



**Fábio Dos Santos
Morgado**

**Overall Equipment Effectiveness aplicado às linhas
de escolha de uma cerâmica**



**Fábio Dos Santos
Morgado**

**Overall Equipment Effectiveness aplicado às linhas
de escolha de uma cerâmica**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Maria Pinto De Moura, Professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

À minha família, namorada e amigos pelo apoio nos bons e maus momentos.

o júri

presidente

Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
Professor Auxiliar Convidado, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José António Soeiro Ferreira
Professor Associado, Universidade do Porto

Prof. Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Quero agradecer aos meus pais pelo enorme sacrifício que passaram para me poderem dar esta oportunidade. À minha irmã Vanessa, que sempre me apoiou de todas as maneiras possíveis. À minha irmã Cláudia e irmão Miguel pela sabedoria e apoio incondicional. Queria agradecer à minha namorada Cátia, que sempre teve ao meu lado, nos bons e maus momentos e me deu força para vencer.

Aos amigos, bons momentos que passei convosco durante a minha formação académica. Momentos que nunca irei esquecer e sempre ficarão guardados no meu coração.

Gostaria ainda de agradecer a todos os professores que fizeram parte do meu trajeto académico e em especial à Doutora Ana Moura pelo apoio nesta reta final.

A todos o meu muito Obrigado!

palavras-chave

Eficácia, Overall Equipment Effectiveness (OEE), desperdício.

resumo

Este trabalho teve como objetivo principal melhorar a eficácia das linhas de escolha da empresa Pavigrés. Com este trabalho pretendeu-se tomar medidas com base numa monitorização apoiada por indicadores como o Overall Equipment Effectiveness (OEE). Pretendia-se compreender como se processava a escolha do material e ainda identificar as maiores fontes de desperdício que influenciavam o desempenho deste processo. Poderemos ver uma aplicação prática do OEE, em que serão posteriormente apresentados metodologias para o levantamento de dados, resultados obtidos, a análise dos mesmos e as conclusões que se retiraram com esta análise. Para finalizar serão apresentadas algumas sugestões para melhorar a eficácia no setor da escolha da empresa.

keywords

Effectiveness, Overall Equipment Effectiveness (OEE), waste.

abstract

This thesis aimed to improve the effectiveness of the Pavigrés company's lines of choice. With this work we intended to take action based on a monitoring supported by indicators such as Overall Equipment Effectiveness (OEE). The point was to understand how the choice of material was made and identify the biggest sources of waste that influenced the performance of this process. We may see a practical application of OEE, which will later be presented methodologies for the analysis of results, their analysis and conclusions which withdrew with this analysis. To finish we will present some suggestions to improve effectiveness in the choice's sector of the company.

Índice

1. Introdução	3
2. Lean Manufacturing	7
2.1– Origem e princípios	8
2.2 – 7 Tipos de desperdício.....	10
2.3 – Value Stream Mapping (VSM)	12
2.4 – Overall equipment effectiveness (OEE).....	13
3. Caso de Estudo	25
3.1 - A empresa	26
3.2- Apresentação do caso de estudo	26
3.3– Apresentação da secção da escolha.....	28
3.4– Objetivos do estudo da secção da escolha	30
3.5– Análise do problema	30
4. Aplicação do OEE e Análise de resultados	33
4.1 – Levantamento de dados.....	34
4.2 – Cálculo do OEE e sua análise	39
4.3 – Apresentação de sugestões de melhoria contínua	43
5. Conclusões.....	47
5.1 – Principais conclusões.....	48
5.2 – Sugestões para trabalho futuro.....	49
Bibliografia	51
Anexos.....	55

Índice de Figuras

Figura 1 - Estrutura do documento	5
Figura 2 - 7 tipos de desperdício (fonte : http://www.itqm.com.hk/services.asp)	11
Figura 3 - tridimensionalidade do OEE (Silva em [14]).....	15
Figura 4 - O funcionamento real dos equipamentos (Silva em [14])	16
Figura 5 - Custos totais sem perdas (Silva em [14])	17
Figura 6 - Custos com perdas evidenciadas (Silva em [14])	17
Figura 7 - Relações entre as seis grandes perdas e os fatores do OEE (adaptado Silva em [14])....	20
Figura 8 - Tipos de perdas (Adaptado de Johnson e Lesshammar em [9])	23
Figura 9 - Mapa do fluxo de valor para o Óbidos G343	27
Figura 10 - Secção da escolha	28
Figura 11 - Layout da escolha.....	29
Figura 12 - Desenvolvimento a nível temporal do estágio.....	32

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Diferentes tipos de perdas (Silva em [14])	18
Tabela 2 - Calculo do tempo efetivo de produção (Bosch em [16]).....	20
Tabela 3- Estratégias para melhoria do OEE (adaptado Silva em [14]).....	24
Tabela 4- Exemplo da folha de paragens	31
Tabela 5-Tabela de tempos (HH:MM:SS) dos tipos de paragem (parte 1)	36
Tabela 6 -Tabela de tempos (HH:MM:SS) dos tipos de paragem (parte 2)	36
Tabela 7 - Tabela de tempos em percentagem dos tipos de paragem (parte 1)	37
Tabela 8 - Tabela de tempos em percentagem dos tipos de paragem (parte 2)	37
Tabela 9 - Tempos totais de produção e paragens	39
Tabela 10 - Tabela representativa do OEE na linha 1	40
Tabela 11 - Desempenho da linha 4.....	40
Tabela 12 - Folha de dados relativa à linha 4 no dia 20 Janeiro	41
Tabela 13 - Folha de dados da linha 4.....	42
Tabela 14 - Resumo do desempenho das linhas.....	43

1. Introdução

A Engenharia Industrial ocupa hoje um lugar de destaque no seio da sustentabilidade das empresas. Com as empresas cada vez mais impregnadas numa economia global, a competitividade tem crescido imenso ao longo dos últimos anos. Ser competitivo passa por oferecer ao cliente a melhor qualidade ao menor preço possível, torna-se por isso imperativo criar condições na estrutura das empresas, que permitam a melhoria dos processos e a mitigação do desperdício. É então aqui que entra a área da engenharia e gestão industrial como ferramenta para prever e avaliar os resultados de processos que sejam implementados para a obtenção de melhorias em determinados processos de uma empresa.

Sendo o objetivo principal deste trabalho, o aumento da eficiência e eficácia das linhas de escolha da empresa Pavigrés. Este trabalho passa por controlar e monitorizar as linhas de escolha de uma cerâmica de Grés, tentando depois maximizar a sua eficácia através da aplicação de algumas das metodologias *Lean Management*. Metodologias estas que visam a eliminação de “gorduras¹” da empresa conseguindo assim maximizar o aproveitamento de todos os seus recursos, bem como agilizar o processo de forma a obter uma melhor capacidade de resposta para um mercado bastante volátil.

Por outro lado a ameaça criada pelas economias emergentes fez com que fosse imperativo melhorar os processos em todos os sentidos, de forma a não ficarmos para trás neste nicho de mercado que ainda hoje representa uma boa percentagem das exportações em Portugal.

Basicamente, o *Lean Management* tem como necessidade absoluta, o ter que se saber e conseguir medir tudo aquilo que se produz. De modo a conseguirmos ter uma ideia daquilo que estamos a fazer melhor e daquilo em que é fulcral intervir de modo a mitigar desperdícios, ou seja, aplicando uma melhoria contínua dos processos. Para isso a ferramenta Overall Equipment Effectiveness (OEE) foi usada para se poder ter uma noção clara do desempenho das linhas de escolha de cerâmicas e ainda para a mitigação de alguns desperdícios existentes na empresa que até então passavam despercebidos.

¹ Qualquer atividade que consuma recursos e que não acrescente valor ao produto final.

Com isto foi possível adequar estes resultados de maneira a poder auxiliar a tomada de decisões desde níveis operacionais até aos níveis estratégicos.

O documento está dividido em 6 capítulos, incluindo esta introdução inicial, e tem como estrutura a que está representada na Figura 1.

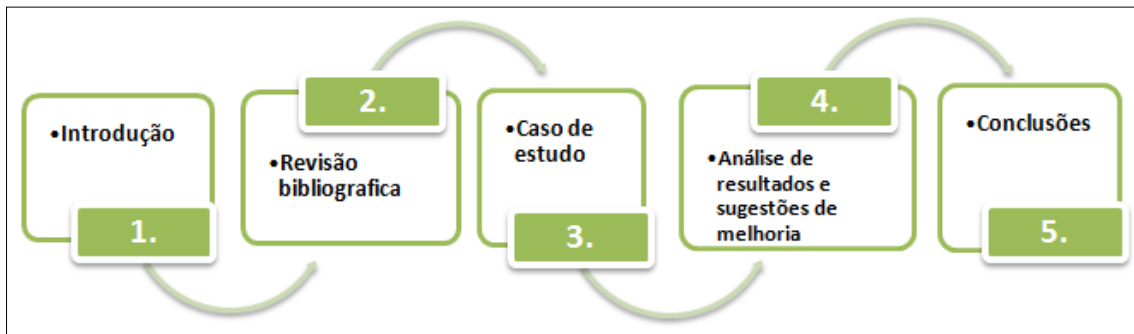


Figura 1 - Estrutura do documento

No segundo capítulo, será feita uma revisão bibliográfica sobre os temas que vão ser aqui discutidos e aplicados para a elaboração do projeto.

No terceiro capítulo, é apresentado o caso de estudo. O trabalho proposto pelo Diretor fabril da empresa, foi fazer a análise e estudo da eficácia das linhas de escolha. Posteriormente aprofundou-se esta temática, contabilizando os tempos de paragem da linha e tentando eliminá-los, sendo este o objeto de estudo base para este projeto.

No quarto capítulo, será apresentada a metodologia adotada para estudar a eficácia das linhas de escolha. São apresentadas algumas sugestões de melhoria, para uma maximização do aproveitamento dos recursos ao dispor na empresa.

Por fim, no quinto capítulo apresentam-se algumas conclusões acerca do trabalho realizado. Deixando em perspetiva alguns trabalhos futuros que podem vir a ser desenvolvidos neste âmbito.

2. Lean Manufacturing

Neste capítulo nas duas primeiras secções, será feito um resumo da origem e princípios do *Lean Manufacturing*, falando também dos 7 tipos de desperdício (secção 2.2) como ponte de ligação entre o *Lean Manufacturing* e a ferramenta de estudo deste projeto. Seguidamente falar-se-á sobre *Value Stream Mapping* (secção 2.3) e para concluir teremos uma análise áquilo que é o *Overall Equipment Effectiveness* (secção 2.4).

2.1– Origem e princípios

O termo *lean manufacturing* surge por Womack, Jones e Roos em [1], para traduzir as técnicas utilizadas pela Toyota. Esta terminologia seria depois ampliada para *Lean Thinking* por Womack e Jones em [2].

O *lean manufacturing* é um tema já comum no seio empresarial. Pois cada vez mais, as questões ligadas à maximização das margens de lucro nas empresas, são fundamentais para a sobrevivência destas. É com o objetivo de melhorar dia após dia, que se tenta enraizar o *Lean Thinking* na mente de todos os colaboradores. Pois revelou-se imprescindível tornar a produção mais *lean*, ou magra, evitando os desperdícios que não acrescentam valor ao produto final e muitas vezes são responsáveis por uma grande fatia das despesas da empresa.

Para Taj e Berro em [3], *Lean Manufacturing* significa produzir sem desperdício. Para estes autores, desperdício é tudo aquilo que esteja a mais além do mínimo de equipamentos, componentes, materiais necessários para se produzir aquilo que é necessário.

Segundo Womack e Jones em [4], a produção *lean*, consiste em maximizar um quociente entre a quantidade produzida e os recursos gastos em mão-de-obra, equipamento, tempo e espaço, para responder às necessidades e exigências do cliente. Foram estes autores que utilizaram pela primeira vez a expressão *lean manufacturing*, fazendo referência a este tipo de filosofia implementada pela *Toyota Production System*.

A produção “magra” está assente em vários princípios e técnicas, sendo que algumas destas se refletem em variadas funções das empresas, afetando ainda fornecedores e clientes por Dias em [5].

Esta metodologia foi criada no Japão, no período pós-guerra da segunda guerra mundial, quando o Japão tinha sido derrotado, o país destruído, um povo desmoralizado e passando por necessidades de reconstrução em vários sectores, mas para os quais não tinha recursos financeiros nem mão-de-obra qualificada. Fazer face à elevada competitividade do ocidente parecia ser uma tarefa colossal. Foi então, que um jovem

engenheiro da Toyota, Eiji Toyoda, fez uma visita a uma fábrica da Ford em Detroit. Ali imperava a produção em massa, o operador deixou de precisar de se movimentar dando lugar ao movimento das peças pela fábrica, fazendo aumentar e muito a rentabilidade dos seus operadores. Face a isto, Eiji Toyoda viu que seria impossível recriar este ambiente empresarial no seu país por diversos fatores que condicionariam o processo, como a falta de mão-de-obra qualificada ou avultados investimentos que seriam necessários fazer para implementar aquele tipo de sistema de produção.

Eiji Toyoda voltou ao seu país com uma tarefa imensa mas com uma certeza ainda maior, de que haveriam imensas coisas que poderiam ser melhoradas.

Enquanto Henry Ford apostava numa produção em série sem oferecer qualquer tipo de diversificação do produto para o cliente, Eiji Toyoda viu que seria uma vantagem competitiva o facto de poder oferecer uma gama de produtos mais personalizada, à imagem de cada cliente. Para isso era importante diminuir os *lead times*² e aumentar a flexibilidade da linha de produção, bem como a taxa de utilização dos equipamentos. Este processo de melhoria das linhas de produção, nunca poderia deixar de ter em conta a maximização dos níveis de qualidade, Ohno em [6].

No Sistema Toyota de Produção, faziam-se pequenos lotes, para poder gerir mais facilmente a variedade da produção. Assim seria mais fácil responder aos pedidos dos clientes com maior agilidade e rapidez mantendo os padrões de qualidade ao nível daquilo que seria exigido para uma empresa que queria prosperar. Os trabalhadores que operavam nas linhas eram bastante polivalentes ao invés dos operadores de Henry Ford. Estes trabalhadores japoneses tinham a capacidade de saber operar na maioria da empresa, permitindo assim uma constante verificação de qualidade em cada processo, uma vez que o operador quando recebia uma peça, facilmente saberia se todo o trabalho anterior ao seu posto de trabalho, tinha sido realizado corretamente.

² Período de tempo necessário para a realização de uma dada tarefa, produto ou serviço.

2.2 – 7 Tipos de desperdício

Segundo Taiichi Ohno em [6], um dos passos fundamentais em *Lean Manufacturing* é a identificação clara de quais etapas agregam valor e aquelas que não. Tendo estes processos bem diferenciados, possibilita que se tomem medidas que estimulem os processos que agregam valor e que se mitigue aqueles que não acrescentam valor (desperdício). Ao que é considerado desperdício falta subdividi-lo em “necessário mas sem valor acrescentado” e o desperdício puro.

Shigeo Shingo em [7], refere que “apenas a última volta no aperto do parafuso é que o segura, o resto é apenas movimento”.

Taiichi Ohno, identificou os 7 desperdícios que se visa eliminar:

1. Sobreprodução
2. Espera
3. Transporte
4. Sobreprocessamento
5. Inventário
6. Movimento
7. Defeitos

A Figura 2, mostra os 7 tipos de desperdício que Taiichi Ohno identificou. No centro da figura podemos ver a palavra “*Muda*³”.

³ Palavra Japonesa para descrever desperdício.

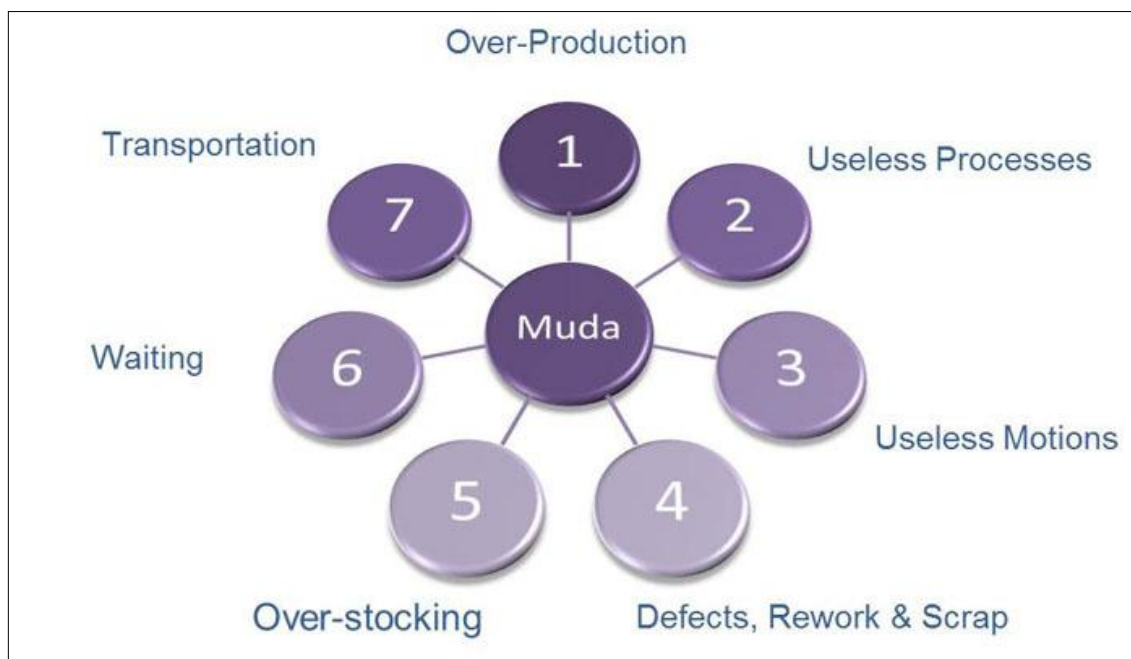


Figura 2 - 7 tipos de desperdício (fonte : <http://www.itqm.com.hk/services.asp>)

A sobreprodução é considerada o maior desperdício das empresas e consiste em produzir mais que o necessário, mais rápido e antes do estipulado. O que provoca várias consequências tais como: consumo desnecessário de matérias-primas, ocupação dos meios de armazenamento, ocupação dos meios de transporte, stock elevado e a mão-de-obra para o controlar.

O tempo é um recurso precioso, o qual não é recuperável. No mundo empresarial costuma-se expressar “*Tempo é dinheiro*”. As principais causas da espera são: avaria dos equipamentos, *Layout*⁴ deficiente, interrupção de sequência de operações, atrasos ou falta de materiais ou mão-de-obra, gargalos na produção, mudanças de ferramentas.

Layouts deficientes implicam uma movimentação de pessoas e de materiais maior que o necessário. Desse modo o *Layout* deve estar otimizado, para que os materiais fluam de uma etapa para a seguinte o mais rápido possível, sem interrupções e sem armazenamento intermédio. As equipas de trabalho e as áreas de suporte devem estar próximas umas das outras.

⁴ Distribuição física de objetos.

O processamento em demasia é tão prejudicial como o sub-processamento. As principais causas podem ser, nomeadamente, instruções de trabalho pouco esclarecedoras, requisitos dos clientes não definidos, especificações de qualidade mais severas que o necessário.

Qualquer produto ou material em quantidade superior ao estritamente necessário para o processo ou para o cliente é também desperdício. O que desperta várias consequências assim como: utilização excessiva de recursos de movimentação (mão-de-obra e equipamentos), ocupação dos meios de armazenamento, produtos fora da gama e problemas de qualidade.

Qualquer movimento das pessoas que não forneça um valor acrescentado ao produto ou ao serviço é desperdício. As causas podem ser: incorreta disposição dos equipamentos, práticas de trabalho incorretas ou falta de organização no trabalho.

Os defeitos resultam sempre de problemas internos de qualidade. Melhorar a qualidade tem sempre um impacto positivo no negócio. Os defeitos acarretam consequências tais como: produtos rejeitados, produtos danificados por transporte ou armazenamento, retrabalho para recuperar produtos, custos elevados e clientes insatisfeitos.

2.3 – Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* (Mapeamento do Fluxo de Valor) foi desenvolvido por Rother et al. em [8]. É um método muito útil, que consiste em observar num esquema todos os processos essenciais à produção, passando pela receção da encomenda até à entrega do produto ao consumidor final.

Este método tem com objetivos identificar desperdícios, criar soluções que os eliminem e desenvolver interação entre os conceitos *lean*.

Esta ferramenta apresenta algumas vantagens, sendo elas:

- Identificação da interação existente entre processos;
- Identificação de conceitos lean aplicáveis;
- Facilita a análise de sistemas complexos;
- Facilita a identificação de ações de melhoria prioritárias.

A construção de um VSM adota quatro passos:

- 1 – Escolha de um produto ou uma família de produtos.
- 2 – Delinear o VSM do estado atual. Percorrer todo o método e desenhar as atividades tal como estão a ser efetuadas. Após completar o VSM do estado atual, os desperdícios devem ser identificados.
- 3 – Delinear o VSM do estado futuro. Deve ser criado um novo VSM sem as ineficiências identificadas. A construção do novo VSM deve recorrer à ajuda de ferramentas *lean*.
- 4 – Transformar o VSM do estado atual no VSM do estado futuro. Criar um plano de execução de melhorias com efeito a eliminar as ineficiências.

2.4 – Overall equipment effectiveness (OEE)

Lord Kelvin afirma que: *“Costumo dizer que quando se pode medir o que se está a falar, e expressá-lo em números, então sabe-se algo sobre isso; mas quando não se pode expressar em números, o conhecimento sobre o assunto é escasso e insatisfatório. Medir é saber. Se não se consegue medir, então não se poderá melhorar.”*

É muito importante que se tenha uma ideia palpável de como os equipamentos e a maneira como se utilizam interferem no desempenho das empresas. Muitas vezes estes fatores têm um grande peso no sucesso ou insucesso da empresa. A maneira como se utilizam os equipamentos, tem influência direta na produtividade da empresa, na eficiência da mão-de-obra e na qualidade do produto que a empresa oferece ao cliente.

Posto isto, facilmente se percebe, que a empresa tendo um mau aproveitamento dos seus equipamentos, dificilmente conseguirá ser competitiva. Uma vez que nunca conseguirá oferecer uma boa qualidade a um baixo custo, que seja apelativa para a aquisição de novos clientes ou para conseguir vingar num novo mercado em que se esteja a tentar implantar.

Para Jonsson e Lesshmmar em [9], o OEE permite mostrar em que áreas se devem desenvolver melhorias, pode também ser utilizado como *benchmark*⁵, permitindo assim ver e quantificar as melhorias que foram aplicadas numa dada linha de produção ou num equipamento individual. O OEE é uma medição que procura desvendar custos escondidos na empresa, a chamada “fábrica escondida”, Nakajima em [10].

Ljungberg em [11], refere que antes de OEE ser aplicado, apenas a disponibilidade era tida em conta na utilização dos equipamentos, fazendo com que se superdimensionasse a sua capacidade.

Para uma boa gestão, é necessário o apoio de ferramentas que nos deem um feedback importante sobre o rendimento da produção. Para isso, recorre-se a indicadores representativos da atividade produtiva e das operações, pois são estas que são determinantes para a competitividade e resultados económicos da empresa.

Courtois *et al.* em [12], refere que por si só o OEE não garante nenhum tipo de competitividade da empresa nem o sucesso da mesma. Apenas deve servir de ferramenta de apoio à decisão.

2.4.1 – Origem e definição do OEE

O OEE tem a sua origem no TPM – *Total Productive Maintenance*, uma ferramenta do *Lean Manufacturing* que tem como objetivo melhorar a eficácia e a durabilidade dos equipamentos. Segundo o The Productivity Development Team em [13], o TPM teve a sua origem num fornecedor que tentava atender os exigentes requisitos do Sistema Toyota. A

⁵ Processo sistemático e contínuo de avaliação dos produtos ou serviços com a finalidade de comparar desempenhos e identificar oportunidades de melhoria.

metodologia TPM é utilizada para melhorar a capacidade dos equipamentos e mitigar desperdícios.

O OEE foi desenvolvido com o intuito de conseguir medir o desempenho dos equipamentos, mas também como ferramenta de apoio para a melhoria contínua dos equipamentos e dos processos de produção.

O OEE rapidamente se transformou numa ferramenta imprescindível no seio empresarial um pouco por todo o mundo onde se ia implementando o TPS.

Como indicador “tridimensional”, o OEE faz referência às perdas principais aquando da transferência de valor para o produto através dos equipamentos no processo produtivo. Essas perdas podem ser divididas em três grupos: Disponibilidade, Eficiência e Qualidade.

Sendo que a Disponibilidade é entendida como o tempo útil que o equipamento teve para produzir. A Eficiência é a capacidade de produzir ao ritmo que foi estabelecido como o “normal”. Qualidade faz referência à qualidade que se obteve no produto no final de um determinado processo.

Na Figura 3, é representada a tridimensionalidade do OEE. Podemos entender facilmente a ligação entre os diferentes tipos de indicadores e o OEE.

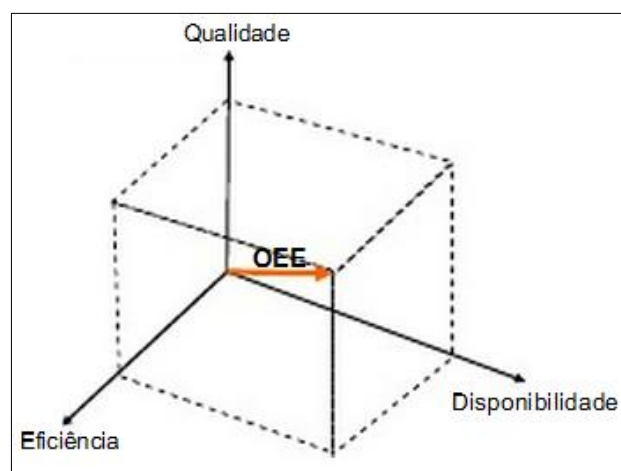


Figura 3 - tridimensionalidade do OEE (Silva em [14]).

Importa agora referir que o que se passa diariamente numa empresa, não é mais que uma sucessiva repetição de paragens e arranques das linhas de produção. Tendo umas vezes mais e outras menos influência nos resultados da empresa, a verdade é que não existem turnos ideais em que a produção é de cem por cento e de qualidade máxima. Na Figura 4 temos uma representação daquilo que realmente se passa diariamente nos equipamentos de uma determinada empresa.



Figura 4 - O funcionamento real dos equipamentos (Silva em [14])

Quando se faz um controlo de custos, muitas vezes não se tem em atenção estas “perdas” e estas podem representar uma grande fatia do bolo nas despesas da empresa. Johnson e Kaplan em [15], defendem a utilização de indicadores de desempenho de carácter não financeiro para avaliar o desempenho de uma empresa. Pois a utilização de indicadores financeiros não reflete o desempenho recente da organização, já que estão muito vulneráveis a rápidas mudanças na tecnologia, por ciclos de vida de produtos curtos ou por inovações na organização das operações de produção.

As Figuras 5 e 6 fazem alusão a dois cenários distintos que Silva em [14] tenta demonstrar. Analisando a Figura 5, vemos aquilo que normalmente é tido em conta pelas empresas no que toca a despesas. Por outro lado, a Figura 6, mostra-nos um cenário bem mais severo mas mais próximo da realidade quando se fala de despesas de uma empresa.

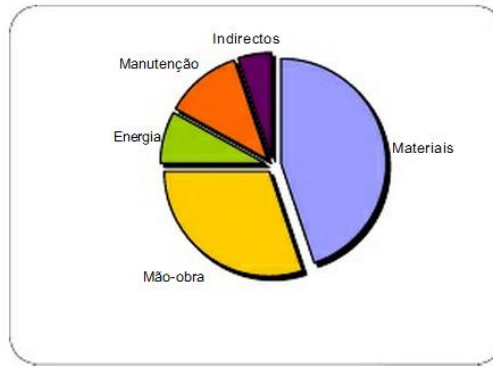


Figura 5 - Custos totais sem perdas (Silva em [14])

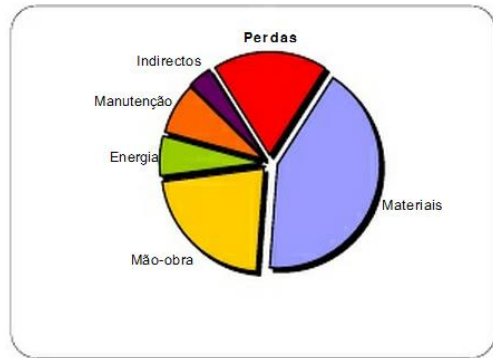


Figura 6 - Custos com perdas evidenciadas (Silva em [14])

Para Nakajima em [10], o OEE é dividido em seis grandes perdas e pode ser calculado pelo produto dos seus índices de Disponibilidade, Eficiência e Qualidade.

Segundo [10], as seis grandes perdas podem ser divididas em:

- I. Avaria – faz com que o equipamento fique indisponível até que a manutenção repare o equipamento.
- II. Mudança, afinação e outras paragens – normalmente acontecem quando se muda o padrão ou o produto que se estava a produzir.

- III. Pequenas paragens – Normalmente são paragens que não ultrapassam os cinco minutos até serem resolvidas.
- IV. Redução de velocidade – Representam a diferença entre aquilo que teoricamente se deveria estar a produzir e aquilo que por incapacidade do operador ou do equipamento se está a produzir.
- V. Defeitos e retrabalho – São causados por incompetência do operador ou alguma falha no equipamento.
- VI. Perdas de arranque – Acontecem normalmente quando se lança uma nova ordem de produção. Este tipo de perdas persiste enquanto não se conseguir estabilizar os parâmetros de produção.

Na Tabela 1 podemos ver as ocorrências que provocam os seis tipos de perdas e as suas consequências. É ainda possível ver que tipos de ocorrências traduzem cada um dos seis tipos de perdas.

Tabela 1 - Diferentes tipos de perdas (Silva em [14])

Perdas	Ocorrências	Consequências	Observações
1- Avarias	<ul style="list-style-type: none"> • Avaria mecânica, eléctrica ou de outros sistemas que provoquem a interrupção da produção • Falha geral do equipamento • Quebra de ferramentas • Paragens não planeadas para intervenções de manutenção • Falhas de energia/utilidades 	Reduzem o tempo disponível para o equipamento produzir ou operar	Consideram-se paragens superiores a 5-10 minutos, registadas pelo operador ou automaticamente
2- Mudança, afinação e outras paragens	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de produto • Aquecimento/arrefecimento para mudança de ferramentas • Substituição de ferramentas de desgaste • Paragens para limpeza • Falta de materiais • Falta de operador 		As perdas por mudança são reduzidas ou eliminadas pela implementação de técnicas SMED
3- Pequenas paragens	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza e pequenos ajustes • Obstrução no fluxo de produto a montante ou jusante • Falha na alimentação de materiais • Substituição de ferramentas de desgaste pelo operador • Verificação/regulação de parâmetros 	Afectam a eficiência do equipamento, não permitindo que ele funcione no tempo de ciclo nominal	Paragens inferiores a 5–10 minutos e que não requerem intervenção de pessoal da manutenção, normalmente não registadas pelo operador
4- Redução de velocidade	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamento abaixo da velocidade especificada • Funcionamento irregular • Incapacidade do operador em garantir o funcionamento regular 		Todas as ocorrências que impossibilitem produzir à velocidade máxima especificada para o produto
5- Defeitos e retrabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Sucata • Produto fora de especificação • Retrabalho do produto • Montagem incorrecta • Componente incorrecto • Falta de componentes 	Reduzem a quantidade de produto que cumpre as especificações à primeira	Produto rejeitado durante o funcionamento normal do equipamento
6- Perdas de arranque	<ul style="list-style-type: none"> • Sucata • Produto fora de especificação • Retrabalho do produto 		Produto rejeitado durante a fase de arranque ou paragem do equipamento, devido a causas normais (pré-aquecimento) ou a erros de afinação

Para Silva em [14], o conceito das Seis Grandes Perdas dos Equipamentos, não se contabilizam as paragens planeadas como:

- Tempo para refeição do operador;
- Tempo programado para manutenção por parte do operador;
- Tempo programado para uma manutenção planeada seja preventiva, inspeção ou corretiva;
- Tempo para formação do operador;
- Tempo para reuniões;
- Tempo para teste de produção;
- Ausência de programa de produção;

No entanto alguns autores optam por não deixar de considerar estes tempos dentro das Seis Grandes Perdas, fazendo com que estas influenciem o OEE. Isto deve-se ao facto de quererem integrar este tipo de paragens naquelas que visam minorar.

2.4.2 – Componentes do OEE

Como já referido em 2.4.1, o OEE é composto por três fatores:

- Disponibilidade
- Eficiência ou performance
- Qualidade

Na Figura 7 podemos ver como as Seis Grandes Perdas se agrupam por estes três fatores. No fundo agrupam-se duas a duas e surgem os três indicadores do OEE (Disponibilidade, Eficiência e Qualidade).

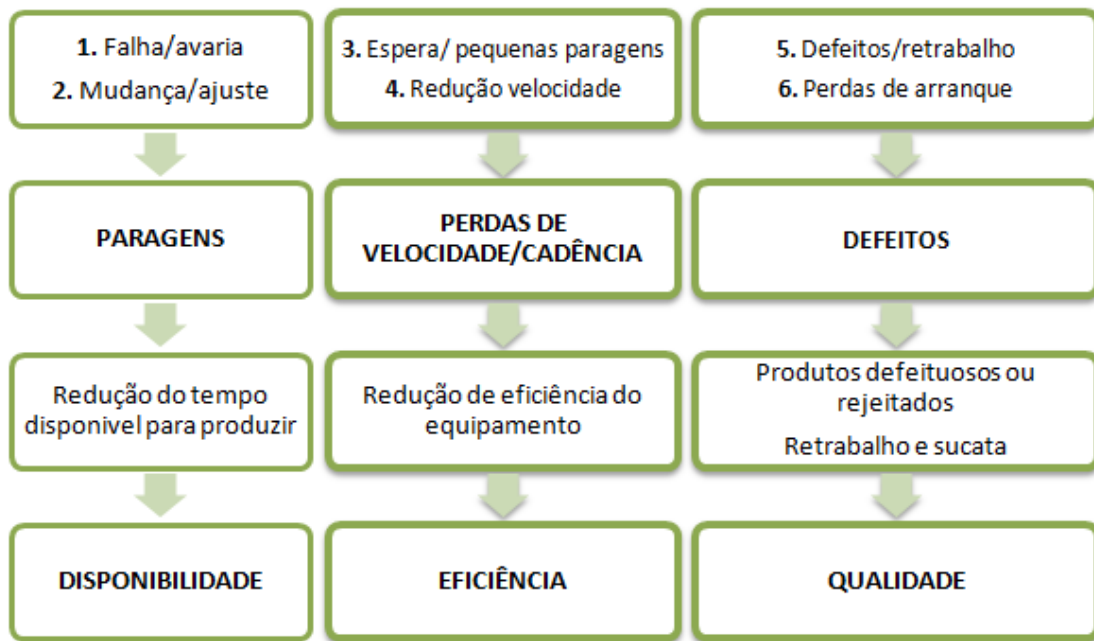
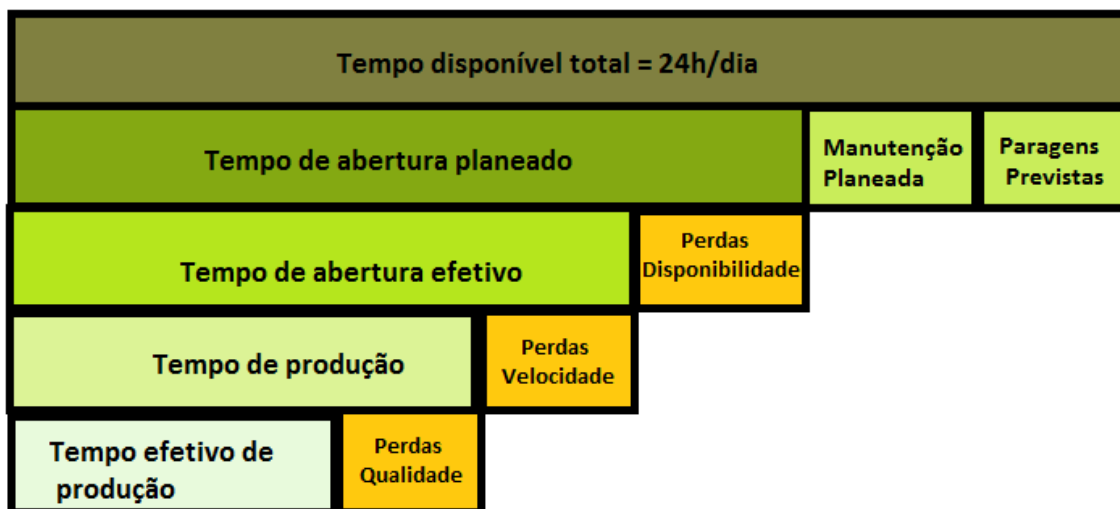


Figura 7 - Relações entre as seis grandes perdas e os fatores do OEE (adaptado Silva em [14]).

De seguida, na Tabela 2, são apresentadas as formas de cálculo das várias componentes do OEE para posterior cálculo dos vários índices nas equações (1), (2), (3), (4) e (5).

Tabela 2 - Cálculo do tempo efetivo de produção (Bosch em [16])



As equações (1), (2) e (3), fazem referência às fórmulas de calcular os vários componentes do OEE, com base em [16].

$$Disponibilidade = \frac{Tempo_abertura_efetivo}{Tempo_abertura_planeado} \quad (1)$$

$$Eficiência = \frac{N^{\circ} \text{ peças_produzidas} \times Tempo_ciclo}{Tempo_abertura_efetivo} \quad (2)$$

$$Qualidade = \frac{N^{\circ} \text{ peças_produzidas} - N^{\circ} \text{ peças_más}}{N^{\circ} \text{ peças_produzidas}} \quad (3)$$

A equação (4), mostra-nos como calcular o índice OEE em termos percentuais.

$$OEE_Global = (Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade) \times 100\% \quad (4)$$

A partir de (1), (2) e (3) obtém-se (5), uma fórmula de cálculo direta do OEE:

$$OEE_Global = \frac{Peças_boas \times Tempo_ciclo}{Tempo_abertura_planeado} \quad (5)$$

De acordo com Nakajima em [10], um OEE de 85% é o objetivo a que qualquer empresa se deve propor. Para isso é suficiente que os seus componentes Disponibilidade,

Eficiência e Qualidade tenham 90, 95 e 99% respectivamente. Já Ljungberg em [11] aponta um valor para o OEE bem mais baixo, pois segundo um estudo que este realizou, a maioria das empresas tem um OEE a rondar os 70%. Ljungberg aponta para a componente Disponibilidade um valor de 80% como sendo um valor a tentar alcançar pelas empresas. Inviabilizando logo à partida o valor de 85% para o OEE.

Dal et al. em [17] faz referência à grande dificuldade em se conseguir obter um valor “ideal” para o OEE, uma vez que as empresas operam em ambientes muito diferentes.

2.4.3 – Recolha de dados

É fundamental que a recolha de dados seja de boa qualidade, pois são esses valores que serão a resposta ao problema que se tentará melhorar. Para Hansen em [18], a qualidade dos dados recolhidos e a maneira como são analisados, pode ser determinante no sucesso da empresa.

Hansen em [18], enumera os dados que são necessários recolher para posterior análise e aplicação de medidas de melhoria contínua.

- Quantidade de peças produzidas de cada produto;
- Quantidade de peças retrabalhadas ou para sucata;
- Tempos de ciclo;
- Horário de início e fim;
- Tempo de produção por produto;
- Data de produção;
- Código do produto;
- Nome dos operadores;
- Tempo de paragem do equipamento;

Para que a recolha de dados seja viável, é de extrema importância que se distinga uma paragem por um motivo que ocorre frequentemente ou que seja crónico, daquela paragem que acontece esporadicamente. Num primeiro momento da recolha de dados será necessário o acompanhamento de alguém que esteja habituado a lidar com aquele equipamento, para que seja possível distinguir estes dois tipos de paragens. Jeong e Philips em [19], sugerem que no início se faça um levantamento de dados a nível da frequência com que estes ocorrem em vez dos tempos que estes representam. A Figura 8, é elucidativa dos diferentes tipos de perdas.

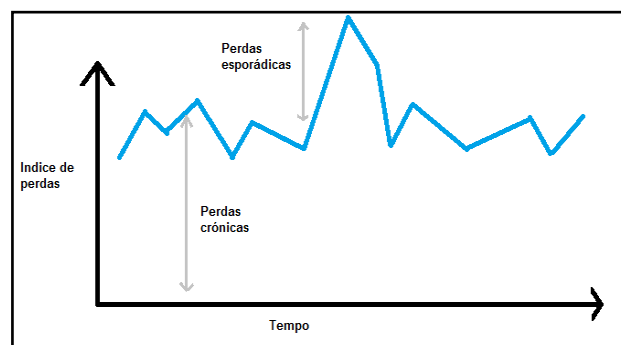


Figura 8 - Tipos de perdas (Adaptado de Johnson e Lesshammar em [9])

Johnson e Lesshammar em [9], diferenciam perdas esporádicas de perdas crónicas pela frequência com que estas ocorrem. Dizem ainda que, perdas crónicas são mais difíceis de eliminar porque tem variadíssimas causas que lhes estão associadas. As perdas esporádicas normalmente quando ocorrem, tem um efeito bem mais nefasto e podem acarretar consequências dramáticas.

2.4.4 – Análise do OEE e Estratégias de melhoria

Na Tabela 3 podemos ver de um modo geral como se associa cada tipo de perda à respetiva componente do OEE, bem como as estratégias de eliminação/redução ou de prevenção a que estão sujeitas e ainda as ferramentas que podem ser aplicadas neste processo de melhoria contínua do OEE.

Tabela 3- Estratégias para melhoria do OEE (adaptado Silva em [14])

OEE	Perdas	Estratégias de melhoria	Estratégias de prevenção	Ferramentas aplicáveis
Disponibilidade	Falha ou avaria do equipamento	Reparação rápida e eficazmente	Manutenção preventiva, preditiva e autónoma	5S, FTA e diagrama Ishikawa
	Setup e Ajustagens	Reduzir tempos de mudança	Aplicar técnicas SMED nos equipamentos	SMED, Poka-Yoke, Gestão Visual e trabalho padronizado
Eficiência	Pequenas paragens	Eliminar pequenas paragens	Automação e automação	5S, FTA, Kaizen, Diagrama Ishikawa e Pareto
	Redução da velocidade	Balancear as linhas de produção	Engenharia de fiabilidade	5S, FTA e Kaizen
Qualidade	Defeitos na qualidade e retrabalhos	Correção das causas nos problemas de qualidade	Ações preventivas e automação	6sigma, Poka-Yoke, Kaizen
	Perdas no arranque	Detectar e corrigir as perdas	Modificação de equipamentos e ferramentas	SMED e Kaizen

3. Caso de Estudo

Neste capítulo e nas suas secções iniciais, far-se-á a apresentação da empresa e o caso de estudo tratado neste trabalho. Para apresentação do caso de estudo, são explicados os motivos pelos quais o estudo foi realizado, apresentando para isso o funcionamento da secção de escolha (secção 3.3). Na secção 3.4 são apresentados os objetivos e feita uma análise do problema (secção 3.5) usando para isso a metodologia apresentada no capítulo anterior

3.1 - A empresa

A Pavigrés é a maior empresa exportadora nacional do sector, sendo os principais mercados França, Noruega, Suécia, Espanha, Reino Unido, Bélgica, Suíça, Alemanha, Holanda, E.U.A e Singapura.

É constituída por 550 trabalhadores e tem 5 empresas associadas com atividade comercial nos mercados-chave, detidas maioritariamente pela Pavigrés, com parceiros locais com experiencia no sector:

- **Pavigrés France SA** (França);
- **Pavigrés UK, LTD** (Reino Unido);
- **Grespor Espanã SA** (Espanha);
- **Pavigrés Benelux** (Bélgica e Holanda);
- **Policeram SA** (Portugal).

Este grupo teve uma grande evolução, sendo por isso um grupo de sucesso. Essa evolução é devida aos importantes investimentos que tem vindo a realizar, sobretudo no domínio do processo fabril.

A Pavigrés tem um grande reconhecimento a nível internacional, devido ao facto de recorrer às mais modernas tecnologias utilizadas no setor, o que concebe um produto que se distingue pela qualidade.

3.2- Apresentação do caso de estudo

Numa primeira fase do estágio foi analisado pormenorizadamente todo o processo fabril desde a receção das matérias-primas até ao armazenamento do produto final. Com esta experiência conseguiu-se ver o processo de uma maneira bem mais global e ver que processos seriam mais críticos no que diz respeito à utilização de recursos.

Com base na teoria do VSM, fez-se um esboço e uma análise do fluxo de valor do processo fabril, fazendo apenas referência desde a receção das matérias-primas até ao armazenamento do produto final, como se pode ver na Figura 9. Pelo facto do produto *Óbidos G343*, ser um dos azulejos mais produzidos, decidiu-se usar este produto como exemplo e mostrar todos os processos que são necessários para a produção deste. De referir que nem todos os produtos são sujeitos aos mesmos processos. De salientar que este fluxo de valor foi feito, contendo apenas algumas ideias do VSM. Isto serviu apenas para a visualização global do processo, sequênciando os processos a que esta família de produto está sujeita e ainda a diferenciação dos processos que acrescentam valor daqueles que não acrescentam valor.

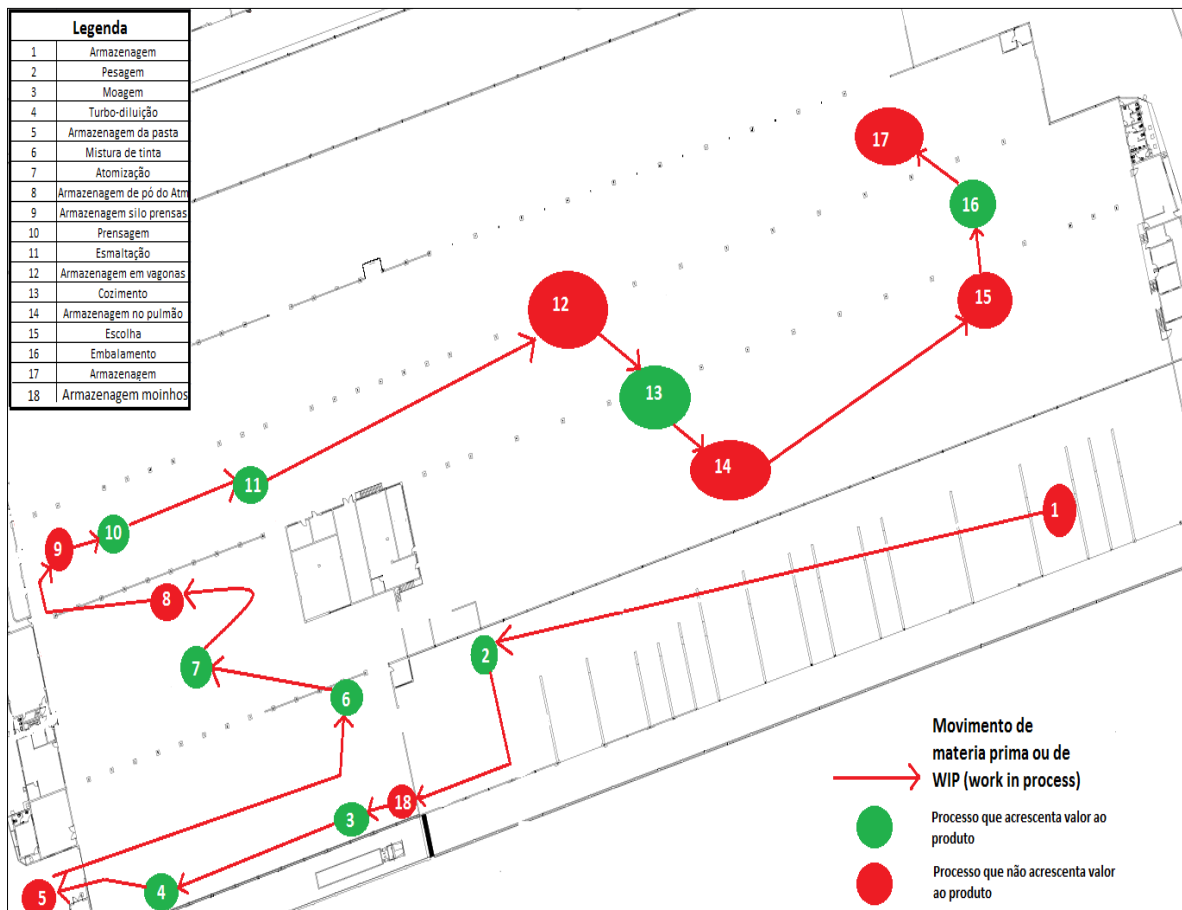


Figura 9 - Mapa do fluxo de valor para o Óbidos G343

Os dois motivos de se ter optado pela “escolha”, foi o facto deste setor, não acrescentar nenhum valor ao produto e o elevado uso de recursos neste sector. Na escolha apenas se faz uma seleção conforme a qualidade do produto final. Sendo um

processo que envolve o recurso de muita mão-de-obra, e sendo esta uma parte bastante significativa dos custos da empresa, decidiu-se avançar com um estudo aprofundado nesta secção, com vista à otimização dos processos.

A opção de estudar as linhas de escolha foi vista como uma mais-valia pela administração da empresa, pelo facto de existirem muitas paragens nas linhas da escolha, sem se saber o motivo nem que impacto tinha na produtividade da empresa.

A Figura 10, mostra uma parte da secção da escolha. Do lado esquerdo da imagem podemos ver a parte final da linha de escolha número 3.



Figura 10 - Secção da escolha

3.3– Apresentação da secção da escolha

Neste processo, a principal tarefa é conseguir diferenciar o produto consoante a sua qualidade. Para isso existem vários equipamentos no auxílio ao operador, para se determinar se o material é de 1ª, 2ª, 3ª ou refugo. Aos equipamentos, cabe a tarefa de testar o material através de ensaios de força e também medindo o material através de leitores óticos para verificar se este se encontra dentro da tolerância⁶. Ao operador fica

⁶ Tolerância a nível dimensional.

reservado a tarefa mais complexa. Consoante tratar-se de um material de cor lisa ou não, o material é dividido em lotes. Lotes estes que se diferenciam apenas pela tonalidade ou pela densidade de “pintas” que o material possa apresentar. Note-se que esta tarefa já é automatizada numa outra fábrica do Grupo Pavigrés, nomeadamente a Cerev. Neste caso, a escolha dispensa o recurso do Humano, sendo a escolha do material feita por um sistema automático.

Feita a diferenciação o material é empacotado e marcado com seu respetivo nome, calibre e lote.

Na Figura 11, podemos ver o *layout* da escolha bem como as diferentes partes do equipamento desta secção. De salientar apenas que os fornos que aparecem, não pertencem a esta secção.

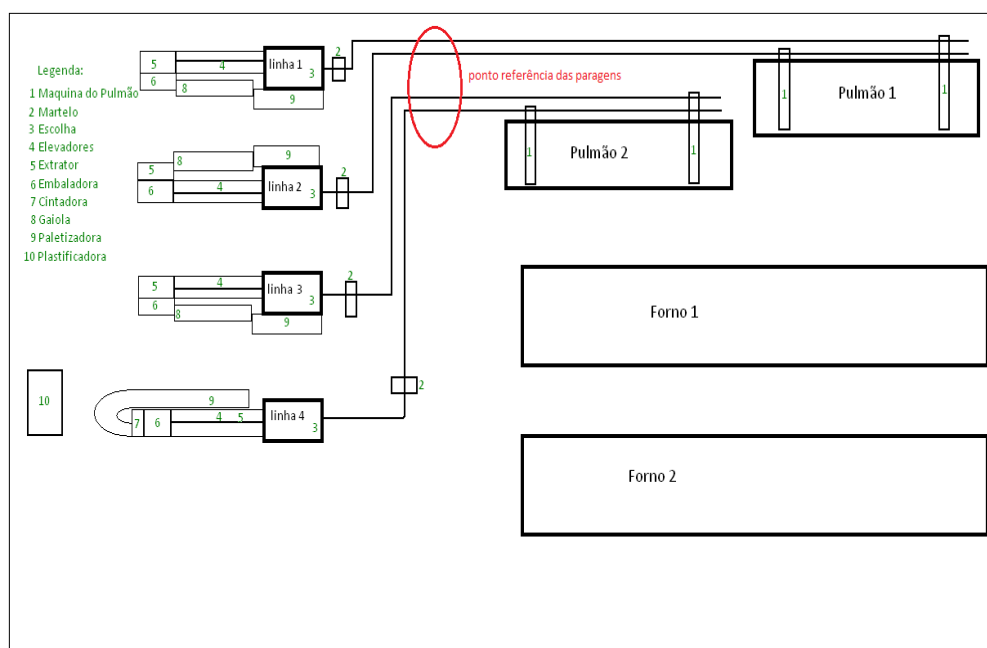


Figura 11 - Layout da escolha

As linhas são diferenciadas pelo tamanho do material que escolhem, as linhas 1, 2 e 3 eram quase sempre utilizadas para escolherem tamanhos de azulejo de 20x20⁷ e 30x30. Enquanto tamanhos maiores como o 40x40 e o 60x60 eram escolhidos

⁷ Medida em centímetros, 20x20 cm. Para ser em boa verdade, seriam 197x197mm.

exclusivamente pela linha número 4. De referir que a linha 4, tinha a particularidade de ser uma linha de escolha recente comparativamente às outras três. Apesar de o método de funcionamento ser o mesmo, os equipamentos e mecanismos eram diferentes.

3.4– Objetivos do estudo da secção da escolha

O principal objetivo passava por dar a conhecer em termos quantitativos e qualitativos o que realmente se “passava” na secção da escolha. Só com base num bom levantamento de dados, é que se poderiam tomar medidas que viessem a melhorar a eficiência daquela secção.

A minimização do desperdício aqui era de extrema importância, pois como já referido em 3.2, a mão-de-obra representa uma grande parte do orçamento desta empresa. Queria-se por isso minimizar o tempo de inatividade dos operadores, por exemplo, estarem à espera que o equipamento voltasse a estar operacional ou estarem à espera que o chefe de secção fosse solucionar qualquer problema relacionado com dúvidas de escolha do material.

Para isso era vital identificar todos os problemas que mais afetavam o normal funcionamento das linhas e tentar mitigá-los.

3.5– Análise do problema

Numa primeira fase, tentou-se visualizar o normal funcionamento desta secção. Pois era importante diferenciar se um determinado evento que alterasse o normal funcionamento da produção era frequente ou esporádico. Isto foi fundamental para avaliar a qualidade dos dados que futuramente seriam recolhidos.

Para sistematizar as falhas, foi criada uma folha (Tabela 4) onde era apontado todo o tipo de paragem, a sua origem, o tempo de paragem bem como o motivo que a

originou. A criação desta folha foi baseada num estudo apresentado por Hansen em [18], já referenciado em 2.4.3.

Tabela 4- Exemplo da folha de paragens

Linha 3												
Dia	Hora Início	Hora Fim	Produto	Dimensão produto	Tempo paragem	Motivo	Tipo Paragem	Peças Escolhidas	Paletes rejeitados	Cadência (peças/min)	Caixas por palete	Nota
25-Jan	08:00		Obidos G343	297/297	0:07:30	Set Up	D			66	40	16 peças por caixa
					0:00:20	Acumulador cheio	E					
					0:00:46	Diferença Tonalidade	E					
					0:00:18	Diferença Tonalidade	E					
					0:00:50	Verificação Out liner	E					
					0:00:41	Diferença Tonalidade	E					
					0:00:16	Diferença Tonalidade	E					
					0:00:51	Diferença Tonalidade	E					
					0:04:10	Diferença Tonalidade	E					
					0:00:55	Diferença Tonalidade	E					
					0:00:28	Diferença Tonalidade	E					
					0:00:25	Diferença Tonalidade	E					
					0:01:30	Diferença Tonalidade	E					
					0:01:47	Diferença Tonalidade	E					
					0:01:17	Diferença Tonalidade	E					
					0:03:54	Diferença Tonalidade	E					

O levantamento de todos os tempos de paragens foi feito através de uma observação direta e por uma única pessoa. Isto tinha a limitação de não se poder observar as quatro linhas em simultâneo. Logo, foi observado duas linhas de cada vez.

Durante 4 semanas foram observadas as linhas em funcionamento normal e foram retirados alguns dados relevantes. Posteriormente e durante mais 2 semanas, procedeu-se a um levantamento exaustivo dos dados necessários para o cálculo do OEE, ferramenta esta que se revelou imprescindível para a avaliação das linhas da escolha. A Figura 12, mostra-nos como se desenrolou o estágio.

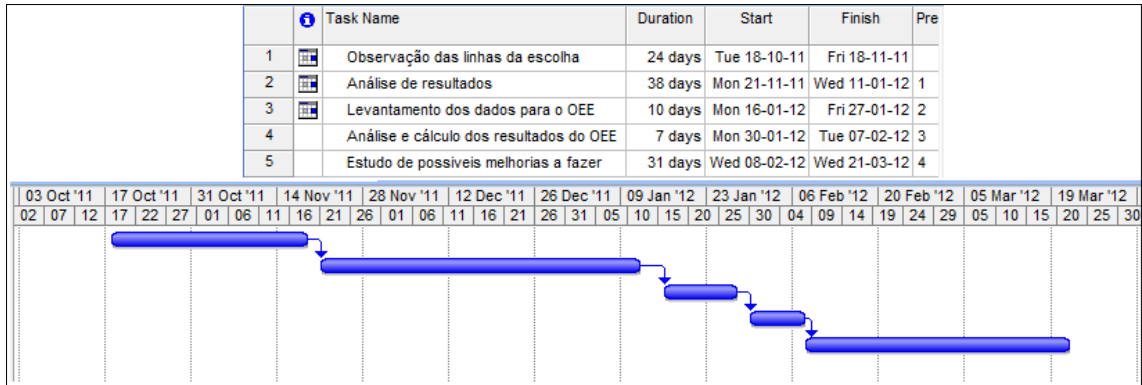


Figura 12 - Desenvolvimento a nível temporal do estágio

4. Aplicação do OEE e Análise de resultados

Na primeira secção deste capítulo é explicado como se fez o levantamento dos dados para o problema em estudo. De seguida, na secção 4.2, explicar-se-á a aplicação e os resultados obtidos através do cálculo do OEE. Por fim na secção 4.3 e para concluir o capítulo, são apresentadas algumas sugestões para a melhoria do OEE e respetiva eficácia daquele setor da empresa.

4.1 – Levantamento de dados

Durante as quatro primeiras semanas, tentou-se “visualizar” um padrão nas paragens ocorridas naquela secção. Os resultados obtidos foram bastante elucidativos e permitiram saber que paragens eram normais e aquelas que aconteciam esporadicamente.

Durante este período foram escolhidos vários tipos de material, desde relevos a lisos e tamanhos como o 20x20, 30x30, 40x40 e 60x60. Desta forma deu para identificar quais os que levantavam mais problemas na escolha. Certos padrões e tamanhos tinham pormenores que diretamente ou indiretamente afetavam a eficácia do processo. Foi aqui que se revelou imprescindível o conhecimento profundo do processo bem como de certos pormenores inerentes ao mesmo e que estavam a montante da escolha, mas que inevitavelmente prejudicavam o processo de escolha.

De seguida vamos explicar que tipos de paragem que se anotaram. Os vários tipos de paragem foram divididos consoante o tipo de problema que representavam e seguindo o estudo realizado por Silva em [14] e apresentado na Tabela 1 na secção 2.3.1. Desta maneira foram então divididas as várias paragens em 3 grupos, sendo eles Disponibilidade (D), Eficiência (E) e Qualidade (Q) como refere Silva em [14].

- **Calibre (D)** – Problema na calibragem das células que controlam o calibre do material.
- **Diferença de tonalidade (E)** - Qualquer dúvida ou motivo relativamente à escolha do mosaico que leve à paragem da linha por parte do operador, foi denominada "Diferença de Tonalidade".
- **Elevador/Acumulador (E)** - Problema na zona dos elevadores do equipamento (stock intermédio).
- **Empacotadora (D)** – Problema na máquina responsável pelo empacotamento das pilhas de azulejos.
- **Extrator (D)** - Problema na máquina que retira os azulejos da linha e os empilha.
- **Mudança de material (D)** – Quando se lança uma nova ordem de escolha. Dá-se início à escolha de um novo modelo de azulejo.

- **Paletizadora (E)** – Problema na máquina que retira as caixas da linha e as empilha para montar uma palete.
- **Pulmão⁸ (E)** – Sempre que ocorria um problema nos robôs do pulmão.
- **Queda material linha (E)** – Quando o material caía ou ficava amontoado entre o pulmão e o operador da escolha.
- **Reposição manual (Q)** – Operação de repor manualmente na linha de escolha, material que previamente teria sido mal escolhido.
- **Set up (D)** – Tempo de arranque do processo até que este fique normalizado.
- **Troca Turno (D)** – Tempo despendido para a troca de operador na cabine da escolha
- **Verificação Out-liner (E)** – Calibração das células de verificação de calibre e de “taratura⁹”.
- **Cola** – Problema no abastecimento de cola para colar as caixas.
- **Manutenção linha (D)** – Realização de alguma operação de manutenção na linha/equipamento.
- **Troca Martelos (D)** – Substituição da borracha dos martelos.
- **Cintadora (D)** – Problema na máquina de cintar (apenas referente à linha 4).
- **Reparação extrator (D)** – Operação de reparação/afinação do extrator.
- **Engano escrita¹⁰ (Q)** – Engano na escrita das caixas, fazendo referência a calibre, lote, produto e dimensão.
- **Linha cheia¹¹ (E)** – Área de stock de material dentro da linha 4, à espera de ser embalado e cintado que ficava lotado.
- **Mudança tipo caixa (D)**– Troca de caixa que embala as pilhas de azulejo.

⁸ Zona de stock intermédio. Ficava entre os fornos e a escolha. Era ali que o material arrefecia até ser dada a ordem de escolha deste. O material era normalmente empilhado em montes de 150 azulejos, conforme as dimensões do azulejo.

⁹ Palavra italiana que faz referência ao processo de verificação se um dado aparelho está calibrado, isto é, se o aparelho está sempre a medir da mesma forma. Neste caso fazia-se *taratura* às células que mediam fisicamente a superfície dos azulejos.

¹⁰ Denominação para o processo de marcação nas caixas referente ao seu tipo de produto, consoante o seu calibre, lote e dimensão.

¹¹ Expressão utilizada quando um determinado espaço definido para stock intermédio está lotado.

As Tabelas 5 a 9 fazem referência aos tipos de paragem observados durante as primeiras quatro semanas. Os diferentes tempos de cada uma das paragens são a soma registada em cada uma das paragens nas quatro primeiras semanas.

Tabela 5-Tabela de tempos (HH:MM:SS) dos tipos de paragem (parte 1)

Tipo Paragens	Calibre	Diferença tonalidade	Elevador	Empacotadora	Extrator	Mudança material	Paletizadora	Pulmão	Queda material linha	Reposição manual	Set up
Linha 1	0:02:13	2:02:14	0:04:50	0:33:21	0:15:04	1:09:16	0:23:26	0:48:59	0:55:34	0:27:27	0:11:04
Linha 2	0:13:52	1:24:11	0:11:31	0:18:37	0:10:25	0:26:12	0:17:50	0:18:57	0:27:04	0:17:46	0:04:24
Linha 3	0:29:08	2:19:46	0:13:56	1:09:13	1:19:46	1:10:30	0:35:10	0:12:17	0:30:51	0:39:19	0:00:00
Linha 4	0:00:00	1:25:17	0:00:00	0:41:13	0:00:00	0:53:12	0:06:03	0:34:40	0:31:54	0:13:11	0:00:00

Tabela 6 -Tabela de tempos (HH:MM:SS) dos tipos de paragem (parte 2)

Troca turno	Verificação Out-liner	Faltou cola	Manutenção linha	Troca martelos	Cintadora	Reparação extrator	Engano Escrita	Linha Cheia	Mudança tipo caixa
0:04:23	0:12:16	0:04:21	0:07:05	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:04:30	0:00:00	0:06:48
0:01:37	0:04:38	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
0:02:08	0:08:18	0:08:56	0:03:20	0:01:53	0:00:00	0:53:40	0:00:00	0:00:00	0:00:00
0:04:30	0:07:56	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:30:02	0:00:00	0:00:00	4:29:10	0:00:00

Para se ter uma ideia do desperdício de tempo que cada uma destas paragens representa na produção normal da linha, pode-se observar nas Tabelas 7 e 8, a relação percentual entre o tempo de produção decorrido e o tempo destas paragens.

Tabela 7 - Tabela de tempos em percentagem dos tipos de paragem (parte 1)

Tipo Paragens (%)	Calibre	Diferença tonalidade	Elevador	Empacotadora	Extrator	Mudança material	Paletizadora	Pulmão	Queda material linha	Reposição manual	Set up
Linha 1	0,489	26,992	1,067	7,364	3,327	15,296	5,175	10,817	12,270	6,062	2,444
Linha 2	5,394	32,748	4,480	7,242	4,052	10,192	6,937	7,372	10,529	6,911	1,712
Linha 3	4,870	23,365	2,329	11,571	13,335	11,786	5,879	2,053	5,157	6,573	0,000
Linha 4	0,000	14,777	0,000	7,142	0,000	9,218	1,048	6,007	5,527	2,284	0,000

Tabela 8 - Tabela de tempos em percentagem dos tipos de paragem (parte 2)

Troca turno	Verificação Out-liner	Faltou cola	Manutenção linha	Troca martelos	Cintadora	Reparação Extrator	Engano Escrita	Linha Cheia	Mudança tipo caixa
0,968	2,709	0,961	1,564	0,000	0,000	0,000	0,994	0,000	1,502
0,629	1,802	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,357	1,388	1,493	0,557	0,315	0,000	8,972	0,000	0,000	0,000
0,780	1,375	0,000	0,000	0,000	5,204	0,000	0,000	46,639	0,000

Um dos problemas mais flagrantes, que à partida não seria uma paragem normal mas sim um caso singular de paragem na escolha, tem a ver com a escolha de um tipo particular de material designado por “degrau¹²”. Este tipo de material tem uma característica no seu *design* que afeta imenso a escolha. O facto de este ter um lado mais espesso que os restantes, torna as pilhas de azulejo deste tipo não paralelepípedicas. Ou seja, ficam com um dos lados mais alto que os outros, e tem como consequência três problemas:

1. Primeiro no extrator aparecem imensos problemas pois como um dos lados é mais alto, o extrator ao empurrar a peça para baixo bloqueia e encrava a máquina e consequentemente para todo o processo de escolha daquela linha.

¹² Tipo de produto utilizado na construção civil para revestir com azulejo os degraus de uma escada. Este produto diferenciava-se dos restantes devido ao seu *design*.

2. O segundo problema que se verificou, foi o facto de as caixas colarem mal porque quando estas passavam na zona de colagem, um lado recebia mais força que o outro por terem diferença de tamanho.
3. O terceiro e último, é que as pilhas de azulejo no pulmão são de cerca de 50 azulejos e não dos habituais 150 devido ao facto de as pilhas ficarem tortas por terem um lado mais alto que outro. Isto faz com que o espaço ocupado por este material no pulmão triplique.

Desta forma a escolha deste produto deve por isso ser encarada de maneira diferente aquando da sua análise.

Outro grande problema é o tempo perdido por “linha cheia” na linha 4. De referir que isto só acontecia quando se escolhia material 60x60, o maior padrão. Como as peças eram grandes, isto tinha várias repercussões na escolha. Os operadores demoravam mais tempo para analisar a peça toda e decidir se esta era de 1ª, 2ª, 3ª ou refugo. Além disso, sempre que os operadores tinham de tirar uma peça manualmente por ter algum defeito, demoravam mais tempo devido ao seu tamanho. Existia também o facto de estas peças serem embaladas em caixas de 3 unidades, o que representava uma quebra na velocidade de empacotamento, ou seja, o empacotamento tornava-se um gargalo da linha, fazendo com que os acumuladores para trás ficassem sempre lotados e a linha tinha de parar. Normalmente, um gargalo não significa paragem da linha mas sim um atraso na cadência de produção. Mas neste caso concretamente, devido ao *design* da máquina e ao seu método de funcionamento, optava-se por esvaziar os acumuladores todos da linha, isto é, a escolha para a montante até que se esviassem todos os acumuladores. Para manter a cadência era necessário trabalhar com os acumuladores mais próximos da empacotadora, uma vez que desta forma não seria necessário estar à espera de azulejos de acumuladores mais distantes, facto esse que levava à paragem anteriormente mencionada.

Convém salientar que nenhum destes produtos foi escolhido quando se fez o levantamento dos dados para o cálculo do OEE (dados recolhidos nas 2 semanas seguintes à prévia análise das linhas), uma vez que nesta altura não havia nenhuma encomenda deste produto.

A tabela seguinte (Tabela 9) resume os tempos de paragem nas primeiras 4 semanas e a sua representação percentual:

Tabela 9 - Tempos totais de produção e paragens

	Tempo Produção	Tempo Paragem	Tempo Parado (%)
Linha 1	67:22:00	7:32:51	11,20
Linha 2	36:41:00	4:17:04	11,68
Linha 3	74:03:00	9:58:11	13,46
Linha 4	45:49:00	9:37:08	20,99

Estes tempos dão-nos uma ideia de como decorria o processo produtivo na empresa. É então possível detetar quando se estava na presença de uma paragem crónica ou de uma paragem esporádica, através dos dados recolhidos e dos resultados obtidos. No Anexo 1, pode-se consultar mais informação acerca dos dados levantados nestas 4 semanas.

4.2 – Cálculo do OEE e sua análise

Para uma rigorosa análise das linhas, procedeu-se então a uma avaliação exaustiva das mesmas. Esta avaliação é feita em termos globais de eficácia, mas também pode ser subdividida em Disponibilidade, Eficiência e Qualidade. Para isto foram recolhidos mais dados, uma vez que os dados recolhidos durante as quatro primeiras semanas estavam incompletos, pois não continham o número de peças produzidas ao final do turno nem o tempo de ciclo, inviabilizando o cálculo do OEE.

Vai-se agora apresentar alguns exemplos (Tabelas 10 a 13) de situações que se foram desenvolvendo durante o período de recolha de dados para o cálculo do OEE.

Convém salientar a importância que estes exemplos têm na demonstração da heterogeneidade dos dados, e também são exemplo da vulnerabilidade a que este processo de escolha está sujeito devido a problemas a montante no processo produtivo.

Tabela 10 - Tabela representativa do OEE na linha 1

18-Jan	Linha 1						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	12776	Tempo de ciclo *Peças produzidas	12150	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	12565	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	12776	Nº peças escolhidas	12565	
		0,887		0,951		1,000	84,4

Como se pode ver pela Tabela 10, obteve-se um OEE muito perto de 85%. O que na literatura estudada é um excelente índice de eficácia. Nos restantes turnos estudados nesta e outras linhas, o OEE rondou os 60%, um bocado aquém daquilo que é recomendado. O que mais contribui para este baixo índice de eficácia, é a eficiência do processo. E mais se pode aferir, que a principal causa de baixo índice de eficiência prende-se ao facto de a ocorrência do tipo de paragem “Diferença de tonalidade” acontecer muitas vezes e na maioria das vezes por períodos muito longos. Resta agora compreender o porquê de tantas paragens e o porquê de serem tão demoradas. Exemplo disso, no dia 20 Janeiro, a linha 4 teve um mau desempenho em termos de eficiência como é demonstrado na Tabela 11.

Tabela 11 - Desempenho da linha 4

20-Jan	Linha 4						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	13770	Tempo de ciclo *Peças produzidas	8500	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	8790	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	13770	Nº peças escolhidas	8790	
		0,956		0,617		1,000	59,0

Como se pode verificar, em termos de Disponibilidade e de Qualidade, a linha teve um bom desempenho. No que respeita à eficiência do processo, notou-se uma grande queda no desempenho. Sendo mais uma vez a “Diferença de tonalidade” a principal causadora de tal desempenho, como se pode ver na tabela seguinte (Tabela 12).

Tabela 12 - Folha de dados relativa à linha 4 no dia 20 Janeiro

Tempo paragem	Motivo	Tipo Paragem	Peças Escolhidas	Paletes rejeitados	Cadência (peças/min)	Caixas por palete	Nota
0:10:30	Set Up	D			62	40	16 peças por caixa
0:02:49	Diferença Tonalidade	E					
0:00:48	Queda material linha	E					
0:20:23	Diferença Tonalidade	E					
0:00:54	Diferença Tonalidade	E					
0:00:43	Queda material linha	E					
0:02:54	Diferença Tonalidade	E					
0:03:15	Diferença Tonalidade	E					
0:05:10	Diferença Tonalidade	E					
0:00:41	Queda material linha	E					
0:00:30	Queda material linha	E					
0:09:48	Diferença Tonalidade	E					
0:01:12	Diferença Tonalidade	E					
0:00:52	Diferença Tonalidade	E					Fim de material difícil de escolher
0:00:54	Diferença Tonalidade	E					
0:01:45	Diferença Tonalidade	E					
0:00:27	Diferença Tonalidade	E					Parou porque o material não estava em "condições"
			8790				

Analisando a Tabela 12, verifica-se que existiram imensas paragens por “Diferença de tonalidade”. Poderia facilmente pensar-se que seria um problema do operador, mas na realidade o problema surge a montante da escolha. Sendo a fonte do problema, o próprio material. Se o material apresenta grandes variações de homogeneidade nos seus padrões, torna-se mais difícil a sua escolha, resultando em péssimos índices de Eficiência. Ora isto traduz a grande dependência deste processo de escolha com o processo produtivo que está a montante.

Existem outros fatores externos que intervieram na avaliação do desempenho da escolha e que não foram contabilizados pela dificuldade em serem quantificados. Um exemplo disso (Tabela 13), foi quando na linha 4 se notou, que o número de peças

escolhidas eram poucas para o tempo que já tinha decorrido. Verificou-se que o problema estava no pulmão, isto é, os robôs estavam a demorar cerca de cinco minutos a trocar de pilha¹³, o que normalmente seria feito em trinta segundos.

Tabela 13 - Folha de dados da linha 4

Linha 4						
Motivo	Tipo Paragem	Peças Escolhidas	Paletes rejeitados	Cadência (peças/min)	Caixas por palete	Nota
Set Up	D			68	40	16 peças por caixa
Queda material linha	E					
Verificação Out Liner	E					
Diferença Tonalidade	E					Esta a mudar de pilha no pulmão demorando em media 5 min
Queda material linha	E					
Diferença Tonalidade	E					
Diferença Tonalidade	E					
Linha cheia	E					
Empacotadora	D					
Empacotadora	D					
Diferença Tonalidade	E					
Linha cheia	E					
Queda material linha	E					
Queda material linha	E					
Queda material linha	E					
Queda material linha	E					
Diferença Tonalidade	E					
Diferença Tonalidade	E					
		10526				

Este tipo de problemas externos à escolha, revelaram-se um obstáculo para a exata avaliação das linhas pelo OEE.

Na Tabela 14 temos um resumo do desempenho das linhas. Pode-se afirmar em boa verdade, que os valores obtidos ainda se encontram longe dos pretendidos e sugeridos pela literatura estudada. Isto leva a crer que ao longo deste processo ainda existem muitos desperdícios, seja na utilização de recursos-humanos ou do equipamento. Porém, convém salientar que estes valores apenas se referem aos dias apresentados na Tabela 14. Valores estes que podem não ser uma imagem perfeita da eficácia das linhas de escolha, uma vez que o desempenho deste processo é muito variável pelos motivos que acima são referidos. Ou seja, se o estudo tivesse sido feito numa data em que o

¹³ Operação efetuada pelos robot do pulmão, o pulmão era constituído por várias pilhas de 1, 2 ou mais tipos de produto diferente. No final de cada pilha ter sido para a linha era necessário o robot iniciar uma nova pilha.

material estaria com uma melhor qualidade, certamente os índices do OEE seriam mais elevados, uma vez que se torna mais fácil o processo escolha do material.

Tabela 14 - Resumo do desempenho das linhas

Dia	18-Jan	18-Jan	19-Jan	19-Jan	20-Jan	20-Jan	25-Jan	25-Jan	26-Jan	26-Jan
Linha	1	2	3	4	3	4	3	4	1	2
Disponibilidade	0,887	0,899	0,749	0,940	0,932	0,956	0,967	0,966	0,983	0,963
Eficiência	0,951	0,745	0,850	0,680	0,767	0,617	0,634	0,775	0,736	0,767
Qualidade	1,000	0,887	1,000	1,000	0,782	1,000	0,990	0,885	0,752	0,975
OEE (%)	84,40	59,40	63,70	63,90	55,90	59,00	60,70	66,20	54,50	72,00

Todas as tabelas desta análise (Tabela 14), poderão ser consultados mais pormenorizadamente no Anexo 2.

4.3 – Apresentação de sugestões de melhoria contínua

As seguintes propostas foram apresentadas no final do estágio, ao diretor fabril com base no levantamento e análise dos dados. Propostas estas que ficaram para ser apresentadas à administração para posterior análise. Iriam estudar as suas mais-valias e os custos que teriam de suportar na sua implementação. Por isso sugeriu-se que fossem tomadas certas medidas para mitigar erros ou falhas que foram detetadas com base neste estudo:

Diferença de tonalidade: A maior causa de perda por eficiência, prende-se ao grande número de paragens por dúvidas que o operador tem aquando da escolha do mosaico. Sendo normalmente pausas com tempos significativos.

- Uma das medidas que diminuiria estas pausas, passava por um maior acompanhamento por parte de um responsável (chefe de secção), para evitar que o operador ande à procura do seu superior ou que fique à espera que este termine uma tarefa para poder lhe resolver o problema em questão.

- Outra medida a ser tomada seria a criação de um janelo do tamanho máximo do mosaico que é escolhido naquela linha, para que sempre que o operador retira um mosaico da linha (porque está rachado, lascado etc...), possa despejá-lo por esse janelo, e este cairia num contentor de cacos. Isto serviria para diminuir as paragens que ocorrem para que o operador despeje o monte de mosaicos não-conformes que vai acumulando perto de si.

Empacotadora: Existe uma elevada humidade no ar naquela parte da fábrica (incluindo pingos da chuva que entram pela cobertura). Sendo o material que empacota os mosaicos cartão, surgem alguns problemas devido ao facto de o cartão estar húmido e mole.

- Seria necessário melhorar a cobertura naquela parte da fábrica, para reduzir a humidade no ar. Ou criar um sítio com o topo tapado para armazenar o cartão até este ser utilizado. Na linha 4, é onde a empacotadora dá mais problemas, fazendo com que a linha encha muitas vezes e levando à paragem do processo. Novamente o cartão húmido é um problema que leva muitas vezes a empacotadora a encravar.
- Outro problema que surgiu algumas vezes na linha número 4 na parte de empacotamento, foi o facto de a cintadora dar problemas. Seria importante apostar numa manutenção preventiva, para reduzir o número de paragens nesta linha.

Paletizadora: Por vezes nas linhas 1, 2 e 3, ocorriam paragens na escolha porque a paletizadora não dava vazão à linha. Isto surge quando a paletizadora está a criar uma palete nos últimos “slot”, o trajeto que esta efetua é maior.

- Seria interessante alterar a velocidade do braço, para tornar o trabalho da paletizadora mais ágil.

Queda material na linha: Por vezes o material não flui pela linha, congestionando-se num determinado ponto do trajeto e acabando algum por cair no chão e danificar-se. Existem sítios ao longo da linha onde isso é frequente (nas viragens). Isto acontece ou

porque as guias foram mal postas, fazendo com o material "trave" ao raspar nelas e passando o intervalo entre 2 azulejos ficar menor, como consequência, o material nas viragens ao estar muito junto, faz com que este não tenha espaço para virar e acabe por acumular e fazer monte. Outro motivo que dificultava o transporte de material entre pulmão e operador da escolha, era quando o material escorregava na passadeira do robô que retirava os azulejos das pilhas do pulmão, fazendo com que este ficasse pouco intervalado.

- Seria importante fazer uma retificação perfeita, quando se muda o tamanho do mosaico, de maneira a que as guias fiquem devidamente colocadas. Uma possível solução passaria por o operador que está na cabine de escolha ter um ecrã para ir monitorizando se tudo está conforme nos sítios críticos (onde costuma acumular material).

Pulmão: Existem vários problemas que frequentemente ocorrem no pulmão. Algumas vezes o sensor está mal colocado fazendo com que o robô ande a fazer movimentos desnecessários, ou seja, a pilha pode já ter acabado, mas este por falha no sensor ainda faz uma incursão abaixo para recolher mosaico. Outro problema prende-se com a velocidade da mudança de pilha. Cada pilha demora em média 30 minutos a ser escolhida, e quando o robô muda de pilha existe um “*gap*¹⁴” de cerca de 30 segundos. Tendo em conta que por cada turno de 8 horas isto corresponde a uma perda de eficiência de 10 minutos por turno. Correspondendo a menos 700 peças ou 1 palete escolhida em cada linha por turno. Outra alteração sugerida é, o sinal de “problema” no pulmão não ser só visual mas também sonoro para melhorar a perceção de eventuais falhas.

Cola: O depósito da cola deveria estar assente, por exemplo, numa balança com um valor mínimo que serviria de referência para a ativação de um sinal visual e/ou sonoro para que o operador pudesse reabastecer o depósito de cola sem parar o processo. Em vez de retirar o depósito para o reabastecer, este deveria poder ser reabastecido no local sem haver necessidade de parar o processo.

¹⁴ Intervalo de tempo.

Extrator: O extrator representa uma boa parte das perdas por disponibilidade, seria importante apostar mais numa manutenção preventiva para evitar tantas paragens por encravamento do extrator.

Mudança de material: A mudança de material demora imenso tempo a ser realizada. Seria talvez a operação de melhoria mais complicada de se realizar. Mas passaria por uma alteração profunda na programação do processo de escolha. Para começar, seria muito interessante poder pré-programar vários tipos de material que iriam ser escolhidos num determinado turno. O processo passaria por, aquando do término de um dado produto, um dos *slots* de paletes ficaria já destinado ao próximo produto. Dando assim tempo ao operador para levar as restantes paletes do material anterior enquanto aquela paleta enchia. Conforme o operador levava as paletes do anterior produto embora, estas ficariam já disponíveis para o seguinte. O processo como está demora na melhor das hipóteses cerca de meia hora a trocar de produto. Isto deve-se ao facto dos operadores terem de tirar todas as paletes completas e incompletas, de seguida o chefe de secção tem de vir fazer a escrita para o novo material e só depois de tudo concluído é que se dá início ao novo processo de escolha do novo material. Isto pode significar uma perda de eficácia num turno de 7% a 15%, o que é muito significativo.

Produção de degrau: Este tipo de produto tem todas as particularidades acima referidas. Uma solução que foi apresentada, mas de imediato rejeitada pelo diretor fabril, seria a rotação dos cunhos em 90° nas prensas. Isto faria com que o rebordo mais grosso do azulejo, não encravasse o extrator, uma vez que este passaria a estar à frente e não de lado no azulejo. Evitaria também o problema da colagem. Esta proposta foi rejeitada pelo facto, de se produzir muito pouco degrau e financeiramente não compensar a mudança.

5. Conclusões

Na primeira parte deste capítulo (secção 5.1) serão apresentadas as principais conclusões relativas ao caso de estudo apresentado neste projeto e sugeridos (na secção 5.2) alguns trabalhos que podem ser desenvolvidos na empresa futuramente, sempre com vista à melhoria do processo produtivo.

5.1 – Principais conclusões

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de uma das suas secções da produção mais críticas em termos de utilização de recursos humanos na empresa. Para se poder ser competitivo num meio onde a concorrência é forte e os padrões de exigência são muito rigorosos, é imperativo ter conhecimento e controlo sobre os seus processos produtivos.

A principal tarefa aqui foi a eliminação de desperdícios. Este estudo, permite perceber no processo de escolha global, qual a área mais crítica. O principal problema prende-se mesmo com a parte humana do processo, uma vez que é o recurso principal deste processo e tem imenso peso na contribuição para o tempo desperdiçado naquela secção da empresa.

É necessário referir que existiram muitos obstáculos para a avaliação do processo. A metodologia adotada, Overall Equipment Effectiveness, tal como o nome indica, é indicada para avaliarmos equipamentos. No entanto a componente humana tem imensa influência neste processo, seja por motivação, concentração, interesse ou experiência do operador, torna-se muito difícil fazer esta avaliação. Um exemplo disso, é quando se tenta fazer a distinção da causa de rejeição das paletes, que pode ser atribuída ao operador ou ao próprio processo. Apesar do operador ter um peso bastante significativo no desempenho do processo, convém salientar que cerca de 95% do processo é realizado por máquinas sem intervenção direta do ser humano. Daí se ter optado por esta ferramenta (OEE) como auxílio à avaliação do processo.

Outra dificuldade encontrada, foi o facto de no início deste estudo, aquando a observação do funcionamento das linhas e recolha de dados, alguns operadores sentiam-se incomodados pela presença do controlador, fazendo com que tivessem comportamentos estranhos. Ficando a dúvida se estariam a desempenhar as suas funções normalmente ou se era a presença de alguém a cronometrar o seu trabalho estivesse a causar alteração de comportamento. Devido a este motivo, decidiu-se ter uma conversa com cada operador individualmente, explicando-lhe o motivo de estar a ser efetuado este estudo.

Existiu também outro fator que dificultou o estudo das linhas. O facto de não haver histórico sobre alguns elementos da escolha, tornou o estudo mais complicado.

Neste estudo ficou a ideia, que esta secção tem no seu desempenho um reflexo de tudo aquilo que está a montante no ciclo produtivo. Pela sua grande vulnerabilidade ao estado do produto quando este é selecionado, fica impossível encontrar um valor do OEE genérico que defina o real valor da eficácia desta secção.

Por outro lado, quanto ao índice de Qualidade do OEE, é preciso referir que naquele momento pode ter sido registado aquele valor, e passado umas semanas vir a saber-se que algumas paletes foram rejeitadas pelo cliente, por não preencher algum requisito que este desejaria. Se isto acontecer, o índice de Qualidade baixa, e por sua vez o OEE também. A única maneira de contornar este obstáculo, é recalcular o OEE alterando os valores.

É importante ressaltar que apesar de todas estas limitações anteriormente referidas, a engenharia e gestão industrial mostra-se útil para a otimização dos processos, através de implementações de ações de melhoria contínua, sendo esta dinamizada por ferramentas como o *Lean Manufacturing*. Espera-se que num futuro próximo, algumas das melhorias sugeridas sejam implementadas e que contribuam para o melhoramento da eficácia daquele sector da empresa, tornando-a ainda mais competitiva.

5.2 – Sugestões para trabalho futuro

A longo prazo pretende-se implementar um sistema, que já é utilizado numa outra fábrica da Pavigrés, nomeadamente a Cerev. Como já referi no capítulo 3, secção 3.3, o processo de escolha naquela unidade industrial é automatizado. Conseguindo-se aumentar substancialmente os outputs com menos recurso a operadores. Desta forma e comparativamente, perspectiva-se que o desempenho da escolha melhore significativamente, uma vez que à partida, o maior problema da sensibilidade ao desempenho humano será eliminado.

No futuro, seria interessante pegar neste estudo e melhorá-lo, de maneira a conseguir-se quantificar monetariamente, as paragens que a escolha acarreta para a empresa. Deste modo seria mais fácil, saber-se se as sugestões para implementação de melhoria realmente seriam uma mais-valia, e ainda saber o retorno que estas medidas poderiam representar. Isto não foi realizado, pois o processo seria mais longo que o tempo restante do estágio.

Bibliografia

- [1] - Womack, J.P., Jones, D. T., Roos, D. (1992). A máquina que mudou o mundo.
- [2] - Womack, J.P., Jones, D. T.(2004). A mentalidade enxuta nas empresas – Lean Thinking.
- [3] - Taj, S. e Berro, L. (2006). Application of constrained management and lean manufacturing in developing best practices for productivity improvement in an auto-assembly plant. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- [4] - Womack, J. e Jones, D. (2003). *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*. 2ª Edição. Londres: Simon & Shuster.
- [5] - Dias, F. (2003). Um estudo de caso em uma empresa fabricante de produtos para o setor médico-hospitalar. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos.
- [6] - Ohno, T. (1997). O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman.
- [7] - Shingo, S. (1989), *A Study of the Toyota Production System*, Productivity Press.
- [8] - Rother, M., & Shook, J. (1999). Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute.
- [9] - Johnson, P. e Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. *Internacional Journal of Operation & Production Management*.
- [10] - Nakajima, S. (1989). *Introduction to TPM*. Cambridge: Productivity Press.
- [11] - Ljungberg, O. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*.
- [12] - Courtois , A., Pillet, M. e Chantal, B. (2006). *Gestão da Produção*. Lidel: Lisboa.
- [13] - The Productivity Development Team (1999). *OEE for operators*; Shopfloor Series.
- [14] - Silva, J. (2009). *OEE - A forma de medir a eficácia dos equipamentos*. Obtido em 20 de Janeiro de 2012, de ScriBd - Lean em Portugal: <http://www.scribd.com/doc/15122575/>
- [15] - Johnson, H. e Kaplan, R. (1987). *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Boston: Harvard Business School Press.

[16] - Bosch (2009). *Bosch Production System (BPS) – Total Productive Maintenance (TPM)*. Cacia.

[17] - Dal, B., Tugwell, P. e Greatbanks, R. (2000). Overall Equipment effectiveness as a measure of operational improvement.

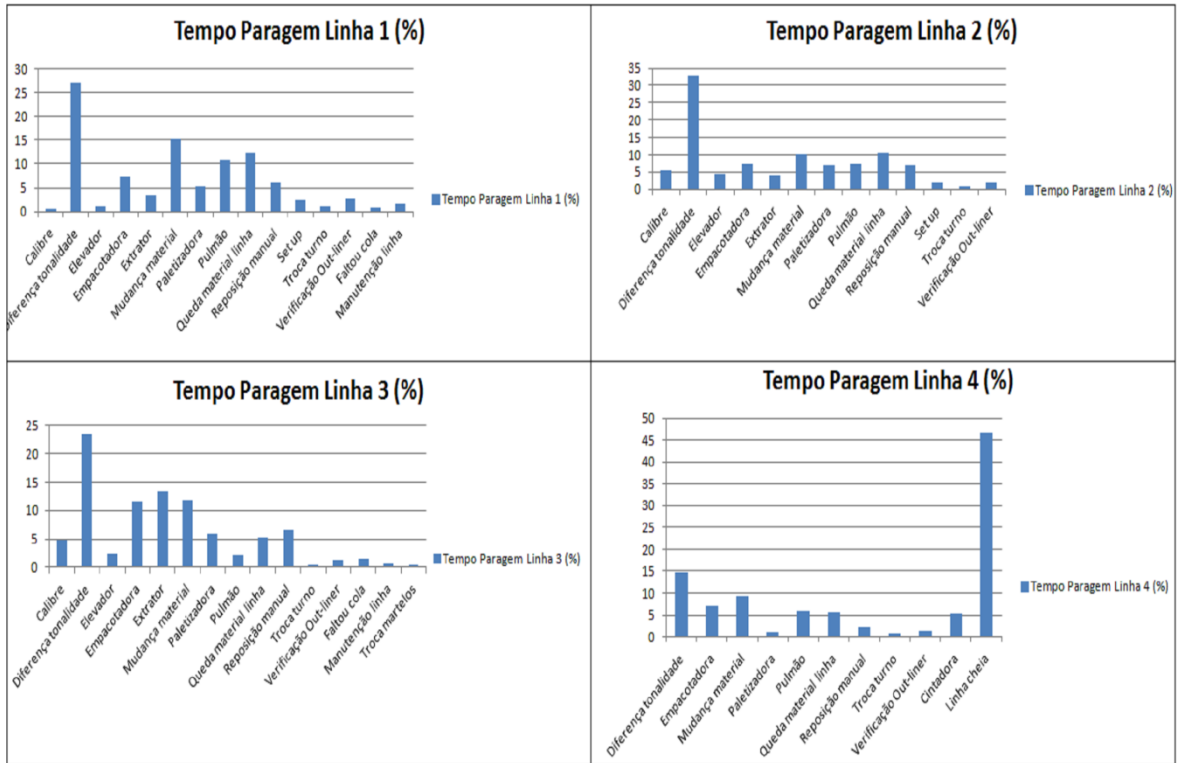
[18] - Hansen, R. (2001). *Overall Equipment Effectiveness: A Powerfull production/maintenance tool for increased profits*. 1ª Edição. Nova Iorque: US. Industrial Press Inc.

[19] - Jeong, K-Y. e Philips, D. (2001). Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*.

Anexos

Em anexo pode ler-se informação complementar relativamente às quatro primeiras semanas de levantamento de dados no Anexo 1. Pode-se aceder mais pormenorizadamente à informação relativa ao cálculo do OEE em cada um dos dias no Anexo 2.

Anexo 1



Anexo 2

Dia	Linha 1						
18-Jan	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	12776	Tempo de ciclo *Peças produzidas	12150	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	12565	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	12776	Nº peças escolhidas	12565	
	0.887		0.951		1.000		84.4

18-Jan	Linha 2						
18-Jan	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	12945	Tempo de ciclo *Peças produzidas	9649	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	13125	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	12945	Nº peças escolhidas	14799	
	0.899		0.745		0.887		59.4

19-Jan	Linha 3						
19-Jan	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	10880	Tempo de ciclo *Peças produzidas	9250	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	10487	
	Tempo produção planeado (seg)	14520	Tempo disponível (seg)	10880	Nº peças escolhidas	10487	
	0.749		0.850		1.000		63.7

19-Jan	Linha 4						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	13653	Tempo de ciclo *Peças produzidas	9284	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	10526	
	Tempo produção planeado (seg)	14520	Tempo disponível (seg)	13653	Nº peças escolhidas	10526	
		0.940		0.680		1.000	63.9

20-Jan	Linha 3						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	13427	Tempo de ciclo *Peças produzidas	10292	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	8584	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	13427	Nº peças escolhidas	10984	
		0.932		0.767		0.782	55.9

20-Jan	Linha 4						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	13770	Tempo de ciclo *Peças produzidas	8500	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	8790	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	13770	Nº peças escolhidas	8790	
		0.956		0.617		1.000	59.0

25-Jan	Linha 3						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	13920	Tempo de ciclo *Peças produzidas	8828	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	9612	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	13920	Nº peças escolhidas	9712	
	0.967		0.634		0.990		60.7

25-Jan	Linha 4						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	13910	Tempo de ciclo *Peças produzidas	10774	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	9862	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	13910	Nº peças escolhidas	11142	
	0.966		0.775		0.885		66.2

26-Jan	Linha 1						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	14160	Tempo de ciclo *Peças produzidas	10427	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	8369	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	14160	Nº peças escolhidas	11128	
	0.983		0.736		0.752		54.5

26-Jan	Linha 2						
	Disponibilidade		Eficiência		Qualidade		OEE(%)
	Tempo abertura efetivo (seg)	13870	Tempo de ciclo *Peças produzidas	10634	Nº peças escolhidas - Nº peças mal escolhidas	16597	
	Tempo produção planeado (seg)	14400	Tempo disponível (seg)	13870	Nº peças escolhidas	17015	
		0.963		0.767		0.975	72.0