



**Carla Domingues  
Pereira da Silva**

**Aplicação de um indicador de eficiência na indústria  
da biomassa: caso de estudo de integração da  
filosofia *Lean Manufacturing***



**Universidade de Aveiro**  
2017

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia  
Industrial e Turismo

**Carla Domingues  
Pereira da Silva**

**Aplicação de um indicador de eficiência na indústria  
da biomassa: caso de estudo de integração da  
filosofia *Lean Manufacturing***

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 do Doutor João Carlos Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e sob a co-orientação do Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.



Dedicado a toda a família.  
Em tua memória pai.



**o júri**  
presidente

Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar,  
Universidade de Aveiro

Doutora Susana Maria Palavra Garrido Azevedo, Professora Associada Com  
Agregação, Universidade da Beira Interior

Professor Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático,  
Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Agradeço aos orientadores, primeiramente ao Doutor Leonel Nunes, pela co-orientação e ao Doutor João Matias pela orientação.

Agradeço desde já à YGE – Yser Green Energy SA pela oportunidade que me deu de poder realizar o estágio curricular nas suas instalações.

Quero agradecer à minha mãe por todo o apoio, assim como a toda a família.

Quero também agradecer a todos os meus amigos e principalmente ao meu namorado, Filipe.





**palavras-chave**

*Lean Manufacturing, pellets de biomassa torrificada, Overall Equipment Efficiency e 5S.*

**resumo**

Este projeto decorreu numa empresa de produção de *pellets* de biomassa torrificada, denominada Yser Green Energy. As metodologias *lean* auxiliam as empresas na redução de desperdícios. Assim sendo, pretendeu-se aplicar uma metodologia *lean*, de forma a melhorar as condições do local de trabalho dos colaboradores da empresa.

A metodologia aplicada foi a metodologia denominada 5S, à qual se acrescentou um novo S referente à segurança. Também foi feita a caracterização do processo produtivo, através do indicador *Overall Equipment Efficiency*, antes e após a implementação da metodologia 5S+1. Este indicador foi calculado tendo como base os dados de produção da máquina que faz a pelletização.

No final verificou-se que não houve melhoria desse indicador, podendo-se concluir que a metodologia utilizada pode não ter sido a mais indicada para a situação em análise, embora também se tenham verificados alguns constrangimentos provocados pela calendarização de paragens forçadas na empresa.



**keywords**

Lean Manufacturing, torrefied biomass pellets, Overall Equipment Efficiency and 5S.

**abstract**

This project was carried out in a company that produces torrefied biomass pellets denominated Yser Green Energy. Here we intend to apply a lean methodology, in order to improve the conditions of the workplace of the employees of the company.

The methodology applied was the methodology named 5S, to which was added a new S referring to safety. The characterization of the production process was also performed through the indicator Overall Equipment Efficiency, before and after the implementation of the 5S+1 methodology. This indicator was calculated based on the production data of the pelletizing machine.

In the end, it was verified that there was no improvement of this indicator, and it can be concluded that the methodology used may not have been the most appropriate for the situation under analysis, although some constraints caused by the scheduling of forced stops in the company have also been verified.



# Índice

1. Enquadramento e Objetivos .....	1
2. Introdução .....	1
3. Caracterização da empresa .....	3
4. Metodologia .....	4
5. Estado da arte.....	5
5.1. Origem do Lean Manufacturing .....	5
5.2. Princípios Lean.....	6
5.3. Pilares da Filosofia Lean .....	7
5.4. Desperdícios .....	8
5.5. Ferramentas Lean.....	10
6. Caracterização do processo produtivo e aplicação Lean Manufacturing .....	14
6.1. Caracterização do processo produtivo.....	14
6.2. Análise inicial do indicador OEE .....	22
6.3. Implementação de (5+1) S .....	24
6.4. Análise do indicador OEE após a implementação da metodologia (5+1) S.....	33
7. Discussão de Resultados .....	35
8. Conclusão .....	36
8.1. Trabalhos futuros .....	36
9. Bibliografia.....	38
Anexos .....	40
Anexo A: Regras de organização de YGE .....	41
Anexo B: Regras de limpeza da YGE .....	43
Anexo C: Regras de Segurança da YGE .....	45



## Índice de Figuras

Figura 1: Processo produtivo resumido da YGE. ....	3
Figura 2: Casa do TPS (Adaptado de Nunes, B. D. O., 2014). ....	5
Figura 3: Matéria-prima na YGE. ....	14
Figura 4: Destroçador da YGE. ....	15
Figura 5: Matéria-prima destroçada. ....	15
Figura 6: Self Feeder da YGE. ....	16
Figura 7: Self Feeder e Moinho de martelos. ....	16
Figura 8: Ciclone e secador do processo produtivo da YGE. ....	17
Figura 9: Duplo ciclone e segundo moinho de martelos do processo produtivo da YGE. ....	18
Figura 10: Fornalha da YGE. ....	19
Figura 11: Reator de torrefação. ....	20
Figura 12: Misturador. ....	20
Figura 13: Pelletizadora. ....	21
Figura 14: Silos para armazenagem dos pellets. ....	22
Figura 15: Estado inicial da empresa em relação à organização e arrumação. ....	24
Figura 16: Estado inicial da empresa em relação à organização e arrumação. ....	25
Figura 17: Estado inicial da empresa em relação à limpeza. ....	25
Figura 18: Estado inicial da empresa em relação à limpeza. ....	26
Figura 19: Falta de segurança na empresa. ....	26
Figura 20: Arrumação de material de manutenção. ....	29
Figura 21: Arrumação da mesa de manutenção com algumas ferramentas. ....	30
Figura 22: Área produtiva limpa. ....	31
Figura 23: Secretária da sala de controlo limpa. ....	31
Figura 24: Sinalização das regras de segurança. ....	33

## Índice de tabelas

Tabela 1: Dados sobre a produção nos dias em análise para o OEE. ....	23
Tabela 2: Pontos realizados em cada etapa da metodologia (5+1) S. ....	28
Tabela 3: Dados sobre a produção nos dias em análise para o OEE. ....	34





## 1. Enquadramento e Objetivos

Neste capítulo é feito um enquadramento deste projeto, assim como são referidos os objetivos do mesmo.

Este projeto surgiu através da possibilidade de estagiar numa empresa de energia ligada à biomassa, que se denomina Yser Green Energy SA. Devido às elevadas paragens na produção desta empresa surgiu a oportunidade de aplicação da metodologia (5+1) S de modo a otimizar a linha de produção, sendo este um dos objetivos deste projeto.

No entanto esta metodologia necessita de avaliação, assim sendo, o outro objetivo será a caracterização da eficiência produtiva antes e após a aplicação da referida metodologia. Esta caracterização será realizada através do indicador *Overall Equipment Efficiency*. Por último, o último objetivo deste projeto é a publicação de um artigo de revista ou conferência.

## 2. Introdução

Neste capítulo será feita uma introdução relativa ao mercado associado à empresa alusiva a este projeto.

Nos dias de hoje, tem havido uma crescente procura pelo conforto, o que leva a um grande aumento energético. Este aumento, principalmente da utilização de combustíveis fósseis, levou, conseqüentemente, tanto a um aumento dos preços, que é um fator muito importante na competitividade entre empresas, como também a uma maior libertação de gases de efeito de estufa e outros gases nocivos para o ambiente e para a saúde das populações, devido à sua combustão (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016).

De forma a evitar as alterações climáticas existem alternativas, como a utilização de biomassa (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016; L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016), um recurso natural e endógeno, que ao ser de produção nacional, não está sujeito a flutuações de preços internacionais (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016). No entanto, devido à baixa densidade energética e ao baixo rendimento por unidade de área da biomassa, surgiram os *pellets* de biomassa que têm um menor teor de humidade, um maior teor de energia e uma melhor eficiência da combustão (Monteiro, Mantha, and Rouboa 2012).

A produção de *pellets* pode ser feita a partir de diferentes matérias-primas como, pinheiro, eucalipto, resíduos florestais, resíduos de agricultura e silvicultura (Monteiro, Mantha, and Rouboa 2012; L. Nunes, Matias, and Catalão 2014). Em Portugal, a matéria-prima mais utilizada é o pinheiro bravo. No entanto existem regiões em que são utilizadas outras espécies pois as empresas não se interessam em obter matéria-prima numa faixa superior a 70km, pois acarreta muitos custos de transporte (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016).

Os equipamentos de combustão de *pellets* estão cada vez mais desenvolvidos, fazendo com que a manutenção seja pouca ou fácil, o que leva a um maior interesse por parte do utilizador final (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016). Assim, a indústria de *pellets* torna-se uma grande oportunidade para países que têm recursos florestais, como Portugal. Caso estes recursos sejam bem explorados e abundantes, podem ser sustentáveis (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016).

A produção de *pellets* em Portugal segue maioritariamente para exportação, nomeadamente para o norte da Europa (Monteiro, Mantha, and Rouboa 2012; L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016; L. Nunes, Matias, and Catalão 2014). No entanto, dentro dos consumidores nacionais, os principais sectores de consumo de *pellets* são o setor doméstico, os serviços públicos e as indústrias que necessitam de energia térmica (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalão 2016).

Para além dos *pellets* de biomassa, existem os *pellets* de biomassa torrificada. Estes *pellets* têm melhores propriedades que as tradicionais *pellets*: maior poder calorífico, maior densidade aparente, maior durabilidade, maior resistência à atividade biológica e são hidrofóbicas (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalao 2016). Para além disto, podem ser utilizadas como substituto do carvão, pois as suas propriedades são semelhantes às do carvão betuminoso (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalao 2016). No entanto, os *pellets* de biomassa torrificada têm maiores custos de processamento devido à torrefação que *necessita* de elevadas quantidades de energia térmica (L. J. R. Nunes, Matias, and Catalao 2016).

O aumento de produção de *pellets* em Portugal tem vindo a aumentar. Este aumento leva também ao surgimento de novas empresas, o que torna este mercado mais competitivo. Assim sendo, de forma a poder ter um preço mais favorável ao cliente é necessário ter em conta os gastos durante a produção, nomeadamente com desperdícios. O que leva à necessidade de utilizar ferramentas de forma a eliminar esses desperdícios que leva a melhorias na produção e redução de custos. Estas ferramentas são as metodologias *lean*.

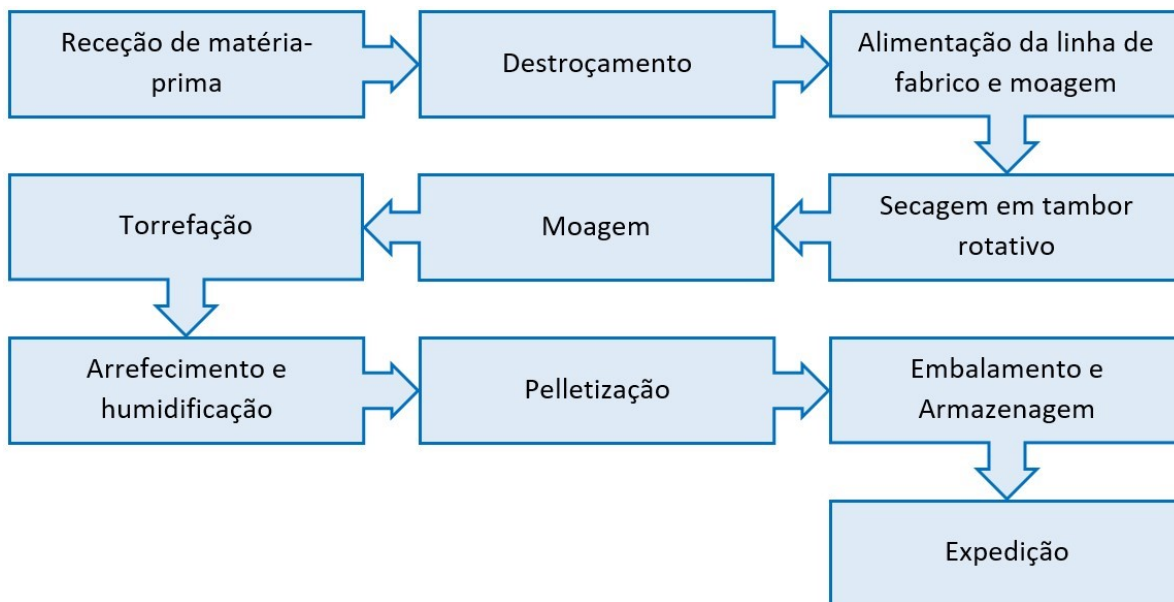
### 3. Caracterização da empresa

Neste capítulo é feita a descrição da empresa onde é realizado este projeto.

A Yser Green Energy, SA (YGE) é uma empresa, pertencente ao grupo Yser, que tem por objetivo a investigação e desenvolvimento relacionada com energias renováveis de biomassa. Sendo o mercado energético o mercado alvo, tanto a nível industrial, como a nível doméstico.

A YGE focalizou-se no processo produtivo de *pellets* de biomassa torrificada, através de biomassa como pinho, eucalipto e acácia. A unidade de investigação tem capacidade para produção de 722 kg/h de *pellets* de biomassa torrificada, ou seja, 5 718 ton/ano.

O processo produtivo começa, resumidamente, pela receção da matéria-prima, depois a matéria-prima é destrozada de forma a poder entrar na linha de fabrico. Posteriormente, a matéria-prima é moída, seca num tambor rotativo e novamente moída. A matéria-prima passa pelo reator de torrefação, para a torrefação, seguindo para sem-fins de forma a humidificar e arrefecer, para posteriormente, ser *pelletizada* e por fim é armazenado, embalado e expedido o produto final. Este processo está representado na Figura 1.



**Figura 1:** Processo produtivo resumido da YGE.

Atualmente a YGE não está a produzir *pellets* de biomassa torrificada, mas sim, *pellets* “brancas”, ou seja, *pellets* de biomassa seca. Assim, tem uma capacidade de produção superior, de cerca de 1000kg/h.

## 4. Metodologia

Nesta secção será apresentada a metodologia deste projeto.

Para a aplicação deste projeto, será feita uma caracterização do processo produtivo da empresa. Depois, irei começar pelo cálculo do *Overall Equipment Efficiency* da *pelletizadora* da empresa, pois é esta a máquina que faz a última alteração ao produto.

Após este cálculo, será aplicada a metodologia *lean* denominada 5S, que será realizada pela ordem dos cinco estágios da mesma. Para além dos 5S referentes a esta metodologia, será acrescentado um novo “S” que se refere à segurança.

Após esta aplicação será novamente calculado o OEE para verificar se houve melhorias ou não no mesmo.

## 5. Estado da arte

Neste capítulo será apresentada uma revisão de conceitos relativos à filosofia do *Lean Manufacturing*.

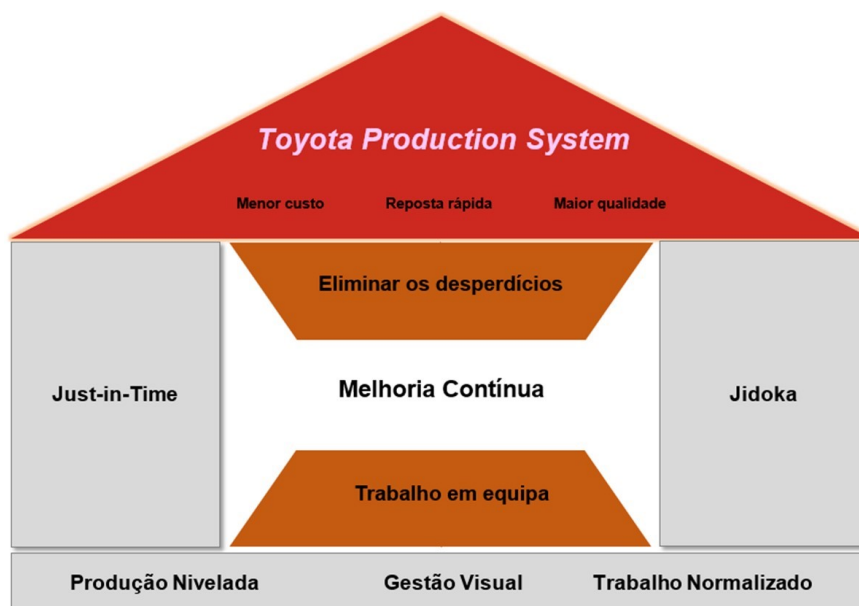
### 5.1. Origem do *Lean Manufacturing*

#### **Toyota Production System**

Devido à escassez de recursos humanos, financeiros e de material após a Segunda Guerra Mundial, o Japão viu os EUA a dominarem o mercado automóvel devido à evolução do sistema de produção de Henry Ford. Foi então que Toyoda Kiichiro, presidente da *Toyota Motor Company* (TMC), decidiu começar a estudar um novo sistema de produção, que se denominou de *Toyota Production System* (TPS) (Almeida 2015; Freitas 2014).

O TPS surgiu como uma fusão entre o sistema de produção da Ford e o sistema de produção artesanal (Almeida 2015) e tinha como objetivo remover desperdícios e inconsciências do sistema de produção de forma a maximizar o fluxo de produção (Chowdary and George 2013; Jasti and Kodali 2014).

É através da Casa do TPS que se costuma apresentar o referido sistema. A partir da Figura 2 é possível verificar que os pilares para o TPS são as filosofias de *Just-in-Time* e de *Jidoka*, a base é a produção nivelada, a gestão visual e o trabalho normalizado. Para atribuir valor aos *stakeholders*, ou seja, menor custo, resposta rápida e maior qualidade é necessário, para além dos pilares e da base, o trabalho em equipa e eliminar os desperdícios (B. D. O. Nunes 2014).



**Figura 2:** Casa do TPS (Adaptado de Nunes, B. D. O., 2014).

## ***Lean Manufacturing***

A filosofia *lean* iniciou com a introdução do TPS (Chowdary and George 2013; Jasti and Kodali 2014). Mas foi Womack que, em 1993, popularizou o conceito de *lean* com o livro “A máquina que mudou o mundo” (Cherrafi et al. 2016).

O principal objetivo das metodologias *lean* é a eliminação de desperdícios fazendo com que a produção de produtos ou serviços tenha maior qualidade, num menor tempo e com um menor custo, ou seja, tornar o processo mais eficiente e racionalizado (Cherrafi et al. 2016; Jasti and Kodali 2014; Kull et al. 2014). A aplicação das metodologias *lean* reduzem os lead-times, o que melhora a entrega dos produtos dentro do prazo acordado (Chowdary and George 2013).

As empresas consideram que ao aplicar consistente e disciplinadamente as estratégias de *lean* é possível chegar à excelência (Chowdary & George 2013). No entanto, a aplicação de *lean* necessita o envolvimento das pessoas, o que pode levar a diferenças nessa aplicação consoante as culturas (Cherrafi et al. 2016; Kull et al. 2014).

### 5.2. Princípios *Lean*

A filosofia *lean* está a ser bastante implementada pelas empresas. Segundo Womack e Jones, os princípios da filosofia *lean* são (Freitas 2014; J. P. M. Gomes 2014; Pinto 2014):

1. **Criar valor:** Este é o primeiro passo para a implementação da filosofia *lean*. O valor é definido pelo cliente. Visto que o facto de as características do produto ou serviço que não agradem ao cliente representam oportunidades de melhoria, a empresa deve repensar o valor de forma contínua, de forma a criar um produto que vá ao encontro das necessidades do cliente;
2. **Definir a cadeia de valor:** A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações que agregam valor ao produto ou serviço, até este chegar ao cliente. Esta divide-se em três atividades de gestão que são o desenvolvimento (projeto, conceção e entrega do produto), a gestão de informação (acompanhamento dos pedidos) e a transformação física (transformação do produto ou serviço). No entanto, é necessário gerir a cadeia como um todo. Só é possível eliminar os desperdícios em atividades que geram valor ao produto ou serviço e que podem ser ligadas entre si em cadeia. Para perceber quais são essas atividades é possível identificar as atividades em três tipos: atividades que acrescentam valor ao produto ou serviço, atividades que não acrescentam valor, mas que são necessárias e atividades que não acrescentam valor e que podem ser eliminadas pois são dispensáveis;

3. **Otimizar o fluxo:** Tendo já reconhecido o valor e definido a cadeia de valor, é essencial criar um fluxo contínuo, tanto de materiais, informação, pessoas e dinheiro. Isto permite a eliminação de desperdícios, e torna o processo mais suave e fluido. Este processo é feito em três passos: (1) manter o foco no produto ou serviço em si desde o início até ao fim da Cadeia de Valor, (2) eliminar todas as obstruções ao fluxo contínuo desse produto ou serviço, (3) refletir as técnicas, ferramentas e práticas de trabalho de forma a eliminar possíveis retrocessos, resíduos e paragens, para permitir que o design, o pedido do cliente e a produção de um produto possa suceder continuamente;
4. **Sistema pull:** Ao criar o fluxo contínuo, a consequência mais observável é ao decréscimo do lead-time, ou seja, as empresas têm a capacidade de responder mais rapidamente aos requisitos dos clientes. Num sistema pull, só se começa a produzir após receber um pedido por parte do cliente, evitando a sobreprodução e o inventário desnecessário, no entanto é sempre necessário haver inventário, devido aos sistemas de produção que não permitem a produção se um produto de cada vez. Este sistema faz com que se produza consoante as necessidades dos clientes;
5. **Perfeição:** Depois das fases anteriores, a empresa está pronta para alcançar a perfeição. No entanto, a perfeição é como o infinito, ou seja, é impossível de alcançar, o que leva a que as empresas estejam em contante redução do esforço, erros, espaço utilizado, tempo de entrega, custos e processamento.

A aplicação destes princípios é feita pela ordem em que foram apresentados e permite a eliminação de desperdícios (J. P. M. Gomes 2014; Pinto 2014).

### 5.3. Pilares da Filosofia *Lean*

Tal como referido anteriormente, os dois pilares da filosofia *lean* são o *Just-in-Time* e o *Jidoka*.

#### **Just-in-Time**

O *just-in-time* (JIT) é um sistema de produção cujo objetivo é ir ajustando o ritmo das operações consoante as necessidades dos operadores a jusante, ou seja, dos clientes. Neste sistema de produção só é produzido quando necessário, na quantidade necessária e o que for necessário de forma a racionalizar os recursos de equipamentos, capital e mão-de-obra (Silva 2014; Valente 2012).

Para a implementação do JIT é necessário que o *layout* esteja organizado de forma a existirem pequenas linhas de produção, mas não muito distantes entre si, de forma a reduzir tempos entre linhas e em preparação de equipamentos e máquinas (Silva 2014; Valente 2012).



## **Jidoka**

O termo *Jidoka* significa automação inteligente. Este é um método de controle de qualidade, pois dá ao equipamento a aptidão de distinguir as peças com defeitos das peças sem defeitos sem necessitar de um operador para vigiar (J. P. M. Gomes 2014; Gordon 2015).

Após a detecção de defeitos são desencadeados procedimentos que permitem a resolução do problema, começando com as paragens da produção, seguido da correção do problema por parte do operador (Gordon 2015; Valente 2012).

Este processo permite que as peças defeituosas não prossigam no processo produtivo, sejam localizadas facilmente as causas dos defeitos, não seja necessária a inspeção no final do processo e a redução do número de operadores no processo (Valente 2012). Assim, *jidoka* é um pré-requisito para o *Just-in-time*, pois sem este sistema não é possível produzir o necessário no tempo necessário, devido à existência de peças defeituosas (Gordon 2015).

## 5.4. Desperdícios

É considerado desperdício qualquer atividade e recurso que não criam valor ao produto (Dewi, Setiawan, and Susatyo Nugroho 2013; Wahab, Mukhtar, and Sulaiman 2013). Chowdary & George (2013), Dewi et al. (2013) e Cherrafi et al. (2016) referem que existem sete formas de desperdício: inventário (*stock*), transporte, excesso de produção, movimento, espera, excesso de processamento e defeitos. São estas formas que o cliente não quer pagar, no entanto têm um impacto direto sobre a qualidade e o preço (Cherrafi et al. 2016). Contrariamente aos desperdícios, existem outras atividades que agregam valor ao produto, tais como todas as atividades de processamento da matéria-prima (Dewi, Setiawan, and Susatyo Nugroho 2013).

### **Inventário (*stock*)**

O excesso de matéria-prima, produto semi-acabado e produto acabado advém do excesso de produção, diferenças de capacidades de produção dos processos, problemas de qualidade e produção antecipada (B. D. O. Nunes 2014). O stock excessivo leva a despesas de armazenamento, juntamente com despesas de transporte e de recursos (A. L. F. Gomes 2014; Silva 2014). Para eliminar este stock é necessário produzir nas quantidades exatas à hora exata (Valente 2012).

### **Transporte**

O transporte é necessário, no entanto às vezes é feito transporte desnecessário de materiais, pessoas ou até informação (A. L. F. Gomes 2014). Este transporte desnecessário pode advir de *layout* mal projetado, (J. P. M. Gomes 2014)

### **Excesso de produção**

A produção de mais produtos do que os necessários ou demasiado cedo leva a um stock excessivo, ocupação dispensável de recursos, consumo exagerado de materiais e rigidez na planificação (Freitas 2014; J. P. M. Gomes 2014; Valente 2012). Isto acontece devido à necessidade de diminuir tempos de preparação de máquinas (A. L. F. Gomes 2014).

### **Movimento**

Os movimentos excessivos de operadores e máquinas não são, muitas vezes, considerados processos que não criam valor, pois estão integrados noutros processos (J. P. M. Gomes 2014; Silva 2014). Estes movimentos podem surgir devido à carência de formação e/ou motivação dos operadores, à instabilidade das operações, falta de arrumação do espaço e ferramentas e *layout* inapropriado (A. L. F. Gomes 2014; J. P. M. Gomes 2014; Valente 2012).

### **Espera**

O tempo de espera diz respeito ao tempo em que o operador ou os equipamentos estão parados (Almeida 2015; A. L. F. Gomes 2014). Isto acontece devido ao facto de não estarem disponíveis informações, equipamentos, materiais ou pessoas, isto advém da falta de trabalho, avarias, falta de matéria-prima, troca de ferramentas, entre outras (Almeida 2015; Silva 2014; Valente 2012). Os tempos de espera levam a atrasos nos tempos de entrega (A. L. F. Gomes 2014; Valente 2012).

### **Excesso de processamento**

O processamento em excesso diz respeito aos processos que não acrescentam valor ao produto (Silva 2014). Isto diz respeito aos processos de produção de produtos com qualidade superior ao que o cliente quer ou necessita, aos processos de retoque e reparação, manipulação errada de ferramentas e equipamentos e procedimentos complexos ou incorretos (A. L. F. Gomes 2014; Silva 2014; Valente 2012).

### **Defeitos**

Os defeitos são peças que são produzidas fora das especificações de qualidade pré-definidas (A. L. F. Gomes 2014; Silva 2014). Este é um defeito bastante presente na indústria e acarreta perdas, nomeadamente perdas monetárias devido a matéria-prima, mão-de-obra, maquinaria, movimentação, entre outros (Cruz 2013; Valente 2012).

## 5.5. Ferramentas *Lean*

### **Overall Equipment Efficiency (OEE)**

*Overall Equipment Efficiency* (OEE) está cada vez mais a ser utilizado na indústria, assim como as metodologias *lean* de forma geral (Puvanasvaran, Kim, and Siang 2012).

O OEE mede a eficácia de um equipamento em relação ao seu pleno potencial e tem em consideração a disponibilidade, o desempenho do equipamento, as perdas de eficiência e as perdas de rendimento (Azizi 2015; Puvanasvaran, Kim, and Siang 2012).

O OEE surgiu na abordagem de *Total Productive Maintenance* (TPM), que faz parte do TPS (Almeida 2015). Como as empresas pretendem ter os equipamento a trabalhar na sua eficiência máxima, ao analisar o OEE e os seus fatores individuais é possível verificar onde se está a perder mais tempo em relação ao seu potencial (Puvanasvaran, Kim, and Siang 2012).

As grandes perdas nos diferentes fatores do calculo do OEE advêm de (Almeida 2015; Azizi 2015; Puvanasvaran, Kim, and Siang 2012):

- Avarias: podem ser mecânicas, elétricas, falta de ferramentas, falha geral do equipamento ou paragens que não foram planeadas para manutenção e levam a uma paragem superior a 5 minutos. Esta perda leva a uma redução do tempo em que o equipamento está disponível para produzir;
- Configuração e ajustes: minoram o tempo disponível do equipamento em causa e devem-se a substituição de ferramentas, carência de material, mudanças de produção e paragens para limpeza;
- Pequenas paragens: suspensões que não excedam os 5 a 10 minutos e são originadas por quebras da linha de produção, que podem ser por entupimento no fluxo de produção, limpeza ou pequenos ajustes;
- Velocidade reduzida: a produção em velocidade inferior em relação à velocidade especificada para o equipamento leva a uma diferença entre a quantidade produzida e a quantidade teórica, ou seja, a que era possível produzir;
- Rejeição na inicialização: durante a fase de arranque, o equipamento pode produzir produtos defeituosos, devido ao tempo que demora a repor limitações técnicas, por exemplo, pré-aquecimento e erros de afinação.
- Produção defeituosa: reduz logo a quantidade de produto que obedece às especificações e pode ser causado por mau funcionamento do equipamento ou por má operação do operador.

No entanto existem também paragens que são planeadas. Algumas empresas preferem incluí-las no cálculo do OEE de forma a que se reduzam essas paragem, que podem ser por falta de encomendas, reuniões ou ensaios (Almeida 2015).

O OEE depende da disponibilidade do equipamento, da taxa de desempenho, ou seja, eficiência e da qualidade do produto e é calculando multiplicando estes três parâmetros, como se pode verificar na equação 1 (Azizi 2015; Puvanasvaran, Kim, and Siang 2012):

$$\mathbf{OEE = Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade} \quad (1)$$

A disponibilidade, representada na equação 2, é calculada tendo em conta o tempo de produção efetivo, ou seja, o tempo em que se esteve mesmo a produzir e o tempo de produção planeado que é o tempo em que se deveria ter produzido (J. P. M. Gomes 2014; Valente 2012):

$$\mathbf{Disponibilidade = \frac{Tempo de Produção Real}{Tempo de Produção Planeado}} \quad (2)$$

Para o cálculo do tempo de produção é necessário saber as horas dos turnos e subtrair as paragens não planeadas. O cálculo do tempo de produção planeado é feito subtraindo ao número de horas dos turnos, o número de horas de paragens planeadas.

Em relação à eficiência, é necessário saber dados sobre a produção, nomeadamente, a produção atual e a produção esperada (equação 3). A produção atual é quantidade ou velocidade produzida atualmente ou ao longo da recolha de dados e a produção esperada é a quantidade ou a velocidade que seria de esperar produzir, tendo em conta as capacidades do equipamento. Este calculo é feito dividido a produção atual pela produção esperada (Almeida 2015):

$$\mathbf{Eficiência = \frac{Produção Real}{Produção Esperada}} \quad (3)$$

A qualidade, representada na equação 4, é dada pela divisão do número de produtos não defeituosos, ou seja, produtos que estão conforme as especificações pelo número total de produtos (Almeida 2015; J. P. M. Gomes 2014; Valente 2012):

$$\mathbf{Qualidade = \frac{Quantidade de Produto não Defeituoso}{Quantidade de Produto Total}} \quad (4)$$

O OEE requer uma análise precisa e cuidadosa para a tomada de decisão sobre ações de melhoria. Estas ações de melhoria devem incidir, principalmente nos pontos onde se possa obter resultados mais rápidos (Almeida 2015; Valente 2012).

### **Overall Factory Effectiveness (OFE)**

Como referido, o OEE é calculado apenas para um equipamento. No entanto o importante é melhorar, não o desempenho de um equipamento, mas sim, de uma fábrica. Para colmatar isso,

surgiu o conceito de *Overall Factory Effectiveness* (OFE). Este conceito ainda está em desenvolvimento e permite a combinação de atividades, de interações entre equipamentos e processos e a integração de informação, ações e decisões em sistemas independentes (Oechsner et al. 2003).

Para a avaliação do OFE é necessário ter em conta o OEE, os custos de material e a eficiência energética, eficiência, rendimento, desempenho, etc.. Uma boa forma de perceber como melhorar o OEE e o OFE é através de simulação (Oechsner et al. 2003).

## **(5 + 1) S**

A ferramenta 5S surgiu no Japão devido à aplicação da metodologia *Kaizen* (Jiménez et al. 2015). Esta ferramenta é constituída, tal como o nome indica, por cinco palavras (japonesas) que se iniciam por “s”. Estas palavras são passos a seguir ao aplicar esta ferramenta de forma a melhorar as condições de trabalho para obter e/ou manter um ambiente de qualidade (Dewi, Setiawan, and Susatyo Nugroho 2013; Jiménez et al. 2015; Sahu, Patidar, and Soni 2015). No entanto, para além da implementação dos 5s, é necessário alterar o pensamento, comportamento e atitude das pessoas (Neves 2015).

A aplicação desta ferramenta trás diversas vantagens, entre elas estão (Freitas 2014; Silva 2014): melhoria das condições de trabalho, redução de custos, redução de desperdícios, aumento de qualidade, aumento da segurança, entre outras.

Segundo Freitas 2014; Jiménez et al. 2015; Neves 2015, as diferentes fases da implementação desta ferramenta são:

- *Seiri* (Organizar) – Remoção de itens<sup>1</sup> desnecessários no local de trabalho. Esta fase necessita de bom senso de forma a classificar os objetos e os documentos para definir quais são utilizados pelos colaboradores e quais não são. Após esta classificação é necessário definir o que pode ser mantido no posto de trabalho, o que pode ser armazenado noutra local e o que pode ser descartado;
- *Seiton* (Arrumar) – Organização de materiais para que sejam utilizados mais facilmente e para que retornem ao seu local após a utilização. É necessário definir locais e normas de arrumação, para além disto, é interessante implementar sistemas visuais;
- *Seiso* (Limpar) – Manutenção da limpeza do local de trabalho. Pretende-se, assim, manter o espaço sempre limpo e modificar ações que possam sujar o espaço. Poderão definir-se horários de limpeza e listas de verificação;

---

<sup>1</sup> Entenda-se como item qualquer material, ferramenta, peça de substituição, documento ou informação.

- *Seiketsu* (Normalizar) – Promoção da padronização das operações dos pontos anteriores. Deve-se mentalizar as pessoas para manterem a higiene pessoal e do local de trabalho de forma a manter o local sempre em boas condições e garantir que o ambiente se preserve sempre limpo e arrumado. Isto permite o controlo e a manutenção dos 3S anteriores;
- *Shitsuke* (Autodisciplinar) – Ensino das práticas 5s de modo a que sejam utilizadas continuamente. Nesta fase pretende-se a correção dos comportamentos desapropriados, assim como moldar hábitos, de forma a manter os esforços feitos nos 4S anteriores. Esta fase é mais complicada devido ao medo e comodismo associado ao ser humano perante a mudança.

De forma a que todos os colaboradores sejam sensíveis às questões da segurança no local de trabalho, há a hipótese de alargar a aplicação da metodologia 5S a mais um que seria relativo à segurança.

Este novo S pretende evitar potenciais acidentes e eliminar perigos e não pode ser desagregado dos outros S's (Citeve 2012; Li et al. 2016).

Para ajudar na implementação e na continuidade da utilização do 5S é importante a utilização de ajudas visuais.

## 6. Caracterização do processo produtivo e aplicação *Lean Manufacturing*

Neste capítulo será apresentada a caracterização do processo produtivo. Para além disso, será feito o cálculo do indicador OEE, seguido pela implementação da metodologia 5S. Por último, volta a ser calculado o indicador OEE.

### 6.1. Caracterização do processo produtivo

O processo produtivo da YGE começa aquando da receção da matéria-prima. Esta matéria-prima (Figura 3), tal como referido anteriormente, pode ser pinho, eucalipto ou acácia, dependendo da disponibilidade da matéria-prima e preço.



**Figura 3:** Matéria-prima na YGE.

Para entrar no processo produtivo a matéria prima é colocada num destroçador (Figura 4), de forma a obter a matéria-prima destroçada e pronta para o processo produtivo (Figura 5).



**Figura 4:** Destroçador da YGE.



**Figura 5:** Matéria-prima destroçada.

Posteriormente, a matéria-prima é colocada no *Self Feeder* (Figura 6), de forma a entrar controladamente na linha produtiva. Após a entrada na linha produtiva, a matéria-prima passa por um moinho de martelos (Figura 7) que a reduz de tamanho.





**Figura 6:** *Self Feeder* da YGE.



**Figura 7:** *Self Feeder* e Moinho de martelos.

Depois a matéria-prima passa num ciclone e é secada no secador (Figura 8). Após a secagem, a matéria-prima passa num duplo ciclone e é novamente moída num moinho de martelos (Figura 9).



**Figura 8:** Ciclone e secador do processo produtivo da YGE.



**Figura 9:** Duplo ciclone e segundo moinho de martelos do processo produtivo da YGE.

Após este processo, a matéria-prima passa por uma peneira de forma a separar as partículas finas das mais grossas, sendo que as mais finas, caso seja necessário vão para o depósito de combustível de forma a serem queimadas nas fornalhas (Figura 10) de aquecimento do ar do secador e do reator de torrefação.



**Figura 10:** *Fornalha* da YGE.

Seguidamente a matéria-prima atravessa o reator de torrefação (Figura 11), que tem estado fora de funcionamento. Atualmente este é utilizado para armazenamento da matéria-prima pois não se tem estado a produzir *pellets* torreficadas. Posteriormente, a matéria-prima vai para um misturador (Figura 12), através de sem-fins que têm sistema de arrefecimento com água. Este sistema de arrefecimento serve para que se possa arrefecer a estilha de biomassa torreficada, pois esta, sai do processo de torrefação a uma temperatura muito elevada.



**Figura 11:** Reator de torrefação.



**Figura 12:** Misturador.

De seguida é feita a pelletização (Figura 13), aí é necessário controlar a quantidade de água adicionada à matéria-prima de forma a pelletizar a maior quantidade possível de matéria-prima.

Após a pelletização, os *pellets* vão para uma peneira, onde são separados de partículas que não pelletizaram. Os *pellets* seguem para os silos de armazenagem (Figura 14) e as restantes partículas voltam para o misturador, de forma a serem pelletizadas posteriormente.



**Figura 13:** Pelletizadora.



**Figura 14:** Silos para armazenagem dos pellets.

## 6.2. Análise inicial do indicador OEE

O OEE é calculado apenas para um equipamento, no entanto, para este caso, o cálculo é feito para a linha de produção, pois ao acontecer algum problema em qualquer ponto da linha produtiva, toda ela é parada. Assim sendo, o equipamento selecionado para o cálculo deste indicador foi a pelletizadora, pois este é o último equipamento a fazer transformação no produto final e é o equipamento com mais relevância na produção.

O cálculo do OEE foi realizado com base no descrito na Seção 3.5 e tendo em conta os dados de produção de oito dias de trabalho – de 16 a 20 e de 23 a 25 de janeiro. Os dados sobre a produção, nomeadamente tempo de produção real, o tempo de produção planeado, a produção real e a produção prevista em termos que quantidades, encontram-se na Tabela 1.

É de referir que os valores relativos às quantidades de produto defeituoso e produtos totais não estão discriminados na tabela, pois já estão implícitos no valor da produção real, visto que esta só contabiliza o produto que cumpre os requisitos do cliente.

**Tabela 1:** Dados sobre a produção nos dias em análise para o OEE.

Dia	Tempo de Produção Real (h)	Tempo de Produção Planeado (h)	Produção Real (ton/dia)	Produção Prevista (ton/dia)
1	10,10	24,00	1,98	24,00
2	22,90	24,00	16,75	24,00
3	18,02	24,00	15,54	24,00
4	23,23	24,00	22,38	24,00
5	8,90	9,00	8,26	9,00
6	16,21	16,00	16,145	16,00
7	14,70	16,00	14,43	16,00
8	12,42	24,00	11,00	24,00
<b>Soma</b>	126,48	161,00	106,485	161,00

Tendo como base os dados da tabela anterior é possível calcular tanto a disponibilidade como a eficiência da produção, assim sendo:

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{\textit{Tempo de Produção Real}}{\textit{Tempo de Produção Planeado}} = \frac{126,48}{161,00} = 0,785 \implies \boxed{78,5\%}$$

$$\textit{Eficiência} = \frac{\textit{Produção Real}}{\textit{Produção Esperada}} = \frac{106,485}{161,00} = 0,661 \implies \boxed{66,1\%}$$

Após calcular a disponibilidade e a eficiência do equipamento, ou seja, da linha de produção é possível calcular o valor do OEE.

$$\textit{OEE} = \textit{Disponibilidade} \times \textit{Eficiência} \times \textit{Qualidade} = 0,785 \times 0,661 = 0,519 \implies \boxed{51,9\%}$$

Ao observar o valor do OEE (51,9%) é possível verificar que este é baixo e necessita ser melhorado. Assim sendo será aplicada a metodologia 5S.



### 6.3. Implementação de (5+1) S

#### Estado inicial da empresa

Antes da implementação da metodologia (5+1) S era possível verificar que o local de trabalho dos colaboradores da área de produção não se encontrava nas melhores condições. É possível verificar nas Figura 15 e Figura 16 a falta de organização e arrumação de ferramentas de manutenção na zona de produção. Já nas Figura 17 e Figura 18 é possível verificar a falta de limpeza tanto de tanques na zona de produção como da sala de controlo da produção. É de salientar que esta é uma empresa cuja linha produtiva emite bastante pó, o que torna tolerante o facto de alguns locais não estarem sempre limpos.

Na Figura 19 verifica-se a falta de segurança ao colocar paletes perto de uma saída da zona de produção que pode ser frequentada por empilhadores.



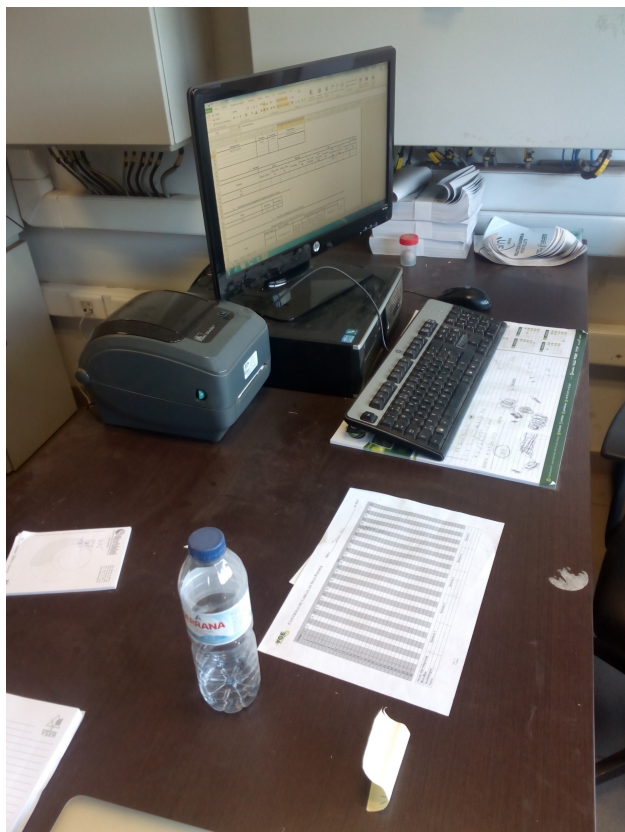
**Figura 15:** Estado inicial da empresa em relação à organização e arrumação.



**Figura 16:** Estado inicial da empresa em relação à organização e arrumação.



**Figura 17:** Estado inicial da empresa em relação à limpeza.



**Figura 18:** Estado inicial da empresa em relação à limpeza.



**Figura 19:** Falta de segurança na empresa.

### **Implementação da metodologia (5+1) S**

Para a implementação da metodologia (5+1) S é necessário a colaboração dos colaboradores da empresa, pois eles são os principais intervenientes e beneficiários desta implementação. Assim sendo, antes da aplicação da metodologia (5+1) S sensibilizaram-se os colaboradores para a aplicação desta metodologia. Esta sensibilização facilita a participação dos colaboradores na aplicação desta metodologia.

Como referido no Estado da arte, esta metodologia foi seguida pela ordem dos Ss. Na Tabela 2 estão os pontos realizados em cada etapa. Estes pontos estão descritos posteriormente.

**Tabela 2:** Pontos realizados em cada etapa da metodologia (5+1) S.

<b>Etapa</b>	<b>Pontos a realizar</b>
<b>1º S</b>	Separar os itens inúteis dos que são úteis.
	Manter no local todos os itens úteis.
	Eliminar os itens desnecessários.
	Eliminar informação desnecessária.
<b>2º S</b>	Identificar nos postos de trabalho as áreas de armazenamento e as áreas de segurança.
	Identificar os itens e locais de arrumação no local de trabalho.
	Arrumar cada item no seu local de forma a que os itens mais utilizados tenham um acesso mais facilitado.
<b>3º S</b>	Limpar o local de trabalho, incluindo, itens, locais de arrumação de itens e locais de segurança
	Manter os materiais de limpeza no local definido para esse fim.
<b>4º S</b>	Elaborar regras de organização e regras de limpeza.
	Divulgar as regras de organização e de limpeza.
	Sensibilizar os colaboradores, em particular o responsável pelo cumprimento das regras, da importância desse cumprimento.
<b>5º S</b>	Sensibilizar o responsável pelo cumprimento das regras de organização e de limpeza para a importância da realização de auditorias regulares.
<b>6º S</b>	Elaborar uma lista de regras de segurança.
	Sensibilizar o responsável pelo cumprimento das regras de segurança e pela importância da realização de auditorias regulares.

### 1ª Etapa: Seiri – organizar

Nesta fase foi feito um levantamento dos itens presentes em cada posto a implementar a metodologia (5+1) S. Posteriormente e com a cooperação dos colaboradores, tal como referido no Estado da arte, foi avaliada a taxa de utilização de cada item de forma a manter os itens úteis

no local de trabalho e os inúteis serem eliminados ou colocados noutra local. É de salientar que itens inclui material e informação.

### 2ª Etapa: Seiton – Arrumar

Nesta etapa foram definidos os locais de arrumação de cada item, isto, consoante a sua utilização. Posteriormente foram arrumados os itens, como se pode verificar nas Figura 20 e Figura 21.



**Figura 20:** Arrumação de material de manutenção.



**Figura 21:** Arrumação da mesa de manutenção com algumas ferramentas.

### 3ª Etapa: Seiso – Limpar

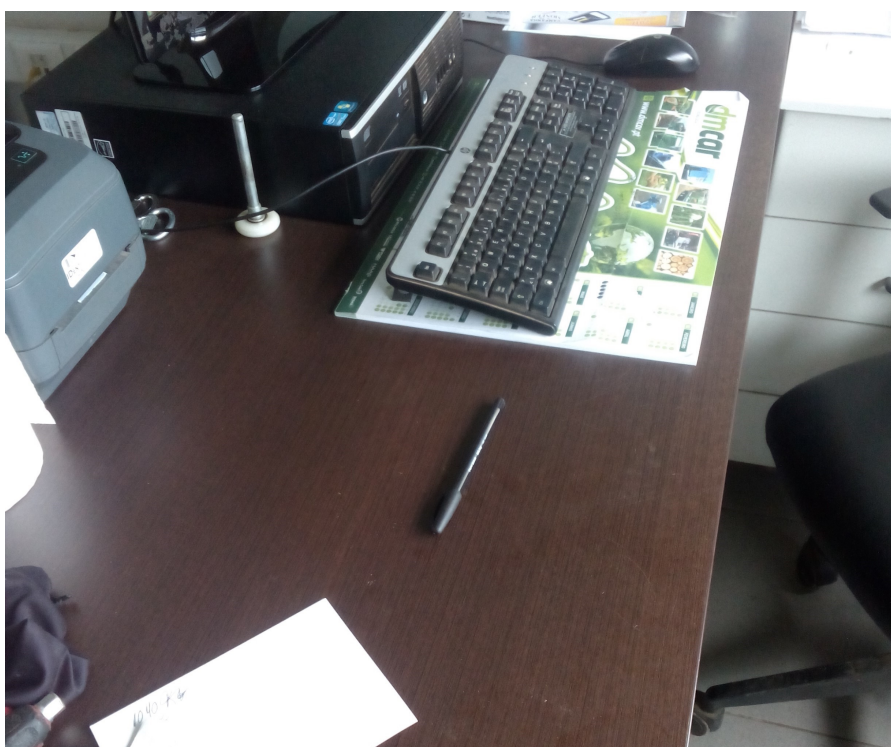
Esta fase foi realizada em paralelo com as etapas anteriores, de forma a que o local de trabalho já ficasse limpo aquando da arrumação dos itens.

Foi necessário definir quais os períodos de limpeza de cada zona, para tal foi imprescindível sensibilizar os trabalhadores para a limpeza regular e foi definido que o chefe de turno será responsável por verificar a limpeza nos períodos estabelecidos.

Pelas Figura 22 e Figura 23 pode perceber-se a limpeza da fábrica.



**Figura 22:** Área produtiva limpa.



**Figura 23:** Secretária da sala de controlo limpa.



#### 4ª Etapa: *Seiketsu* – Normalizar

Nesta fase foram definidas as regras de organização e de limpeza, que se encontram nos Anexo A e Anexo B, respetivamente. E foi feita a normalização e formalização das regras definidas anteriormente, de forma a que os colaboradores adotem essas novas regras.

Esta fase tem como objetivo assegurar que os colaboradores não regridam para os hábitos anteriores. Este objetivo será assegurado pelo chefe de turno.

#### 5ª Etapa: *Shitsuke* – Autodisciplinar

Nesta etapa é necessário garantir que as regras são cumpridas, para tal, deve ser monitorizado o cumprimento das mesmas. Esta monitorização tem de ser mais regular no início, devido ao facto de a mudança de hábitos ser difícil, de forma a que os colaboradores não regridam para os hábitos antigos. Isto leva a que se obtenham resultados positivos após a implementação do 5S.

A auditoria do cumprimento destas regras será realizada pelo chefe de turno.

#### 6ª Etapa: Segurança

Esta fase foi realizada aquando das restantes, pois os itens devem estar em locais que não interferem negativamente com a segurança dos colaboradores. Sensibilizou-se os colaboradores para a importância da manutenção dos equipamentos de segurança (extintores e chuveiro e lava-olhos de urgência), assim como para a importância do cumprimento das regras de segurança, que se encontram no Anexo C.

As regras de segurança serão auditadas periodicamente ou sempre, consoante as regras, pelo chefe de turno.

Na Figura 24 é possível verificar a sinalização de algumas regras de segurança.



**Figura 24:** Sinalização das regras de segurança.

#### 6.4. Análise do indicador OEE após a implementação da metodologia (5+1) S

À semelhança do cálculo inicial do indicador OEE, a avaliação é feita para a linha de produção, pois ao acontecer algum problema em qualquer ponto da linha produtiva, toda ela é parada. Assim sendo, o equipamento selecionado para o cálculo deste indicador foi a *pelletizadora*, pois este é o último equipamento a fazer transformação no produto final e é o equipamento com mais relevância na produção.

O cálculo do OEE foi realizado com base no descrito na Secção 3.5 e tendo em conta os dados de produção de nove dias de trabalho – de 2 a 5 e de 8 a 12 de maio. Os dados sobre a produção, nomeadamente tempo de produção real, o tempo de produção planeado, a produção real e a produção prevista em termos que quantidades, encontram-se na Tabela 3.

Tal como anteriormente, é de referir que os valores relativos às quantidades de produto defeituoso e produtos totais não estão discriminados na tabela, pois já estão implícitos no valor da produção real, visto que esta só contabiliza o produto que cumpre os requisitos do cliente.

**Tabela 3:** Dados sobre a produção nos dias em análise para o OEE.

Dia	Tempo de Produção Real (h)	Tempo de Produção Planeado (h)	Produção Real (ton/dia)	Produção Prevista (ton/dia)
1	13,42	16,00	12,36	16,00
2	12,20	16,00	9,96	16,00
3	8,52	16,00	4,77	16,00
4	6,61	16,00	2,70	16,00
5	0,00	8,00	0,10	8,00
6	13,48	16,00	11,62	16,00
7	14,82	16,00	14,22	16,00
8	8,68	16,00	7,36	16,00
9	0,00	8,00	0,92	8,00
<b>TOTAL</b>	<b>77,73</b>	<b>128,00</b>	<b>64,01</b>	<b>128,00</b>

Tendo como base os dados da tabela anterior é possível calcular tanto a disponibilidade como a eficiência da produção, assim sendo:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Produção Real}}{\text{Tempo de Produção Planeado}} = \frac{77,73}{128,00} = 0,607 \Rightarrow \boxed{60,7\%}$$

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Planeada}} = \frac{64,01}{128,00} = 0,500 \Rightarrow \boxed{50,0\%}$$

Após calcular a disponibilidade e a eficiência do equipamento, ou seja, da linha de produção é possível calcular o valor do OEE.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade} = 0,607 \times 0,500 = 0,304 \Rightarrow \boxed{30,4\%}$$

Ao observar o valor do OEE (30,4%) é possível verificar que este é inferior ao valor do OEE antes da implementação da metodologia (5+1) S, que era de 51,9%.

## 7. Discussão de Resultados

Neste capítulo é feita uma breve discussão dos resultados obtidos em relação ao indicador OEE.

Como referido anteriormente, o valor do OEE final é inferior ao valor inicial. Isto pode advir de diversas razões. Desde já, apesar da implementação da metodologia 5S, as paragens na produção continuam a ter a mesma fonte, entre elas estão problemas na linha de produção, como encravamentos em diversos pontos da linha produtiva, por exemplo nos moinhos de martelos, na transportadora de copos, na pelletizadora, entre outros. Outra razão para as paragens da produção é a falta de matéria-prima.

É de salientar que a metodologia 5S não é a mais adequada para melhorar o indicador OEE, visto que esta tem como principal objetivo a melhoria das condições do local de trabalho, como a organização e a limpeza. Enquanto que o indicador OEE está mais relacionado com a manutenção, assim sendo, uma metodologia a implementar futuramente, de forma a aumentar o valor do indicador é a metodologia *Total Productive Maintenance*.

## 8. Conclusão

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões deste projeto.

O *Lean Manufacturing* ajuda as empresas a evoluir juntamente com as exigências do mercado, pois permite às empresas a eliminação e redução de desperdícios. Por essa razão muitas empresas implementam as metodologias *lean*.

Este trabalho tinha como objetivos a implementação da metodologia 5S com o acrescento de um novo S que era relativo à segurança, a caracterização da linha produtiva através da avaliação do indicador OEE e, por último, a publicação de um artigo científico ou conferência. Os dois primeiros objetivos foram concluídos, no entanto, o último, por falta de tempo, não foi concluído até à data, ficando, no entanto, em aberto a sua realização brevemente.

Foi feita uma avaliação do indicador *Overall Equipment Efficiency* antes e após a implementação da metodologia *lean* 5S. Seria de esperar que o valor do indicador OEE aumentasse, no entanto isto não aconteceu, pois, para melhorar o OEE era necessário melhorar cada índice individualmente (disponibilidade, eficiência e qualidade), o que não foi feito neste projeto.

Tal situação também se deveu a constrangimentos da própria empresa, já que por ser uma unidade dedicada também à investigação e desenvolvimento, foi necessário interromper a produção contínua por diversas vezes para serem realizados ensaios com diferentes formas de biomassa.

No entanto, verificou-se que, apesar de se constatar uma diminuição do valor do indicador OEE, a opinião generalizada dos colaboradores da empresa é de que o funcionamento se tornou muito mais facilitado.

A metodologia 5S é uma metodologia bastante adaptável pelo que pode ser aplicada em qualquer situação ou área.

Para além de sugerir a aplicação da metodologia TPM na Discussão de Resultados, também sugiro a implementação da ferramenta de gestão visual de forma a que os colaboradores possam localizar mais facilmente os itens que necessitam.

### 8.1. Trabalhos futuros

Para posteriores trabalhos relacionados com a empresa em estudo, sugiro a implementação de metodologias para melhor organização e comunicação, entre ela, a gestão visual, o diagrama

causa-efeito. De forma a melhorar o OEE, sugiro a implementação da metodologia *Total Productive Maintenance*, pois esta poderá ter mais influência no indicador OEE.

## 9. Bibliografia

- Almeida, João Pedro Tavares. 2015. *Aplicação de Metodologias E Ferramentas Lean No Processo Produtivo Da Heliflex, Tubos E Mangueiras, S.A.*
- Azizi, Amir. 2015. "Evaluation Improvement of Production Productivity Performance Using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance." *Procedia Manufacturing* 2(February): 186–90..
- Cherrafi, Anass et al. 2016. "The Integration of Lean Manufacturing, Six Sigma and Sustainability: A Literature Review and Future Research Directions for Developing a Specific Model." *Journal of Cleaner Production* 139: 828–46.
- Chowdary, Boppana V., and Damian George. 2013. "Improvement of Manufacturing Operations at a Pharmaceutical Company: A Lean Manufacturing Approach." *Journal of Manufacturing Technology Management* 23: 56–75.
- Citeve. 2012. "Ferramenta de Desenvolvimento E Aplicação Do Lean Thinking No STV."
- Cruz, Nuno Miguel Pereira da. 2013. *Implementação de Ferramentas Lean Manufacturing No Processo de Injeção de Plásticos.*
- Dewi, Septika Rosiana, Budi Setiawan, and W P Susatyo Nugroho. 2013. "5S Program to Reduce Change-over Time on Forming Department (Case Study on CV Piranti Works Temanggung)." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 46: 1–12.
- Freitas, Filipa Alexandra Alves de. 2014. *Implementação de Ferramentas Lean Na Empresa de Cervejas Da Madeira.*
- Gomes, Ana Lúcia Figueiredo. 2014. *Ações de Melhoria Lean Numa Célula de Produção.*
- Gomes, João Pedro Moreira. 2014. *Aplicação Da Filosofia Lean Manufacturing Numa Central de Triagem de Resíduos Sólidos Urbanos.*
- Gordon, James. 2015. "What Is Jidoka and How Can Jidoka Improve Your Business?" *The Leadership Network.*
- Jasti, Naga Vamsi Krishna, and Rambabu Kodali. 2014. "Lean Production: Literature Review and Trends." *International Journal of Production Research* 53(August): 1–19.
- Jiménez, Mariano, Luis Romero, Manuel Domínguez, and María del Mar Espinosa. 2015. "5S Methodology Implementation in the Laboratories of an Industrial Engineering University School." *Safety Science* 78: 163–72.
- Kull, Thomas J., Tingting Yan, Zhongzhi Liu, and John G. Wacker. 2014. "The Moderation of Lean Manufacturing Effectiveness by Dimensions of National Culture: Testing Practice-Culture Congruence Hypotheses." *International Journal of Production Economics* 153: 1–12.

- Li, Shuquan, Xiuyu Wu, Yuan Zhou, and Xin Liu. 2016. "A Study on the Evaluation of Implementation Level of Lean Construction in Two Chinese Firms." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (December): 0–1.
- Monteiro, Eliseu, Vishveshwar Mantha, and Abel Rouboa. 2012. "Portuguese Pellets Market: Analysis of the Production and Utilization Constrains." *Energy Policy* 42: 129–35.
- Neves, Claudinete Simone Cabral. 2015. *Implementação Da Metodologia Dos 5S Na USF Celsaúde*.
- Nunes, Bruno Daniel Oliveira. 2014. *Aplicação de Ferramentas Lean Numa Célula de Produção*.
- Nunes, L. J R, J. C O Matias, and J. P S Catalao. 2016. "Torrefied Biomass Pellets: An Alternative Fuel for Coal Power Plants." *International Conference on the European Energy Market, EEM 2016*–July.
- Nunes, L. J R, J. C O Matias, and J. P S Catalão. 2016. "Wood Pellets as a Sustainable Energy Alternative in Portugal." *Renewable Energy* 85: 1011–16.
- Nunes, LJR, JCO Matias, and JPS Catalão. 2014. "Economic and Sustainability Comparative Study of Wood Pellets Production in Portugal, Germany and Sweden." *Proceedings of the International ...* 1(12): 526–31.
- Oechsner, Richard et al. 2003. "From Overall Equipment Efficiency ( OEE ) to Overall Fab Effectiveness ( OFE )." 5: 333–39.
- Pinto, João Paulo. 2014. "Introdução Ao Pensamento Lean." *Pensamento lean - A filosofia das organizações vencedoras*.
- Puvanasvaran, Perumal, Chan Yun Kim, and Teoh Yong Siang. 2012. "Overall Equipment Efficiency ( Oee ) Improvement Through Integrating Quality Tool : Case Study." (October): 15–16.
- Sahu, Shekhar, Lakhan Patidar, and Pradeep Kumar Soni. 2015. "5S Transfusion To Overall Equipment Effectiveness (Oee) for Enhancing Manufacturing Productivity." *International Research Journal of Engineering and Technology*: 2395–56.
- Silva, André Castelo Madail da. 2014. *Sistemas de Apuramento de Custos Segundo Metodologias Lean : Estudo de Caso*.
- Valente, Filipe Daniel Silva. 2012. *Melhoria Da Disponibilidade Dos Equipamentos Para O Aumento Do OEE*.
- Wahab, Amelia Natasya Abdul, Muriati Mukhtar, and Riza Sulaiman. 2013. "A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions." *Procedia Technology* 11(Iceei): 1292–98.



Anexos

## Anexo A: Regras de organização de YGE

## Regras de Organização



Após a utilização, colocar cada item no seu local de arrumação.

Manter cada item no local definido.

Colocar as ferramentas no carrinho de ferramentas.

Manter o carrinho de ferramentas na zona de manutenção.

Manter o empilhador junto ao carregador de baterias.

Manter o tanque de gasóleo no local definido.

Manter os lubrificantes no local definido na zona de manutenção.

## Anexo B: Regras de limpeza da YGE

## Regras de Limpeza



Os materiais e ferramentas devem estar limpos após a utilização.

O material de limpeza deve ser limpo após a utilização.

No final do primeiro turno de cada dia, limpar a zona de produção.

No final do segundo turno de cada dia, limpar a sala de controlo da produção.

No final do primeiro turno de cada dia, limpar os equipamentos de segurança.

## Anexo C: Regras de Segurança da YGE

## Regras de Segurança



Utilizar sempre botas de proteção.

Utilizar sempre capacete de proteção.

Utilizar sempre auriculares de proteção.

Quando necessário, utilizar máscara de proteção.

Verificar, no primeiro dia útil de cada mês os equipamentos de segurança (extintores e chuveiro e lava-olhos de urgência).