

Melhoria Operacional de Equipamentos

Filipa de Paula Pinto e Castro Pereira

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Bernardo Almada-Lobo



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2017-01-23

À família e amigos

Resumo

O presente projeto, realizado na empresa Colquímica – Indústria Nacional de Colas, S.A, procurou implementar processos de melhoria operacional nos equipamentos de modo a se manter competitiva no mercado atual e conseguir responder de forma rápida e eficaz às crescentes exigências por parte dos clientes. Este tópico é ainda mais importante tendo em conta a fase de expansão e crescimento em que a empresa se encontra.

A metodologia de melhoria continua escolhida foi o Manutenção Total Produtiva (TPM). A implementação desta metodologia passou primeiro por criar um modelo que se adequasse à empresa em questão e por dar formação aos colaboradores para os motivar e incluir nas decisões a serem tomadas. Foi também criado um plano de ação onde se adicionaram medidas de melhoria.

Através da análise diária dos índices de OEE da linha tornaram-se mais óbvios quais as atividades que tomavam mais tempo e que tinham de ser otimizadas. Estes e outros pontos levantados por todos os participantes foram adicionados ao plano de ação, e foi possível conceber planos de limpeza e lubrificação (a ser cumpridos pelos operários), planos de manutenção (para os técnicos da manutenção) e *one-point-lessons* (OPLs) para uma melhoria operacional de todos os equipamentos.

Foram encontradas algumas dificuldades em manter todos os operadores motivados em cumprir os planos devido à mentalidade muito presente de fazer “como sempre foi feito”. Apesar disso notou-se um esforço global considerável e foi conseguido aumentar o OEE e melhorar significativamente o aspeto e funcionamento da linha.

Operational Improvement of Equipment

Abstract

This project, carried out at Colquímica - Indústria Nacional de Colas, SA, sought to implement processes for the operational improvement of equipment to insure it remains competitive in the market and to respond quickly and effectively to the increasing demands from customers. This issue is even more important considering the stage of expansion and growth in which the company currently is.

The methodology of continuous improvement chosen was Total Productive Maintenance (TPM). The implementation of this methodology first went through creating a model that suited the company in question and through teaching and training employees to motivate and include them in the decisions to be made. An action plan was also created where improvement measures to be taken were added.

Through the daily analysis of the OEE indexes of the line it became more obvious which activities took longest and had to be optimized. These and other points raised by all participants were added to the action plan, and it was possible to design cleaning and lubrication plans (to be met by the workers), maintenance plans (for maintenance technicians) and one-point-lessons (OPLs) for an operational improvement of all equipment.

Some difficulties were encountered in keeping all operators motivated to comply with the plans because of the very strong mentality of doing "as it has always been done". Despite this, a considerable global effort was noted, and it was possible to increase OEE and significantly improve the appearance and operation of the line.

Agradecimentos

A todos na empresa Colquímica que estiveram envolvidos direta ou indiretamente na realização, pelo apoio e calorosa recepção, destacando o Engenheiro Ricardo Machado Araújo, orientador do projeto, bem como todos colegas de trabalho André Silva, Nuno Teixeira e Rita Almeida pela prontidão em esclarecer dúvidas e prestar conselhos.

Ao meu orientador da FEUP, Engenheiro Bernardo Almada-Lobo, que sempre se mostrou disponível para ajudar e apoiar, e a todos os professores da FEUP cujos ensinamentos contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha família e amigos pela constante motivação e paciência.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	A Empresa	1
1.2	Enquadramento do projeto e motivação	2
1.3	Objetivos e método seguido no projeto	3
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Revisão bibliográfica	4
2.1	Breve história da Manutenção Produtiva Total	4
2.2	Conceito e objetivos TPM	5
2.3	Pilares TPM	5
2.4	Técnicas de análise de problemas	10
3	Situação atual da empresa	12
3.1	O produto	12
3.2	Funcionamento do departamento de Produção	13
3.3	Problemas encontrados	14
3.3.1	Sujidade	15
3.3.2	Falta de planos de manutenção	15
3.3.3	Planos de limpeza e standards insuficientes	15
3.4	OEE	16
4	Solução proposta	18
4.1	Modelo TPM	18
4.2	Formação e decisões iniciais	19
4.3	Pilar 1: Melhoria Focalizada	21
4.4	Pilar 2: Manutenção Autónoma	23
4.5	Pilar 3: Manutenção Preventiva	27
4.6	Resultados obtidos	30
5	Conclusões e propostas para o futuro	32
	Referências	34
	ANEXO A: Formação em TPM dada aos técnicos e operários	35

Siglas

BP1 – *Big Pillows 1* (linha piloto)

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance* (Instituto Japonês de Manutenção de Planta)

JIT – *Just In Time* (mesmo a tempo)

OEE – *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência Global Efetiva)

OPL – *One Point Lesson* (lições de um ponto)

OT – Ordem de trabalho

PDCA Cycle – *Plan-Do-Check-Act Cycle* (ciclo planejar-executar-verificar-atuar)

SMED – *Single Minute Exchange of Die* (troca rápida de ferramentas)

TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)

TPS – *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção)

Índice de Figuras

Figura 1 - Colquímica no mundo in “ http://www.colquimica.pt/client/skins/categoria.php?cat=40 ”, consultado em 2016-12-02....	2
Figura 2 - Modelo tradicional TPM adaptado de “ http://www.leanproduction.com/tpm.html ”, consultado em 2016-09-26	5
Figura 3 - Estrutura do OEE.....	9
Figura 4 - Exemplo de diagrama de Ichikawa in https://tecnologiaegestao.wordpress.com/tag/diagrama-de-ishikawa/ , consultado em 22/01/2017.....	11
Figura 5 - Formatos de cola produzidos	12
Figura 6 – Layout da zona de fabrico	13
Figura 7 – Média de tempo de indisponibilidade diária da linha (em minutos) durante setembro	14
Figura 8 - Focos de sujidade.....	15
Figura 9 - Manutenção a ser feita pelo operário.....	16
Figura 10 - OEE teórico do 1º trimestre de 2016	17
Figura 11 - OEE real a 29 de setembro	17
Figura 12 - Modelo TPM escolhido	18
Figura 13 - Cronograma proposto	19
Figura 14 - Etiquetas TPM	20
Figura 15 - Plano de ação	20
Figura 16 - Poster da Manutenção Autónoma.....	21
Figura 17 - Exemplo de dados diários de OEE por turno.....	22
Figura 18 - Cartões de Setup	22
Figura 19 - Gráficos de evolução de OEE e de produção	23
Figura 20 - Restauração da máquina - chão da linha e da plataforma (dir.) acrílicos e cortinas (esq.).....	24
Figura 21 - OPL para mudança de filtros	24
Figura 22 - Frente e verso do plano de limpeza e lubrificação (dir.). Checklist de limpeza e lubrificação (esq.).....	25
Figura 23 - Etiquetas	26
Figura 24 - Etiquetas colocadas em alguns equipamentos	26
Figura 25 - Avisos luminosos.....	27
Figura 26 - Plano de manutenção	27
Figura 27 - Parametrização do sistema.....	28
Figura 28 - Lista de ordens de trabalho terminadas, em curso e programadas.....	28
Figura 29 - Exemplos de ordens de trabalho imprimidas.....	29

Figura 30 - Quadro geral da manutenção	29
Figura 31 - Variação mensal do OEE.....	30
Figura 32 - Média de tempo de indisponibilidade diária da linha (em minutos) durante janeiro	31
Figura 33 - OEE real a 9 de dezembro	31

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Projeto de Dissertação em Empresa, do 5º ano da opção Gestão da Produção do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

O projeto, “Melhoria Operacional de Equipamentos”, decorreu na empresa Colquímica - Indústria Nacional De Colas, SA (daqui em diante referida apenas como Colquímica) durante o 1º semestre do ano letivo 2016/17 e teve como foco principal a definição e implementação de um modelo TPM baseado no *standard* JIPM adaptado à realidade da empresa.

Este modelo foi aplicado a uma linha de produção piloto e será posteriormente extrapolado para as outras linhas e eventualmente a outras unidades fabris.

Devido ao sigilo profissional pedido, alguns indicadores de TPM só poderão ser apresentados qualitativamente.

1.1 A Empresa

A Colquímica é uma empresa sediada em Portugal que desenvolve, produz e comercializa embalagens de cola para uso industrial.

Com mais de 60 anos de existência, a empresa foi fundada em 1953 sob a designação de “J. A. Koehler, Lda.” e foi pioneira em Portugal na produção e introdução de colas base aquosa no mercado português.

Na década de 1970, a Colquímica foi pioneira no país no desenvolvimento de colas *hot-melt* e na sua introdução na indústria de higiene pessoal. Em 1989, com o constante crescimento, foi construída a segunda unidade fabril, em Susão.

O processo de internacionalização começou em 1990 e a taxa de exportação atingiu os 70% em 2000 e os 90% em 2009. Isto conduziu a que, em 2014, fosse inaugurada a terceira unidade fabril em Poznan na Polónia, levando a um aumento da capacidade de produção total para mais de 60.000 toneladas/ano.

A Colquímica é agora uma das seis maiores produtoras de colas da Europa e está presente comercialmente em mais de meia centena de países em todo o mundo, como se pode verificar na Figura 1, e atua em diferentes setores de atividade, desde o automóvel, têxtil, alimentar, bebidas, colchões, cortiça, indústria médica, higiene pessoal e embalagens.

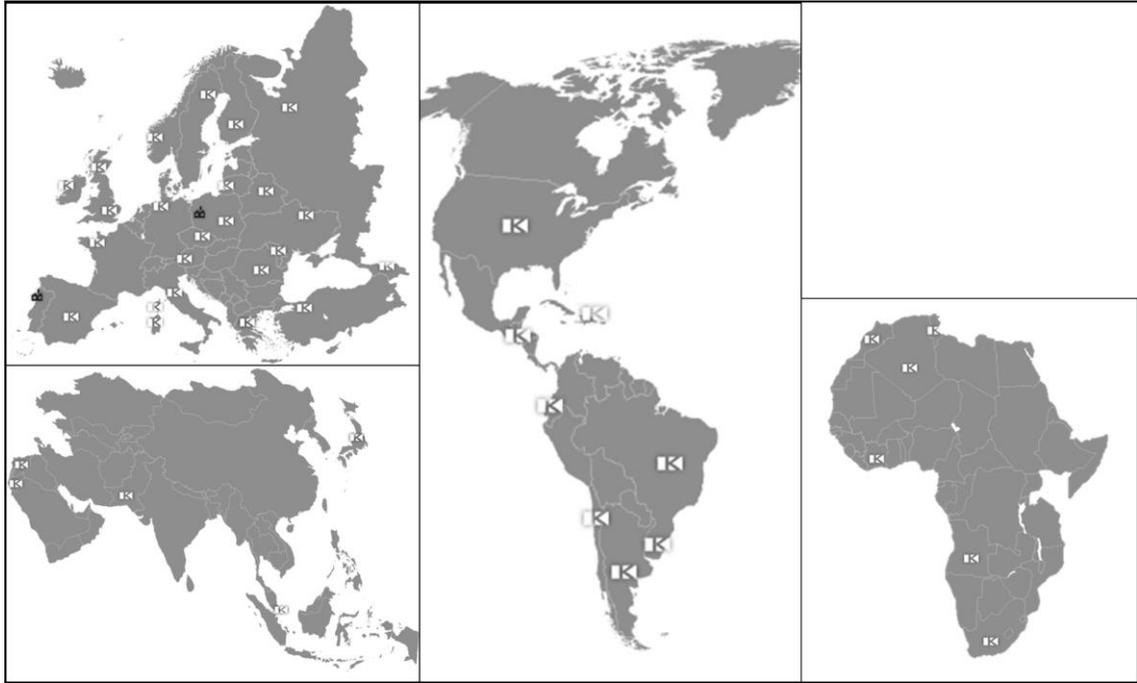


Figura 1 - Colquímica no mundo
 in “<http://www.colquimica.pt/client/skins/categoria.php?cat=40>”, consultado em 2016-12-02

Com um sistema de produção “*just-in-time*”, a Colquímica funciona 24h por dia e 365 dias por ano, aplicando um modelo de produção contínuo com turnos rotativos, de modo a ter uma resposta pronta as necessidades dos clientes.

1.2 Enquadramento do projeto e motivação

O tema desta dissertação, “Melhoria Operacional de Equipamentos”, surgiu face ao défice de aproveitamento da disponibilidade das linhas de produção que tem sido verificado pelo Departamento de Produção da empresa Colquímica. Este défice traduz-se numa subutilização de recursos, menor produtividade e ineficiência dos equipamentos que se espera vir a reduzir no decorrer do projeto.

A metodologia escolhida para combater estes desperdícios foi a Manutenção Produtiva Total que advém da evolução do pensamento *Lean* na área da manutenção de equipamentos. Os indicadores obtidos através desta metodologia permitem uma análise mais profunda dos fatores que estão de facto a prejudicar a Empresa e por em pratica contramedidas.

Pretende-se, ainda, inculir esta mentalidade nos operários e torná-los mais interessados, participativos e competentes para reparar pequenas avarias e até de evitar que ocorram avarias graves que possam vir a prejudicar a eficiência da linha.

1.3 Objetivos e método seguido no projeto

Uma vez que a empresa tem crescido nos últimos anos, o objetivo deste projeto é a utilização de ferramentas de melhoria contínua, focadas na otimização dos equipamentos e máquinas que constituem a linha de produção (linha piloto), de modo a reduzir paragens por avaria, aumentar a velocidade de produção e otimizar recursos.

Com vista a sustentar soluções propostas, foi primeiramente efetuada uma revisão bibliográfica relacionada com o tema proposto.

De seguida, foi recolhida informação sobre a situação atual da empresa através dos documentos partilhados e, principalmente, em conversação com o Diretor de Produção, operários da linha e técnicos da manutenção.

Foi, então, possível propor um modelo TPM adequado à empresa e um cronograma das tarefas a ser executadas para a sua implementação. O modelo proposto consiste, tal como o modelo tradicional (ver Figura 2), numa fundação 5S que “suporta” os pilares da Melhoria Focalizada, Manutenção Autónoma, Manutenção Preventiva, Treino e Formação, Planeamento de Novos Equipamentos, Manutenção da Qualidade, TPM na Administração e Segurança e Ambiente. Uma vez que seria impossível a implementação de todos os pilares em tão curto espaço de tempo disponível, optou-se por focar apenas nos quatro primeiros pilares.

Foi definindo um plano de ação, formação e implementação, com o objetivo de melhorar o indicador OEE, reduzir paragens não programadas e aumentar a disponibilidade da linha de produção.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação divide-se em cinco capítulos: Introdução, Revisão bibliográfica, Situação atual da empresa, Soluções propostas e Conclusões e propostas para o futuro

No primeiro, e presente, capítulo foi incluída uma descrição da empresa, os objetivos e descrição do projeto.

O segundo capítulo contém o enquadramento teórico dos fundamentos e metodologias que serviram como base à realização deste projeto.

O terceiro capítulo retrata a situação da empresa no início do projeto e expõe com maior detalhe os problemas encontrados.

Ao longo do quarto capítulo são apresentadas as soluções propostas e a metodologia seguida para atingir os objetivos.

Por fim, o quinto capítulo engloba as conclusões e dificuldades retiradas deste projeto, bem como propostas para a continuação do projeto no futuro.

2 Revisão bibliográfica

Neste capítulo enquadram-se os fundamentos teóricos que foram necessários durante a realização deste projeto.

2.1 Breve história da Manutenção Produtiva Total

O TPM está ligado à evolução da manutenção no Japão na segunda metade do século XX. Em 1962, indústrias japonesas juntaram-se para formar um grupo de investigação em manutenção preventiva, que orientou os seus esforços em estudos dos sistemas de manutenção de equipamentos nos Estados Unidos. Como consequência ocorreu a formação, em 1969, do JIPE, *Japan Institute of Plant Engineers*, posteriormente modificado para JIPM, *Japan Institute of Plant Maintenance*.

O primeiro registo de aplicação do TPM data do início da década de 70, mais especificamente 1971, derivado das já existentes, manutenções corretivas (1950/60) e preventiva (1960/70), aplicada pela primeira vez na empresa *Nippondenso*, do grupo Toyota.

Por essa data, Seiichi Nakajima, definiu o TPM em 5 termos:

- maximizar a eficiência dos equipamentos;
- desenvolver um sistema de manutenção produtiva que envolva todo o ciclo de vida do equipamento;
- envolver todos os departamentos na implementação do TPM;
- promover o envolvimento e participação de todos, desde os altos executivos até os operários de primeira linha;
- promover o TPM, motivando a todos, através das atividades dos pequenos grupos autônomos.

A tendência à automação, combinada com a tendência de produção de tempo correto, estimularam o interesse em melhorar a gestão de manutenção nas indústrias de fabricação e montagem. Isto deu origem ao acesso único japonês chamado manutenção produtiva total (TPM), uma forma de manutenção produtiva que envolve os empregados. (Suzuki, 1994)

2.2 Conceito e objetivos TPM

De acordo com o JIPM, TPM é:

- Manutenção – manter o sistema homem-máquina-material em boas condições;
- Produtiva – uso eficaz dos recursos;
- Total – com a participação de todos os colaboradores da empresa.

É, portanto, uma metodologia de melhoria que procura a otimização dos equipamentos, promovendo uma melhoria do binómio homem-máquina e o trabalho de equipa. Esta melhoria é alcançada através da mudança da mentalidade dos operadores de “eu faço, tu (técnico de manutenção) reparas” para “é o meu equipamento, por isso tenho a responsabilidade de cuidar dele”. Como disse Nakajima (1990) “Mudando o homem poderemos promover mudanças nas máquinas e nos equipamentos”.

Os objetivos do TPM são: zero avarias, zero defeitos e zero acidentes.

Estes objetivos são alcançados quando se consegue o uso eficiente de máquinas e equipamentos (o que na prática significa utilizá-los sem paragens não planeadas e a produzir sem defeitos). Ao envolver os colaboradores é possível aumentar a qualidade, a disponibilidade e a produtividade, e melhorar as condições de trabalho e a motivação, reduzindo os desperdícios e, conseqüentemente, os custos e melhorar o serviço ao cliente.

2.3 Pilares TPM

A abordagem tradicional ao modelo TPM (ver Figura 2) consiste numa fundação 5S e em oito pilares, ou atividades de suporte (LeanProduction, 2016)

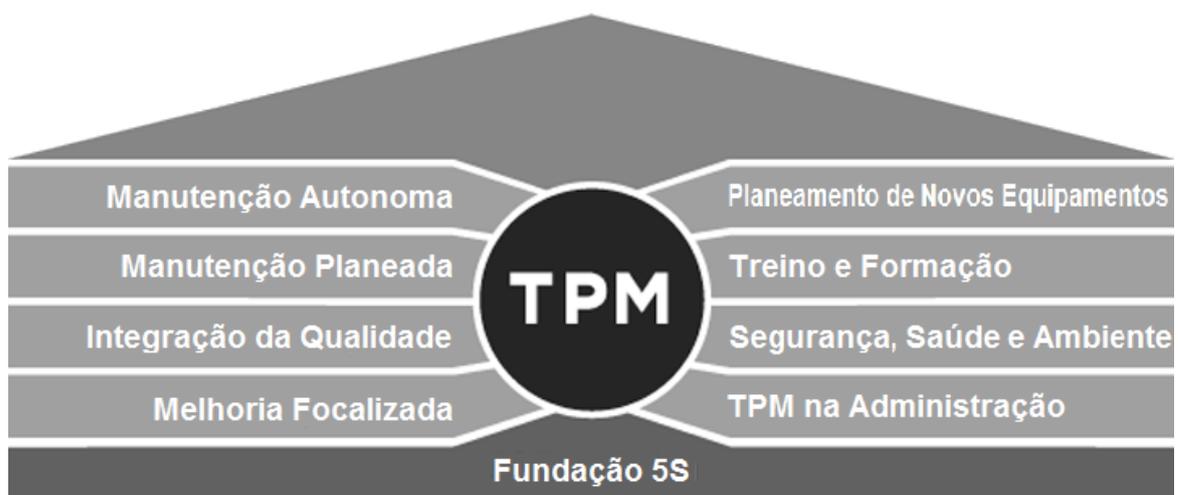


Figura 2 - Modelo tradicional TPM
adaptado de “<http://www.leanproduction.com/tpm.html>”, consultado em 2016-09-26

Fundação 5S

Os 5S é considerado a fundação do modelo uma vez que, na sua ausência, haveria desorganização, indisciplina e ineficiência a suportar os pilares do TPM.

Os 5S são:

- **Seiri** - Classificar / Segregar

Depois de um processo de triagem, tudo o que não é estritamente necessário é removido ou eliminado para não ocupar espaço desnecessário.

- **Seiton** - Ordenar

Os itens restantes após Seiri são organizados e arrumados em lugares pré-determinados e identificados de maneira fácil a que seja possível encontrar tudo o que for preciso.

- **Seiso** – Limpar

A inspeção e limpeza periódica é a melhor maneira de se identificar anomalias, assegurando a qualidade do produto final.

- **Seiketsu** – Standardizar

Criar normas para os pontos acima referidos assegura que as melhorias são documentadas e servem de referência para o futuro.

- **Shitsuke** - Manter / Sustentar

O último S trata do garantir que as normas são aplicadas.

Manutenção Autônoma

É a manutenção executada pelos operadores de produção, e que visa a autorresponsabilização do trabalhador e aumentar a eficiência das máquinas e instalações através da manutenção, da limpeza e de melhorias que levam a um aumento da eficiência obtida à custa de uma maior disponibilidade dos equipamentos e de uma melhoria da qualidade dos produtos produzidos.

Este pilar divide-se em 7 etapas distintas:

- Restaurar condições da máquina
- Prevenir sujidade
- Estabelecer normas de limpeza, lubrificação e inspeção
- Inspeção geral dos equipamentos
- Inspeção geral do processo
- Organização
- Manutenção autónoma total

Manutenção Planeada

Este pilar consiste na calendarização de operações de manutenção em função do comportamento conhecido dos equipamentos, nomeadamente quanto à vida útil dos seus componentes. Tokutaro Suzuki (1994) definiu Manutenção Preventiva como “a atividade deliberada e metódica de construir e melhorar continuamente o plano de manutenção”.

O principal objetivo da Manutenção Preventiva é, assim, evitar avarias nos equipamentos e a necessidade de manutenção corretiva.

Entre as principais vantagens da Manutenção Preventiva, decorrentes do grande objetivo anunciado, encontram-se as seguintes:

- Redução dos custos de manutenção;
- Aumento do tempo médio entre falhas (MTBF) e diminuição do tempo de paragem dos equipamentos;
- Melhoria da fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos;
- Aumento das competências de manutenção;
- Redução de stocks de peças de desgaste, pelo melhor estudo das suas necessidades;
- Ganhos de produtividade, devido à capacidade de organizar as operações de manutenção para quando não é necessário que o equipamento esteja em produção;
- Melhor organização do tempo das equipas de manutenção.

Integração da Qualidade

A manutenção da qualidade tenta assegurar que a capacidade do equipamento de detetar e prevenir erros durante a produção.

A vantagem deste pilar é o facto de os defeitos serem grandemente minimizados ou até mesmo eliminados por serem detetados atempadamente, levando à diminuição dos custos de desperdícios.

Melhoria Focalizada

Os objetivos deste pilar são eliminar avarias, defeitos de qualidade e outras perdas de modo a atingir a melhor produtividade possível.

Para tal é importante definir objetivos para o OEE, identificar as causas para as perdas, implementar ações corretivas e criar e normalizar standards dos processos.

O OEE é um indicador global da eficiência com que uma unidade produtiva (máquina, célula, linha ou fábrica) é utilizada e a sua análise promove a identificação dos fatores que influenciam negativamente a eficiência de uma unidade produtiva.

Existem 6 grandes perdas identificadas pelo TPM e que podem ser divididas em 3 grupos:

- Perdas de disponibilidade: avarias ou falhas e excesso ou demora de *setups*.
- Perdas de velocidade: interrupções momentâneas e redução da velocidade nominal de produção.
- Perdas de qualidade: defeitos de qualidade e produtos não conforme.

Cálculo do OEE

OEE é composto por três índices que são o que o TPM pretende melhorar:

- Disponibilidade: que é a percentagem de tempo que em que o equipamento está disponível para a produção.
- Velocidade: determina se o equipamento está a funcionar como determinado pelos standards ou se existem perdas.
- Qualidade: mede a percentagem de produtos bons no fim da produção total.

Como se vê na Figura 3, os passos para o cálculo do OEE são:

- Achar o tempo total de funcionamento (por exemplo, de um turno)
- Calcular o tempo de abertura:

$$\text{Tempo de abertura} = \text{Tempo total} - \text{Paragens planeadas}$$

- Calcular o fator disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade} = (\text{T. de abertura} - \text{P. não planeadas}) / (\text{T. de abertura})$$

- Calcular o fator velocidade

$$\text{Velocidade} = (\text{Produção total} * \text{Tempo de ciclo}) / (\text{Tempo de funcionamento})$$

- Calcular o fator qualidade

$$\text{Qualidade} = (\text{Prod. Total} - \text{Prod. defeituosa} - \text{Refugo}) / (\text{Prod. total})$$

- Calcular a eficiência operacional

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} * \text{Velocidade} * \text{Qualidade}$$

É preciso referir ainda que os valores Disponibilidade, Velocidade, Qualidade e OEE tem que ser sempre menores ou iguais a 1. Caso se dê o contrário, é necessário rever os standards utilizados pois podem estar desatualizados ou errados.

Segurança, Saúde e Ambiente

É o pilar responsável por manter o indicador de acidentes, doenças ocupacionais e danos ambientais a zero.

Suas fases de implementação passam por:

- Identificar perigos e riscos,
- Eliminar de perigos e estabelecer um controlo dos riscos,
- Educar os colaboradores nas medidas que vão ser tomadas,
- Fazer inspeções de segurança para garantir o seu cumprimento.

TPM na Administração

A administração é responsável por fazer um planeamento de acordo com os objetivos da TPM e por dar apoio e criar as condições necessárias para que as equipas de produção e manutenção passem à prática.

O seu objetivo é incentivar e fazer cumprir as ações implementadas

2.4 Técnicas de análise de problemas

5 Porquês

A técnica dos 5 Porquês (5 Whys) foi criada pela Toyota na década de 70 no Japão na busca pela qualidade total de seus processos. A aplicação desta técnica consiste em, após definido o problema, questionar pelo menos cinco vezes o porquê desse problema ocorrer, até se encontrar sua verdadeira causa.

Para que seja usada de forma eficiente na resolução dos problemas da empresa, é essencial que todos os colaboradores envolvidos no processo estejam reunidos. Uma vez reunidos e definido o problema a analisar, pode começar a sessão de *brainstorm* onde os 5 porquês devem ser respondidos.

Esta é uma ótima técnica para aplicar quando os problemas são simples e tem uma causa direta. No caso de o problema ser mais complexo pode ocorrer a obtenção de respostas também mais complexas ou até mesmo múltiplas respostas influenciadas pela experiencia individual de cada colaborador.

Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa (Figura 4), também conhecido como “Diagrama de Causa e Efeito” ou “Espinha-de-peixe”, foi criado por Kaoru Ishikawa e tem o objetivo de organizar o raciocínio e a discussão sobre as causas de um problema prioritário e analisar as dispersões em seu processo e os efeitos decorrentes disso.

Este diagrama é ainda conhecido como 6M pois tem, sua estrutura, os seis diferentes tipos de problemas: método, matéria-prima, mão-de-obra, máquinas, medição e meio ambiente.

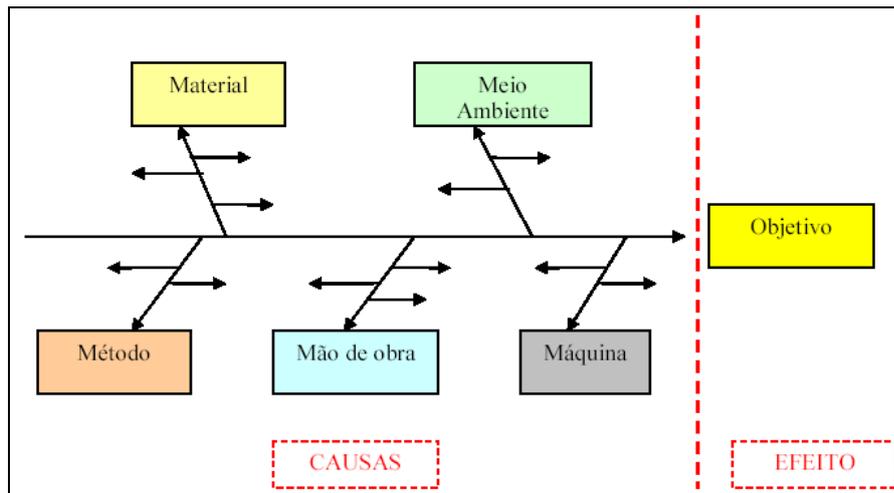


Figura 4 - Exemplo de diagrama de Ichikawa
in <https://tecnologiaegestao.wordpress.com/tag/diagrama-de-ishikawa/>, consultado em 22/01/2017

Não há limites para a implementação deste diagrama. A precisão e riqueza de detalhes pode variar para uma melhor qualidade dos resultados e quanto mais informação for disponibilizada sobre os problemas, melhor será a probabilidade de serem resolvidos.

Diagrama de Pareto

Na origem do diagrama de Pareto esteve a Lei de Pareto, também conhecida como Princípio 80-20, que afirma que, para grande parte das ocorrências, 80% das consequências resultam de 20% das causas.

Este diagrama é, então, um gráfico de barras descendente que identifica a frequência de ocorrências, sendo possível, pela sua análise, atingir os seguintes objetivos:

- Separar os problemas principais de muitos problemas possíveis para que você possa concentrar seus esforços de melhoria no que realmente importa;
- Organizar os dados de acordo com a prioridade ou importância;
- Utilizar de forma mais eficaz os recursos, que geralmente são limitados.

3 Situação atual da empresa

Neste capítulo é descrita situação da empresa e os problemas encontrados.

3.1 O produto

A Colquímica dispõe de uma coleção completa e versátil para diferentes aplicações e indústrias, estando presente em várias áreas de atividade, tais como: automóvel, colchões, embalagem para consumo, encadernação, indústria médica, isolamento e construção, madeira, *nonwoven*, têxteis técnicos, entre outros.

As colas de base aquosa e colas *hot-melt* produzidas pela Colquímica representam a quase totalidade da produção e podem ser utilizadas em diversas aplicações industriais. As colas de base aquosa, também chamadas colas brancas, são colas líquidas que são utilizadas nas indústrias do papel e da madeira. Por outro lado, as colas *hot-melt* são colas aplicadas por fusão, sendo entregues aos clientes em diversos formatos sólidos.

A Colquímica tenta responder aos desafios propostos pelos clientes, produzindo cerca de 150 colas diferentes devido à grande variedade de aplicações industriais do produto. As características de cada cola orientam-na para determinados formatos ou linhas de produção, já que nem todas as máquinas estão adaptadas a todos os tipos de cola. A Figura 5 representa os vários formatos de cola produzidos pela Colquímica (Fonte: Colquímica).



Figura 5 - Formatos de cola produzidos

3.2 Funcionamento do departamento de Produção

A unidade fabril de Susão possui sete linhas produtivas usadas de acordo com o formato que o cliente pretender: uma linha de Pérolas, três de Big Pillows, duas de Small Pillows e uma de Pastilha.

Uma vez que este projeto se centrou apenas numa linha piloto (linha de produção BP1), daqui por diante é só dessa linha que se vai falar.

O processo de fabrico de cola começa com o planeamento das encomendas que vão chegando. Após o planeamento, é emitida uma ordem de fabrico.

Entra-se então, na zona de fabrico (ver Figura 6). A partir do momento em que é emitida a ordem de fabrico, inicia-se o processo produtivo: em primeiro lugar, na zona de Pesagem, são reunidas as matérias-primas necessárias à produção e carga desejada.

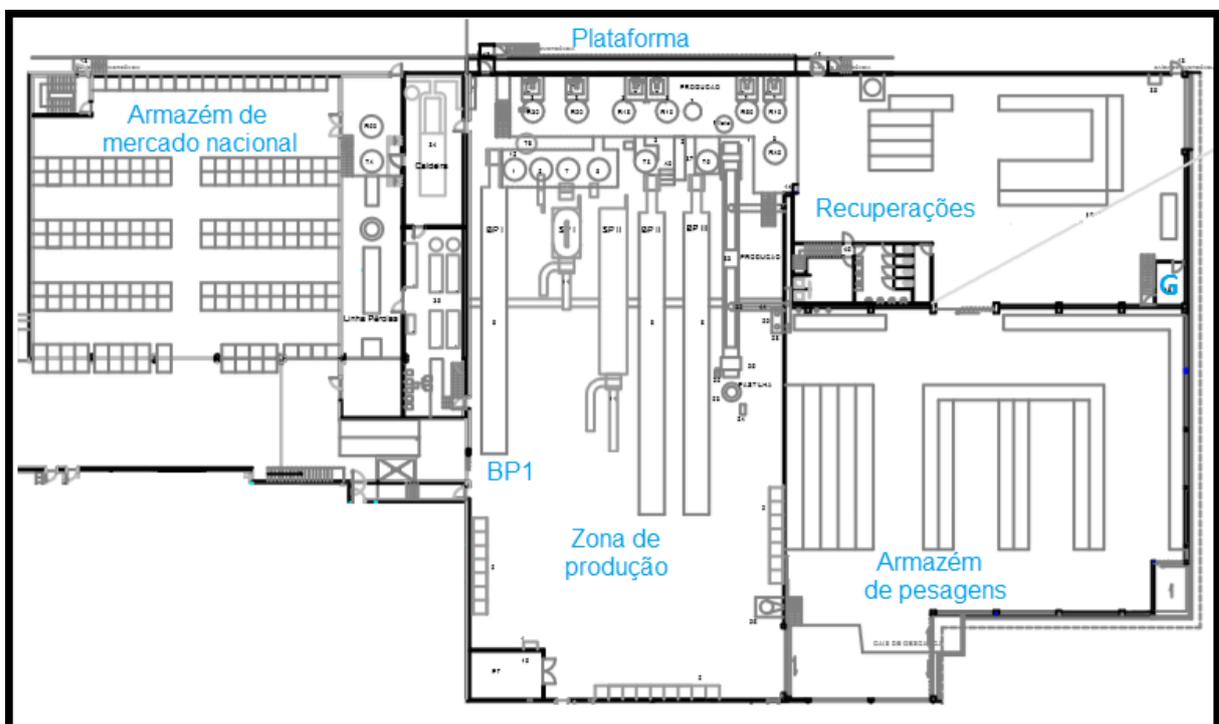


Figura 6 – Layout da zona de fabrico

As matérias-primas seguem então para a plataforma de carregamento e deitadas para o reator correspondente. É aqui que se dá a mistura e o processo de fusão das mesmas. Depois de a cola estar pronta no reator, esta é vazada para o tanque que serve de *buffer*, armazenando a cola até a carga anterior ter sido completamente embalada e a linha estar livre. Antes de a nova carga sair do tanque, esta passa por um processo vácuo até ser eliminado todo o ar nela presente.

Passa-se então ao processo de extrusão, quando a cola passa do tanque para a linha.

Finalmente, é na zona de corte que a cola é moldada com o formato desejado (neste caso, big pillows, ou almofadas grandes).

Para que atinja um estado sólido e possa ser embalada sem se deformar, as almofadas passam por um processo de arrefecimento, percorrendo três piscinas de temperatura bastante reduzida.

Depois de arrefecida, a almofada tem também de passar por dois ventiladores de modo a perder a água acumulada no processo de arrefecimento e poder ser embalada seca.

Por fim, a cola está pronta a ser embalada e enviada ao cliente.

É de referir também que existe um processo de recuperação da cola. O operador deve analisar os desperdícios existentes e, caso esta cumpra com os requisitos exigidos, atribuir a cargas futuras colas compatíveis.

3.3 Problemas encontrados

Desde cedo se tornaram evidentes alguns problemas que contribuem para um défice de eficiência da linha (ver na Figura 7). Estes problemas foram agrupados e são, neste subcapítulo, descritos os principais, nomeadamente os associados à sujidade (algumas paragens de processo), à falta de planos de manutenção (paragens devido a avarias) e ao facto de os planos de limpeza e standards existentes serem insuficientes (paragens de processo e *setups* muito longos).

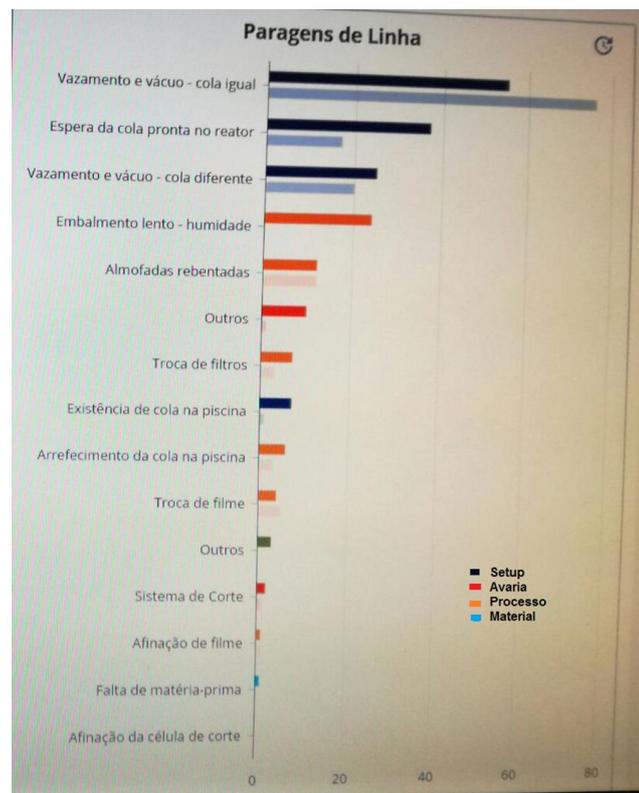


Figura 7 – Média de tempo de indisponibilidade diária da linha (em minutos) durante setembro

3.3.1 Sujidade

Por toda a linha, tanto em equipamentos com chão, era aparente a falta de limpeza presente. Os focos de sujidade apresentados na Figura 8 foram alguns dos pontos trabalhados durante o projeto.



Figura 8 - Focos de sujidade

Este ponto este foi muito trabalhado uma vez que não é possível um bom controlo sobre todos os processos não se conseguir distinguir o que está a acontecer no preciso momento daquilo que já aconteceu no passado, mas não foi resolvido ou limpo. É também problemático se alguma da sujidade contamina o produto.

3.3.2 Falta de planos de manutenção

Outro problema verificado foi a ausência de manuais da máquina. A maior parte da manutenção feita era corretiva e havia apenas alguns pontos que os técnicos “sabiam” que tinham de inspecionar uma vez que “sempre foi assim que se fez”.

3.3.3 Planos de limpeza e standards insuficientes

À semelhança do ponto anterior, o plano de limpeza existente era apenas um conjunto de tarefas a ser efetuadas diária ou semanalmente (ver Figura 9).

colquimico
the bond comes first

**Procedimento de Manutenção preventiva-
Tarefas do operador(es)**

Big Pillows 1 - Atividades Semanais	Big Pillows 1 - Atividades Diárias (por turno)
- Limpeza do escape de corte / rolos transportadores	- Limpeza do escape de corte / rolos transportadores
- Limpeza dos filtros de água (6 filtros)	- Limpeza dos filtros de água (6 filtros)
- Limpeza da ventilação (1 filtro)	- Área circundante da máquina
- Limpeza dos bicos dos chuveiros	- Zona troca de filtros
- Área circundante da máquina	
- Limpeza dos tanques e chão	
- Limpeza topo da máquina	
- Limpeza por baixo da máquina	
- Zona troca de filtros	

Figura 9 - Manutenção a ser feita pelo operário

De notar que este plano era o mesmo para todas as linhas BP que, embora semelhantes, tem equipamentos diferentes. Deste modo não estavam incluídos no plano os equipamentos únicos da BP1.

3.4 OEE

No início deste projeto tinha sido já feito um estudo do OEE na linha piloto, tendo por base o primeiro trimestre do ano. Como se esperava, todos os problemas detetados, e outros que viriam a ser detetados com a ajuda dos índices de OEE, contribuíram para este valor de 53%. A Figura 10 demonstra o OEE teórico obtido no estudo mencionado, recorrendo ao número de horas produtivas e improdutivas (7226 e 6393 respetivamente).

Na Figura 11 é apresentado o OEE real a 29 de setembro, antes de ser implementada qualquer medida de melhoria.

O objetivo decidido para esta linha foi de 80% com uma margem mínima de 75%.

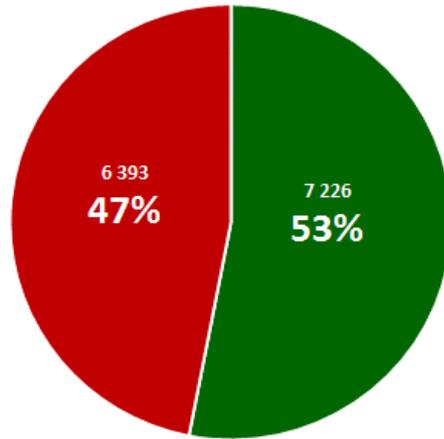


Figura 10 - OEE teórico do 1º trimestre de 2016

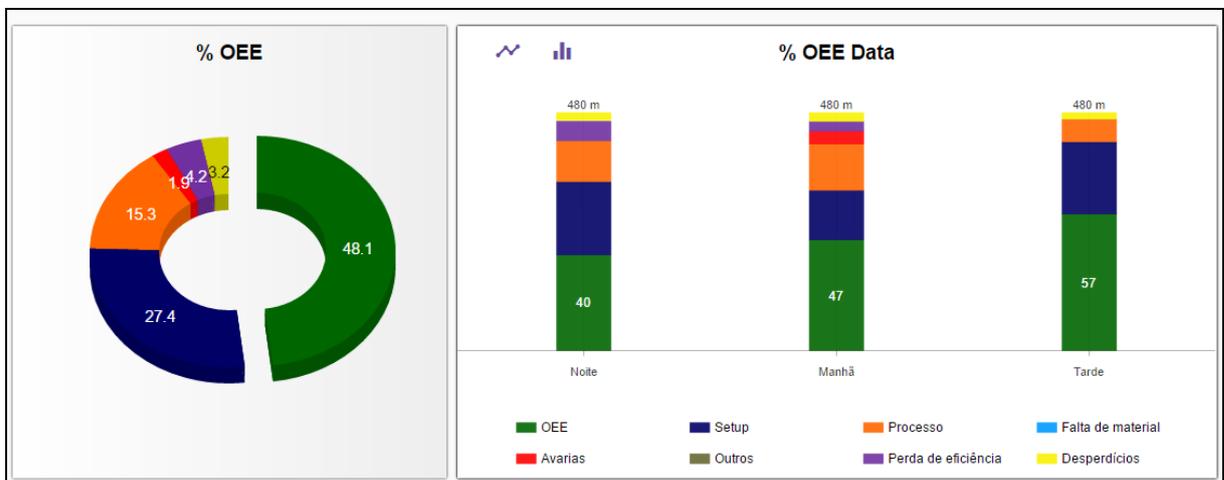


Figura 11 - OEE real a 29 de setembro

4 Solução proposta

Neste capítulo são apresentadas as soluções propostas para a resolução dos problemas descritos anteriormente.

4.1 Modelo TPM

O primeiro passo foi escolher o modelo que mais se adequava à empresa, bem como as equipas de cada turno que iriam fazer parte desta linha piloto.

Para as equipas, foram escolhidos elementos já familiarizados com a máquina para podermos contar com os seus pareceres para a melhoria de processos.

Quanto ao modelo, optou-se pelo apresentado na Figura 12 que segue o modelo desenvolvido pelo JIPM.

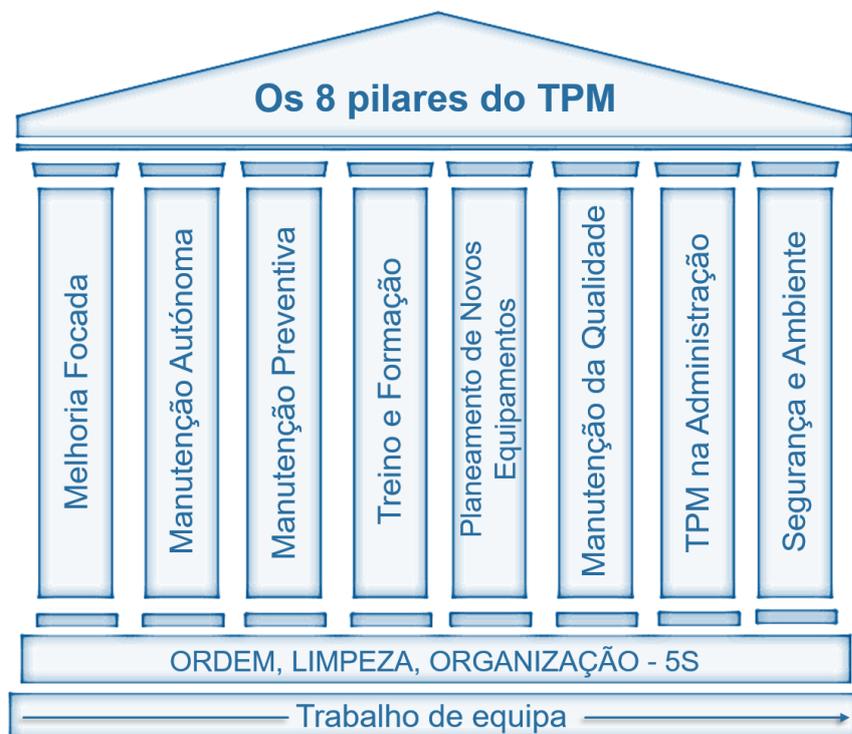


Figura 12 - Modelo TPM escolhido

Já tinha sido implementada a filosofia dos 5S, pelo que se decidiu torná-la numa base para os pilares e passos a seguir no futuro.

Foi, depois, preparado um cronograma dos passos a seguir. Este quadro foi sendo atualizado de acordo com o progresso verificado, chegando no fim ao cronograma apresentado na Figura 13.

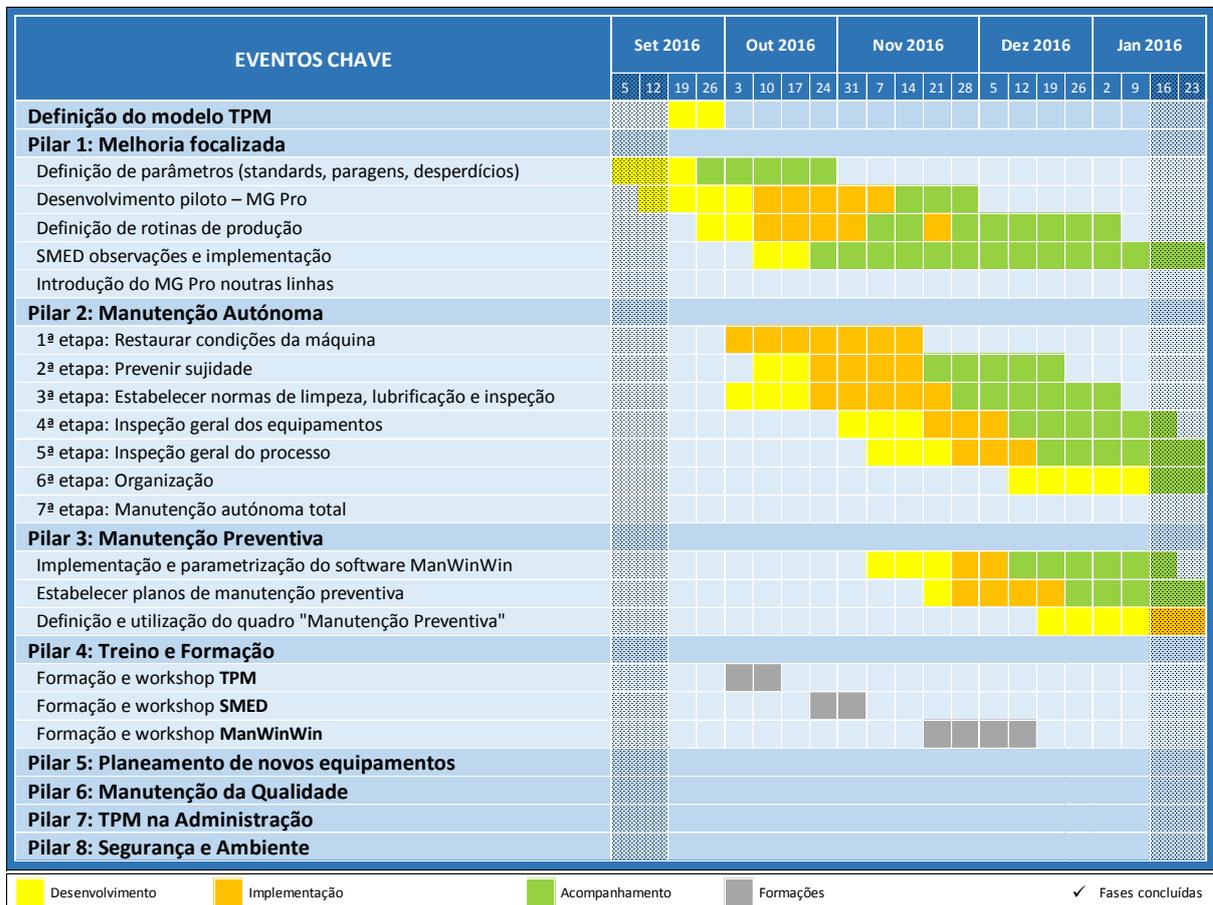


Figura 13 - Cronograma proposto

O foco deste projeto foram os três primeiros pilares acompanhados sempre pelo pilar do “Treino e Formação” que é indispensável quando se quer introduzir conceitos novos e motivar os colaboradores que serão responsáveis por estas mudanças.

4.2 Formação e decisões iniciais

Estando definidos os passos a seguir, foi preparada a “Formação e *workshop* TPM” que envolveu uma parte teórica, numa sala, que consistiu numa apresentação em PowerPoint que explicava o conceito de TPM, os seus objetivos, pilares e passos a seguir daí em diante (Anexo A).

Na parte prática todas as equipas da linha BP1 foram juntadas para limpar e começar a restauração da máquina (1ª etapa do 2º pilar). Como lhes foi indicado durante a parte teórica,

deviam descrever nas “Etiquetas TPM” (ver Figura 14), à medida que fossem surgindo, os pontos que necessitavam de reparação, substituição ou até de uma nova forma de limpar para se conseguir a restauração do equipamento.

Foi chamado à atenção que enquanto durante a limpeza da máquina era complicado ir anotando os problemas, pelo que estes foram indicados oralmente ao responsável à medida que surgiam. Estes e novos pontos foram depois discutidos em grupo para serem tomadas decisões que tivessem em conta a opinião e experiência de todos os participantes.

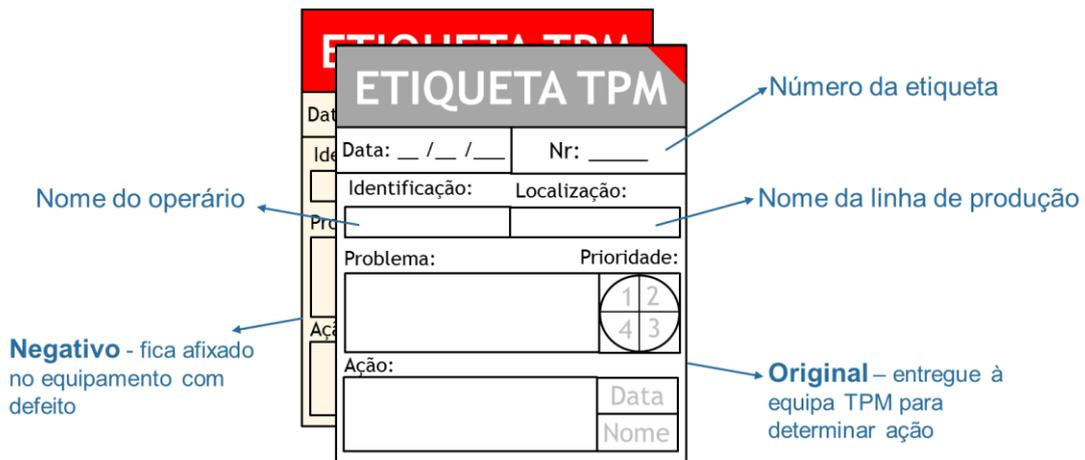


Figura 14 - Etiquetas TPM

Os pontos aceites foram inseridos num plano de ação (ver Figura 15) com a ação a ser tomada, a sua prioridade, a data limite para a mesma ser tomada e o seu responsável. Este quadro foi depois colocado no quadro da linha, para que ficasse à vista de todos os operários e para que estes pudessem acrescentar pontos que fossem surgindo (substituindo assim as etiquetas), e foi enviado aos técnicos de manutenção para que estes tomassem as ações que lhes cabiam.

BIG PILLOWS 1			PLANO DE AÇÃO TPM							
Nr.	Data Abertura	Resp. Abertura	Descrição	Ação	Prioridade				Resp.	Data Prev. Data Fecho
					1	2	3	4		
0667	29/09/2016		Fuga de óleo perto do quadro eléctrico	Reparar					MAN	27/10/2016 concluído
0668	30/09/2016		Torneira do filtro de água partida	Reparar					MAN	06/10/2016 concluído
0669	10/10/2016		Caixa protectora do sistema de corte sempre aberta	Fechar; ponto de limpeza e inspeção					PRCO	10/10/2016 concluído
0670	10/10/2016		Motor de accionamento das rodas formadoras sem tampa protectora	Colocar tampa; ponto de inspeção					MAN / PRCO	13/10/2016 concluído
0671	10/10/2016	RA	Antiga estrutura de suporte dos quadros na plataforma atóxica	Retirar antiga estrutura					MAN	27/10/2016 concluído
0672	10/10/2016	RA	Varandim das escadas da plataforma sem protecção (tapetes)	Colocar protecção					MAN	03/11/2016 concluído
0673	12/10/2016		Troca / limpeza do manipulador de óleo	Avaliar; trocar					PG /MAN	n/af
0674	12/10/2016	Sr. Acido	Nível da piscina não funciona ou válvula da água não fecha automaticamente	Avaliar; arranjar/trocar					MAN	13/10/2016 concluído
0675	14/10/2016		Chão da plataforma difícil de limpar (perto das escadas)	Avaliar; colocar chapeia lisa					MAN	03/11/2016 concluído
0676	02/11/2016		Fuga de óleo perto atrás do reator	Reparar					MAN	
0677	08/11/2016	PG	Cola amolece antes de vaziar	Aumentar temperatura da água bolhas					MAN	
0678	10/11/2016		Costa amolece quando válvula de vacuamento está aberta	Instalar aviso luminoso quando válvula de vacuamento estiver aberta					MAN	
0679	10/11/2016		Não se sabe quando utilitar dispara	Instalar aviso luminoso e sonoro quando chiller dispara					MAN	
0679	10/11/2016		Não se sabe quando água da piscina está quente	Instalar aviso luminoso quando temperatura da piscina inferior estiver acima do devisto					MAN	
0680	10/11/2016									

Figura 15 - Plano de ação

Com o objetivo de motivar dos operadores e a gestão visual da zona de produção, foi adicionado ao quadro da linha um poster simples com as etapas da Manutenção Autónoma (ver Figura 16).

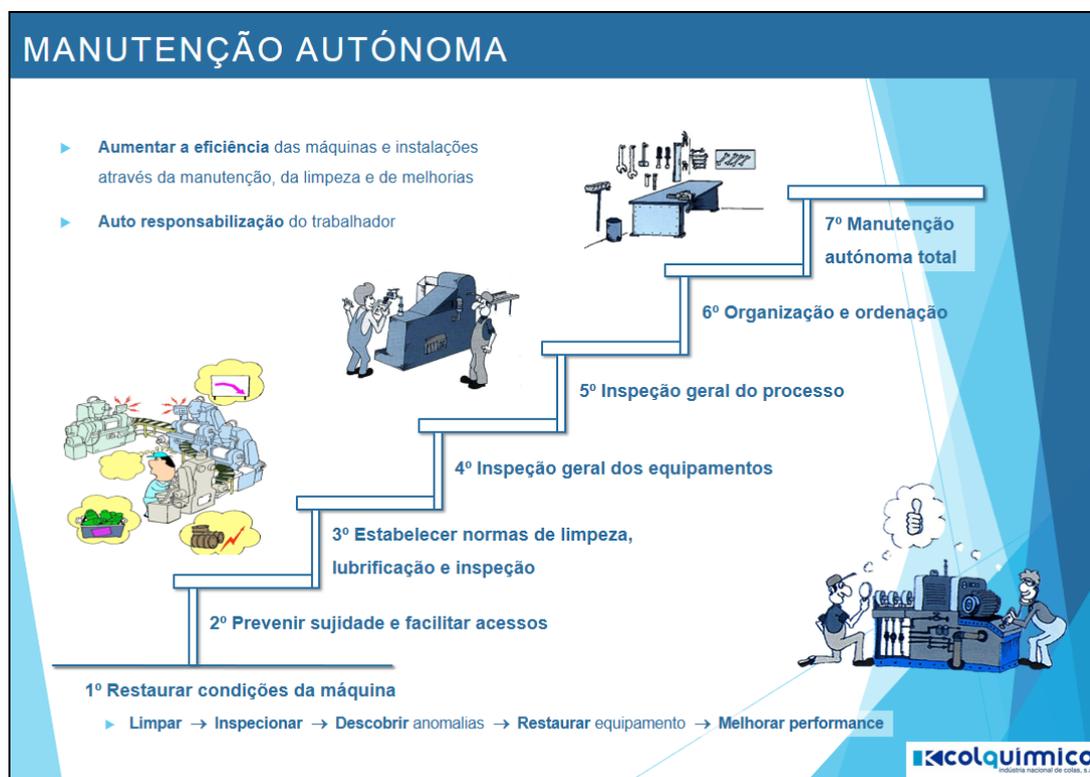


Figura 16 - Poster da Manutenção Autónoma

Começar um projeto destes parece fácil na primeira semana quando estão todos motivados para a mudança e melhoria, mas depois do entusiasmo inicial passar, é fácil cair nas velhas rotinas a que se está habituado.

Para que tal não sucedesse, foi agendada uma reunião semanal com a equipa TPM que incluía o encarregado da manutenção, o encarregado geral e 2 ou 3 elementos do departamento de produção. Nestas reuniões discutiram-se os pontos fechados, novos pontos que surgiram - indicados pelos operadores ou verificados no decorrer de uma auditoria 5S - e medidas a ser tomadas. Foram também discutidos os novos planos de limpeza, lubrificação e inspeção a realizar e implementar (3ª etapa do 2º pilar), pedindo sempre a opinião dos operários da linha para que se mantivessem incluídos e interessados nas decisões tomadas.

4.3 Pilar 1: Melhoria Focalizada

O pilar da “Melhoria Focalizada” foi trabalhado com base num *software* próprio para calcular o indicador OEE da linha e respetivos índices de disponibilidade, velocidade e qualidade.

Sabendo quais os fatores que contribuíam para a diminuição do OEE (ver Figura 17), foram tomadas medidas no sentido de os reduzir.

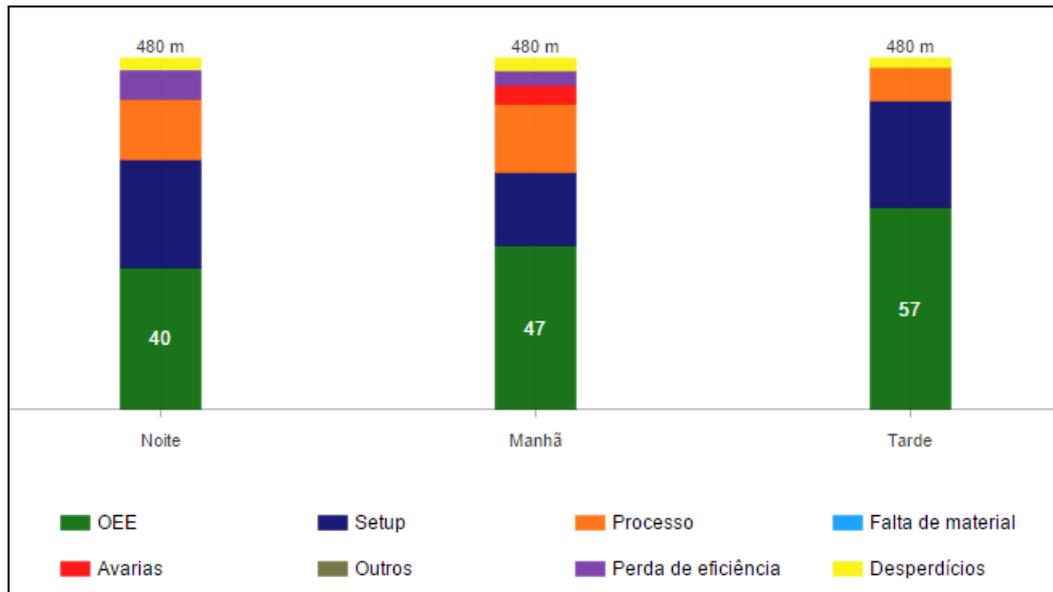


Figura 17 - Exemplo de dados diários de OEE por turno

Como se verificou, uma das maiores perdas era a do tempo de *setup*. De modo a reduzir este tempo foi criado e implementado um *standard* para a mudança de *setup* (ver Figura 18). Foram criados cartões com as tarefas a ser realizadas por cada operador na sequencia mais vantajosa.

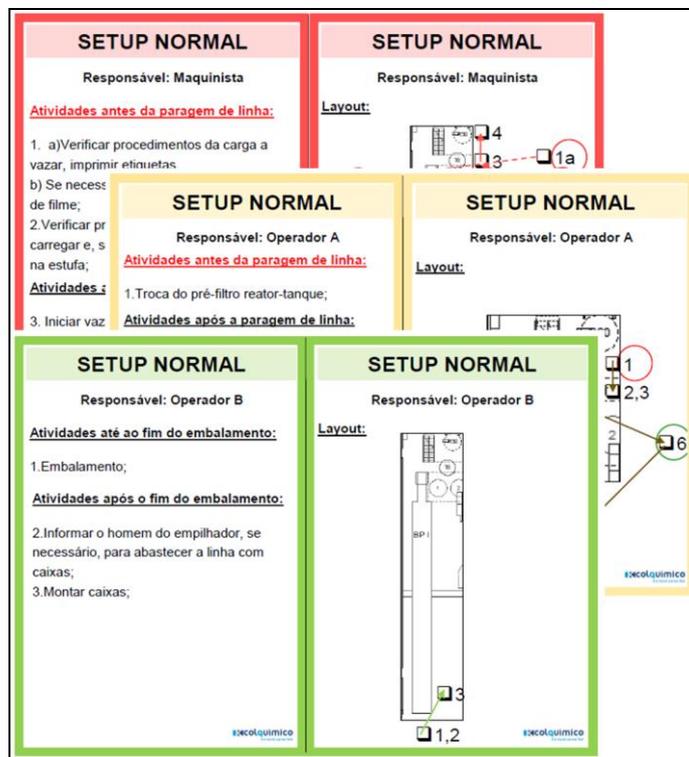


Figura 18 - Cartões de *Setup*

De modo a manter o interesse dos operários nestas novas medidas e no aumento do OEE no seu turno, foi adicionado, ao quadro da linha, um gráfico (ver Figura 19) que tinha de ser preenchido no final de cada turno com os valores de OEE e produção obtidos.

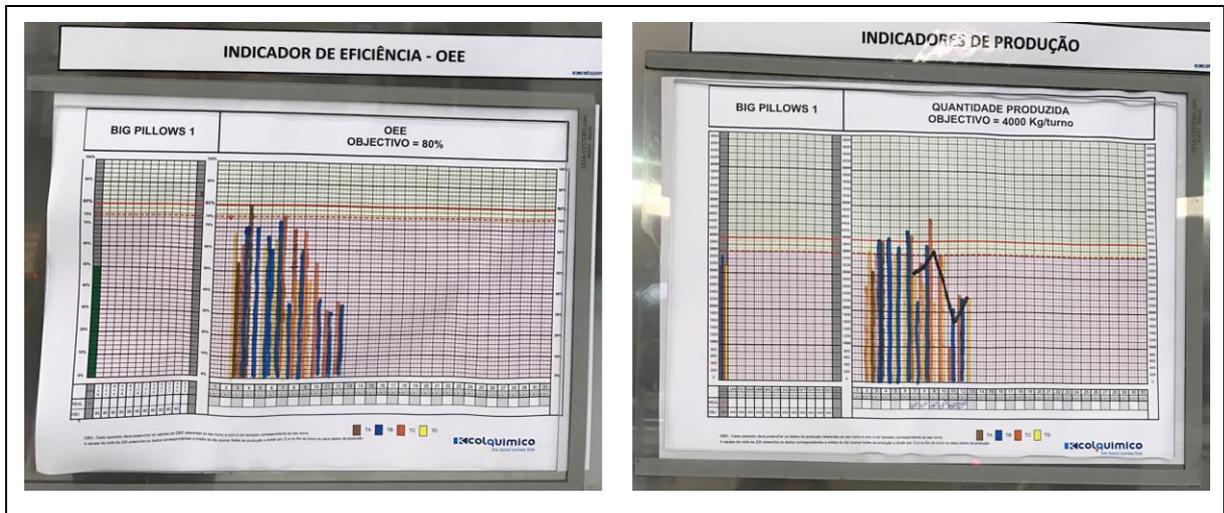


Figura 19 - Gráficos de evolução de OEE e de produção

4.4 Pilar 2: Manutenção Autónoma

Esta é a manutenção feita pelos operários da linha, ficando estes responsáveis por uma boa manutenção da linha com vista a diminuir falhas ou avarias que possam depois vir a prejudicar a eficiência da máquina.

Como foi dito na apresentação da empresa, a Colquímica funciona à base de um sistema de produção JIT e, para poder responder a todos as encomendas, é necessário ter as linhas sempre a trabalhar, especialmente linhas BP cujo formato de cola tem maior procura.

Deste modo, devido à condição inicial da linha e ao facto de esta ter de estar parada para que se pudesse fazer uma limpeza mais profunda, a sua restauração foi demorada e teve de ser distribuída pelas manutenções preventivas semanais. Como se verifica na Figura 20, algumas mudanças foram evidentes:



Figura 20 - Restauração da máquina - chão da linha e da plataforma (dir.) acrílicos e cortinas (esq.)

Outro dos pontos preocupantes, ao analisar os dados recolhidos pelo sistema MG Pro, foram as falhas de processo, por exemplo, “Troca de filtros”. Esta falha foi uma das quais tentámos diminuir a frequência, estabelecendo OPLs para a mudança de filtros (ver Figura 21) e estabelecendo que estes deviam ser trocados sempre que se iniciasse uma nova carga, garantindo que não era preciso parar a extrusão 10 ou 15 minutos depois desta iniciar, contribuindo para o aumento do tempo de produção e o OEE.

	One Point Lesson - Informação Reclamação Kic Krone - Cola com sujidade	15 Out, 2016 OPL-1-2016-1006 Nome: Teófilo
	<p>Para evitar que o lixo passe para a cola, o operador deve cumprir o procedimento abaixo:</p> <p>Procedimento para a troca de filtros:</p> <p><input type="checkbox"/> Em todas as colas e em todas as linhas, os filtros a usar na troca de filtros são os abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 filtro grosso (40mesh) • 2 filtros finos (200mesh) • 1 filtro médio <p>Os filtros devem ser colocados como na imagem abaixo: o grosso do lado de fora e o médio virado para dentro, no meio os dois filtros finos.</p> <p>O procedimento acima estará sujeito a verificação diária por parte dos responsáveis, quem não respeitar estará sujeito a penalizações.</p>	

Figura 21 - OPL para mudança de filtros

Tendo como base o plano de limpeza existente e os pontos que foram sendo abertos, tais como o mencionado anteriormente, foi criado um plano de limpeza mais completo - com a descrição do equipamento, o método e materiais de limpeza, a periodicidade com que deve ser feita e fotografia para uma boa compreensão por parte dos atuais, bem como eventuais novos colaboradores. O procedimento normal seria ter planos de limpeza e lubrificação individuais, mas como se verificou que haviam apenas 2 pontos de lubrificação e contraste com os 20 pontos de limpeza, decidiu-se juntar os dois e criar um plano de limpeza e lubrificação, como mostra a Figura 22. Este plano foi sendo atualizado de acordo com pontos que fossem surgindo nas reuniões ou dados recebidos do cálculo do OEE.

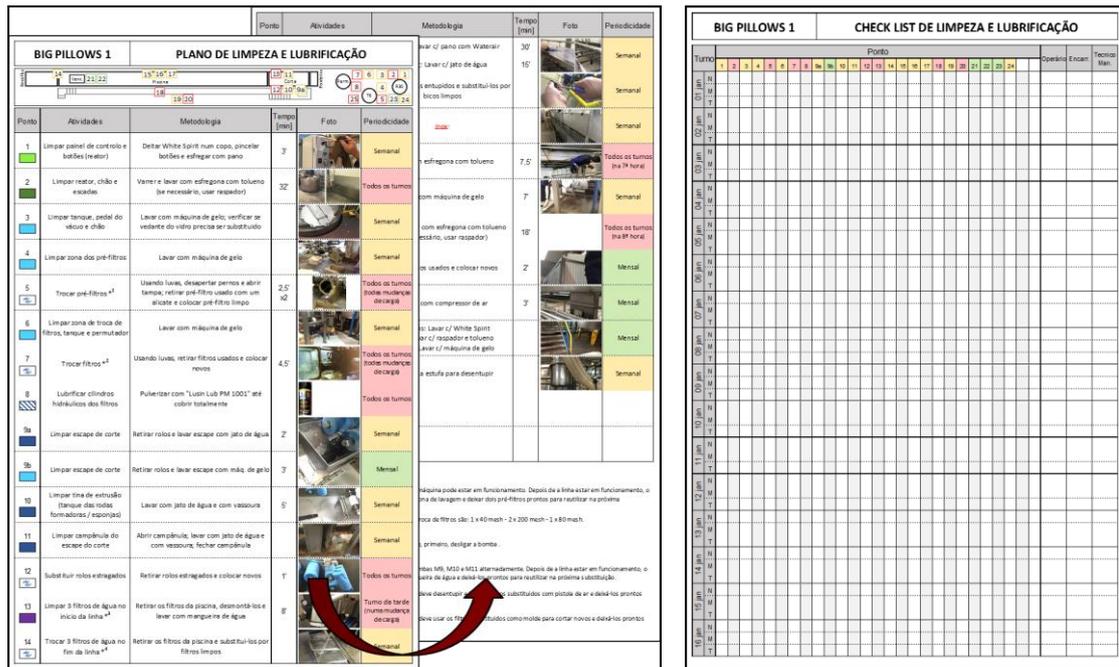


Figura 22 - Frente e verso do plano de limpeza e lubrificação (dir.). Checklist de limpeza e lubrificação (esq.)

Criou-se também uma folha tipo *checklist* a ser preenchida em cada turno por um dos operários e confirmada pelo seu encarregado para ajudar a perceber se os pontos estavam a ser cumpridos ou não.

Para uma melhor gestão visual, colocou-se o *layout* da linha com indicação da localização de cada ponto. Uma vez satisfeitos com o plano e não havendo mais pontos a acrescentar ou modificar, criaram-se etiquetas (ver Figura 23) a ser coladas na máquina nos sítios indicados no plano. A borda das etiquetas simboliza a periodicidade da atividade (a vermelho, as mais críticas, são diárias; a amarelo as semanais e a verde as mensais) e os símbolos (setas) e cores por baixo do número representam respetivamente tarefa de troca e material a usar na limpeza.

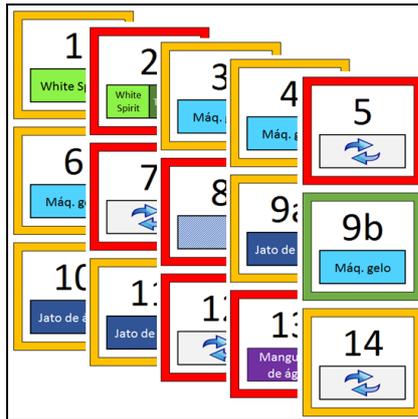


Figura 23 - Etiquetas

Como só foi possível encomendar as etiquetas depois do plano estar completamente definido, estas só puderam ser colocadas na linha (ver Figura 24) na última semana do projeto pelo que não há dados relativos à sua utilidade na prática da manutenção autónoma. Apresentam-se a seguir as etiquetas colocadas em alguns equipamentos.



Figura 24 - Etiquetas colocadas em alguns equipamentos

Foram também feitas melhorias aos equipamentos, tais com instalar avisos sonoros e luminosos para aumentar a segurança e rapidez de ação em caso de avaria (ver Figura 25).

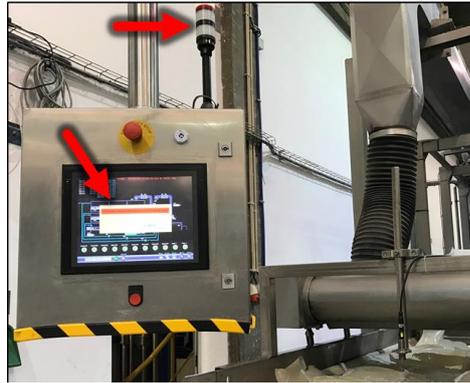


Figura 25 - Avisos luminosos

4.5 Pilar 3: Manutenção Preventiva

Este pilar foca-se na manutenção que não pode ser feita pelos operários. Aqui pretende-se melhorar a eficiência do departamento de manutenção, de modo a eliminar perdas, analisando taxas de avarias para planear serviços de manutenção preventiva e fazendo manutenção e inspeção periódica.

Tal como para o 2º pilar, foram discutidos todos os pontos de manutenção e inspeção da linha e foi criado o plano de manutenção (ver Figura 26).

BIG PILLOWS 1		PLANO DE MANUTENÇÃO			
Ponto	Equipamento	Metodologia	Tempo [min]	Foto	Periodicidade
1	BP1	Fazer revista geral			Todos os turnos
2	Mangueira do vácuo	Verificar se a mangueira está entupida e colocar na estufa			Semanal
3	Roilo de filme	Verificar se existe oscilação ou folga e corrigir			Semanal
4		Lubrificar com 'OKS 601'			Semanal
5	Gravata	Verificar estado			Semanal
6	Teflon da ponteira	Verificar estado e substituir se necessário			Semanal
7	Calçadros	Afinar sensor da cremalheira			Semanal
8	Tapete transportador	Verificar estado e se tem cola			Semanal
9	Tapete de rolos	Verificar estado e se tem cola			Semanal
10	Bico de corte	Verificar se existem folgas ou fugas			Semanal
11	Tapetes transportadores (de plástico)	Verificar estado e se tem cola			Semanal
12	Bomba trifásica	Lubrificar com (quantidade) de (lubrificante)			Mensal
13					

Figura 26 - Plano de manutenção

Este não foi, porém, necessário imprimir uma vez que, como se pode ver no cronograma, foi implementado, em novembro, um sistema informático de manutenção, que visa ajudar na automatização e controlo da manutenção.

Após a parametrização do sistema (ver Figura 27), isto é, o registo dos equipamentos da linha, foi possível inserir os planos de manutenção e associá-los ao seu equipamento. Foram as criadas ordens de trabalho periódicas (associadas aos planos de manutenção preventiva) e

ordens de trabalho pontuais associadas a avarias ou melhorias de equipamento (ver Figura 28).

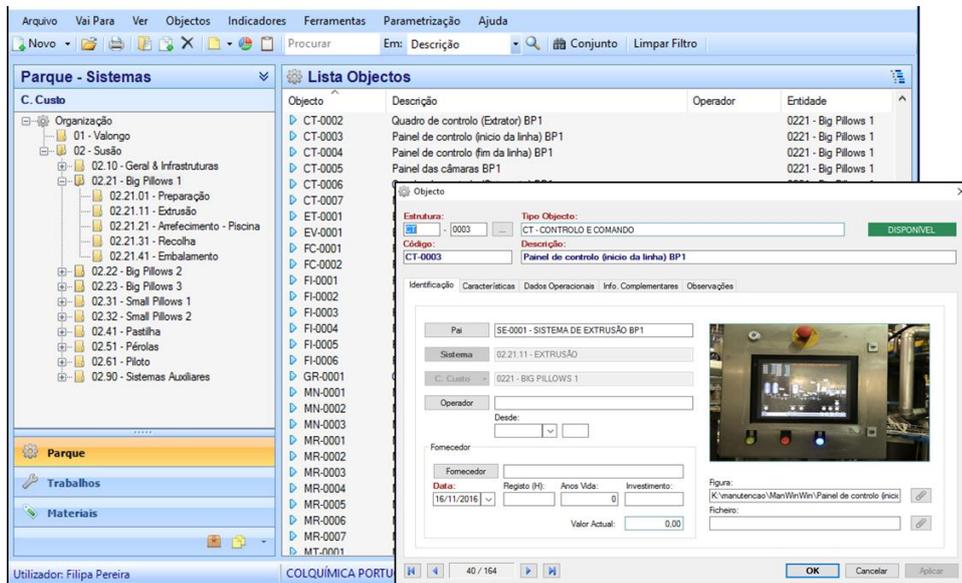


Figura 27 - Parametrização do sistema

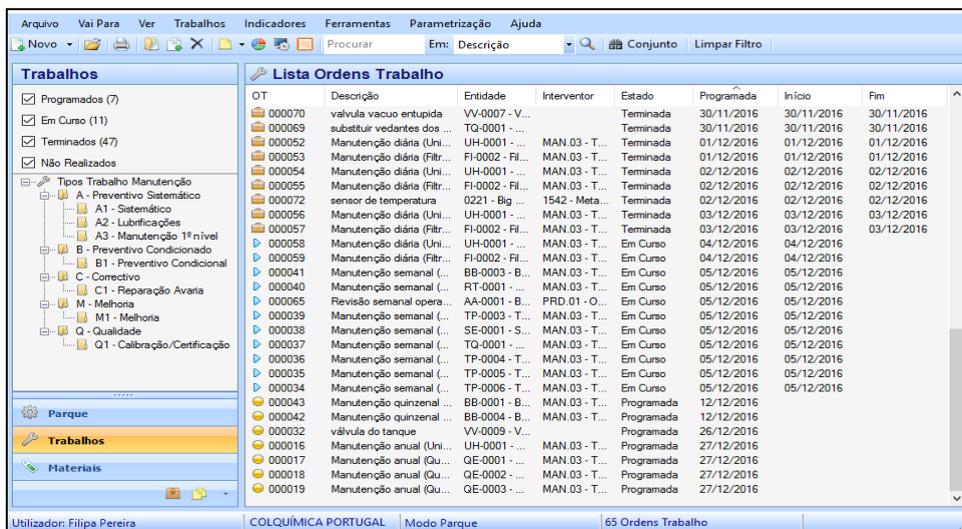


Figura 28 - Lista de ordens de trabalho terminadas, em curso e programadas

Os encarregados foram dados acesso ao módulo do sistema que permite fazer pedidos ao departamento de manutenção que pode decidir se o pedido é válido, e criar uma ordem de trabalho para atender o pedido, ou inválido, ficando o pedido sem efeito.

Durante as manutenções periódicas, o técnico que a vai realizar pode imprimir as ordens de trabalho planeadas e as pendentes (ver Figura 29) e levá-las consigo.

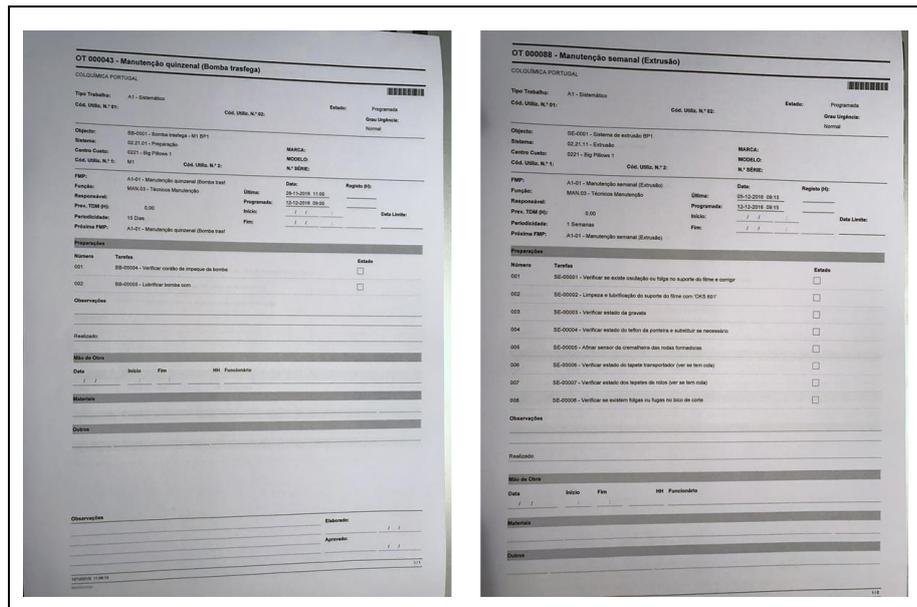


Figura 29 - Exemplos de ordens de trabalho imprimidas

Posteriormente foi criado um quadro (apresentado na Figura 30) para o encarregado da manutenção poder distribuir, depois de imprimidas, as ordens de trabalho por dia da semana e por turno, escolhendo o técnico e a altura do dia mais adequado.

Depois de feitas as tarefas, o técnico coloca-as num dos separadores coloridos de acordo com o estado da OT (em curso se não foi terminada, em análise se forem precisos mais dados para resolver o problema, ou concluída).

O tem ainda espaço para colocar o calendário das manutenções preventivas, indicadores e OPL's de manutenção.

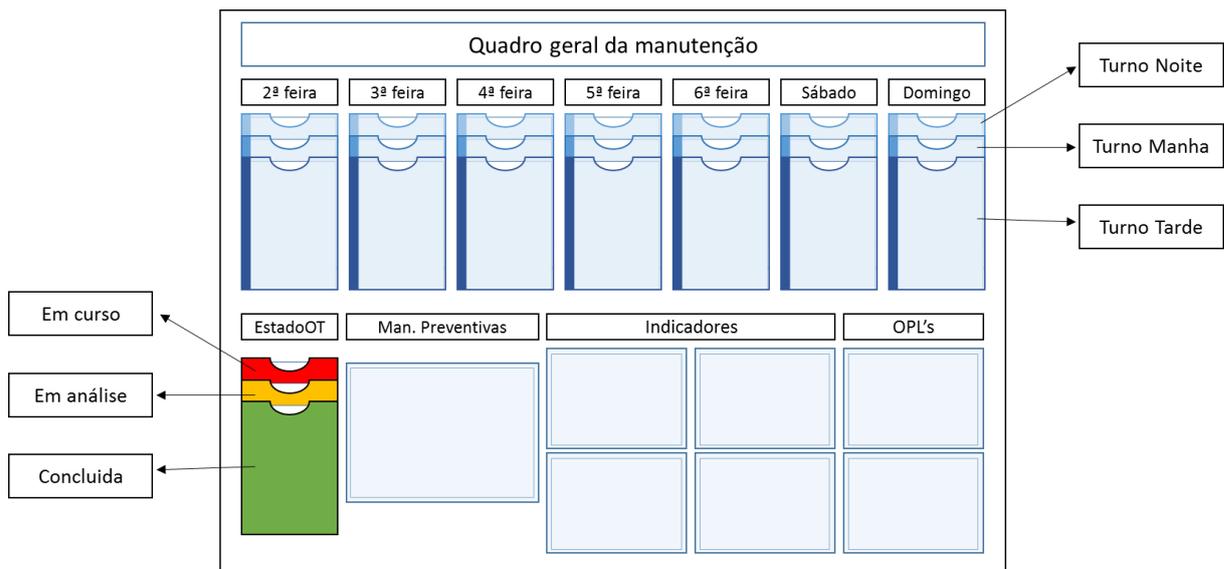


Figura 30 - Quadro geral da manutenção

4.6 Resultados obtidos

A Figura 31 representa a evolução do OEE durante o ano de 2016, sendo que, até setembro, apenas foi contabilizado o tempo disponível e a produção efetiva uma vez que não se dispunha das ferramentas necessárias para um cálculo mais real.

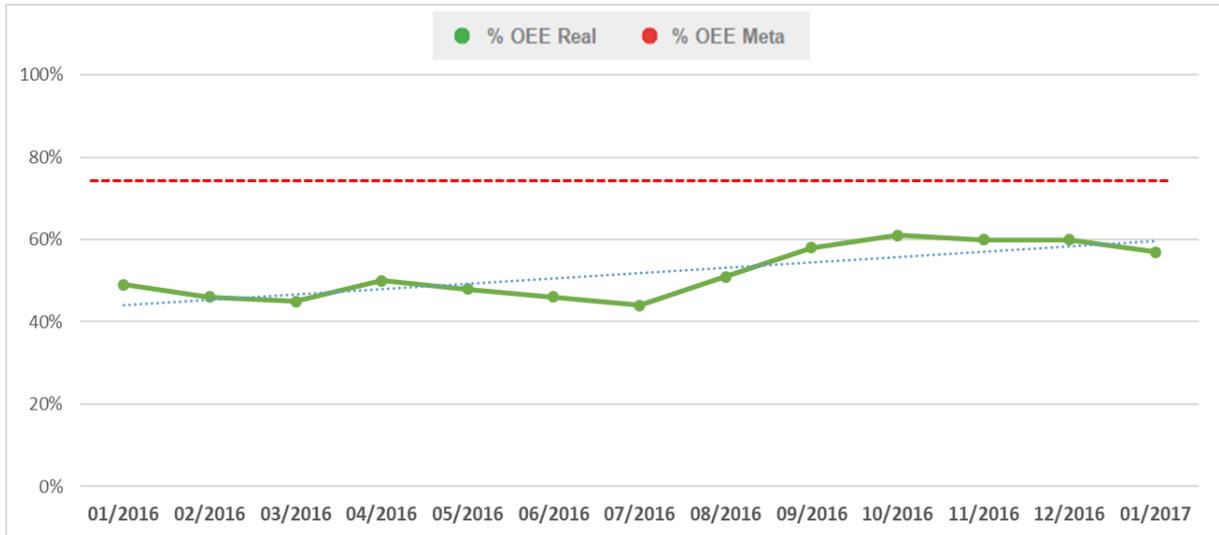


Figura 31 - Variação mensal do OEE

Apesar de não ter sido ainda cumprido o objetivo inicial de 75%, é possível verificar através de uma linha tendência que houve uma evolução positiva do OEE.

Graças ao empenho demonstrado pela grande maioria dos operários em cumprir os planos e standards definidos, vê-se, indo um pouco mais ao detalhe, nas Figura 32 e 33, que houve uma diminuição geral dos tempos de paragem da linha.

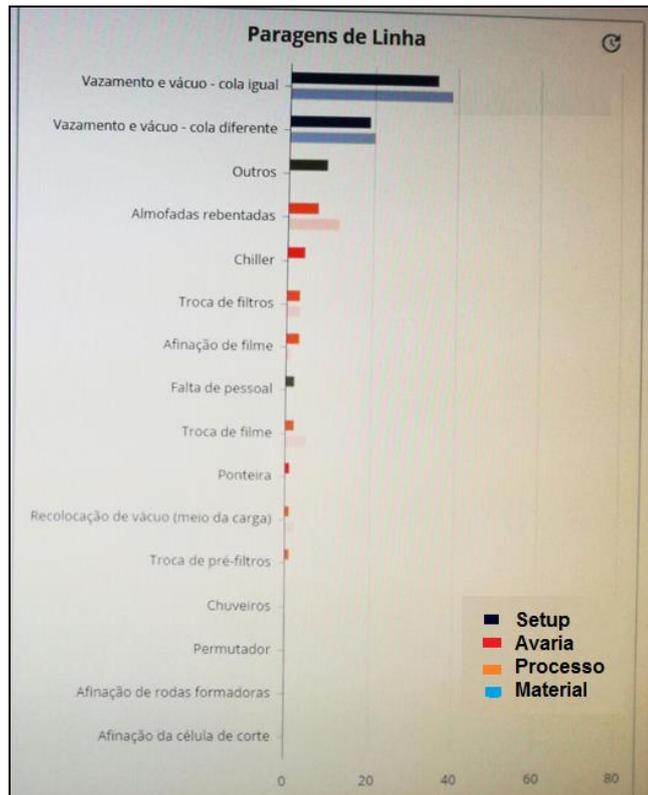


Figura 32 - Média de tempo de indisponibilidade diária da linha (em minutos) durante janeiro

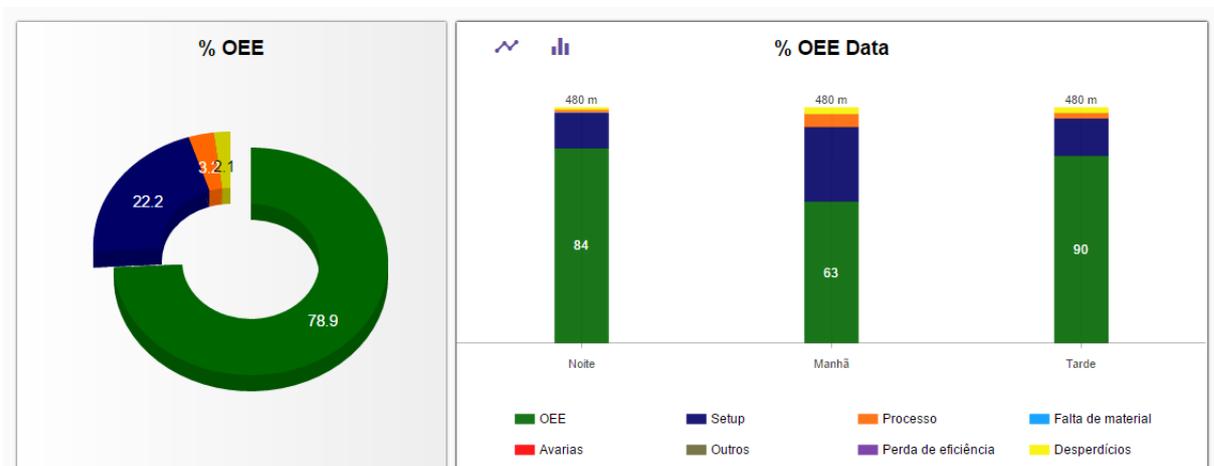


Figura 33 - OEE real a 9 de dezembro

Foi notável, principalmente, a diminuição dos tempos de *setup* que andavam na ordem dos 110 minutos para os 60 minutos. Este era um dos pontos que os operários não acreditavam poder ser alterado uma vez que estava dependente do tempo que a cola tinha de estar no reator, por isso, deparados com os resultados tão evidentes, a sua mentalidade mudou e ficaram mais abertos às mudanças.

5 Conclusões e propostas para o futuro

A realização deste projeto permitiu identificar os maiores problemas responsáveis pela perda de eficiência da linha de produção em estudo e o desenvolvimento métodos de melhoria.

O nível de sujidade e numero de falhas e avarias diminuiu bastante graças à implementação de planos de limpeza e manutenção e foi possível compreender a importância da cooperação de todos os envolvidos para que a implementação de algo que parece simples, como um plano de limpeza, tenha sucesso.

As ideias recolhidas com os colaboradores e as metodologias aplicadas, tais como a criação de standards, gráficos de evolução e OPLs, permitiram aumentar o OEE da linha que andava pelos 50% para uma média de 60% que se espera ainda aumentar até ao objetivo inicial.

Uma das dificuldades num projeto desta magnitude – implementar a metodologia TPM – é manter as equipas de produção e manutenção interessadas e motivadas, pelo que envolvê-las desde o início é essencial.

Algo que demonstrou ser uma boa motivação no decorrer do projeto foram os quadros da Figura 18 que, para além de fazer com que os resultados sejam visíveis por todos desde o início, promoveram, também, uma competitividade entre os turnos, levando a que cada um se esforçasse para que o seu turno fosse o melhor.

Os pilares que não foram abordados durante o projeto serão implementados dependendo da situação que a organização estiver a enfrentar no momento e não precisam ter que ser implementados de uma só vez. Por exemplo, o planeamento de novos equipamentos aplica-se a situações em que houve aquisição de novos equipamentos e onde podem ser incluídas de início as modificações que tenham sido julgadas necessárias para um equipamento existente. Da mesma forma, um projeto de manutenção de qualidade será mais provável de ser implementado quando há grandes questões relativas à qualidade. Bem como um projeto de Segurança, Saúde e Meio Ambiente será implementado quando houver problemas sérios a seu respeito. Estas medidas adicionais devem ser tomadas uma de cada vez, dependendo da prioridade e urgência, porque não se trata apenas de implementar um conjunto de programas, mas é baseado mais na necessidade.

A implementação do TPM não tem qualquer limite temporal, pelo que, no futuro, com a expansão do projeto a outras linhas, espera-se a continuação do espírito motivado e aberto às melhorias que se pretendem fazer.

Apesar de todo o trabalho desenvolvido há ainda muitas melhorias que se podem implementar para otimizar o funcionamento da linha.

Sugere-se, como implementação futura, a criação de um carro de ferramentas que contenha todo o material necessário à realização das manutenções. O carro designado, por exemplo, “Carrinho TPM” estaria numa zona perto da produção e aquando da preparação para a

manutenção preventiva, seria transportado para junto da linha, facilitando o acesso a todas as ferramentas necessárias e, possivelmente, diminuindo tempo de paragem necessário. A diminuição do tempo de paragem significa um possível aumento da produção.

Outra sugestão é a de implementar melhorias na gestão visual da linha, tais como:

- Colocar marcas de alinhamento em parafusos e porcas para simplificar a verificação de folgas;
- Indicar de forma fácil a correta regulagem de operação dos instrumentos de pressão ou vácuo;
- Colocar indicação de Aberto/ Fechado nas válvulas e a direção do fluxo e o tipo de fluido nas tubagens para melhorar a operabilidade e segurança.

Referências

- Cabral, J. (2013). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios*, 3ª. ed Atualizada e Aumentada
- Coimbra, E.A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains* K. Institute
- McCarthy, D. and N. Rich (2004). *Lean TPM a blueprint for change*. Amsterdam; Oxford, Elsevier Butterworth Heinemann
- JIPM. (2008). “JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance”, último acesso: novembro 2016, <http://www.jipm.or.jp/en/activities/pm/index.html>.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Cambridge, Mass., Productivity Press.
- Nakajima, S. (1990). *Total Productive Maintenance; International Seminars on Advanced Technology*.
- Suzuki, T. (1994) *TPM in Process Industries*. 1ª. ed. New York: Productivity Press.

ANEXO A: Formação em TPM dada aos técnicos e operários

Formação TPM

Grupo Colquímica
Filipa Pereira
29 de setembro de 2016