nas perdas de rendimento. Dada a sua visível frequência de cerca de quatro vezes por dia, considerou-se que era um processo merecedor de ser conhecido.

Para conhecer este processo foi criada uma folha de registo que se encontra no anexo M. De seguida, foram recolhidos os dados que se apresentam sob a forma gráfica na figura 23.

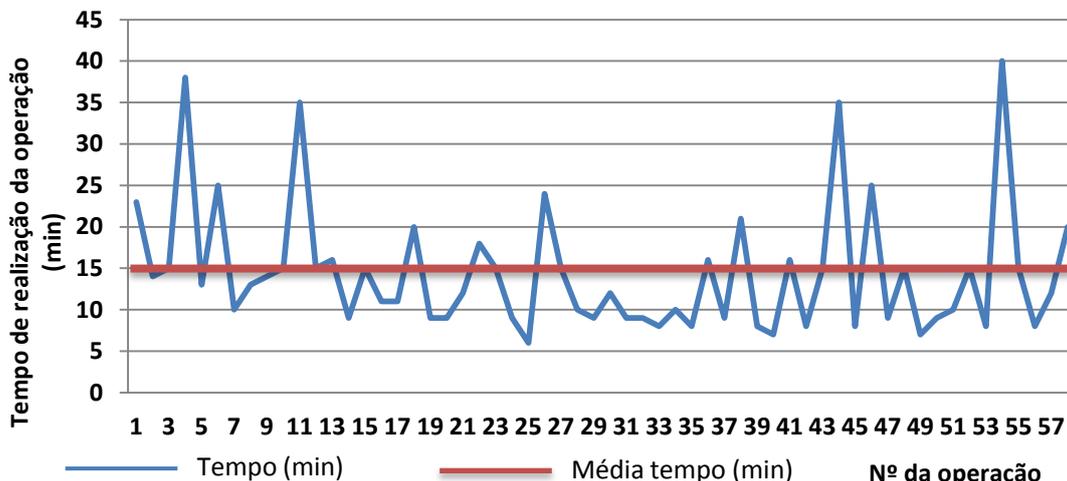


Figura 23 - Tempo de substituição das lixas por nº de operação de troca

Como se pode constatar pelas 58 operações de troca registadas, o tempo da operação de troca das lixas é muito irregular e apresenta um tempo médio de 15 minutos. Controlar e minimizar o seu tempo médio são os objetivos a atingir neste processo e para isso recorreu-se à metodologia SMED. Ainda respeitante à fase do conhecimento convém referir que a linha de lixagem é constituída por oito locais designados por cabeças onde são introduzidas as lixas, cinco superiores e três inferiores. Podem ocorrer todos os tipos de trocas, dependendo do desgaste das lixas que é avaliado continuamente e de forma externa pelos operadores. Criar um modo operatório para todas as combinações possíveis de troca exigiria demasiado tempo e tornaria muito complexa a normalização de todos os processos por parte dos operadores.

Partiu-se então para a análise da frequência de combinações das trocas de lixas que ocorriam na linha que se pode averiguar pela figura 24.

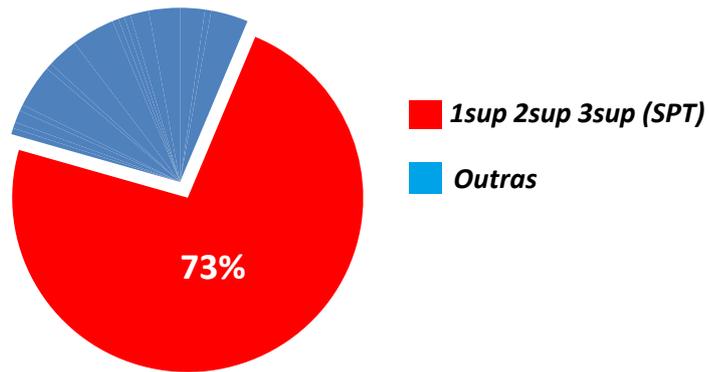


Figura 24 - Nº de ocorrências de cada combinação de substituição das lixas

O resultado desta análise foi bastante esclarecedor. A combinação de lixas que é trocada com mais frequência corresponde ao conjunto da 1ª lixa superior, 2ª lixa superior e 3ª lixa superior com uma fatia representativa de 73%. Esta situação verifica-se uma vez que o grau de desgaste a que estas três lixas estão sujeitas é muito maior do que o das restantes. De forma a simplificar a classificação deste tipo de troca denominou-se a mesma de *SPT (SandPaper Top)*, termo que passou a ser do senso comum de toda a equipa envolvida no projeto. Então, incidir o estudo na troca de *SPT* passou a ser uma prioridade. A figura 25 demonstra a situação inicial do tempo de troca de *SPT*.

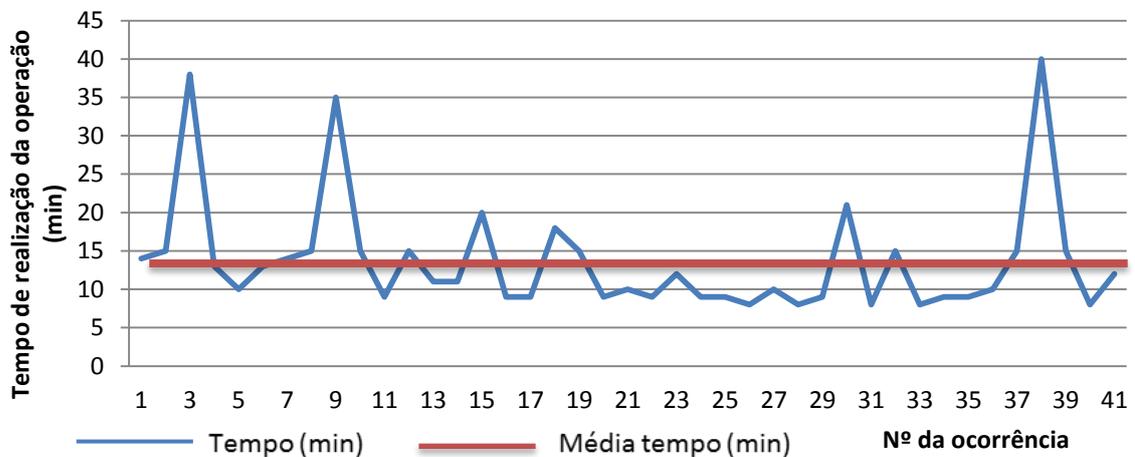


Figura 25 -Tempo por cada operação de troca SPT

O processo de troca de *SPT* apresentava um tempo médio de execução de 14 minutos. Tal como no processo geral de troca de lixas, o tempo de troca de *SPT* não está controlado. Incidir numa minimização do tempo médio e aumentar o controlo do processo passou a ser considerada uma oportunidade de melhoria.

Recorrendo à metodologia SMED, já interiorizada por toda a equipa e num processo muito idêntico ao do arranque de linha, recorreu-se à análise do processo de troca de *SPT* através de filmagens e de discussões formais e informais.

Através destas filmagens foram identificadas todas as etapas inerentes ao processo de troca bem como os tempos de execução associados a cada uma. Posteriormente e respeitando o 4º estágio do SMED, converteram-se várias etapas internas em externas. A conversão do tempo de preparação das lixas de interno para externo constituiu o maior ganho nesta etapa.

As etapas internas foram todas organizadas e, após alguns ensaios e ajustes, estabeleceu-se um modo operatório com um tempo objetivo de troca de *SPT* de 6 minutos e 10 segundos.

Tal como aconteceu no processo de arranque de linha, este objetivo apenas contempla o tempo desde o instante em que se para a produção até ao momento em que se termina o primeiro controlo de qualidade. O tempo associado ao processo de controlo da qualidade de um produto natural assume-se, deste modo, como iterativo e incerto.

Depois da conceção do procedimento operatório que se pode visualizar através da consulta do anexo N, foi acompanhada a implementação da medida de melhoria. Todos os operadores foram devidamente treinados e obtiveram-se os dados que constam na figura 26.

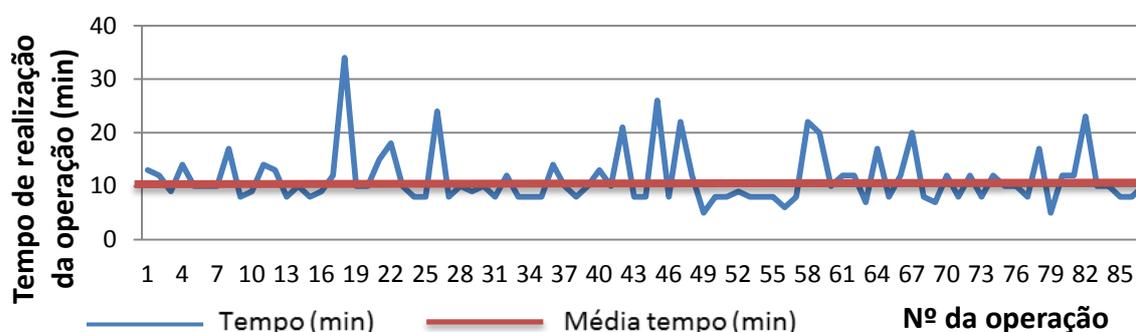


Figura 26 - Tempo por cada operação de troca SPT após SMED

Como se pode constatar, verifica-se uma redução e uma padronização do tempo de substituição de *SPT* que agora é em média de 10 minutos. No entanto, o processo de substituição continuou com algumas oscilações e foram analisadas as suas causas:

- Número de iterações necessárias para o controlo da qualidade das placas;
- Número de operadores presentes na linha de lixagem.

Quanto ao primeiro motivo de perda já era de esperar uma vez que o tempo objetivo não conta com o número de iterações necessárias ao controlo da qualidade. O segundo motivo resultou da necessidade de mobilizar um dos operadores para outras linhas devido a problemas externos. No entanto, dado que este motivo persistiu no tempo, foram criados mais dois modos operatórios para quando um operador está sozinho que podem ser consultados no anexo O. Um refere-se à situação das lixas já estarem previamente preparadas na linha e o outro refere-se à situação do operador ter de se deslocar ao armazém das lixas.

Sendo a primeira causa de perdas conhecida e controlada e a segunda fruto de um fator externo, o modo operatório foi validado.

Este modo operatório, apesar de ter sido concebido apenas para a combinação de troca *SPT*, dispõe de um conjunto de medidas aplicáveis à substituição de todas as combinações possíveis de troca de lixa. Na figura 27 observa-se o impacto desta medida no desempenho geral de troca de lixas.

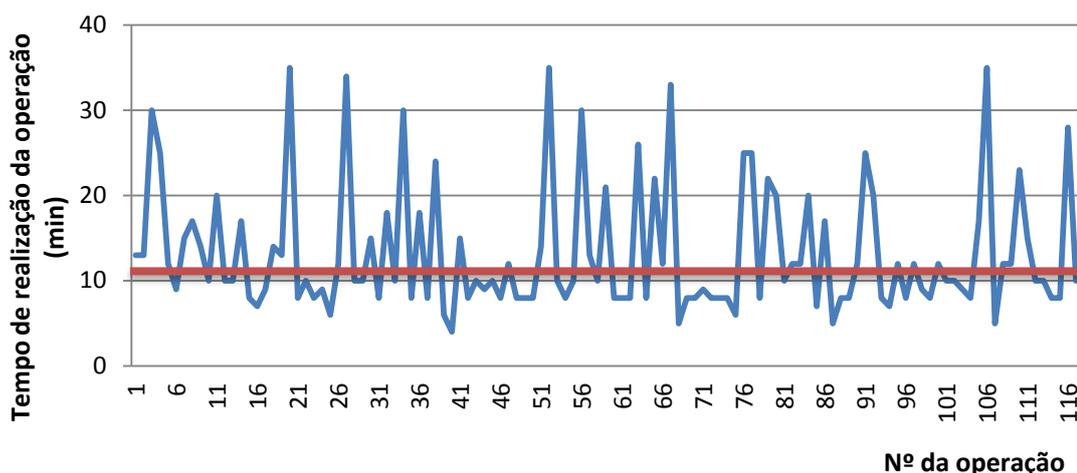


Figura 27 - Tempo por cada operação de substituição das lixas

A nível geral, verifica-se então uma redução do tempo de substituição das lixas de 15 minutos para 11 minutos. Esta melhoria constitui assim uma melhoria no índice de rendimento e consequentemente no índice geral de eficiência.

5.2.3 Substituição das lixas – Base de Dados de Apoio Operacional

O processo de substituição de lixas ocorre cerca de quatro vezes por dia. Como tal, a quantidade de registos a analisar e a perda de tempo associada à sua padronização era demasiado elevada. Foi neste prisma que se criou uma base de dados de apoio à equipa de melhoria operacional.

Esta base de dados tem como principal objetivo evitar o retrabalho no registo de dados, minimizar o trabalho dos operadores no processo de registo e uniformizar os dados, de forma a tornar mais fácil e rápida a sua interpretação. Esta base de dados pode ser consultada no anexo P.

5.2.4 Arrumação, Organização, Limpeza – Aplicação da metodologia 5S's

Com o decorrer do tempo, foi perceptível na linha de lixagem a presença de objetos desnecessários à linha, a perda de tempo na procura de objetos necessários, o elevado grau de deterioração dos equipamentos e a insatisfação das pessoas no seu local de trabalho.

Após esta fase de conhecimento e identificação da oportunidade de melhoria, recorreu-se à metodologia dos 5S's. Com o intuito de envolver e equiparar toda a equipa a nível de conhecimento, foram dadas formações sobre esta metodologia através de uma introdução mais teórica e, posteriormente, com exemplos dinâmicos e ilustrativos do efeito desta melhoria.

Sempre com base na metodologia dos 5S's foi desenvolvido e executado um plano de ação. De forma a cativar todos os membros da linha de lixagem e a sensibilizar toda a gente que não estava diretamente envolvida no projeto foi criada uma campanha. A título de sugestão dos operadores, a campanha denominou-se: “Não sujes que eu limpo.” Esta campanha era pioneira na zona dos componentes e tinha o objetivo de ser implementada, futuramente, em todas as outras linhas pertencentes à área. A linha guia da aplicação desta metodologia começava no processo de seleção, organização, limpeza, normalização e disciplina, ponto de chegada e de partida para um novo ciclo.

5.2.4.1 Processo de Seleção

Para seleccionar todos os produtos, ferramentas, matérias-primas, documentos ou outros materiais desnecessários à linha, recorreu-se ao método da etiqueta vermelha. No entanto,



apesar de teoricamente a etiqueta vermelha identificar todos os materiais desnecessários à linha, neste caso, optou-se por uma prática distinta. Além das informações gerais sobre o autor da etiquetagem, da identificação do material e de um local para observações, foi criado um campo destinado à frequência de utilização do material. Com esta nuance, assegura-se que nenhum material é esquecido de classificar. O grau de frequência estava dividido em três níveis: “Desnecessário”, “Pouco Utilizado” e “Muito utilizado”. As consequências eram claras. Se o material fosse classificado como desnecessário era removido da linha, se fosse pouco utilizado ia para o armazém da linha de lixagem que ficava relativamente perto e se fosse muito utilizado ficava mesmo junto à linha para não existirem perdas de tempo na sua procura. Este método não só garantia a eliminação do desnecessário como facilitava o processo de organização.

Figura 28 - Etiquetas Vermelhas

Este processo de etiquetagem foi realizado por todos os operadores da linha devidamente acompanhados para garantir o consenso da etiquetagem.

Esta pequena alteração ao método usual da etiqueta vermelha apenas foi utilizada no primeiro ciclo da metodologia 5S's. A partir da fase da disciplina, em que todos estes processos têm de fazer parte do quotidiano, a etiqueta vermelha passou a ser usada representando apenas o que é desnecessário.

A figura 29 é um exemplo do processo de seleção:



1 - Objetos não classificados

2 - Etiquetagem

3 - Local após seleção

Figura 29 - Processo de seleção

5.2.4.2 Processo de Organização

Depois de eliminar o desnecessário através do processo de seleção, organizou-se tudo o que era necessário à linha. Colocar mais perto da linha o que se usa mais e mais longe da linha o que se usa menos foi o critério utilizado. A figura 30 demonstra alguns exemplos do processo de organização.

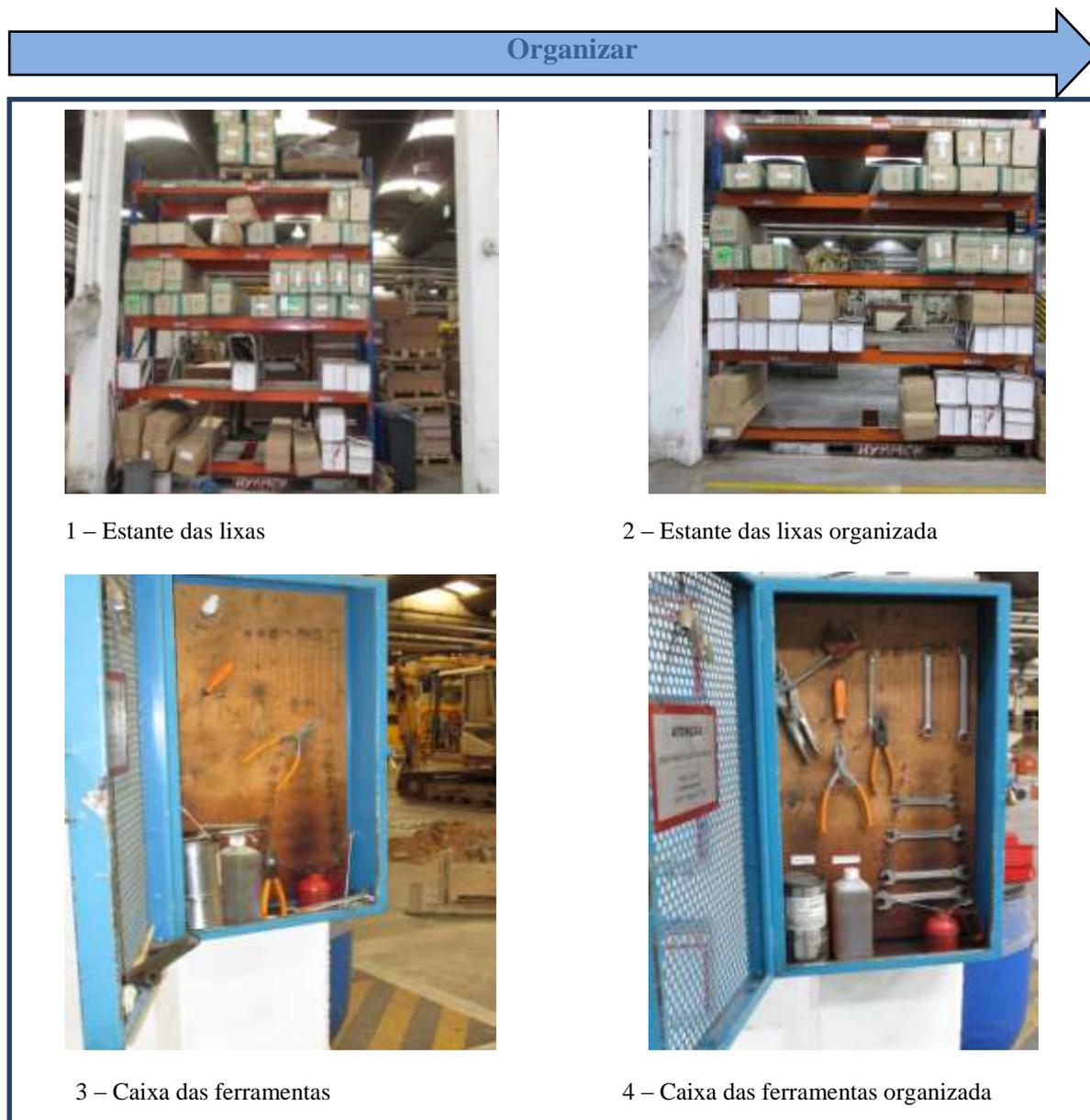


Figura 30 - Processo de Organização

Quer no processo de organização da estante, quer na organização da caixa de ferramentas foram colocadas identificações nos locais em que os produtos devem ser armazenados. Como se pode constatar pela caixa de ferramentas organizada, verificou-se que faltavam ferramentas. Visto isto, aproveitou-se esta etapa da metodologia 5S's para fazer um inventário de todas as ferramentas necessárias à linha. Este inventário inclui ferramentas necessárias a possíveis microparagens da linha e às avarias que ocorrem de uma forma mais repetitiva.

Este processo utilizou o grau de frequência de utilização de todos os materiais que havia sido escolhido nas etiquetas vermelhas. Decidiu-se, então, tomar medidas em relação ao *layout*. O

computador e a mesa de espessuras foram classificados como muito utilizados. Estes são necessários para fazer os controlos de qualidade de todos os produtos que passam na linha e como tal, é um processo que ocorre repetidamente. Passou-se a mesa do computador e a mesa de espessuras para dentro da linha reduzindo, deste modo, o tempo do processo de verificação da qualidade das placas. Esta medida será implementada em Agosto de 2013, uma vez que também é preciso estender as saídas elétricas para dentro da linha. Esta medida contribuirá para o aumento do índice de rendimento, já que o tempo de controlo de qualidade será mais pequeno. O projeto do novo *layout* encontra-se no anexo Q. O sítio escolhido para alocar a mesa de espessuras e a mesa do computador foi o mais próximo possível da zona do tapete de saída, local onde saem as placas prontas a serem controladas.

5.2.4.3 Processo de Limpeza

Findo o processo de organização, fez-se uma limpeza geral a toda a linha. Foram identificadas as áreas mais problemáticas e definido o material necessário à limpeza.

Alguns exemplos da limpeza geral efetuada apresentam-se na figura 31.

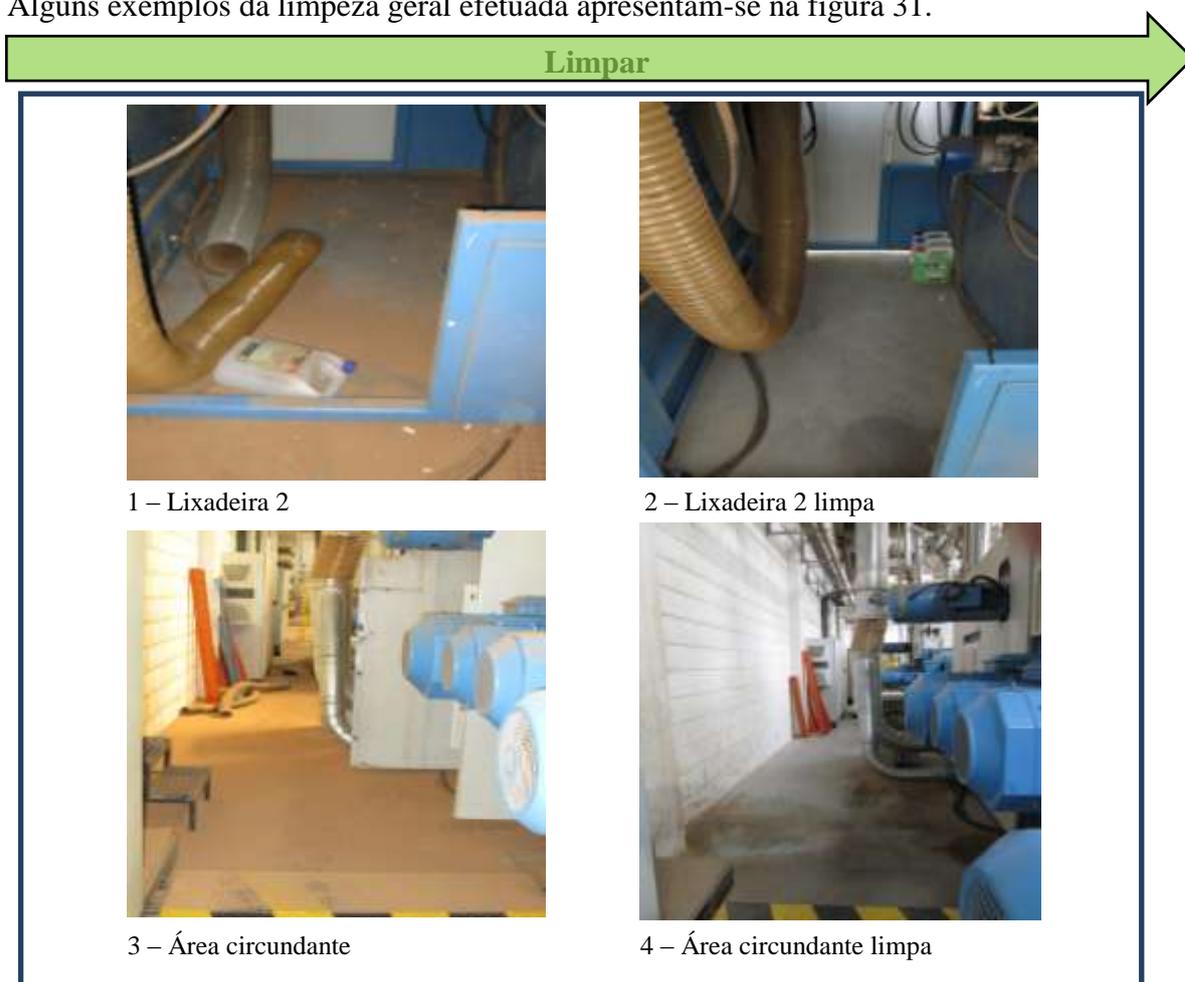


Figura 31 – Processo de limpeza

5.2.4.4 Processo de Normalização

Depois das primeiras três fases de seleção, organização e limpeza, torna-se fundamental normalizar estes processos para criar o hábito em todos os operadores da linha.

As etiquetas vermelhas permaneceram na linha, desta vez com o objetivo de identificar tudo o que seja desnecessário.

Foram criadas etiquetas identificativas com os locais de arrumação dos materiais para manter os níveis de organização da linha.

Quanto à normalização do processo de limpeza, as principais fontes de sujidade geradoras de problemas foram incluídas no sistema de manutenção preventiva autónomo com as respetivas periodicidades que foram estipuladas por toda a equipa. Para além da limpeza destas fontes principais, foi criado um espaço temporal para a limpeza geral da linha que foi incluído nos 45 minutos reservados ao modo de fecho (anexo J) da linha de lixagem. Esta limpeza, por ser uma tarefa interna à produção, deverá ser rápida. Como tal, foram definidos os locais, que só podem ser limpos com a linha parada, onde a limpeza deve incidir. A limpeza consiste na utilização de mangueiras de ar comprimido para deslocar o pó para a área circundante das máquinas. Posteriormente, incluído como tarefa externa no modo de arranque (anexo L), deverá a zona circundante ser limpa.

5.2.4.5 Processo de Autodisciplina

Enquanto a metodologia dos 5S's não estiver bem assimilada pelos operadores, criou-se uma equipa de responsáveis por inspecionar a linha. A equipa deve estar atenta ao cumprimento das medidas normalizadas e tem a responsabilidade de alavancar o espírito de necessidade de cumprir as tarefas, alertando continuamente para as vantagens da aplicação desta metodologia. Foi criada também uma ficha de oportunidades de melhoria que deverá ser preenchida por todos os que tiverem uma ideia ou reparado num problema relativo à linha.

Mais exemplos ilustrativos da aplicação da metodologia 5S's na linha de lixagem constam no anexo R.

5.2.5 Substituição do tapete

Incidindo as preocupações no índice de disponibilidade e na sua maior causa de perda, fez-se um estudo sobre o processo de troca de tapete.

Esta avaria resultava sempre do desgaste e conseqüente rompimento do tapete, o que levava a um processo de troca que exigia que a linha parasse.

Cada lixadeira é constituída por dois tapetes, sendo que só os da lixadeira 1 são iguais entre si. Após uma análise do número de falhas dos tapetes, verificou-se que todos têm sensivelmente o mesmo tempo de duração, pelo que não há distinção de periodicidades.

Com o intuito de conhecer bem o processo, analisaram-se os registos de avaria. Foram tiradas algumas conclusões:

- Em média, a cada 3 meses há uma avaria num dos tapetes devido a desgaste;
- O tempo médio de paragem do processo de troca do tapete é de 14 horas;

Para identificar oportunidades de melhoria neste processo recorreu-se à filmagem de uma operação de troca de tapete que durou 12 horas. Quer durante a observação da troca, quer durante a posterior visualização do vídeo, quer por conversas informais e formais identificaram-se algumas oportunidades:

- Uma vez que a manutenção é apenas corretiva, desde o instante da identificação da avaria até ao momento em que chegava a equipa da manutenção eram cerca de 45 minutos;
- O tempo na procura de ferramentas foi estimado nas 2 horas;
- O modo operativo é muito ineficaz na organização das tarefas, sincronismo dos intervenientes e preparação da intervenção;
- A troca do tapete propriamente dita ocorre fora da lixadeira. O tempo desta substituição corresponde a 3 horas antes da nova introdução do tapete na lixadeira;

Foram estas as principais oportunidades que foram encontradas. Para resolver a primeira foram incluídas verificações constantes dos tapetes no plano de MPT, de forma a que seja acompanhado o nível de desgaste dos tapetes. Esta medida tornará a substituição do tapete preventiva, reduzindo o tempo perdido pelo “fator surpresa”. Como forma de apoio à prevenção, desta e de outras avarias, foi recomendado ao departamento da manutenção que comesse a utilizar o indicador *MTBF* para saber com mais precisão o tempo médio entre cada falha.

A segunda medida foi resolvida através da criação do inventário que contém todas as ferramentas necessárias à troca de tapete, medida que foi tomada durante a aplicação da metodologia dos 5S's.

Para tentar melhorar o terceiro ponto, sugeriu-se a aplicação da metodologia SMED, de forma a otimizar a alocação dos recursos.

O quarto ponto sugere o investimento em 3 mesas de reserva, já que dois dos tapetes são iguais. A ideia é preparar externamente a mesa envolta no novo tapete. Assim, o processo de substituição do tapete consistiria apenas em retirar a mesa com o tapete desgastado e colocar de imediato outra mesa com o tapete novo, poupando as 3 horas. No entanto, após um estudo que contém dados confidenciais, verificou-se que o preço das mesas era muito elevado e o retorno era a longo prazo, não entrando para já nas prioridades da empresa.

Dada a longevidade do retorno da quarta ação de melhoria e a complexidade da terceira medida, estas ainda não se encontram na fase de implementação. No entanto, o tempo estimado correspondente a 2 horas e 45 minutos já foi então salvaguardado.

5.2.6 Manutenção da linha – Plano de MPT

A manutenção que se efetuava à linha era meramente corretiva. A aplicação de uma manutenção autónoma e preventiva parecia consistir numa boa oportunidade de melhoria. A quando da indagação às chefias relativamente à inexistência de qualquer plano de manutenção da linha, os principais fatores enunciados foram os seguintes:

- O tempo de paragem para manutenção autónoma da linha seria muito elevado;
- Dificuldade em controlar o cumprimento das tarefas;

- A emissão semanal das tarefas por parte do departamento da manutenção seria muito morosa e burocraticamente complicada;
- A falta de *know-how* dos operadores para realizarem as tarefas;
- O facto dos operadores apenas simularem a realização das tarefas.

Posto isto, após o conhecimento dos entraves a esta oportunidade de melhoria, partiu-se para a conceção de um plano que:

- Procure garantir o cumprimento das tarefas por parte dos operadores;
- Reduza ao máximo o tempo de paragem da linha;
- Seja de fácil controlo por parte das chefias;
- Permita uma gestão independente do departamento de manutenção;
- Contenha a informação necessária, de modo a não suscitar dúvidas aos operadores quanto à realização das tarefas;
- Seja visualmente apelativo;
- Possa ser aplicado em todas as linhas da Amorim Revestimentos S.A..

Numa primeira fase, foi feito um levantamento de todas as tarefas que deveriam fazer parte do plano de manutenção. Num esforço que envolveu operadores e departamento da manutenção foram levantadas 572 tarefas de manutenção da linha de lixagem que abrangiam tarefas de lubrificação, ajuste, limpeza e verificação.

Numa segunda fase estimou-se o tempo de realização para cada tarefa e definiram-se as periodicidades associadas a cada uma. Alocando as tarefas da melhor forma resultava numa perda de 4h por semana para cumprimento do plano de manutenção, algo que ia de encontro a um dos problemas postos pelas chefias. Foi então que, após um longo processo iterativo em busca do melhor, foi concebido um plano de manutenção denominado por plano de MPT. A raiz do procedimento assentava na criação de um quadro dinâmico de manutenção autónoma.

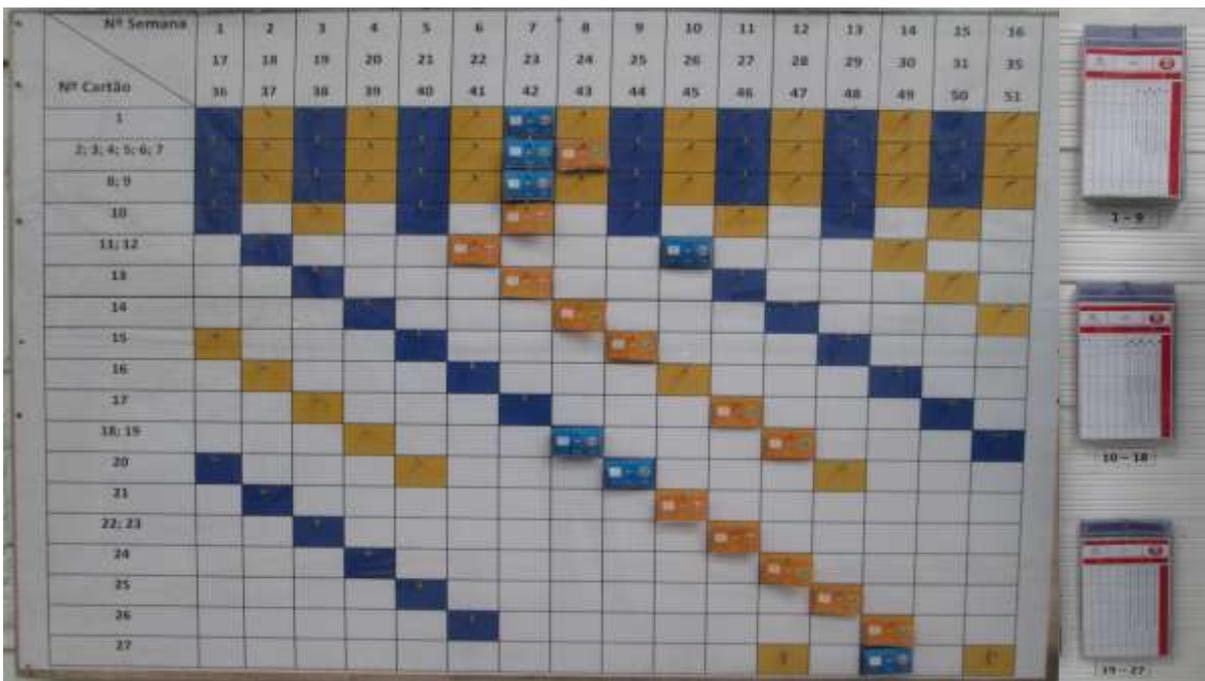


Figura 32 - Quadro MPT – Semana 23

Existem 54 cartões pequenos e 27 cartões grandes numerados. Cada cartão grande está associado pelo mesmo número a dois cartões pequenos. Cada cartão grande tem um conjunto de tarefas a realizar num determinado local. O quadro contém 27 cartões pequenos e os restantes 27 estão espalhados estrategicamente pela linha. Cada número tem um cartão azul e um cartão laranja associado. A figura 33 mostra os 3 cartões associados ao mesmo número.



Figura 33 - Cartões pequenos e grandes com o mesmo número - tarefas a realizar com a linha em funcionamento ou parada

Cada cartão grande tem um conjunto de tarefas alocadas com base em três critérios:

- Locais da verificação – Tarefas na mesma zona foram aglomeradas no mesmo cartão;
- Periodicidade das tarefas – Tarefas de periodicidade diferente ficaram em cartões diferentes;
- Tarefas que podem ser realizadas com a linha em funcionamento (cartões grandes verdes) e tarefas que só podem ser realizadas com a linha parada (cartões grandes vermelhos);

A partir da consulta da coluna correspondente à semana em questão, estão associados os cartões pequenos para realizar nessa semana.

A título de exemplo, a figura 32 está associada à semana 23. De notar que o eixo vertical refere-se ao nº do cartão que consta na linha e o eixo horizontal à semana. De forma a poupar horizontalmente espaço útil na parede, cada coluna contém 3 semanas. Por exemplo, a coluna que está associada à semana 23 também se poderia referir à semana 7 ou 42 que terão exatamente as mesmas tarefas a serem realizadas. Como se pode constatar, as tarefas associadas ao cartão 11 estão em atraso e as do cartão 16 estão a ser realizadas no momento em que a foto foi tirada, já que nenhum cartão laranja ou azul se encontra no quadro na linha referente ao cartão 16. Da mesma maneira, é evidente que as tarefas relativas ao cartão 17 já foram realizadas, uma vez que o espaço azul pertencente à semana 23 já está livre e o da semana 27 já contém o cartão 17 laranja.

Criou-se uma instrução de trabalho com o intuito de clarificar o procedimento do plano de MPT. O procedimento apresenta-se na figura 34.

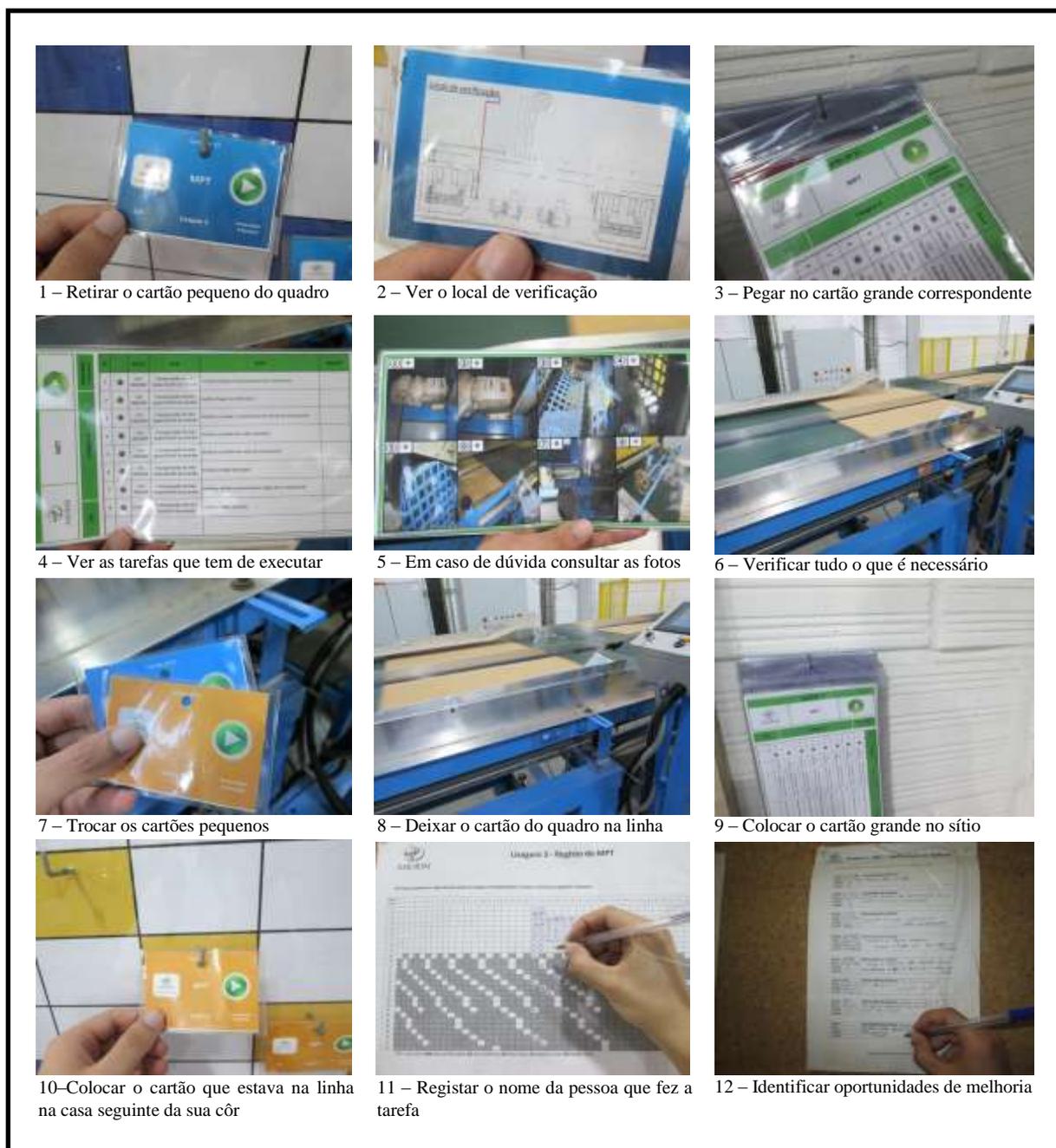


Figura 34 - Instrução de trabalho do plano de MPT

No caso da instrução de trabalho que consta na figura 34, o operador começa por pegar no cartão que, neste caso, pode ser feito com a linha a produzir (informação dada pelo *play button* inserido nos cartões pequenos e pelo facto do cartão grande ser verde). Em segundo lugar, olha para o número do cartão e vê o local de verificação que corresponde exatamente ao local onde se encontra o cartão laranja pequeno. O terceiro passo é pegar no cartão grande que tem o número correspondente. Depois vê a lista de tarefas que tem de fazer bem como o material necessário à sua concretização. De notar que estas tarefas incluem atividades de verificação, lubrificação, limpeza e substituição de ferramentas. Em quinto lugar o operador, em caso de dúvida, pode consultar a parte de trás do cartão grande e ver as fotografias do sítio exato a atuar. O sexto passo representa todo o processo de verificação. Após este processo, o operador troca o cartão do quadro com o que estava na linha (7-8) e dirige-se novamente para zona do quadro do MPT. No passo número 9, o operador coloca o cartão grande no seu local

correspondente. Na etapa 10 do procedimento, o operador aloca o cartão laranja na casa laranja seguinte, cuja altura de realização varia tendo em conta a periodicidade previamente definida. Note-se que o operador não tem de olhar para a periodicidade, apenas coloca o cartão na casa laranja seguinte, processo que define por si só a data da próxima realização. Na etapa 11, o operador responsável pela realização das tarefas aponta o seu nome na folha de registo. Por último, se durante este procedimento o operador denotar alguma oportunidade de melhoria ou achar que não tem formação para executar algo deverá apontar nas folhas de melhoria.

Em processo de autodisciplina, foi destacada uma equipa responsável pelo controlo do cumprimento das tarefas.

Depois da fase de conhecimento, da conceção da metodologia e das chefias decidirem implementar este plano de MPT como projeto piloto na linha de lixagem, passou-se para a fase de validação. Todos os requisitos exigidos haviam sido cumpridos:

- O facto de os operadores terem de se deslocar obrigatoriamente aos locais de verificação para trocar os cartões que muitas vezes estão em locais que exigem mesmo a desmontagem de ferramentas ou a paragem da linha por causa de sensores facilita o caminho para o cumprimento;
- O facto de as tarefas terem sido divididas, tendo em conta a possibilidade de realização com a linha em funcionamento ou parada reduziu o tempo de paragem para manutenção de 4h semanais para 2h semanais. Ainda relativamente a esta medida foi dada indicação a todos os operadores para, a qualquer paragem por avaria realizarem de imediato e prioritariamente as tarefas do quadro MPT que exigem que a máquina esteja parada. No entanto, se este tempo de paragens não planeadas não for suficiente para a realização das tarefas, foi criado um período às 17h de sexta-feira para a sua realização. Este período foi escolhido tendo em conta o horário em que os custos energéticos da ARO eram mais altos para diminuir o escalão dos custos associados à energia;
- O facto de ter sido usado um elevado grau de gestão visual facilita o controlo do quadro de MPT por todas as entidades que passam na linha;
- Os cartões pequenos laranjas e azuis geram dinâmica no quadro e definem automaticamente as periodicidades, não tendo o departamento da manutenção qualquer envolvimento na emissão repetitiva de tarefas semanais para todas as linhas da AR;
- As fotos com os locais específicos de verificação e a criação de instruções de trabalho retiram quaisquer dúvidas que um operador possa ter na execução das tarefas.

Embora o retorno desta medida não seja visível a curto prazo, todas as pessoas foram sensibilizadas para os benefícios da manutenção autónoma como apoio à manutenção preventiva, através de formações desde os cargos de chefia aos operadores. Depois deste processo de sensibilização, a metodologia do plano de MPT foi validada e entrou em processo de aplicação alargada a todas as linhas da Amorim Revestimentos S.A..

5.2.7 Paletes singulares

Depois de analisados os problemas compreendidos entre o início e o fim do fluxo produtivo da linha de lixagem, decidiu-se conhecer os problemas que eram originados a montante. Um

dos problemas da linha de lixagem é a alimentação de paletes singulares que origina perdas imediatas na ordem dos 50%.

Após uma análise exaustiva das fichas de produção, verificou-se que o número de paletes que eram lixadas singularmente era de aproximadamente cinco por dia. Isto resulta num total de 25 paletes por semana. Enquanto estas paletes estão a ser lixadas ocorre uma perda de rendimento que ronda os 9% equivalente a uma produção de 13500m². Anular esta perda assume-se como algo essencial.

A partir de conversas informais e de reuniões que envolveram todos os estratos organizacionais envolvidos na área de componentes, fez-se um levantamento das causas que levavam a este acontecimento repetitivo:

1. O número de paletes pedidas pelos clientes nem sempre era par ou seja, a última paleta do pedido teria sempre de ser lixada sozinha;
2. A divisão das placas a montante da última paleta em duas paletes originaria custos a jusante pela necessidade de as ter de juntar novamente e de uma forma manual;
3. Em muitas ocasiões o produto sai da linha de lixagem e é vendido diretamente ao cliente final. Um aumento do número de paletes causaria um aumento nos custos de transporte;
4. O período que as paletes permanecem em inventário pode ser bastante elevado, o que aumentaria em larga escala o número de paletes de ferro a serem compradas bem como os problemas de armazenamento relativamente aos custos e espaço que as paletes ocupariam;
5. O processo de separação a montante da última paleta de 1000 placas em duas paletes de 500 placas poderia originar custos superiores aos ganhos obtidos na linha de lixagem.

Neste caso, o número de variáveis a analisar seria muito grande e as implicações que isto iria ter, em termos de custos de investimento, organização da mão-de-obra e de espaço, faziam com que este cenário não favorecesse um estudo dedicado.

Após uma observação mais exaustiva da linha de lixagem, verificou-se que era possível alimentar a linha com dois robôs e fazer a descarga com apenas um sem prejudicar em demasia o tempo de ciclo da linha. Para o robô de descarga dar vazão às 8 placas introduzidas na linha teria de se aumentar o espaço entre elas, o que resultaria numa situação desde logo pior que a situação ideal mas, ainda assim, merecedora de ser alvo de estudo.

Após algumas cronometragens, verificaram-se os cenários apresentados nas tabelas 7 e 8 em comparação com a situação ideal de produção demonstrada na tabela 6.

Tabela 6 – Situação ideal de produção

Alimentação e descarga com dois robôs	
Tempo de ciclo (segundos)	12,2
Nº de placas alimentadas por movimento	8
Nº total de placas por paleta	1000
Tempo de terminar a paleta (min)	25

Tabela 7 - Situação para uma palete singular

Alimentação e descarga com um robô	
Tempo de ciclo (segundos)	12,2
Nº de placas alimentadas por movimento	4
Nº total de placas por palete	1000
Tempo de terminar a palete (min)	50

Tabela 8 - Situação em análise

Alimentação com dois robôs e descarga com um robô	
Tempo de ciclo (segundos)	16
Nº de placas alimentadas por movimento	8
Nº total de placas por palete	1000
Tempo de terminar a palete (min)	33

Como se pode constatar, o tempo para terminar a paleta da situação em análise é superior ao tempo ideal. No entanto, apresenta valores mais satisfatórios do que a situação atual, uma vez que ostenta ganhos na ordem dos 17min por paleta. Tendo em conta que cerca de 25 paletes são lixadas singularmente por semana, esta medida trará um benefício que ronda as 7h/semana, situação com menos variáveis e que merece um estudo mais dedicado já que os resultados parecem promissores.

Uma vez que a linha de lixagem tratará da junção automática das duas paletes constituídas, cada uma, por 500 placas para apenas uma paleta com 1000 placas, os problemas anteriormente referenciados nos pontos 2 e 3 estão resolvidos.

Focando agora o problema mencionado no ponto 4, o facto de a linha fazer novamente a junção das paletes que haviam sido anteriormente separadas faz com que uma paleta de ferro fique livre e com que o inventário de placas não aumente excessivamente. Após uma análise minuciosa entre a fase a montante e a fase de lixagem concluiu-se que o tempo médio que os materiais ficavam em inventário era de 3 dias. Uma vez que são lixadas diariamente 5 paletes singulares, é necessário investir na compra de 15 paletes de ferro para assegurar a divisão de todas as paletes singulares antes de serem devolvidas após o processo de lixagem. A tabela 4 dá uma visão mais específica do investimento necessário para colmatar o ponto 4.

Tabela 9 - Análise do investimento necessário para colmatar o ponto 4

Tempo das paletes em stock (dias)	3
Nº de paletes singulares / dia	5
Nº de paletes a investir	15
Custo de cada paleta (€)	645
Custo do investimento na compra de paletes	9675 €

Como se pode observar pela tabela 9, o custo orçado para cada palete é de 645€. Uma vez que são necessárias mais 15 paletes para garantir a chegada de paletes sempre aos pares à linha, é preciso um investimento de 9675€. O ponto 4, após este investimento, fica resolvido, uma vez que o número de paletes para assegurar esta situação não é excessivo, bem como os custos e espaço de armazenamento.

Antes de analisar o quinto ponto, convém referir que as placas chegam à linha de lixagem de cinco locais distintos: da *hymmen* e da *ffjellman* (Fase de Colagem + Prensagem), do Corte Base da ARO, do Corte Base da ARL e da Fase de Estabilização. A Fase Corte Base é sempre precedente à Fase de Colagem + Prensagem e, como tal, fazer a divisão na *hymmen*, na *ffjellman* e na Fase de Estabilização é o suficiente para assegurar um número par de paletes.

É importante, então, analisar se os custos envolvidos nas operações de divisão de uma paleta em duas nos 3 locais supracitados compensam ou não os ganhos obtidos na linha de lixagem.

Após uma rápida observação, verificou-se que quer a *hymmen*, quer a linha precedente à estabilização, não têm qualquer tempo perdido na troca de paleta, uma vez que têm duas saídas nunca parando assim de produzir.

Já na *ffjellman*, a divisão de uma paleta origina um processo de troca de paleta que obriga a máquina a parar o seu funcionamento durante um tempo médio de 1min 30seg. Será que os ganhos inerentes aos 17min na lixagem compensam os custos associados ao 1min 30seg da *ffjellman*? Se sim, quanto tempo demorará a compensar os investimentos nas paletes de ferro?

Para fazer esta análise é necessário saber detalhadamente os custos/hora em cada linha de produção. Nestes custos entram, evidentemente, os valores associados à mão de obra direta, aos materiais e todos os custos indiretos associados.

O custo associado à *ffjellman* com o tempo de 1 minuto e 30 segundos acrescentados por operação representa 0,53% dos seus custos semanais, enquanto que o custo associado à linha de lixagem com os 17 minutos ganhos por operação ronda os 5,8%.

Observou-se ainda que apenas 30% dos produtos que chegavam à Fase de Lixagem provinham da *ffjellman*, o que significa que, das 25 paletes singulares, apenas oito obrigam a incorrer nos custos de troca de paleta ligados à *ffjellman*.

A figura 35 analisa o tempo de retorno do investimento para implementação desta medida.

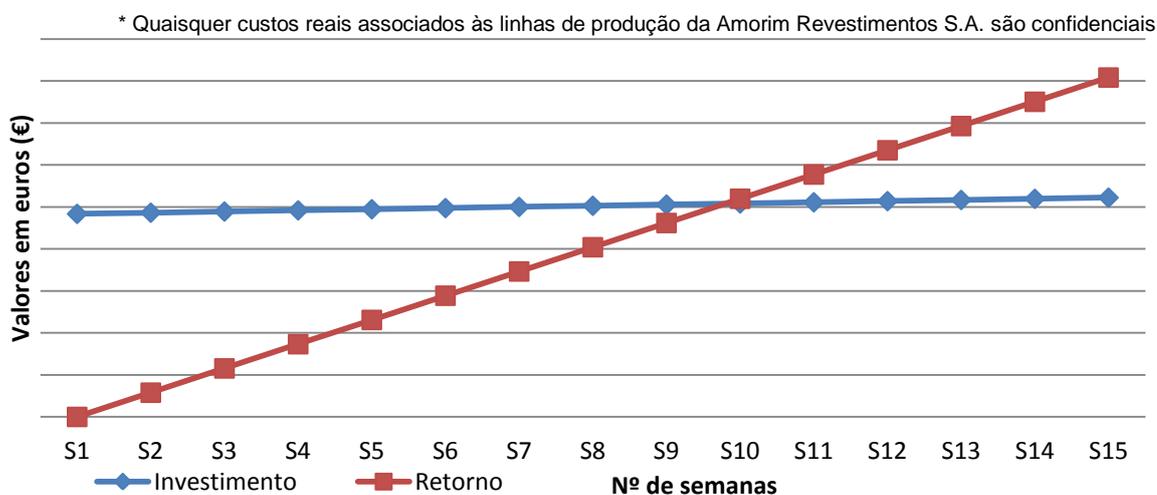


Figura 35 - Análise do tempo de retorno do investimento

Como se pode constatar pela figura 35, os gastos iniciais atribuídos à compra de paletes de ferro são compensados ao fim de 10 semanas pelos ganhos obtidos através da poupança das cerca de 7h semanais na linha de lixagem mesmo face aos gastos de operação de troca de paletes na *fjellman*.

Em suma, conclui-se que investir nesta proposta melhora significativamente o rendimento da linha de lixagem. Apesar de não ir de encontro à situação ideal, cujo aumento imputado estaria na ordem dos 9%, a tomada de decisão favorável a esta medida origina uma melhoria de 6% neste indicador de rendimento.

5.2.8 Trajetória dos robôs

A linha de lixagem foi alvo de uma avaria no robô 1 que sortiu efeitos muito negativos no *OEE*, uma vez que a linha esteve duas semanas a ser alimentada por apenas um robô ou seja, a metade da sua capacidade. Foi feita uma análise pormenorizada da causa desta avaria e após uma análise minuciosa de filmagens anteriores verificaram-se movimentos descontínuos do robô 1, algo que não acontecia com o robô 2. A trajetória de um e de outro está sensivelmente apresentada na figura 36.

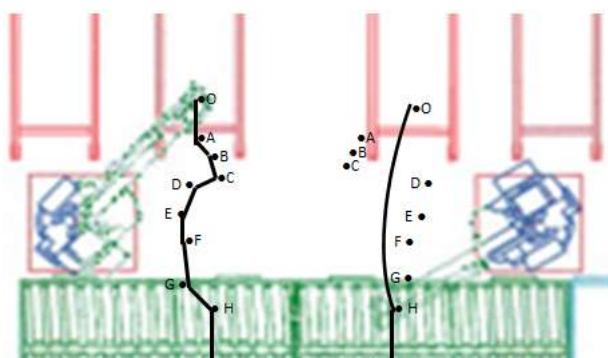


Figura 36 – Trajetórias de alimentação de R1 e R2

Constata-se que apesar dos pontos serem sensivelmente os mesmos, as trajetórias dos robôs eram completamente distintas. Analisaram-se os programas e tentaram-se descobrir as diferenças.

A técnica assente nas deslocações destes robôs é a *point-to-point* (PTP). As variáveis a imputar estavam definidas logo no início do programa: “GLOBAL DEF DataPTP (Base:IN, Tool:IN, Vel:IN%, Acc:IN%, Apo_Dist:IN%)”

Os parâmetros a imputar eram respetivamente a base, o eixo, a velocidade (%), precisão (%) e o grau de aproximação (%). Analisou-se a existência ou não de alguma diferença nestes *inputs* relativamente aos dois robôs. Além das diferenças em relação às coordenadas relativas, concluiu-se que o parâmetro *Apo_DistIN* não constava no R1. Este parâmetro é responsável pelo fator de aproximação. Quanto maior for a percentagem deste parâmetro mais a ferramenta do robô se aproxima do ponto definido. As trajetórias deixam de ser curvilíneas e passam a ser retilíneas, aumentando o grau de desgaste do R1 que faz movimentos repentinos favoráveis ao desgaste, ao contrário dos movimentos curvilíneos e suaves do R2.

Depois de conhecer esta situação falou-se com o técnico dos robôs *KUKA* que confirmou a situação. Foi-lhe sugerido que aplicasse em todos os robôs a metodologia *Busca Tabu* para minimizar a distância da trajetória sem prejudicar os limites de segurança.

Esta oportunidade de melhoria, embora difícil de avaliar, terá um impacto positivo na capacidade produtiva da linha e provavelmente no índice de disponibilidade, já que o número de avarias incidentes nos robôs tenderá a ser menor. Após concebida, esta medida será implementada no período de manutenção da AR em Agosto de 2013.

6. Resultados

Cada medida tomada influenciava o grau de eficiência da linha de lixagem e como tal, monitorizou-se regularmente o indicador de *OEE* para avaliar a linha tendência das medidas implementadas. A figura 37 representa a evolução do *OEE* no decorrer do presente desígnio.

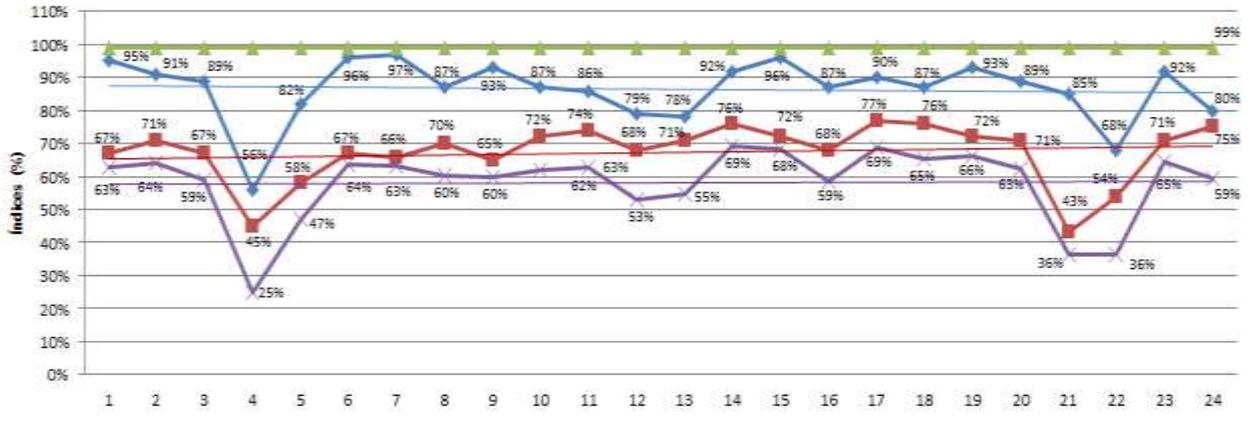


Figura 37 - Evolução do OEE

Como se pode constatar pela figura 37, as medidas implementadas não puseram em causa o índice de qualidade que se manteve sempre a um nível muito elevado. Quanto ao índice de disponibilidade, o retorno das medidas tomadas apenas poderá ser verificado a médio ou longo prazo. No entanto, nota-se até uma ligeira tendência de descida. O índice de rendimento, no qual incidiram grande parte das melhorias implementadas revela fortes indícios de subida. Apesar da pequena tendência de descida do índice de disponibilidade, a subida do índice de rendimento é suficiente para causar uma tendência de subida no *OEE*.

De notar que estas linhas tendência são muito afetadas pelos dados da semana 4, da semana 21 e da semana 22 que saíram fora dos parâmetros considerados normais. Na semana 4, além do facto de terem ocorrido várias faltas de plano de fabrico, houve uma necessidade de retrabalhar vários produtos fruto de uma alteração da necessidade do cliente. Na semana 21 e 22 ocorreu uma avaria no R1 que resultou não só numa diminuição do índice de disponibilidade como também numa perda de rendimento já que a alimentação da linha passou a ser assumida por apenas um robô. Estes acontecimentos são todos externos relativamente às ações de melhoria implementadas.

Para uma análise comparativa entre a situação inicial e a situação final decidiu-se considerar os valores das últimas semanas. Os valores das semanas 21 e 22, por estarem fora dos parâmetros normais, por influenciarem em demasia uma amostra tão pequena e por serem externos às medidas implementadas não foram considerados. A figura 38 demonstra a situação inicial em comparação com as semanas 18, 19, 20, 23 e 24.

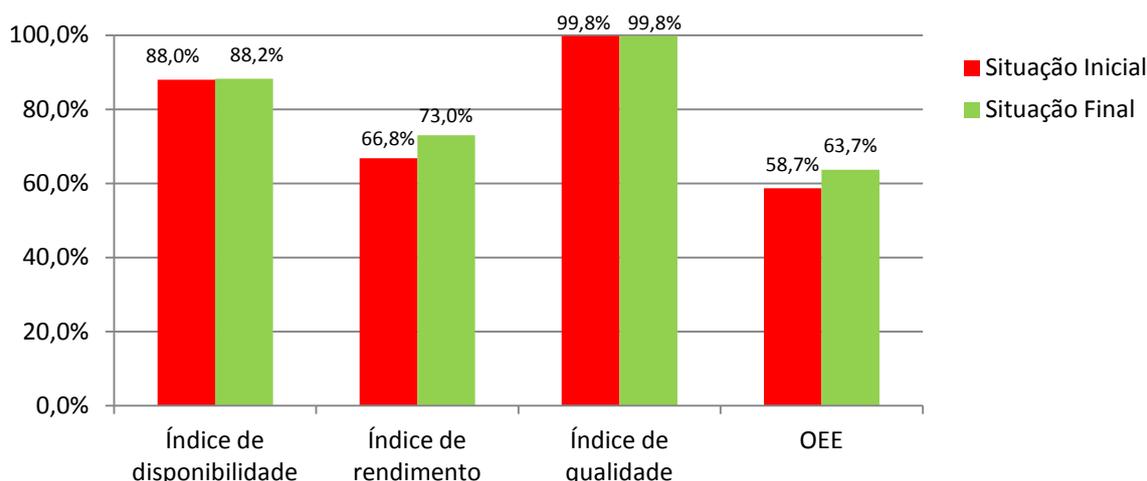


Figura 38 – Comparação entre a situação inicial e a situação final

Como se pode verificar pela figura 38, as medidas implementadas sortiram um efeito positivo no *OEE* através de um aumento notório do índice de rendimento. No entanto, os valores que se esperam o índice de rendimento são melhores uma vez que muitas das medidas postas em prática apenas foram imputadas na parte terminal do projeto. Através das medidas que afetam o índice de disponibilidade também se esperam melhores resultados a médio e longo prazo. Todavia, grande parte das medidas tomadas influenciaram a capacidade da linha e aumentaram a produtividade da mesma. Na tabela 10 está espelhado o panorama geral de todos os ganhos tangíveis obtidos por semana.

Tabela 10 - Estimativa dos ganhos tangíveis por semana

Oportunidades de Melhoria	Ganhos obtidos (min)	Ganhos pretendidos (min)
Aumento da velocidade do Robô 1	266 ¹	266 ¹
Sequenciamento do transbordador de carga	86 ¹	86 ¹
Aplicação do SMED no arranque da linha	15	19
Aplicação do SMED na substituição das lixas	80	180
Melhoria no processo de substituição do tapete	13	?
Eliminar a ocorrência de paletes singulares	420	420
Total	880	971

1 – Foi considerado que a linha produz continuamente durante 24h durante os 5 dias da semana

Após a implementação dos projetos de melhoria foram estimados ganhos na ordem dos 880 minutos por semana equivalente a 14 horas e 40 minutos. No entanto, o objetivo teórico para estas medidas ainda não foi atingido. Este objetivo ronda as 16 horas e os 11 minutos. Medidas como a alteração da trajetória dos robôs, a implementação do quadro MPT, os 5S's e a base de dados de apoio operacional representam ganhos intangíveis ou ganhos cujo retorno apenas poderá ser observado a médio ou longo prazo.

7. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Envolver todos os colaboradores num comprometimento contínuo com a melhoria. Esta é a atitude a tomar. De facto, toda a informação proveniente de todos os graus da estrutura organizacional é imprescindível no processo decisório para os projetos serem pensados e implementados por todos e não pensados por uns e implementados por outros.

Marcar o ritmo das decisões. Disciplinar. Motivar. Integrar. Todas estas premissas aliadas às metodologias utilizadas são o caminho a seguir para adaptar a teoria à prática do problema rumo ao sucesso de todos e consequentemente de cada um.

Na verdade, a cada ação de melhoria estava associado um ganho curto. No entanto, ao longo deste projeto, demonstrou-se que sem quaisquer custos ou com investimentos de retorno rápido se consegue melhorar algo em cada processo. No entanto, é ao melhorar pouco em muitos processos que se obtém panoramas gerais com grandes ganhos.

Futuramente, todos os procedimentos que necessitem de treinamento devem ser controlados até se atingirem padrões altos de autodisciplina. Laconicamente, deve evitar-se a inércia ou seja, o retorno aos paradigmas, à situação confortável, ao que era habitual, ao que era pior através de processos de alavancamento dos níveis de focalização no objetivo comum da empresa e de cada um.

No entender do autor existem várias questões ainda a ser estudadas e que devem dar continuidade a este projeto. Aplicar o método de SMED ao processo que mais afeta o índice de disponibilidade: a substituição do tapete. A racionalização de todos os recursos causará uma redução sem custos a este processo. Relativamente à troca do tapete deve ainda ser realizado um estudo detalhado quanto à compra de equipamentos de reserva.

No decorrer do projeto, verificou-se que a percentagem da velocidade dos robôs variava com uma conjugação dos parâmetros de segurança e peso da ferramenta. Estudar uma solução que substitua o aço de construção constituinte da ferramenta por outro material de densidade mais baixa é, também, um alvo de estudo.

Analisando os problemas com origem a montante, deverá ser realizado um estudo sobre o sequenciamento de toda a produção para evitar a ocorrência de perdas geradas por FPF (Falta de Plano de Fabrico) que acabam por gerar problemas de estrangulamento em dias posteriores.

Inequivocamente, a base deste projeto deve ser aplicada não só na linha de lixagem mas em todas as linhas da Amorim Revestimentos S.A.. A melhoria pouco a pouco em várias oportunidades nas várias linhas traria reduções nos custos de produção e um aumento da margem de lucro ou do valor percebido pelo cliente. Em suma, verificou-se que a aplicação geral da filosofia imbuída neste projeto aumenta o poder da empresa dando-lhe mais margem para a concorrência e uma vantagem competitiva, a vantagem operacional.

Referências

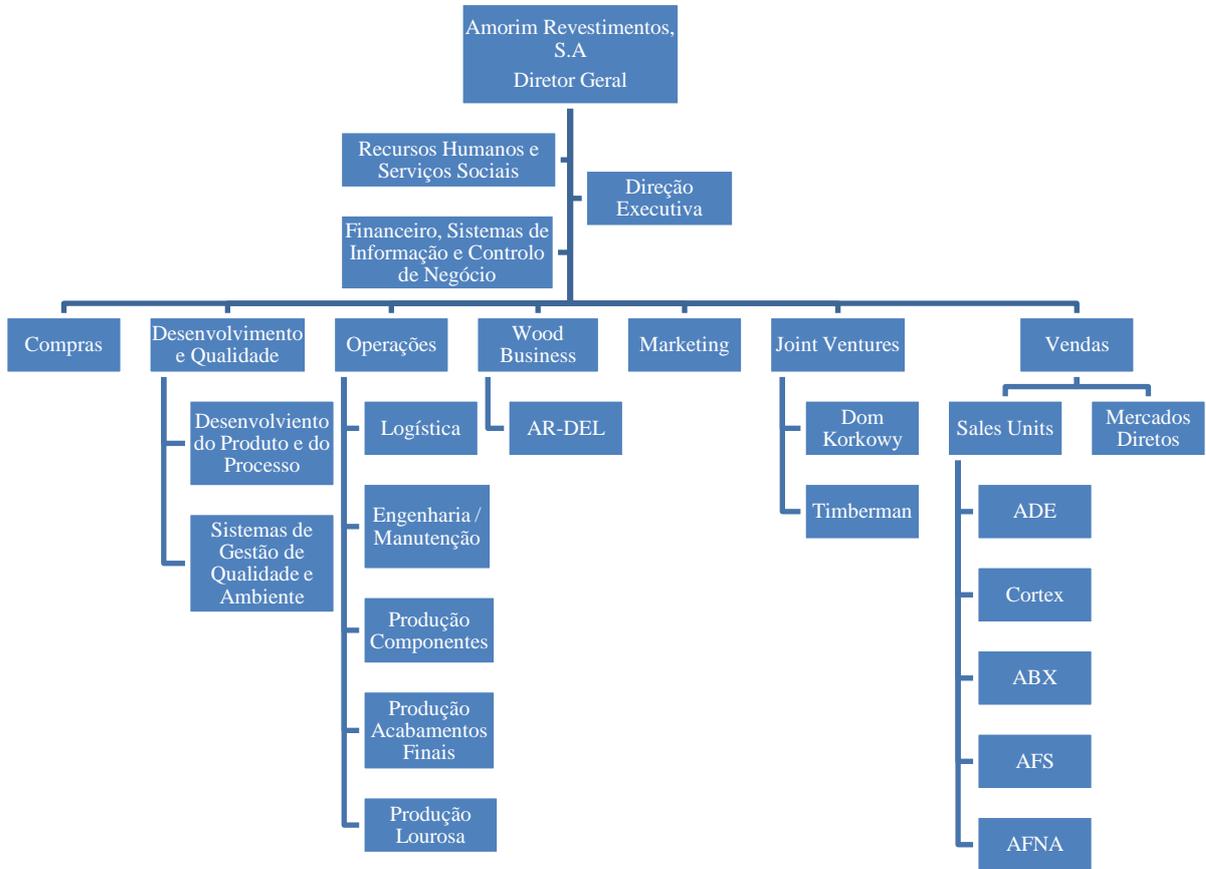
- Abernathy, William J e Kim B Clark. 1985. "Innovation: Mapping the winds of creative destruction." *Research policy* no. 14 (1):3-22.
- Adair, John G. 1984. "The Hawthorne effect: A reconsideration of the methodological artifact." *Journal of applied psychology* no. 69 (2):334.
- Beer, Ferdinand P, E Russell Johnston Jr e Mario Alberto Tenan. 1994. *Mecânica vetorial para engenheiros: cinemática e dinâmica*. Makron Books.
- Campos, Vicente Falconi. 1992. "Controle da qualidade total." *Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni*.
- Cusumano, Michael A e Constantinos C Markides. 2002. *Pensamento estratégico*. Campus.
- Dal, Bulent, Phil Tugwell e Richard Greatbanks. 2000. "Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement—a practical analysis." *International Journal of Operations & Production Management* no. 20 (12):1488-1502.
- Eden, Colin e Fran Ackermann. 1998. *Making strategy: The journey of strategic management*. SAGE Publications Limited.
- Fishman, Charles. 1998. "The war for talent." *Fast Company* no. 16 (S 104).
- Gasch, Scott e Alan Kay. 1996. "Alan Kay." *Interactive Learning with a Digital Library in Computer Science Project*.
- Gersick, Connie JG. 1994. "Pacing strategic change: The case of a new venture." *Academy of management journal* no. 37 (1):9-45.
- Guetzkow, Harold. 1960. "Differentiation of roles in task-oriented groups." *Group dynamics* no. 2:683.
- Hansen, Robert C. 2001. *Overall Equipment Maintenance: A Powerful Production/Maintenance Tool*. Industrial Press Inc.
- Hirano, Hiroyuki. 1993. *Putting 5S to Work: A Practical Step-by-Step Approach*. PHP Institute.
- Imai, Masaaki. 2004. "Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success. 1986." *DE WIT, B.; MEYER, R. Strategy: process, content, context. An international perspective. Minneapolis/St. Paul: West Publishing Company*.
- Inc., Vorne Industries. 2013. Acedido a 17/05. <http://www.oeo.com/world-class-oeo.html>.
- Ishikawa, Kaoru. 1976. "Guide to Quality Control. Asian Productivity Organization." *Hong Kong: Nordica International*.
- Jago, Arthur G. 1982. "Leadership: Perspectives in theory and research." *Management Science* no. 28 (3):315-336.
- Junek Filho, Paulo Cesar. 2008. "Otimização de trajetórias de robôs de soldagem aplicados a células de Manufatura", Dissertação de Mestrado defendida no programa de pos-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais (PPGEM) da UTFPR, Curitiba.
- Leslie, Keith J e Max P Michaels. 1997. "The real power of real options." *McKinsey Quarterly*:4-23.
- Levitt, Theodore. 1960. "Marketing myopia." *Harvard business review* no. 38 (4):24-47.
- Ljungberg, Örjan. 1998. "Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities." *International Journal of Operations & Production Management* no. 18 (5):495-507.
- McIntosh, R. I., S. J. Culley, A. R. Mileham e G. W. Owen. 2000. "A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (single minute exchange of die) methodology." *International Journal of Production Research* no. 38 (11):2377-95. <http://dx.doi.org/10.1080/00207540050031823>. doi: 10.1080/00207540050031823.

- Nakajima, Seiichi. 1988. "Introduction to TPM: total productive maintenance."
- Nicolas, Rolland. 2004. "Knowledge management impacts on decision making process." *Journal of Knowledge Management* no. 8 (1):20-31.
- O'Brien, James A e George M Marakas. 2013. *Administração de sistemas de informação*. AMGH.
- Osaada, Takashi. 1991. "The 5Ss: five key to a total quality environment."
- Otani, Mario e Waltair Vieira Machado. 2008. "A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial." *Revista Gestão Industrial* no. 4 (2).
- Parry, GC e CE Turner. 2006. "Application of lean visual process management tools." *Production Planning & Control* no. 17 (1):77-86.
- Prokesch, Steven E. 1997. "Unleashing the Power of Learning. An Interview with British Petroleum's John Browne." *Harvard Business Review* no. 75 (5):146-68.
- Sanches, Alexandre Leme, José Arnaldo Barra Montevechi e Fernando Augusto Silva Marins. 2010. "Sequenciamento de linhas de montagem múltiplas no ambiente de produção enxuta - um estudo simulado para minimizar o risco de paradas." *Revista P&D em Engenharia de Produção V* no. 8 (01):06-10.
- Sartori, Eloi. 2004. *Gestão de preços: estratégia e flexibilização de preços, fidelização de clientes e aumento de rentabilidade*. Atlas.
- Scharf, Edson R. 2007. "Gestão do conhecimento aplicada ao Marketing." *Florianópolis: VisualBooks*.
- Schwartz, Peter. 1996. *The art of the long view*. Crown Business.
- Shingō, Shigeo. 1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Pr.
- Tjosvold, Dean. 1991. *The conflict-positive organization: Stimulate diversity and create unity*. Addison-Wesley Publishing Company Reading, MA.
- Valdez-Flores, Ciriaco e Richard M Feldman. 1989. "A survey of preventive maintenance models for stochastically deteriorating single-unit systems." *Naval Research Logistics (NRL)* no. 36 (4):419-446.
- Vaz, JC. 1997. "Gestão da manutenção preditiva: gestão de operações." *Fundação Vanzolini*.
- Venkatesh, J. 2007. "An introduction to total productive maintenance (TPM)." *The plant maintenance resource center*.
- Werkema, Maria Cristina Catarino. 1995. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos; Total quality management*. Vol. 2: Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Fundação Christiano Ottoni.
- Willmott, Peter e Dennis McCarthy. 2000. *TPM-A Route to World Class Performance: A Route to World Class Performance*. Newnes.
- Womack, James P, Daniel T Jones e Daniel Roos. 1990. "The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production: How Japan's Secret Weapon in the Global Auto Wars Will Revolutionize Western Industry." *New York, NY: Rawson Associates*.

ANEXO A: Amorim Revestimentos, S.A. – Relatório de Contas Consolidados – Exercício de 2012



ANEXO B: Amorim Revestimentos, S.A. – Estrutura Organizacional



ANEXO C: PDCA



ANEXO D: Perdas de produção durante períodos de desaceleração e aceleração

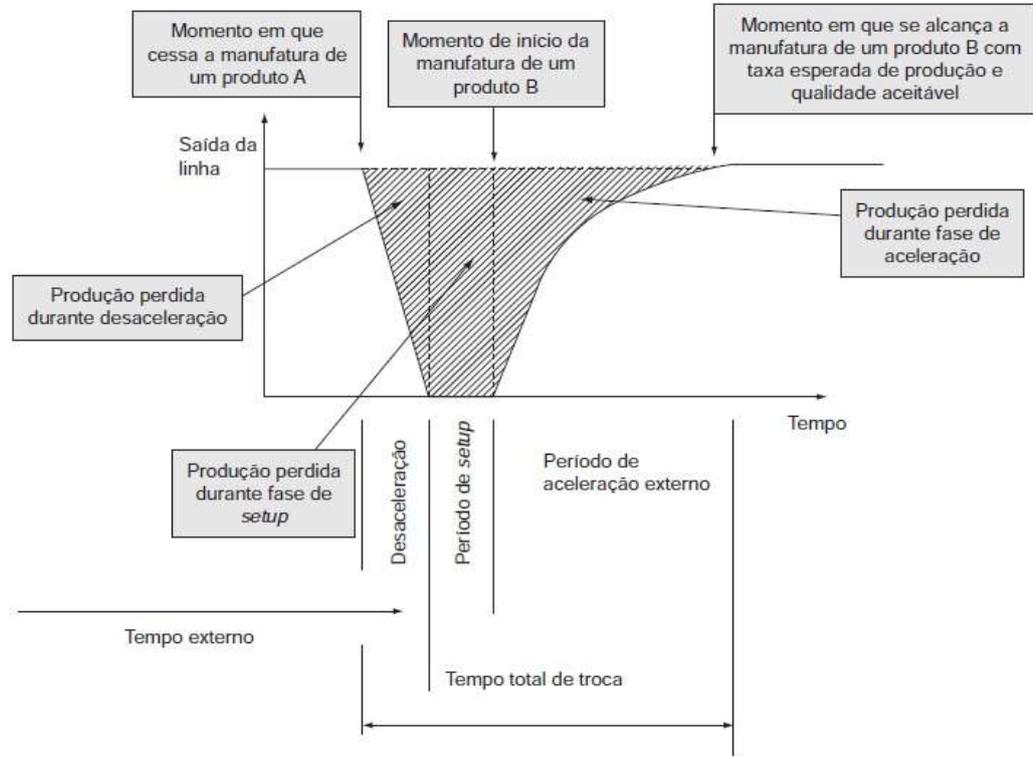


Figura 3. Perdas de produção durante períodos de desaceleração e aceleração (Fonte: McINTOSH et al., 2001).

ANEXO E: Dados para o cálculo do índice de rendimento

Tamanho	Tipo de Material	Sum do Total %	M² Real/h	M² Teórico/h	IR
900x600	Cortiça	75,1%	819,22	1219,8	0,67
900x600	Madeira	0,8%	652,72	1219,8	0,54
900x600	S/Decor.	12,5%	974,78	1219,8	0,80
1200x600	Cortiça	5,1%	767,88	1474,8	0,52
1200x600	Madeira	3,4%	797,94	1474,8	0,54
1200x600	S/Decor.	3,1%	727,30	1474,8	0,49

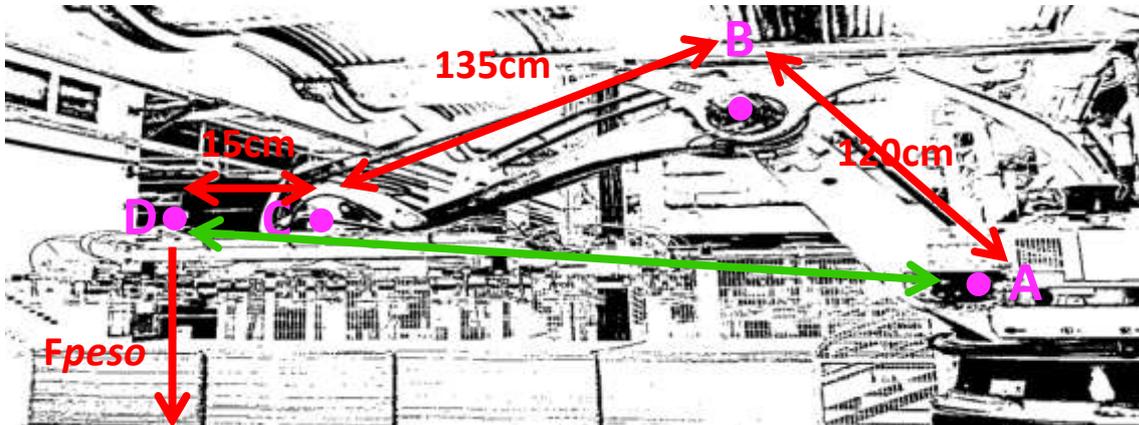
* Quaisquer custos reais e quantidades produzidas associados às linhas de produção da Amorim Revestimentos S.A. são confidenciais

ANEXO F: Dados para o cálculo do índice de qualidade por tipo de produto

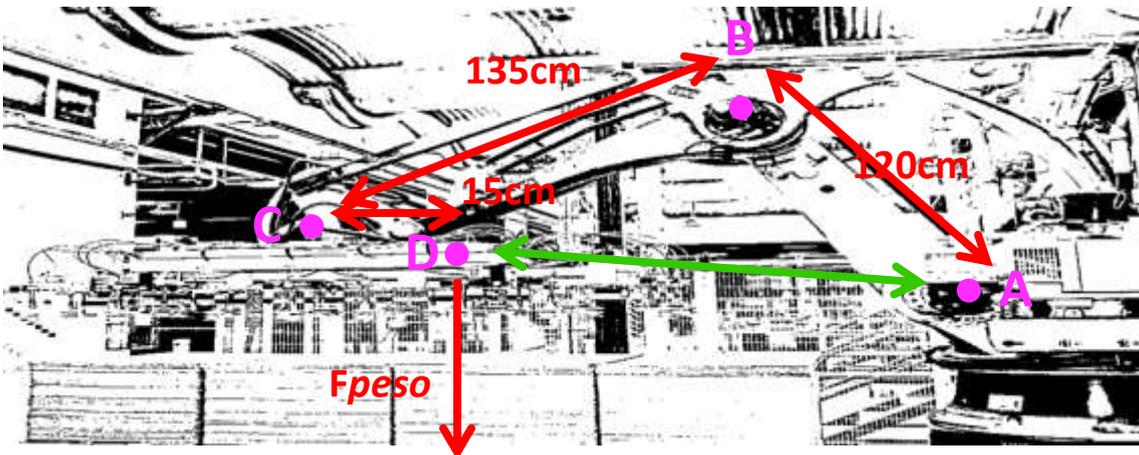
Tamanho	Tipo de Material	Quantidade produzida %/total	Quantidade rejeitada %	I. Qualidade
900 x 600	Cortiça	75,1%	0,094%	99,87%
900 x 600	Madeira	0,8%	0,001%	99,92%
900 x 600	S/Decorativo	12,5%	0,008%	99,93%
1200 x 600	Cortiça	5,1%	0,035%	99,31%
1200 x 600	Madeira	3,4%	0,006%	99,82%
1200 x 600	S/Decorativo	3%	0,031%	98,99%

* Quaisquer custos reais e quantidades produzidas associados às linhas de produção da Amorim Revestimentos S.A. são confidenciais

ANEXO G: Cálculo do torque aplicado no eixo A2 no Robô 1 e 2



Robô 2 no instante em que dá erro de torque - Situação Inicial



Situação do Robô 1 - Situação Proposta

$$\vec{F}_{\text{peso}} = 380 \times 9,8 = 3724N$$

$$\vec{TR} = \vec{AD} \times \vec{F}_{\text{peso}}$$

$$\vec{TR}_1 = \left(\begin{matrix} \begin{matrix} 1,2 \cos 50^\circ \\ 1,2 \sin 50^\circ \\ 0 \end{matrix} + \begin{matrix} 1,35 \sin 70^\circ \\ -1,35 \cos 50^\circ \\ 0 \end{matrix} + \begin{matrix} 0,15 \\ 0,2 \\ 0 \end{matrix} \right) \times \begin{matrix} 0 \\ 3724 \\ 0 \end{matrix} \quad (=) \quad \vec{TR}_1 = 8152N.m$$

$$\vec{TR}_2 = \left(\begin{matrix} \begin{matrix} 1,2 \cos 50^\circ \\ 1,2 \sin 50^\circ \\ 0 \end{matrix} + \begin{matrix} 1,35 \sin 70^\circ \\ -1,35 \cos 50^\circ \\ 0 \end{matrix} + \begin{matrix} -0,15 \\ 0,2 \\ 0 \end{matrix} \right) \times \begin{matrix} 0 \\ 3724 \\ 0 \end{matrix} \quad (=) \quad \vec{TR}_2 = 7035N.m$$

ANEXO H: Programa aplicado no transbordador de carga e descarga que define a entrada destino da paleta

(*Limpar bit de posição do carro*)

FOR k:=1 TO 2 DO

 bPos[k]:=FALSE;

END_FOR

(*Marcar bit de posição do carro 1=Entrada*)

(*17722=((29105 - 6340) / 2) + 6340*)

IF _012TC01.eixo.Pos <= (((_012TC01.ent[105].Cota - _012TC01.ent[104].Cota) / 2) + _012TC01.ent[104].Cota) THEN

 bPos[1]:=TRUE;

END_IF

(*Marcar bit de posição do carro 2=Saida*)

IF NOT bPos[1] THEN

 bPos[2]:=TRUE;

END_IF

(*Tipo de produto guardado nos transportadores 13MC03..02*)

IF (_013MC03.pData^.Tipo <> 0) AND (_013MC03.pData^.Tipo <> TipoProd13MC03_02) THEN

 TipoProd13MC03_02:=_013MC03.pData^.Tipo;

END_IF

IF (_013MC02.pData^.Tipo <> 0) AND (_013MC02.pData^.Tipo <> TipoProd13MC03_02) THEN

 TipoProd13MC03_02:=_013MC02.pData^.Tipo;

END_IF

IF (NOT _013MC03.pData^.Pres AND NOT _013MC02.pData^.Pres) OR (NOT _013MC03.pData^.Pres AND _013MC02.pData^.Tipo=0) THEN

 TipoProd13MC03_02:=0;

END_IF

(*Tipo de produto guardado nos transportadores 13MC04..01*)

IF (_013MC04.pData^.Tipo <> 0) AND (_013MC04.pData^.Tipo <> TipoProd13MC04_01) THEN

 TipoProd13MC04_01:=_013MC04.pData^.Tipo;

END_IF

IF (_013MC01.pData^.Tipo <> 0) AND (_013MC01.pData^.Tipo <> TipoProd13MC04_01) THEN

 TipoProd13MC04_01:=_013MC01.pData^.Tipo;

END_IF

IF (NOT _013MC04.pData^.Pres AND NOT _013MC01.pData^.Pres) OR (NOT _013MC04.pData^.Pres AND _013MC01.pData^.Tipo=0) THEN

 TipoProd13MC04_01:=0;

END_IF

(*Chama a ActionMov a 1ªvez*)

ActionMov;

(*Chama a ActionMov a 2ªvez*)

IF _012TC01.pInter^=0 THEN

 FOR k:=1 TO 2 DO

 bPos[k]:=TRUE;

 END_FOR

 ActionMov;

END_IF

(*Marca pedido da tanga*)

```

IF _012TC01.pInter^=0 THEN                                     (*Não estar marcado*)
    IF _012TC01.rec[0].Standart.qFree THEN                    (*Carro livre*)
        IF ABS(_012TC01.eixo.Pos - _012TC01.rec[10].Cota) > _012TC01.JanelaPos THEN
            _012TC01.pInter^:=10;
        END_IF
    END_IF
END_IF
(*****)
(*Com palete decide destino*)
IF _012TC01.IntCom.AcceptAutData THEN
    IF Data_012TC01[2].Tipo = 0 THEN                          (*Palete vazia*)
        IF _014MC01.IntCom.Free AND _014MC02.IntCom.Free THEN
            Data_012TC01[2].Dest:=01401;
            _012TC01.pInter^:=105;
        ELSE
            IF _014MC03.IntCom.Free AND _014MC04.IntCom.Free THEN
                Data_012TC01[2].Dest:=01403;
                _012TC01.pInter^:=107;
            ELSE
                IF _014MC01.IntCom.Free THEN
                    Data_012TC01[2].Dest:=01401;
                    _012TC01.pInter^:=105;
                ELSE
                    IF _014MC02.IntCom.Free THEN
                        Data_012TC01[2].Dest:=01402;
                        _012TC01.pInter^:=106;
                    ELSE
                        IF _014MC03.IntCom.Free THEN
                            Data_012TC01[2].Dest:=01403;
                            _012TC01.pInter^:=107;
                        ELSE
                            IF _014MC04.IntCom.Free THEN
                                Data_012TC01[2].Dest:=01404;
                                _012TC01.pInter^:=108;
                            END_IF
                        END_IF
                    END_IF
                END_IF
            END_IF
        END_IF
    ELSE
        IF _012TC01.pInter^=0 THEN
            IF _012TC01.pData^.Tipo = TipoProd13MC03_02 THEN (*Se já tem material igual nos tapetes*)
                IF _013MC03.rec.qFree THEN
                    Data_012TC01[2].Dest:=01303;
                    _012TC01.pInter^:=103;
                END_IF
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF
ELSE
    (*Palete cheia*)
    IF _012TC01.pInter^=0 THEN
        IF _012TC01.pData^.Tipo = TipoProd13MC03_02 THEN (*Se já tem material igual nos tapetes*)
            IF _013MC03.rec.qFree THEN
                Data_012TC01[2].Dest:=01303;
                _012TC01.pInter^:=103;
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF

```

```

ELSE
    IF _013MC02.rec.qFree THEN
        Data_012TC01[2].Dest:=01302;
        _012TC01.pInter^:=102;
    END_IF
END_IF
END_IF
END_IF
IF _012TC01.pInter^=0 THEN
    IF _012TC01.pData^.Tipo = TipoProd13MC04_01 THEN
        (*Se já tem material igual nos tapetes*)
        IF _013MC04.rec.qFree THEN
            Data_012TC01[2].Dest:=01304;
            _012TC01.pInter^:=104;
        ELSE
            IF _013MC01.rec.qFree THEN
                Data_012TC01[2].Dest:=01301;
                _012TC01.pInter^:=101;
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF
END_IF
IF _012TC01.pInter^=0 THEN
    IF TipoProd13MC03_02 = 0 THEN
        (*Não há material igual marca um tapete qualquer*)
        IF _013MC03.rec.qFree THEN
            Data_012TC01[2].Dest:=01303;
            _012TC01.pInter^:=103;
        ELSE
            IF _013MC02.rec.qFree THEN
                Data_012TC01[2].Dest:=01302;
                _012TC01.pInter^:=102;
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF
END_IF
IF _012TC01.pInter^=0 THEN
    IF TipoProd13MC04_01 = 0 THEN
        (*Não há material igual marca um tapete qualquer*)
        IF _013MC04.rec.qFree THEN
            Data_012TC01[2].Dest:=01304;
            _012TC01.pInter^:=104;
        ELSE
            IF _013MC01.rec.qFree THEN
                Data_012TC01[2].Dest:=01301;
                _012TC01.pInter^:=101;
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF
END_IF

```

```
END_IF  
END_IF  
END_IF
```

ANEXO I: Programa aplicado no transbordador de carga e descarga responsável pela definição do instante em que a palete passa da zona de carga para o transbordador

(*Marca pedidos da celula 2*)

```

IF bPos[2] THEN
  IF _012TC01.plnter^=0 THEN (*Não estar marcado*)
    IF _012TC01.rec[0].Standart.qFree THEN (*Carro livre*)
      IF _015MC01.rec.qFree THEN
        (*Destino livre*)
          IF _014MC01.ent.qPed AND _014MC02.ent.qPed THEN
            _012TC01.plnter^:=5;
            (*014MC01*)
          ELSE
            IF _014MC03.ent.qPed AND _014MC04.ent.qPed THEN
              _012TC01.plnter^:=7;
              (*014MC03*)
            ELSE
              IF _014MC01.ent.qPed THEN
                _012TC01.plnter^:=5;
                (*014MC01*)
              ELSE
                IF _014MC02.ent.qPed THEN
                  _012TC01.plnter^:=6;
                  (*014MC02*)
                ELSE
                  IF _014MC03.ent.qPed THEN
                    _012TC01.plnter^:=7;
                    (*014MC03*)
                  ELSE
                    IF _014MC04.ent.qPed THEN
                      _012TC01.plnter^:=8;
                      (*014MC04*)
                    END_IF
                  END_IF
                END_IF
              END_IF
            END_IF
          END_IF
        END_IF
      END_IF
    END_IF
  END_IF
END_IF

```

(*Marca pedidos da celula 1*)

```

IF bPos[1] THEN
  IF _012TC01.plnter^=0 THEN (*Não estar marcado*)
    IF _012TC01.rec[0].Standart.qFree THEN (*Carro livre*)
      IF _014MC01.rec.qFree OR
         _014MC02.rec.qFree OR
         _014MC03.rec.qFree OR

```

```

(*Destino livre*)
    _014MC04.rec.qFree THEN
    IF _013MC01.ent.qPed THEN
        _012TC01.pInter^:=1;
        (*013MC01*)
    ELSE
        IF _013MC02.ent.qPed THEN
            _012TC01.pInter^:=2;
            (*013MC02*)
        ELSE
            IF _013MC03.ent.qPed THEN
                _012TC01.pInter^:=3;
                (*013MC03*)
            ELSE
                IF _013MC04.ent.qPed THEN
                    _012TC01.pInter^:=4;
                    (*013MC04*)
                END_IF
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF

(*Marca pedido do 011MC01*)
IF bPos[2] THEN
    IF _011MC01.ent.qPed THEN
        IF _012TC01.pInter^=0 THEN
            IF _012TC01.rec[0].Standart.qFree THEN
                IF ((_011MC01.pData^.Tipo = TipoProd13MC03_02) AND
                    (_013MC03.rec.qFree OR _013MC02.rec.qFree)) OR
                    ((_011MC01.pData^.Tipo = TipoProd13MC04_01) AND
                    (_013MC04.rec.qFree OR _013MC01.rec.qFree)) OR
                    ((TipoProd13MC03_02 = 0) AND (_013MC03.rec.qFree OR
                    _013MC02.rec.qFree)) OR
                    ((TipoProd13MC04_01 = 0) AND (_013MC04.rec.qFree OR
                    _013MC01.rec.qFree)) THEN
                    (*Destino livre*)
                    _012TC01.pInter^:=9;
                    (*011MC01*)
                END_IF
            END_IF
        END_IF
    END_IF
END_IF
END_IF

```

ANEXO J: Modo operatório de fecho da linha de lixagem

Modo de Fecho da Linha de Lixagem 224	
Paragem da Linha Obrigatória	04:15
<u>Tarefas Externas</u>	
Preparar as lixas inferiores (somente as necessárias) e coloca-las junto às lixadeiras enquanto a máquina está a produzir - Evitar perda de tempo no arranque a retira-las da caixa	
Limpar as fotocélulas dos transportadores das correias de saída enquanto a máquina está a produzir - Evitar falha no arranque	
Parar a linha de produção	
<u>Tarefas Internas</u>	
Colocar os robôs na posição <i>Home</i> - Evitar falha no arranque	
Desligar o vácuo e os monitores das lixadeiras corretamente - Evitar o erro de térmico no arranque	
Retirar todas as lixas	
Fazer uma limpeza às cabeças das lixadeiras	
Colocar as lixas inferiores (as que são necessárias substituir)	
Arrumar as lixas gastas	
Fazer uma limpeza geral soprando o pó todo para trás da máquina. Deve-se dar prioridade a todas as áreas que só podem ser limpas com a máquina parada! (Zonas de carga, zona de descarga, lixadeiras...)	
Desligar o quadro elétrico geral	

ANEXO L: Modo operatório de arranque da linha de lixagem

Modo Operatório de Arranque da Linha de Lixagem 224			
Operador 1	Tempo	Operador 2	Tempo
Ligar o holofote de saída	00:03	Deslocar até à casa das lixas	00:38
Ligar o robô 4 e 3	00:08	Retirar a lixa gr120 (1x) da casa das lixas	00:25
Ligar o quadro elétrico da 2ª lixadeira	00:08	Retirar a lixa gr150 (2x) da casa das lixas	00:50
Ligar o quadro elétrico da 1ª lixadeira	00:08	Retirar a lixa gr100 (1x) da casa das lixas	00:25
Ligar o ventilador	00:06	Retirar a lixa gr80 (1x) da casa das lixas	00:25
Ligar o robô 1 e 2	00:07	Levar as lixas gr80 e gr100 para junto da linha	00:42
Deslocar para a consola de comandos da entrada e ligar	00:14	Colocar a lixa gr100 na 2ª cabeça superior	00:45
Rearmar as barreiras de segurança	00:03	Colocar a lixa gr80 na 1ª cabeça superior	00:40
Ligar os monitores da 1ª e 2ª lixadeira	00:24	Rodar ambos os manípulos e fechar as portas da 1ª lixadeira	00:18
Ajudar o operador 2 - Ir para junto da casa das lixas buscar as lixas gr120 (1x), gr150 (2x)	01:20	Fazer reset, ligar a 1ª lixadeira e ajustar os pontos das cabeças (30p inf) (7p sup) no monitor da 2ª lixadeira	01:01
Ligar o vácuo no monitor da 1ª lixadeira	00:09	Deslocar à consola de comando da entrada e abrir a aspiração	00:15
Ligar o vácuo no monitor da 2ª lixadeira	00:15	Ligar o programa dos robôs 1 e 2	00:15
Colocar a lixa gr120 na 1ª cabeça superior da 2ª lixadeira	00:44	Deslocar a mesa de comandos da área de saída e ligar robos de saída	00:14
Colocar a lixa gr150 no 1º patim da 2ª lixadeira	00:48	Alimentar duas placas para verificação	00:10
Colocar a lixa gr150 no 2º patim da 2ª lixadeira	00:48	Esperar que o Operador 1 verifique o acabamento na saída	00:10
Rodar ambos os manípulos e fechar as portas da 2ª lixadeira	00:18	Esperar que o Operador 1 se desloque até à mesa de espessuras e verificar espessuras	00:23
Fazer reset, ligar a 2ª lixadeira e ajustar os pontos das cabeças (30p inf) (7p sup) no monitor da 2ª lixadeira	01:01	Deslocar até ao monitor 1 e ajustar novamente a altura das cabeças	00:13
Ligar o programa dos robôs 3 e 4	00:15	Alimentar duas placas para verificação	00:10
Deslocar a mesa de comandos da área de saída e ligar robos de saída	00:14	Repetir o processo de verificação até as placas serem produzidas dentro dos parâmetros de qualidade	
Verificar o acabamento na saída	00:10	Iniciar a produção	00:01
Deslocar até à mesa de espessuras e verificar espessuras	00:23		
Deslocar até à zona de saída e colocar as duas placas no tapete	00:11		
Deslocar até ao monitor 2 e ajustar novamente a altura das cabeças	00:13		
Repetir o processo de verificação até as placas serem produzidas dentro dos parâmetros de qualidade			
Total	08:10	Total	08:00
<i>Tarefas Externas</i>			
Após arranque limpar a zona de trás da linha já com máquina em funcionamento			

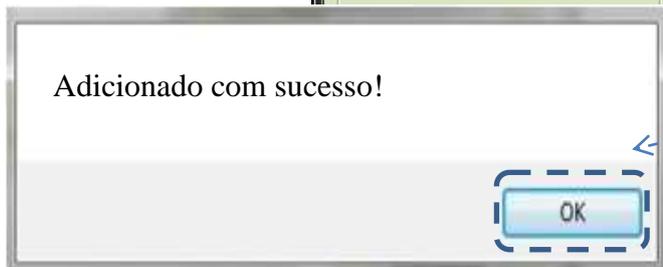
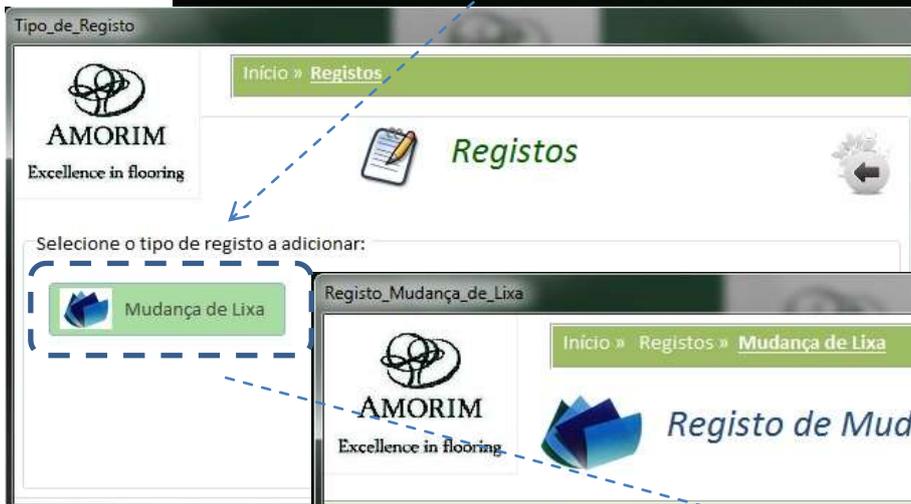
ANEXO N: Modo operatório de troca de SPT para dois operadores

Nº	Descrição da Sequência de Tarefas (Operador 1)	Nº	Descrição da Sequência de Tarefas (Operador 2)
	Tarefas Externas		Tarefas Externas
1	Ir para a consola de movimentação dos robôs de entrada	1	Identificar as lixas
2	Parar os robôs de entrada	2	Ir à casa das lixas
3		3	Retirar a lixa 1 e colocar no exterior da casa das lixas
4		4	Retirar a lixa 2 e colocar no exterior da casa das lixas
5		5	Retirar a lixa 3 e colocar no exterior da casa das lixas
6		6	Levar as três lixas até junto da Lixadeira 1
7		7	Levar uma das lixas para junto da Lixadeira 2
8		8	Verificar o sentido de rotação das lixas e se necessário rodar a lixa
	Tarefas Internas		Tarefas Internas
9	Deslocar para a Lixadeira 1 e desligar a mesma	9	Deslocar para a Lixadeira 2 e desligar a mesma (Tem de esperar na mesma que as peças passem)
10	Deslocar para a consola de movimentação dos robôs de entrada e desligar a aspiração (tem de esperar que as peças cheguem ao fim da linha)	10	Esperar que o Operador 1 se desloque para a consola de movimentação dos robôs de entrada e desligue a aspiração
11	Deslocar para a Lixadeira 1 e abrir a porta (tem de esperar para não criar desaceleração nas cabeças)	11	Esperar o tempo suficiente para não criar desaceleração nas cabeças
12	Rodar os manipuladores de ambas as cabeças superiores da Lixadeira 1	12	Abrir a porta da Lixadeira 2
13	Retirar lixa gasta da 1ª cabeça superior e colocar no chão	13	Rodar o manipulador da 3ª cabeça superior para abrir o trancador da lixa
14	Pegar, ajustar lixa da 1ª cabeça superior para verificar o sentido de rotação e enquadrar	14	Retirar lixa gasta da 3ª cabeça superior e colocar no chão
15	Introduzir a lixa rodando	15	Pegar, ajustar lixa para verificar o sentido de rotação e enquadrar
16	Rodar o manipulador na Lixadeira 1 da 1ª cabeça superior	16	Introduzir a lixa rodando
17	Retirar lixa gasta da 2ª cabeça superior e colocar no chão	17	Rodar o manipulador da 3ª cabeça superior para fechar o trancador da lixa
18	Pegar, ajustar lixa da 1ª cabeça superior para verificar o sentido de rotação e enquadrar	18	Fechar porta
19	Introduzir a lixa rodando	19	Deslocar para o monitor 2
20	Rodar o manipulador na Lixadeira 1 da 2ª cabeça superior	20	Ligar a Lixadeira 2 e ajustar 7/8 pontos na altura das cabeças
21	Deslocar para o monitor 1	21	Esperar que o Operador 1 termine o processo de troca de lixa
22	Ligar e ajustar 7/8 pontos na altura das cabeças	22	Esperar que a máquina arranque (motor das lixas)
23	Deslocar para a consola de movimentação dos robôs de entrada e ligar a aspiração	23	Esperar que o Operador 1 dê a ordem de início de produção
24	Esperar que a máquina arranque (motor das lixas)	24	Esperar que o Operador 1 alimente duas placas para verificação
25	Dar ordem de início de produção	25	Verificar o acabamento na saída
26	Alimentar duas placas para verificação	26	Deslocar até à mesa de espessuras e verificar espessuras
27	Esperar que o Operador 2 verifique o acabamento na saída	27	Deslocar até à zona de saída e colocar as duas placas no tapete
28	Esperar que o Operador 2 se desloque até à mesa de espessuras e verificar espessuras	28	Deslocar até ao monitor 2 e ajustar novamente a altura das cabeças
29	Esperar que o Operador 2 se desloque até à zona de saída e colocar as duas placas no tapete	29	Repetir as tarefas da 38 à 44 até as placas serem produzidas dentro dos parâmetros de qualidade
30	Deslocar até ao monitor 1 e ajustar novamente a altura das cabeças	30	
31	Repetir as tarefas da 38 à 44 até as placas serem produzidas dentro dos parâmetros de qualidade	31	
32	Deslocar até à entrada e iniciar a produção	32	
33	Tarefas Externas	33	Tarefas Externas
34	Armazenar as três lixas gastas no recipiente indicado	34	Deslocar até à saída
35		35	Registo de produção (se for necessário)

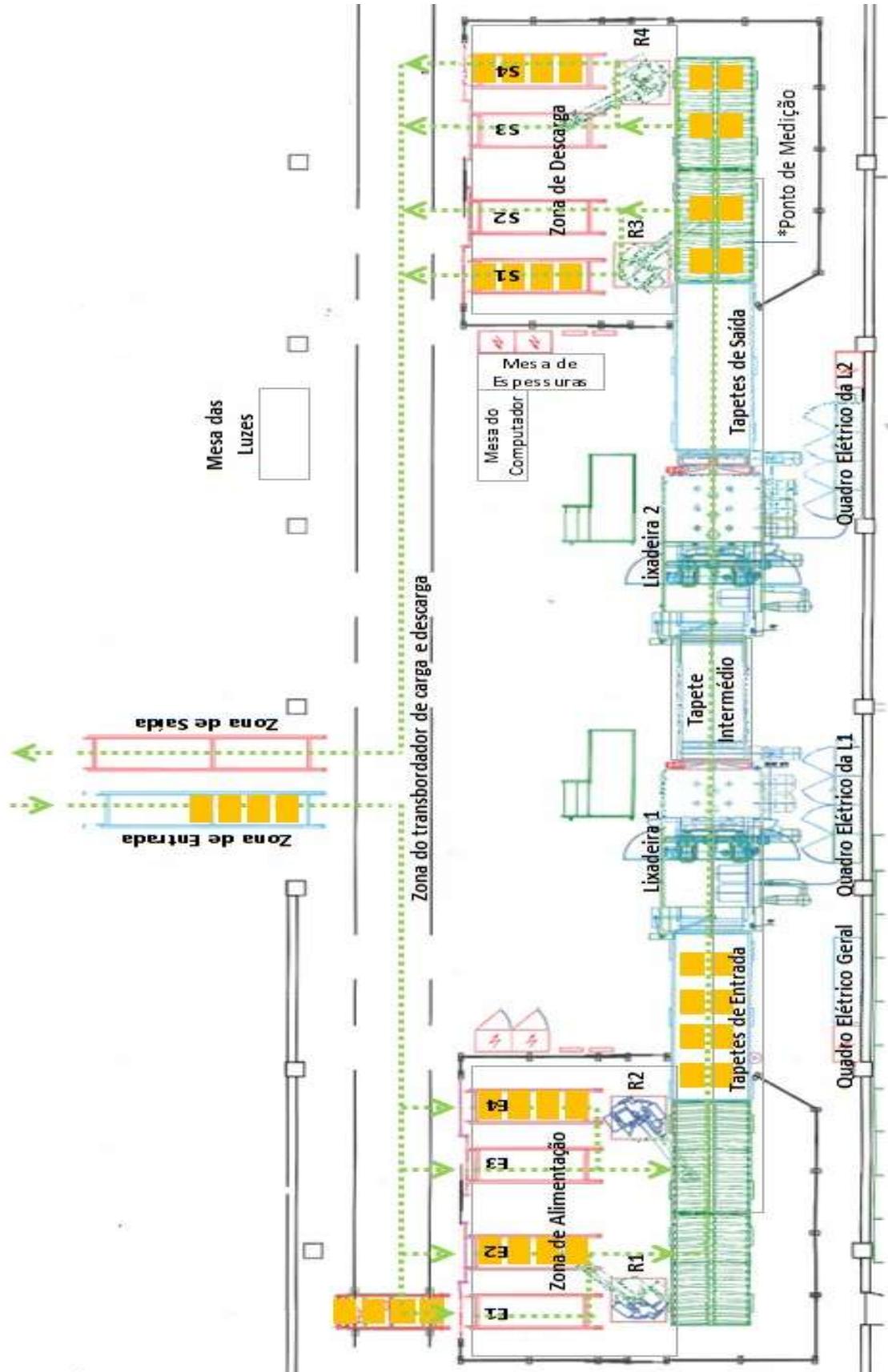
ANEXO O: Modo operativo de troca de SPT para um operador

Nº	Descrição da Sequência de Tarefas – Um Operador C/ Lixas na Linha	Nº	Descrição da Sequência de Tarefas – Um Operador S/ Lixas na Linha
Tarefas Externas		Tarefas Internas	
1	Identificar as lixas	1	Parar os robôs de entrada
2	Ir à casa das lixas	2	Deslocar para a Lixadeira 1 e desligar a mesma
3	Retirar a lixa 1 e colocar no exterior da casa das lixas	3	Deslocar para a Lixadeira 2 e desligar a mesma
4	Retirar a lixa 2 e colocar no exterior da casa das lixas	4	Deslocar para a consola de movimentação dos robôs de entrada e desligar a aspiração
5	Retirar a lixa 3 e colocar no exterior da casa das lixas	5	Identificar as lixas
6	Levar as três lixas até junto da Lixadeira 1	6	Ir à casa das lixas
7	Verificar o sentido de rotação das lixas e se necessário rodar	7	Retirar a lixa 1, colocar no exterior da casa das lixas e verificar o sentido de rotação
8	Levar apenas a terceira lixa para junto da Lixadeira 2	8	Retirar a lixa 2, colocar no exterior da casa das lixas e verificar o sentido de rotação
9	Ir para a consola de movimentação dos robôs de entrada	9	Retirar a lixa 3, colocar no exterior da casa das lixas e verificar o sentido de rotação
10	Parar os robôs de entrada	10	Levar as três lixas até junto da Lixadeira 1
Tarefas Internas		11	Levar uma das três lixas para junto da Lixadeira 2
11	Deslocar para a Lixadeira 1 e desligar a mesma	12	Ir para a consola de movimentação dos robôs de entrada
12	Deslocar para a Lixadeira 2 e desligar a mesma	13	Deslocar para a Lixadeira 1 e abrir a porta
13	Deslocar para a consola de movimentação dos robôs de entrada e desligar a aspiração	14	Rodar os manipuladores de ambas as cabeças superiores da Lixadeira 1
14	Deslocar para a Lixadeira 1 e abrir a porta	15	Retirar lixa gasta da 1ª cabeça superior e colocar no chão
15	Rodar os manipuladores de ambas as cabeças superiores da Lixadeira 1	16	Pegar, ajustar lixa da 1ª cabeça superior para verificar o sentido de rotação e enquadrar
16	Retirar lixa gasta da 1ª cabeça superior e colocar no chão	17	Introduzir a lixa rodando
17	Pegar, ajustar lixa da 1ª cabeça superior para verificar o sentido de rotação e enquadrar	18	Rodar o manípulo na Lixadeira 1 da 1ª cabeça superior
18	Introduzir a lixa rodando	19	Retirar lixa gasta da 2ª cabeça superior e colocar no chão
19	Rodar o manípulo na Lixadeira 1 da 1ª cabeça superior	20	Pegar, ajustar lixa da 1ª cabeça superior para verificar o sentido de rotação e enquadrar
20	Retirar lixa gasta da 2ª cabeça superior e colocar no chão	21	Introduzir a lixa rodando
21	Pegar, ajustar lixa da 1ª cabeça superior para verificar o sentido de rotação e enquadrar	22	Rodar o manípulo na Lixadeira 1 da 2ª cabeça superior
22	Introduzir a lixa rodando	23	Deslocar para o monitor 1
23	Rodar o manípulo na Lixadeira 1 da 2ª cabeça superior	24	Ligar a Lixadeira 1 e ajustar 7/8 pontos na altura das cabeças
24	Deslocar para o monitor 1	25	Deslocar para a Lixadeira 2 e abrir a porta
25	Ligar a Lixadeira 1 e ajustar 7/8 pontos na altura das cabeças	26	Rodar o manípulo da 3ª cabeça superior para abrir o trancador da lixa
26	Deslocar para a Lixadeira 2 e abrir a porta	27	Retirar lixa gasta da 3ª cabeça superior e colocar no chão
27	Rodar o manípulo da 3ª cabeça superior para abrir o trancador da lixa	28	Pegar, ajustar lixa para verificar o sentido de rotação e enquadrar
28	Retirar lixa gasta da 3ª cabeça superior e colocar no chão	29	Introduzir a lixa rodando
29	Pegar, ajustar lixa para verificar o sentido de rotação e enquadrar	30	Rodar o manípulo da 3ª cabeça superior para fechar o trancador da lixa
30	Introduzir a lixa rodando	31	Fechar porta
31	Rodar o manípulo da 3ª cabeça superior para fechar o trancador da lixa	32	Deslocar para o monitor 2
32	Fechar porta	33	Ligar a Lixadeira 2 e ajustar 7/8 pontos na altura das cabeças
33	Deslocar para o monitor 2	34	Deslocar para a consola de movimentação dos robôs de entrada e ligar a aspiração
34	Ligar a Lixadeira 2 e ajustar 7/8 pontos na altura das cabeças	35	Esperar que a máquina arranque (motor das lixas)
35	Deslocar para a consola de movimentação dos robôs de entrada e ligar a aspiração	36	Iniciar a produção
36	Esperar que a máquina arranque (motor das lixas)	37	Alimentar duas placas para verificação
37	Iniciar a produção	38	Deslocar para a zona de saída
38	Alimentar duas placas para verificação	39	Verificar o acabamento na saída
39	Deslocar para a zona de saída	40	Deslocar até à mesa de espessuras e verificar espessuras
40	Verificar o acabamento na saída	41	Deslocar até à zona de saída e colocar as duas placas no tapete
41	Deslocar até à mesa de espessuras e verificar espessuras	42	Deslocar até ao monitor 2 e ajustar novamente a altura das cabeças se necessário
42	Deslocar até à zona de saída e colocar as duas placas no tapete	43	Deslocar até ao monitor 1 e ajustar novamente a altura das cabeças se necessário
43	Deslocar até ao monitor 2 e ajustar novamente a altura das cabeças se necessário	44	Repetir as tarefas da 38 a 44 até as placas serem produzidas dentro dos parâmetros de qualidade
44	Deslocar até ao monitor 1 e ajustar novamente a altura das cabeças se necessário	45	Deslocar até à entrada e iniciar a produção
45	Repetir as tarefas da 38 a 44 até as placas serem produzidas dentro dos parâmetros de qualidade	Tarefas Externas	
45	Deslocar até à entrada e iniciar a produção	46	Deslocar até à saída
Tarefas Externas		47	Armazenar as três lixas gastas no recipiente indicado
46	Deslocar até à saída		
47	Transportar a lixa gasta da Lixadeira 1 para a Lixadeira 2 junto das outras e armazená-las num recipiente		

ANEXO P: Base de dados de apoio operacional



ANEXO Q: Projeto do novo *layout* da linha de lixagem



ANEXO R: Exemplos práticos da aplicação da metodologia 5S's

