



# A IMPORTANCIA DA INTEGRACAO DA SEGURANCA NA FILOSOFIA LEAN ? CASO DE ESTUDO

**INÊS MACHADO GONÇALVES**

novembro de 2018

# A IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DA SEGURANÇA NA FILOSOFIA LEAN – CASO DE ESTUDO

Inês Machado Gonçalves

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial  
Departamento de Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

## A IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO DA SEGURANÇA NA FILOSOFIA LEAN – CASO DE ESTUDO

Inês Machado Gonçalves  
1120414

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do professor José Carlos Sá.

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial  
Departamento de Mecânica





## JÚRI

### **Presidente**

Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes  
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Orientador**

Mestre/Especialista José Carlos Sá  
Professor Adjunto Convidado, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Co-Orientador**

Doutora Maria Antónia Maio Nunes da Silva Gonçalves  
Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

### **Arguente**

Doutor António Mário Henriques Pereira  
Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia e Gestão – Instituto Politécnico de Leiria



## AGRADECIMENTOS

Queria agradecer,

Ao Professor José Carlos Sá, pela excelente orientação, apoio e disponibilidade demonstrados ao longo deste percurso.

Ao Diretor de Curso, Professor Manuel Pereira Lopes por estar sempre disponível para tudo.

A todos os docentes do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial que contribuíram para a minha formação.

Ao Instituto Superior de Engenharia do Porto onde realizei todo o meu percurso académico.

Às empresas que me receberam para testar o meu trabalho, *Verallia* e empresa X.

Aos meus pais.

Ao Manel.

Muito obrigada!



## **PALAVRAS CHAVE**

Segurança, *Lean*, *Lean Tools*, *Lean Safety*, *Safety Stream Mapping*

## **RESUMO**

Na atualidade, e cada vez mais, a competitividade entre organizações é uma realidade crescente. A filosofia *Lean* já provou ajudar as empresas a melhorar a sua produtividade e reduzir desperdícios. A relação entre *Lean* e segurança, o *Lean Safety*, não é claramente entendida, o que está errado, uma vez que estas duas temáticas são compatíveis e ambas se esforçam para melhorar processos. As premissas básicas do *Lean*, oferecem possibilidades potenciais no tratamento da segurança e as *Lean Tools* têm impacto na segurança ocupacional.

O objetivo deste trabalho prende-se nisso mesmo, explicar a relação entre *Lean* e segurança e tornar estes dois conceitos compatíveis através de um modelo de integração da segurança na filosofia *Lean*, uma metodologia designada por – *Safety Stream Mapping (SSM)*.

O *SSM* é uma metodologia inspirada no *Value Stream Mapping (VSM)* que permite, através da observação de um esquema a cores, perceber as áreas/processos pertencentes ao fluxo produtivo da organização, qual o risco associado e qual a causa da falta de segurança, facilitando assim a perceção da avaliação de riscos da empresa. Esta metodologia apresenta um conjunto de *Lean Tools* adequadas para o tratamento da falta de segurança, tendo em conta a causa associada à mesma.

De forma a testar esta metodologia foram realizados dois casos de estudo em duas empresas diferentes. A implementação do *SSM* permitiu saber quais as áreas ou etapas do processo produtivo com maiores riscos ocupacionais, de uma forma intuitiva e de fácil interpretação, estando a avaliação de riscos de cada empresa resumida em apenas uma folha.



**KEYWORDS**

*Safety, Lean, Lean Tools, Lean Safety, Safety Stream Mapping*

**ABSTRACT**

*Nowadays, the competitiveness between organizations is a growing reality. The Lean philosophy has proven to help companies improve their productivity and reduce waste. The relationship between Lean and safety, Lean Safety, is not clearly understood, which should not be the case, since these two topics are compatible and both strive to improve processes. Lean basic assumptions offer potential possibilities for handling safety and Lean Tools have an impact on occupational safety.*

*This work's objective is to explain the relationship between Lean and Safety and to make these two concepts compatible through a safety integration model in the Lean philosophy, a methodology known as Safety Stream Mapping (SSM).*

*The SSM is a methodology based on Value Stream Mapping (VSM) that allows, through the observation of a color scheme, to perceive the areas/processes belonging to the productive flow of the organization, what is the associated risk and what is the cause of the lack of safety, thus facilitating the understanding of the company's risk assessment. This methodology presents a set of Lean Tools suitable for the treatment of the lack of safety, taking into account the cause associated with it.*

*In order to test this methodology, two case studies were carried out in two different companies. The SSM implementation allowed us to know which areas or stages of the productive process have the highest occupational risks, in an intuitive and easy-to-interpret way due to the risk assessment of each company being summarized in a single sheet.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

<i>C</i>	Consequência
<i>E</i>	Exposição
<i>EQ</i>	Equipamento
<i>ESP</i>	Espaço
<i>GP</i>	Grau de perigo
<i>HUM</i>	Humano
<i>NC</i>	Nível de Consequência
<i>NP</i>	Nível de Probabilidade
<i>NR</i>	Nível de Risco
<i>P</i>	Probabilidade

### Lista de Siglas

<i>DREAM</i>	<i>Define, Recognize, Evaluate, Apply, Monitor</i>
<i>ECTR</i>	<i>Eliminate, Control, Train, Require</i>
<i>LPS</i>	<i>Last Planner System</i>
<i>OEE</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
<i>SMED</i>	<i>Single Minute Exchange Die</i>
<i>SSM</i>	<i>Safety Stream Mapping</i>
<i>TPM</i>	<i>Total Productive Maintenance</i>
<i>VSM</i>	<i>Value Stream Mapping</i>



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Muda</i>	Desperdício, atividades que não agregam valor
<i>Mura</i>	Irregularidade e inconsistência
<i>Muri</i>	Sobrecarga por parte dos colaboradores ou das máquinas
<i>Seiri</i>	Senso de utilização
<i>Seiton</i>	Senso de organização
<i>Seiso</i>	Senso de limpeza
<i>Seiketsu</i>	Senso de padronização
<i>Shitsuke</i>	Senso de disciplina



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	OBJETIVOS DO TRABALHO .....	1
1.2	METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	2
1.3	ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	2
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1	CONCEITO LEAN .....	7
2.1.1	3 M'S.....	9
2.1.2	LEAN TOOLS E INDICADORES DE PERFORMANCE .....	10
2.2	SEGURANÇA .....	17
2.2.1	CONCEITOS DE SEGURANÇA.....	17
2.2.2	AVALIAÇÃO DE RISCOS .....	18
2.3	LEAN SAFETY.....	19
3	DESENVOLVIMENTO .....	29
3.1	SAFETY STREAM MAPPING .....	29
3.2	VERALLIA.....	33
3.2.1	CASO DE ESTUDO.....	34
3.2.2	SSM VERALLIA.....	40
3.3	EMPRESA X.....	41
3.3.1	CASO DE ESTUDO.....	44
3.3.2	SSM EMPRESA X .....	49
4	CONCLUSÕES .....	53
4.1	TRABALHOS FUTUROS.....	54
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	57



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO DOS SETE DESPERDÍCIOS (ADAPTADO DE 4LEAN(2011))	9
FIGURA 2.MUDA, MURA, MURI (ADAPTADO DE CITISYSTEMS (2014))	10
FIGURA 3. PILARES TPM (ADAPTADO DE (NUNO & PINTO,(2012))	13
FIGURA 4. CONCEITO 7S (ADAPTADO DE VINODH, ARVIND, & SOMANAATHAN, (2011))	24
FIGURA 5. INSTALAÇÕES VERALLIA	33
FIGURA 6. SSM VERALLIA	40
FIGURA 7. VSM EMPRESA X	43
FIGURA 8. SSM EMPRESA X	49



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. RELAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS LEAN E OS PROGRAMAS DE SEGURANÇA (ADAPTADO DE PRAKASH (2010))	21
TABELA 2. IMPACTO DAS FERRAMENTAS LEAN NA SEGURANÇA (ADAPTADO DE PRAKASH (2010))	22
TABELA 3. FORMA COMO AS FERRAMENTAS LEAN AJUDAM NA REDUÇÃO DAS TAXAS DE ACIDENTES (ADAPTADO DE BAJJOU, CHAFI, & EN-NADI, (2017))	23
TABELA 4. MÉTODO DREAM	25
TABELA 5. NÍVEIS DE RISCO ASSOCIADOS À FALTA DE SEGURANÇA	30
TABELA 6. MÉTODO PROBABILIDADE CONSEQUÊNCIA	30
TABELA 7. MÉTODO <i>WILLIAM FINE</i>	30
TABELA 8. MÉTODO DAS MATRIZES	31
TABELA 9. <i>LEAN TOOLS</i> ASSOCIADAS A CADA CAUSA DE FALTA DE SEGURANÇA	31
TABELA 10. VANTAGENS DAS METODOLOGIAS ESCOLHIDAS	32
TABELA 11. CLASSIFICAÇÃO DAS CAUSAS TENDO EM CONTA EXEMPLOS DA EMPRESA VERALLIA	35
TABELA 12. RESULTADOS COMPOSIÇÃO DE MATÉRIAS PRIMAS	36
TABELA 13. RESULTADOS VIDRO QUENTE	36
TABELA 14. RESULTADOS VIDRO FRIO	36
TABELA 15. RESULTADOS EXPEDIÇÃO	37
TABELA 16. NÍVEL DE CONSEQUÊNCIA	38
TABELA 17. NÍVEL DE DEFICIÊNCIA	38
TABELA 18. NÍVEL DE EXPOSIÇÃO	38
TABELA 19. RESULTADOS ARMAZÉM DE FIO	44
TABELA 20. RESULTADOS URDISSAGEM	45
TABELA 21. RESULTADOS TECELAGEM	45
TABELA 22. RESULTADOS REVISTA/ACABAMENTOS	46
TABELA 23. RESULTADOS CONFEÇÃO LATERAL	46
TABELA 24. RESULTADOS CONFEÇÃO AUTOMÁTICA	47
TABELA 25. RESULTADOS REVISTA	47
TABELA 26. RESULTADOS ARMAZÉM DE EXPEDIÇÃO	48

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

FÓRMULA 1. CONTAGEM DE OCORRÊNCIAS POR CAUSA .....	35
FÓRMULA 2. MÉDIA DO NÍVEL DE RISCO ASSOCIADO A CADA CAUSA .....	35
FÓRMULA 3. CÁLCULO DO NÍVEL DE RISCO .....	37
FÓRMULA 4. CÁLCULO DO NÍVEL DE PROBABILIDADE .....	38

# INTRODUÇÃO

- 1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO
- 1.2 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO
- 1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

# 1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, a filosofia *Lean* é já bastante reconhecida em toda a parte do mundo, pelos os benefícios que traz a uma organização. Existe imensa literatura a relatar os seus benefícios e limitações, bem como casos práticos que mostram de que forma a aplicação do *Lean* traz benefícios e melhorias na organização.

Num mercado cada vez mais competitivo, o uso do *Lean* é importante para a sobrevivência e sucesso das organizações. A aplicação de ferramentas *Lean*, conhecidas pelas *Lean Tools*, permitem às empresas atingir fortes benefícios quando estas são implementadas adequadamente, focando-se na redução e eliminação de desperdícios e desta forma na obtenção de uma maior produtividade e rentabilidade.

Por outro lado, e não menos importante, a questão da segurança é outro fator que cada vez mais as organizações têm em consideração. A falta de segurança é uma forma de desperdício, os acidentes de trabalho são eventos desperdiçados e sem valor agregado e desta forma, a formação em segurança permite obter bons resultados.

Este trabalho surge com o intuito de unir os conceitos da segurança à filosofia *Lean* através do desenvolvimento de uma metodologia de integração tendo como base de orientação o *Value Stream Mapping (VSM)*. Esta metodologia, intitulada *Safety Stream Mapping (SSM)* permite ter uma visão macro dos riscos ocupacionais da organização, de uma forma mais simples e intuitiva, de forma a perceber os riscos ocupacionais existentes na organização, e através das *Lean Tools*, diminuir o risco de ocorrência.

Como forma de validação desta metodologia, foram realizados dois casos de estudo, na empresa *Verallia*, empresa que se dedica à produção de embalagens de vidro, sediada na Figueira da Foz e na Empresa x. A realização dos casos de estudo nestas duas empresas, permitiu perceber a performance da metodologia criada.

## 1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O principal objetivo deste trabalho centra-se no desenvolvimento de uma metodologia que permita a todos os intervenientes uma visão macro e de fácil interpretação do nível de segurança e nível de risco da organização.

A avaliação de riscos tem um papel muito importante dentro das organizações, no entanto, é uma análise bastante detalhada e de elevada complexidade e a maior parte das vezes muito extensa. Pretende-se, com a criação desta metodologia, que o entendimento da avaliação de riscos seja alcançável para qualquer interveniente, direto ou indireto à organização, oferecendo uma visão macro, em forma de esquema, dos níveis de risco associados a cada área, bem como o conhecimento da causa das falhas de segurança.

## 1.2 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A elaboração e desenvolvimento deste trabalho foi realizado seguindo a metodologia de investigação designada por *Action Research*. Esta metodologia baseia-se num processo de investigação e pesquisa, que permita diagnosticar um problema e consequentemente o desenvolvimento de soluções que permitam a sua melhoria (Coutinho et al., 2009).

Susman & Evered (1978) distingue 5 etapas que devem ser seguidas durante a investigação, nomeadamente, diagnóstico, planeamento, implementação, avaliação e conclusão.

Relativamente à aplicabilidade desta metodologia ao trabalho realizado, o objetivo centra-se no desenvolvimento de uma metodologia que permita de uma forma prática e eficaz a integração da segurança na filosofia *Lean*. Para isso, houve a necessidade de recolher informação relativamente às duas principais temáticas, a segurança e o *Lean* e perceber de que forma é que se poderiam relacionar e quais as soluções de integração já existentes. A fase seguinte passou pelo desenvolvimento da metodologia, neste caso, o desenvolvimento do *Safety Stream Mapping*. Após o desenvolvimento, segue-se a implementação da metodologia através de dois casos de estudo em empresas, com a consequente avaliação da mesma e dos resultados obtidos.

## 1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente relatório é composto por seis capítulos principais. Foi desenvolvido um método de estrutura sequencial para facilitar a compreensão de toda a evolução do projeto e do trabalho desenvolvido.

O primeiro e presente capítulo, diz respeito à introdução e pretende dar a conhecer o trabalho realizado e os objetivos que se pretendem alcançar.

O segundo capítulo, referente à revisão bibliográfica, apresenta uma pesquisa extensa e um enquadramento teórico das áreas que apresentam relevância no âmbito de estudo. Neste capítulo e tendo em conta o tema proposto, integração da segurança na filosofia *Lean*, abordam-se temas como o conceito *Lean*, a segurança e o *Lean Safety*, sendo apresentados casos práticos e que sustentam toda a pesquisa realizada.

O desenvolvimento de todo o trabalho é apresentado no capítulo 3. Este capítulo inicia-se com a explicação da metodologia criada e de seguida com a apresentação do caso de estudo na empresa *Verallia*, e na Empresa x, onde se fica a conhecer um pouco das empresas e de todo o trabalho realizado nas mesmas, bem como os resultados alcançados.

No quarto capítulo estão apresentadas as conclusões que foram possíveis retirar na elaboração deste trabalho.

Por último, o capítulo 5 diz respeito à bibliografia, onde estão representadas todas as fontes de pesquisa que sustentaram todo o trabalho e todo o enquadramento teórico do tema.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1 CONCEITO LEAN

### 2.1.1 3 M'S

### 2.1.2 LEAN TOOLS E INDICADORES DE PERFORMANCE

## 2.2 SEGURANÇA

### 2.2.1 CONCEITOS DE SEGURANÇA

### 2.2.2 AVALIAÇÃO DE RISCOS

## 2.3 LEAN SAFETY



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONCEITO LEAN

O conceito *Lean* é considerado por diversos autores como sendo uma técnica de redução de desperdícios, mas, na prática, a sua utilização maximiza o valor do produto através da redução dos desperdícios (Sabadka, Molnar, & Fedorko, 2017).

Em 1988, *Tachii Ohno* apresentou no seu livro "*Toyota Production System: beyond large-scale production*" sete desperdícios, responsáveis pela baixa produtividade das empresas. De acordo com o autor, os desperdícios que existem ao longo do fluxo de produção são responsáveis por diversas perdas, sendo o conhecimento da sua localização crucial para sua identificação e posterior eliminação, uma vez que estes, representam fontes de custos e de baixa produtividade que colocam em risco a sustentabilidade da organização (Ohno, 1988).

Voss & Blackmon (1996), definiram a produção *Lean*, como sendo um dos “seis critérios cruciais para avaliar as melhores práticas e performance das organizações”.

Womack, Jones, & Roos (1990), definiram o conceito do *Lean* como sendo uma filosofia interna da organização, que procura a eliminação da muda (desperdícios) no livro "*The Machine that Changed the World*". O autor defendia que o regime de produção das organizações deveria ser baseado na deteção e eliminação de desperdícios (muda). No entanto a resistência à mudança, sempre foi e continua a ser um entrave na adoção desta filosofia.

O termo *Lean* foi adotado de forma a caracterizar este novo regime de produção, em comparação ao regime de produção em massa, que permite diminuir o esforço dos operários em fábrica, o espaço de fabricação, o investimento em ferramentas, as horas de planeamento para desenvolver novos produtos e requer também uma menor quantidade de *stocks*, além de resultar em menos defeitos e produzir uma maior variedade de produtos (Picchi, 2003).

Algumas pesquisas apontam que, as principais dificuldades que as empresas enfrentam na tentativa de aplicação do *Lean*, passam pela falta de motivação por parte da gestão de topo de incutir o conceito aos seus colaboradores e falta de planeamento e acompanhamento dos projetos (Bhasin & Burcher, 2006).

Womack et al., (1990), defendiam que a resistência à mudança era apenas uma questão psicológica e que a gestão de topo deveria incentivar o espírito de trabalho em grupo nos seus colaboradores, bem como apoiar na formação de ferramentas e técnicas *Lean*, que permita às organizações melhorar os seus recursos e eliminar os desperdícios existentes a curto prazo.

Desta forma, em 2003, *Womack, J.P. e Jones D.T.*, apresentaram o conceito de “Lean Thinking” na sua obra “*Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*” com o objetivo de apresentar as ideias chave desenvolvidas por *Taiichi Ohno* no “*Toyota Production System (TPS)*”.

*McDonald et al. (2002)* relataram que áreas-chave do *Lean Manufacturing* foram definidas por *James-Moore e Gibbons (1997)* da seguinte forma:

- Flexibilidade;
- Eliminação de desperdícios;
- Otimização;
- Monitorização dos processos;
- Envolvimento das pessoas;

Segundo Ferraz Fabbri (2011), a metodologia *Lean Thinking* apresenta cinco princípios básicos que visam possibilitar à organização, uma maior flexibilidade e capacidade de resposta à real necessidade do cliente.

- Definir o que é o valor para o cliente;
- Identificar o fluxo de valor de cada produto;
- Criar um fluxo contínuo;
- Uso da produção *pull* ao invés da produção *push*;
- Melhoria contínua.

Segundo Pinto (2008), a compreensão do significado do termo “valor” por parte da gestão, é fundamental, pois é necessário que todos os processos existentes fiquem claramente orientados para o cliente, uma vez que, no fundo, a designação de valor ser o que o cliente está disposto a pagar pelo produto/serviço.

Bicheno & Holweg (2009), afirmam que as organizações bem-sucedidas precisam integrar mudanças sistemáticas com as necessidades do cliente, estratégia e pessoas no negócio. Aborda ainda o conceito de empresa *Lean*, afirmando que são este tipo de empresas as que conseguem ser mais competitivas.

### 2.1.1 3 M'S

A *Toyota* desenvolveu o seu sistema de produção, com foco na eliminação das três principais práticas que geram desperdício e que devem ser eliminadas, conhecidas pelos 3M's (*Muda, Mura e Muri*).

*Muda* representa os desperdícios, que são descritos como atividades que através da utilização de recursos aumentam os tempos e os custos de produção, não agregando valor. Num sistema de produção, os desperdícios podem ser fáceis de identificar e com pequenas alterações, é possível obter grandes vantagens económicas. Com o objetivo de alcançar melhorias na produtividade, qualidade e prazo de entrega dos produtos, foram identificados os sete tipos de desperdícios, representados na figura 1 (Ohno, 1988).

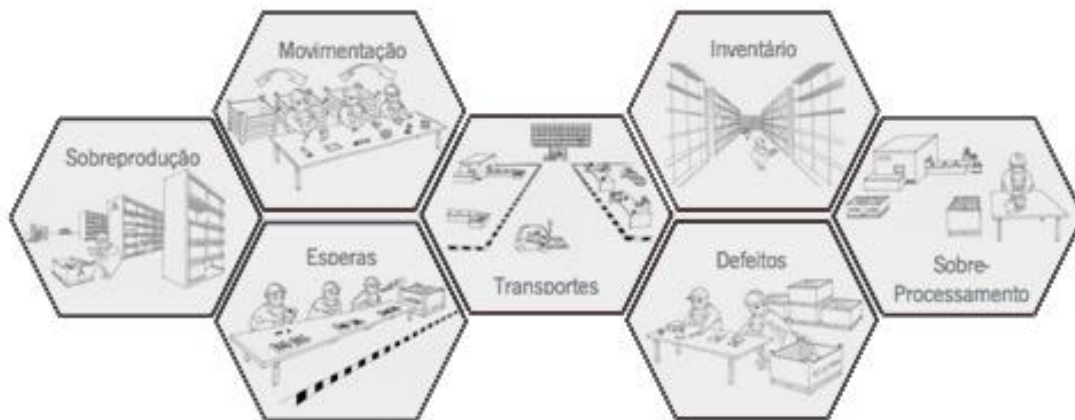


Figura 1. Representação dos sete desperdícios (adaptado de 4Lean(2011))

*Mura* representa inconsistência e irregularidade. Pode ser definido também como sendo a variação na operação de um processo, não causada pelo cliente final. Representa o desnivelamento do trabalho ou máquinas.

*Muri*, diz respeito à sobrecarga por parte dos operadores ou das máquinas quando estes têm sobrecarga de trabalho. Essa sobrecarga gera quebras quando se trata de máquinas e falta de segurança e problemas laborais quando se trata de funcionários.

No processo de melhoria contínua de uma empresa, a detecção dos 3M's, é essencial. A figura 2 apresenta uma representação dos 3M's, bem como um ambiente operacional sem os mesmos.

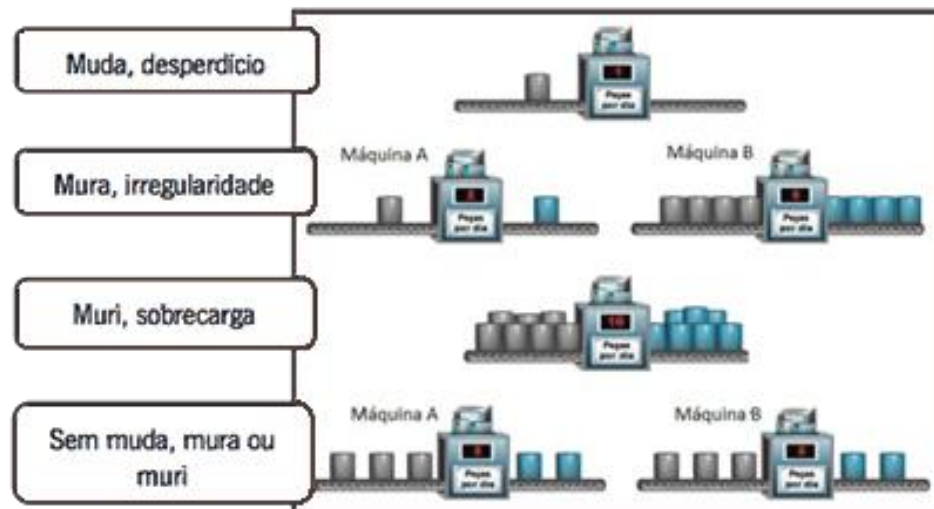


Figura 2. Muda, Mura, Muri (adaptado de Citisystems (2014))

### 2.1.2 LEAN TOOLS E INDICADORES DE PERFORMANCE

A filosofia *Lean* tem como objetivo a redução de custos e aumento no volume de negócios através da eliminação sistemática e contínua de todas as atividades que não possuam valor agregado. Num mercado cada vez mais competitivo, o uso do *Lean* é a solução para a sobrevivência e sucesso das organizações, ajudando-as a obter produtividade através da introdução de técnicas e ferramentas, fáceis de aplicar e manter, as chamadas *Lean Tools*. Estas ferramentas focam-se na redução e eliminação de desperdícios, fazendo parte da cultura das organizações (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017).

De forma a ajudar e facilitar as organizações a atingir os objetivos planeados através da implementação da filosofia *Lean*, as ferramentas *Lean* permitem às empresas atingir fortes benefícios quando estas são implementadas adequadamente, de acordo com os objetivos a atingir. Estas ferramentas envolvem toda a organização, sendo uma solução simples para alcançar a produtividade e rentabilidade.

#### **Metodologia 5S**

Os 5S foram desenvolvidos no Japão e centram-se na organização eficaz e limpa do local de trabalho, reduzem o desperdício e as atividades que não agregam valor, ao mesmo tempo que melhoram a eficiência, segurança e qualidade (EFQM, 2013).

O método consiste no seguimento sequencial de cinco etapas:

- *Seiri* (Senso de utilização) - Consiste na remoção de tudo considerado desnecessário. O local de trabalho só deve ter o que é necessário para realizar as atividades;

- *Seiton* (Senso de organização) - Deve haver um lugar para tudo e tudo deve estar no seu lugar. A identificação rápida e visual de ferramentas e áreas economiza tempo e facilita processos;
- *Seiso* (Senso de limpeza) - A limpeza do espaço de trabalho é essencial. Reduz o risco de acidentes e ajuda na inspeção de produtos;
- *Seiketsu* (Senso de padronização) - Para otimizar os primeiros três S, devem ser criadas regras e normas claras de triagem, organização e limpeza.
- *Shitsuke* (Senso de disciplina) - O último passo consiste em desenvolver um método para garantir que a técnica 5S seja seguida (Oliveira et al., 2017).

Os 5S trazem vários benefícios para uma organização, sendo o mais relevante a diminuição do desperdício de tempo e espaço, sendo considerado o primeiro passo para a melhoria contínua (Gupta & Jain, 2014).

No entanto, é uma prática que não pode ser implementada sem uma autodisciplina, sendo o envolvimento e treino de todos os colaboradores necessário e fundamental para identificar e reduzir perigos e manter os níveis de qualidade (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014).

### ***VSM – Value Stream Mapping***

O *VSM*, é o processo de mapeamento dos materiais e fluxos de informação necessários para coordenar as atividades realizadas pelos fabricantes, fornecedores e distribuidores para entregar produtos aos clientes (Sundar, Balaji, & Satheesh Kumar, 2014).

O *VSM* é um passo importante em "*Going Lean*". Os mapas de fluxo de valor permitem compreender o estado atual e projetar um estado futuro. Mais importante ainda, o mapeamento ajuda a priorizar onde concentrar ações de melhoria (EFQM, 2013).

A representação visual do *VSM* facilita a identificação das atividades que agregam valor e aquelas que não agregam valor e que podem ser eliminadas, sendo dessa forma possível desenhar um mapa de estado futuro com base no plano de melhoria (Sundar et al., 2014).

### ***KAIZEN DIÁRIO***

*Kaizen Diário* é uma metodologia usada para desenvolver equipas com a prática de rotinas diárias, que tem como finalidade (Carrington, 2016):

- Monitorizar os padrões do processo;

- Identificar desvios padrões;
- Resolver problemas para atingir e melhorar padrões;
- Refletir, aprender e desenvolver habilidades.

Por ser uma metodologia aplicável a todas as organizações, foi estruturada de forma simples e em quatro níveis de intervenção: a organização da equipa, a organização do posto de trabalho, a normalização e a resolução estruturada de problemas.

Esta metodologia pretende criar valor, eliminar desperdícios, desenvolver o espírito de equipa, gestão visual, padronização, reuniões eficientes e autonomia.

### ***SMED – Single minute Exchange of Die***

Dillon & Shingo (1985) definiram o *SMED* como "uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup* que pode ser aplicada em qualquer fábrica a qualquer máquina". O tempo de *setup* pode ser definido como o tempo que ocorre entre a última peça boa produzida de um lote de produção e a primeira peça boa produzida do lote seguinte.

A metodologia *SMED* possibilita a realização de mudanças de *setup* em menos de 10 minutos. Uma operação de *setup* é uma preparação ou ajuste que é executado, uma vez, antes de cada lote ser processado

Na metodologia *SMED*, as atividades de *setup* são divididas em atividades internas e externas. As atividades externas podem ser realizadas durante o funcionamento normal de uma máquina quando ainda está em execução. Atividades internas só podem ser realizadas quando a máquina está desligada (Boran & Ekincioğlu, 2017).

Existem passos que são usados para reduzir o tempo de *setup* usando a metodologia *SMED* (Dillon & Shingo, 1985):

- Separação das atividades internas e externas.
- Conversão de atividades internas em atividades externas, reduzindo o tempo de inatividade durante as mudanças.
- Eliminar a necessidade de ajustes através da uniformização de processos, ferramentas e procedimentos, simplificando todos os aspetos da operação de configuração.
- Padronização de todas as atividades para reduzir o tempo de *setup* em diferentes máquinas.

A metodologia *SMED* otimiza a utilização da máquina, permite pequenos tamanhos de lote, reduz os tempos de produção, os tempos de ajuste da máquina, os stocks, os tempos de entrega do produto, aumenta a produtividade e também melhora a

segurança e a saúde dos operadores no local de trabalho durante as atividades de *Setup* (Deros, Mohamad, Idris, Rahman, & Ghani, 2011).

### **TPM – Total Productive Maintenance**

O *TPM* é uma filosofia de gestão pensada para integrar a manutenção no processo produtivo. Nakajima (1988), define o *TPM* como “manutenção produtiva envolvendo a participação total”, isto é, organiza todos os funcionários, desde a alta administração até os trabalhadores da linha de produção, sendo um sistema de manutenção de equipamentos que pode suportar instalações de produção sofisticadas.

As principais áreas que sustentam a metodologia *TPM* são normalmente representadas como os 8 pilares do *TPM*, e encontram-se representados na figura 3.

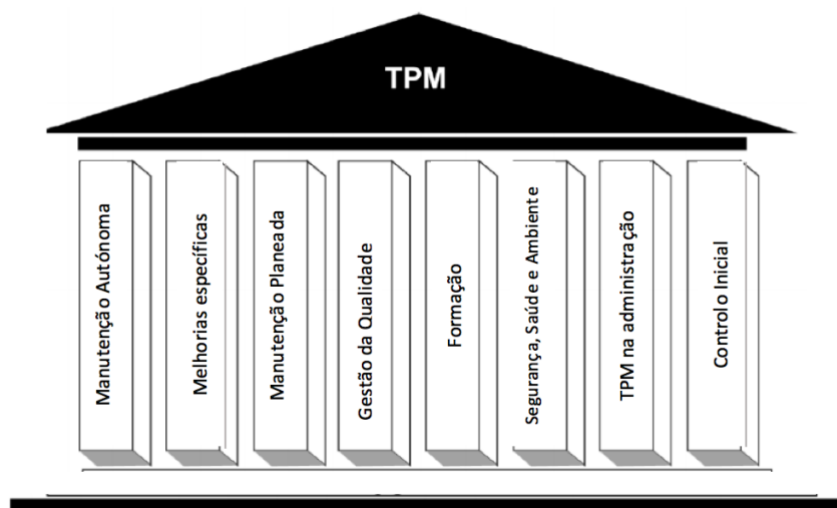


Figura 3. Pilares TPM (adaptado de (Nuno & Pinto,(2012))

A filosofia *TPM* apresenta um objetivo duplo, zero falhas e zero defeitos. Quando as falhas e defeitos são eliminados, as taxas de operação do equipamento melhoram, os custos são reduzidos, o *stock* pode ser minimizado e, como consequência, aumenta a produtividade do trabalho.

Uma definição completa do *TPM* inclui os seguintes cinco elementos:

- Visa maximizar a eficácia do equipamento;
- Estabelece um sistema completo de manutenção preventiva para a vida útil dos equipamentos;
- É implementado em vários departamentos;
- Envolve todos os funcionários;

- Baseia-se na promoção da manutenção preventiva através da gestão da motivação.

O grande objetivo do *TPM*, segundo (Nakajima, 1988), é garantir a maior eficácia dos equipamentos e mantê-la nesse nível, incidindo sobre os seguintes pontos:

- Melhoria da qualidade dos produtos;
- Redução do desperdício;
- Melhoria do estado da manutenção;
- Capacitação dos operadores.

### ***POKA-YOKE***

Um dispositivo *Poka-Yoke* é qualquer mecanismo que impede que um erro ou defeito ocorra, criando condições para que o erro não possa ocorrer.

No decorrer de operações repetitivas que dependem de vigilância ou memória, esta ferramenta pode economizar tempo e permitir ao trabalhador realizar outras operações que acrescentem mais valor (Dudek-Burlikowska & Szewieczek, 2009).

Existe uma distinção clara entre um erro e um defeito. Os erros são inevitáveis, as pessoas são humanas e cometem erros. Os defeitos resultam de permitir que um erro atinja o cliente, sendo totalmente evitáveis. O objetivo do *Poka-Yoke* é permitir que os erros possam ser prevenidos ou imediatamente detetados e corrigidos (Fisher, 1999).

### ***STANDARD WORK***

O trabalho normalizado é definido como o grau de regras e procedimentos operacionais que são formalizados e executados. O método visa eliminar a variação e a inconsistência dos resultados instruindo os trabalhadores a executar atividades de fabricação seguindo procedimentos claramente definidos. Este objetivo pode ser alcançado por ambos, definindo um procedimento ótimo e garantindo o seu desempenho. Não há espaço para a improvisação. Portanto, as operações são muitas vezes referidas como um padrão de trabalho inflexível. Apresenta como benefícios redução de custos, o esforço do trabalhador torna-se estável, melhoria na qualidade, envolvimento do trabalho e diminuição de erros e melhoria contínua, tornado o trabalho mais fácil, rápido e eficiente (Womack & Jones, 2003).

## **VISUAL MANAGEMENT**

A gestão visual consiste na utilização de meios de comunicação rápidos e intuitivos. Existem vários sistemas de gestão visual, como placas informativas, delimitações do espaço e instruções de trabalho. O objetivo é capacitar os trabalhadores para gerenciar seu próprio ambiente de trabalho, reduzindo erros e outras formas de desperdício (Oliveira et al., 2017).

## **JIDOKA**

*Jidoka* é uma palavra de origem japonesa que tem como significado automação com características humanas. Quer isto dizer que os processos e equipamentos param de imediato assim que é detetado um erro (Moreira, 2005).

As vantagens do *Jidoka* estão relacionadas com uma melhor utilização dos recursos e diminuição dos erros de qualidade. Segundo (Hirano, 2009), existem quatro passos a ter em conta para o desenvolvimento do *Jidoka* e em cada uma dessas etapas há uma preocupação com a relação entre as pessoas e a máquina:

- Trabalho manual: este só faz sentido quando o custo é barato ou quando esse mesmo trabalho possa ser feito rapidamente;
- Mecanização: significa deixar uma parte das operações manuais na máquina. É neste estágio que o trabalho é partilhado entre o homem e a máquina;
- Automação: nesta etapa o trabalho manual é novamente retomado pela máquina. O trabalhador apenas seleciona a peça que vai para a máquina;
- *Jidoka* (automação humana): neste passo o trabalhador apenas configura as peças na máquina e deixa-a fazer o seu trabalho sem se preocupar com os defeitos pois será a própria máquina a dar o alerta caso surja.

## **ANDON**

O *Andon* é a base para um dos principais pilares do Sistema de Produção Toyota, o *Jidoka*.

O *Andon*, tendo o significado literal de "lanterna" em japonês, teve origem nos sistemas de produção japoneses onde inicialmente consistia apenas num sinal luminoso, utilizado para pedir assistência nos postos de trabalho.

Atualmente o sistema *Andon* tem fundamentalmente dois grandes objetivos: dar o alerta para problemas que possam surgir na célula, permitindo a sua resolução rápida e auxiliar a orientação dos operadores da célula informando-os da eficiência da produção para que estão a contribuir. Para além do funcionamento base também é possível utilizar o sistema *Andon* para guardar dados sobre o funcionamento da célula, de modo a permitir analisar o seu desempenho à posteriori. Quando se implementa

um *Andon*, os problemas não podem mais ser escondidos, mas sim detetados e resolvidos (Greenfield, 2009).

### ***LPS – LAST PLANNER SYSTEM***

O *LPS*, é um sistema de planeamento e controlo da produção que permite diminuir o desperdício, aumentar a produtividade e diminuir a variabilidade. O *LPS* visa alcançar esses objetivos principalmente através de um processo social, tentando fazer do planeamento um esforço colaborativo, melhorando a confiabilidade dos compromissos entre os membros da equipa.

O *LPS* permite que as tarefas comecem somente quando todas as restrições foram removidas. O processo colaborativo de agendamento de fases promove a participação na programação do trabalho a ser feito em cada fase, por aqueles que devem fazer o trabalho. As atividades agendadas são então preparadas pelos participantes, em que as restrições são identificadas e removidas (Seppänen, Ballard, & Pesonen, 2010).

### ***OEE - Overall Equipment Effectiveness***

*OEE* é um indicador de performance, sendo a abreviatura da eficácia geral do equipamento, em vez de eficiência geral de equipamentos. Geralmente, a eficácia descreve a eficiência externa, isto é, fazer as coisas certas, enquanto a eficiência se refere à eficiência interna ou a fazer as coisas corretamente (Dal, Tugwell, & Greatbanks, 2000).

O *OEE* é um conceito muito conhecido do *TPM* e é uma forma de medir a eficácia de uma máquina. Este indicador tem em conta 3 grandes fatores autónomos do processo produtivo – Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Para o cálculo do *OEE* são consideradas as seis grandes perdas que limitam a eficácia do equipamento (Nakajima, 1988):

- Mudanças de ferramenta e ajustes (*setup*);
- Esperas ou pequenas paragens devido a outras etapas do processo (a montante ou a jusante);
- Redução da velocidade da operação (cadência);
- Sucata e retrabalho (defeitos);
- Perda de rendimento no início da produção.

## 2.2 SEGURANÇA

### 2.2.1 CONCEITOS DE SEGURANÇA

A cultura de segurança organizacional, designa-se por um conjunto de fatores postos em prática ou favorecidos por um negócio, que concorrem para alcançar os objetivos de produção, graças ao funcionamento seguro de seus processos operacionais (Dien, Llory, & Montmayeul, 2004).

O direito ao trabalho deve ser garantido e deve ser realizado nas melhores condições possíveis de saúde e segurança, visando eliminar ou reduzir ao mínimo o risco de acidentes de trabalho e doenças profissionais (Bastos, Sá, & Silva, 2015).

O conhecimento da gravidade do risco nas diversas atividades por parte dos trabalhadores, é importantíssimo para que estes tenham noção da sua gravidade e cumpram com as normas de segurança adotadas pela organização (J. Sá & Silva, 2012).

Vinodkumar & Bhasi (2010) apresentaram um artigo intitulado “*Safety management practices and safety behaviour: assessing the mediating role of safety knowledge and motivation*”, no qual estes autores defendem que a gestão da segurança não tem apenas por objetivo a melhoria das condições de trabalho, como também influencia positivamente a prática de atos seguros por parte dos trabalhadores.

A falta de segurança provoca desperdício. As lesões são dispendiosas, não só em termos de sofrimento humano, mas também em termos de custos de compensação dos trabalhadores, perda de tempo, perda de produtividade devido a paragens de produção e formação de novos colaboradores para o posto de trabalho onde ocorreu o acidente. Portanto, é imperativo incorporar a segurança nos processos e nos planos de produção, a fim de atingir os objetivos projetados de melhorar a saúde do trabalhador, reduzir os custos e aumentar o valor (Nahmens & Ikuma, 2009).

Os acidentes de trabalho são eventos desperdiçados que ocorrem e que provocam paragem dos processos. As paragens dos processos, o aparecimento de “produtos não conforme” que surgem durante os acidentes representam desperdícios.

A criação de um bom ambiente no local de trabalho requer motivação dos funcionários e boa gestão. Todos os diferentes níveis de uma organização precisam de fazer esforços no dia-a-dia e trabalhar em conjunto para alcançar um melhor desempenho, reduzir o desperdício, de modo que a produtividade, a qualidade e a segurança sejam melhoradas efetivamente (Anvari, Zulkifli, & Yusuff, 2011).

A formação em segurança permite obter bons resultados, uma vez que é uma excelente maneira de aumentar as competências e consciencialização dos trabalhadores nesta área. O conhecimento obtido através deste desenvolvimento leva os trabalhadores a empenharem-se seriamente em respeitar as regras de segurança definidas pela organização (Huang et al., 2012).

Os acidentes relacionados ao trabalho têm várias causas possíveis, uma das quais é a formação inadequada dos trabalhadores no tema da saúde e segurança ocupacional. Apostar na formação dos trabalhadores nesta área deve ser uma prioridade para as organizações, uma vez que cada vez que os programas de formação em saúde e segurança ocupacional são realizados, o número de acidentes de trabalho tende a diminuir (Shang & Lu, 2009).

A aposta no desenvolvimento em saúde e segurança ocupacional deve ser considerada cada vez mais como um investimento e não vista como despesa sem retorno. Os acidentes relacionados ao trabalho levam a interrupções no processo de produção e à indisponibilidade de recursos humanos, o que resulta na falta de cumprimento dos prazos acordados, entre outros tipos de danos que podem ser difíceis de quantificar para as empresas. Assim, para evitar danos incalculáveis, é importante que as empresas possuam um bom sistema de gestão de segurança, com base em treino orientado para a segurança, visando aumentar as habilidades dos trabalhadores para desenvolver suas atividades de forma a impedir acidentes (Lai, Liu, & Ling, 2010).

A compreensão de um acidente, incidente ou crise é, portanto, uma possível melhoria através de ações preventivas, que as organizações devem ter em consideração (Dien et al., 2004).

Reconhecendo sinais, antes que ocorra um acidente, oferece potencial para melhorar a segurança, desenvolvendo estratégias de prevenção eficazes (Gnoni, Andriulo, Maggio, & Nardone, 2013).

### 2.2.2 AVALIAÇÃO DE RISCOS

As organizações têm a obrigação geral, segundo o artigo 15 da Lei nº102/2009, de assegurar a segurança e saúde no trabalho em todos os locais de trabalho relativamente a todos os aspetos relacionados com o trabalho. A identificação e avaliação dos riscos coloca a organização em posição de tomar as medidas adequadas para a proteção eficaz dos trabalhadores (Portuguese Parliament, 2009).

A avaliação de riscos resulta, assim, de um exame detalhado dos perigos de cada atividade, que permitam identificar situações que possam vir a causar danos para os

trabalhadores. É a combinação entre a probabilidade de um acontecimento perigoso acontecer, pela sua gravidade. A partir desta avaliação do nível de risco, hierarquizam-se as medidas de prevenção.

Com o fim de estabelecer prioridades para a eliminação e controlo de riscos, é necessário dispor de metodologias para sua avaliação.

O Método Probabilidade Consequência permite quantificar a magnitude dos riscos existentes e, conseqüentemente, priorizar racionalmente a sua prioridade de correção. É baseado na deteção de deficiências existentes nos locais de trabalho, em seguida, no estimar da probabilidade de ocorrência de um acidente e, tendo em conta a magnitude esperada das conseqüências, avaliar o risco associado a cada uma delas. O nível de risco (NR) será, por sua vez, uma função do nível de probabilidade (NP) e do nível de conseqüências (NC)(Malagón, 1993).

O Método de *William Fine* é um método probabilístico que permite calcular a gravidade relativa e o perigo de cada risco através de uma fórmula que, ponderando diversos fatores da inspeção dos riscos, calcula o grau de perigo de um risco estabelecendo as “grandezas do risco” que irão determinar a urgência das ações preventivas. O grau de perigo (GP), devido a um risco reconhecido, pode ser calculado com recurso às potenciais conseqüências de um acidente (C), à exposição ou frequência de ocorrência do evento de risco que poderá levar ao acidente (E) e à probabilidade do risco resultar no acidente (P) (T.Fine, 1971).

O Método das Matrizes é um método expedito para a avaliação de riscos, dada a dificuldade real em quantificar a probabilidade e a severidade. A matriz é construída com base na frequência da exposição e nas conseqüências, isto é, na gravidade estimada. A matriz identifica a situação em análise, explicita as causas, os efeitos conseqüentes, a frequência e gravidade estimada (J. C. Sá, 2015).

### 2.3 LEAN SAFETY

Num mercado global altamente competitivo, todas as organizações procuram vantagens competitivas. *Lean* não é apenas sobre "menos", é sobre eficiência. Não procura fazer, também, com menos recursos, procura produzir excelência concentrando os recursos em atividades altamente efetivas e eliminando as atividades que não agregam valor. As premissas básicas do *Lean* oferecem algumas possibilidades potenciais para melhorar ainda mais a segurança (Mathis, 2012).

Uma gestão de segurança tem como objetivo "zero acidentes", sendo que para isso requer processos proativos. A gestão da segurança pode combinar perfeitamente com conceitos *Lean*, porque *Lean* tem a crença de que deve haver um "caminho

deliberado" a seguir para a melhoria contínua. Existem ferramentas *Lean* para identificar oportunidades de melhoria e sustentar a melhoria contínua. Desta forma, o conceito *Lean* pode perfeitamente combinar com a segurança.

As ferramentas *Lean* tem impacto na segurança ocupacional, uma vez que a sua aplicação reduz probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho.

As estratégias *Lean* incentivam menos material na área de trabalho, um local de trabalho ordenado e limpo e fluxo de trabalho sistemático. Portanto, pode-se esperar que a padronização, sistematização e regularização da produção levem a uma melhor segurança (Nahmens & Ikuma, 2009).

A perda ou lesão dos trabalhadores e a conseqüente rutura no progresso do trabalho representam o desperdício no desempenho. *Lean* defende minimizar o desperdício e melhorar continuamente, então a relação entre *Lean* e segurança é clara (Howell, Ballard, Abdelhamid, & Mitropoulos, 2002).

Todas as mudanças significativas começam com um pensamento diferente. À medida que os conceitos básicos se tornam mais conhecidos e entendidos, podem ser utilizados de forma mais eficaz para melhorar a segurança a nível estratégico.

As organizações começam a perceber que os gerentes podem melhorar o desempenho da segurança, mas os trabalhadores e a cultura devem estar envolvidos para torná-lo excelente. Segurança e *Lean* podem formar uma aliança para reduzir o maior de todos os resíduos possíveis: ferimentos acidentais no local de trabalho (Mathis, 2012).

Prakash (2010), realizou um estudo, de forma a perceber a relação entre a filosofia *Lean* e a segurança no setor da construção. Nesse estudo, é apresentada a relação e o impacto que as ferramentas *Lean* exercem sobre os programas de segurança, como mostra a tabela 1.

Tabela 1. Relação entre as ferramentas Lean e os programas de segurança (adaptado de Prakash (2010))

Lean Tools	Programas de segurança													
	Técnicas de previsão de acidentes	Segurança da Amostragem / Inspeção	Proteção do trabalhador	Medidas de segurança	Guia de seqüência de acidentes	Investigação de acidentes/Análise de causa	Análise de perigos no local de trabalho	Sinais de segurança	Formação (OSHA, Primeiros socorros)	Planeamento de segurança pré-tarefa diário	Programa de incentivo à segurança	Alertas de segurança	Folha de segurança do material	Orientação para a segurança
<i>Poka-Yoke</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>VSM</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>5S</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Kaizen</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Visual Management</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Last Planner System</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Grande impacto  
 Sem impacto  
 Contraditório

Este estudo, permite verificar que as ferramentas *Lean* como os *5s*, *Kaizen* e *Visual Management* são aquelas que apresentam um maior impacto nos programas de segurança. A tabela 2, apresenta o impacto que as ferramentas *Lean* exercem sobre a segurança.

Tabela 2. Impacto das ferramentas Lean na segurança (adaptado de Prakash (2010))

<b>Métodos Lean</b>	<b>Impacto</b>
<b><i>Poka-Yoke</i></b>	Desenvolvimento de processos à prova de erro
	Previne incidentes
	Resulta num ambiente seguro
<b><i>VSM</i></b>	Processos são transparentes
	Identifica riscos dentro de um processo
	Reconhece perigos
<b><i>Kaizen</i></b>	Mantém a segurança por melhoria contínua
	Equipa de segurança colabora com outras equipas
	Concentra-se em métricas de segurança
	Inovações e iniciativas de segurança
<b><i>Last Planner System</i></b>	Agendamento de processos
	Incentiva o planeamento da segurança baseado em tarefas
	Ajuda a estimar o risco
	Estabiliza um ambiente de trabalho seguro
<b><i>Visual Management</i></b>	Comunica informações de segurança de forma eficaz
	Reconhece riscos
	Elimina erros repetitivos
<b><i>5S</i></b>	Segurança do equipamento e da área de trabalho por limpeza eficiente
	Padroniza a segurança organizando o espaço de trabalho
	Diminui o risco de acidentes

São também apresentados, testemunhos de empresas que utilizam estas ferramentas e que explicam os benefícios da sua utilização (Prakash, 2010):

- A empresa *Messer* utiliza princípios *Lean*, uma vez que entendem que a estratégia e a comunicação são dois grandes benefícios para a empresa. A redução do stress, o planeamento das tarefas e uma maior previsibilidade nos projetos foram definidos como aprendizagens fundamentais. As ferramentas *Lean* utilizadas pela empresa foram o *Last Planner System*, *Visual Management* e *Poka Yoke*, tendo tido impacto na segurança, alcançando maior consciencialização e formação sobre as práticas de trabalho.
- A empresa *DPR Construction* ilustra o uso de ferramentas *Lean* para ajudar e facilitar práticas de trabalho seguras. Chegaram à conclusão que a implementação do sistema *Last Planner System* resulta num fluxo de trabalho confiável, pois o conhecimento dos colaboradores é utilizado no projeto. Assim a qualidade torna-se responsabilidade de todas as partes interessadas no projeto. Utilizaram as ferramentas *Lean Kaizen*, *VSM* e *Last Planner System*, obtendo práticas de trabalho seguras, estabelecendo padrões de segurança.

Bajjou, Chafi, & En-Nadi (2017), realizaram um estudo de forma a investigar a eficácia das ferramentas *Lean*, no setor da construção, na promoção da segurança. Esse estudo incidiu na realização de um mapeamento bibliográfico e posterior análise rigorosa de 86 documentos que discutem a relação entre o conceito *Lean* e a segurança. Chegaram à conclusão que, neste setor, as ferramentas *Lean* mais avançadas e apropriadas são o *Last Planner System*, *5S*, *Visual Management* e *Poka-Yoke*.

Este estudo permitiu tirar conclusões das principais causas de acidentes identificados por vários estudos e considerou de que forma as ferramentas *Lean* minimizavam a taxa de acidentes. A tabela 3 mostra os resultados desse estudo.

Tabela 3. Forma como as ferramentas *Lean* ajudam na redução das taxas de acidentes (adaptado de Bajjou, Chafi, & En-Nadi, (2017))

<b>Causa dos acidentes</b>	<b>Lean tools</b>	<b>Práticas</b>
Stress excessivo, pressão organizacional, planeamento e controlo ineficientes, trabalho árduo que excede a capacidade física e mental dos funcionários, falta de coordenação de tarefas simultâneas, falta de envolvimento das pessoas na fase de planeamento, instruções de trabalho ineficazes.	<b>Last Planner System</b>	A correlação entre as tarefas programadas e a capacidade dos trabalhadores, a análise de risco, o envolvimento do pessoal no planeamento, a escolha dos métodos de trabalho em conformidade com os requisitos de segurança, controlo e planos de vigilância, plano de trabalho semanal.
Local de trabalho não transparente devido à ausência de ferramentas visuais, locais de trabalho não equipados com sinais de segurança, ausência de painéis com indicadores de desempenho em relação aos níveis de segurança atuais e níveis de segurança direcionados.	<b>Visual Management</b>	A incorporação de ferramentas visuais (outdoors digitais, sinais de segurança e gráficos de painel), simplificação da comunicação entre os vários coordenadores de trabalho, identificação da área que representa um risco para os funcionários, aumentando a motivação do pessoal.
Local de trabalho mal organizado, componentes perigosos e desnecessários espalhados que bloqueiam o fluxo de trabalho.	<b>5S</b>	Simplificação do fluxo de produção, local de trabalho organizado, seguro e limpo, melhor ergonomia, eliminação dos objetos inúteis no local de trabalho, redução dos movimentos e deslocamentos dos funcionários.
Erros cometidos pelas várias partes interessadas, falhas de máquinas, risco de queda de objetos.	<b>Poka-Yoke</b>	Introdução de sistemas de alerta, proteção de áreas de perigo por aparelhos de alarme audíveis ou visuais.

Vinodh, Arvind, & Somanaathan (2011) realizaram um estudo centrado na exploração de várias questões de sustentabilidade utilizando iniciativas e ferramentas *Lean*. A pensar em melhorias na área de trabalho, de forma a criar, manter e sustentar um ambiente limpo, ordenado e seguro, fez a transição dos 5S para 7S (*safety + sustainability*), adicionando aos 5S tradicionais a segurança e a sustentabilidade.

A adição destes dois conceitos, pretende a eliminação de perigos e criação de um ambiente de trabalho segura, bem como sustentar a manutenção dos procedimentos corretos e manter padrões de organização do local de trabalho. O 7S podem ajudar as organizações a reduzir os resíduos e melhorar o desempenho ambiental, levando ao aumento da produtividade. A figura 4 apresenta uma representação esquemática do conceito 7S proposto pelo autor.

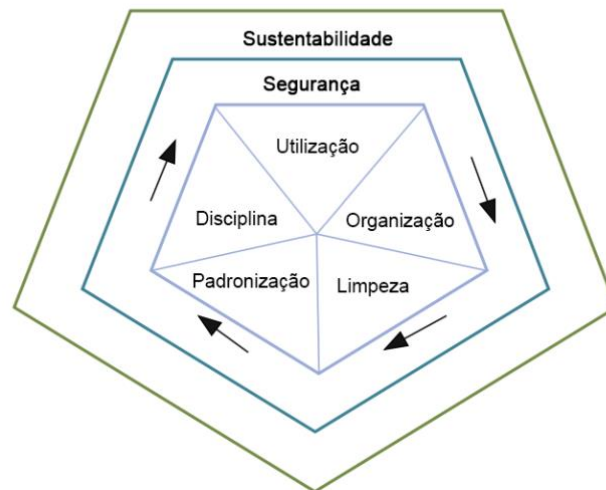


Figura 4. Conceito 7S (adaptado de Vinodh, Arvind, & Somanaathan, (2011))

Watson (1993), criou um sistema de gestão de segurança que pode ser simplificado como “ECTR” (*Eliminate, Control, Train, Require*).

O primeiro passo requer identificar e eliminar perigos. Eliminar as dificuldades de segurança normalmente permite eliminar os passos 2, 3 e 4. O passo 2 é necessário quando os perigos não podem ser eliminados e devem ser controlados. Os passos 3 e 4 são necessários quando os perigos são controlados. Os colaboradores devem estar cientes dos perigos e serem instruídos sobre os procedimentos de segurança.

Song, Guo, Lee, & Jiang (2016), realizaram um estudo, cujo principal objetivo centrava-se na aplicação de conceitos e ferramentas *Lean* para a gestão da segurança em campos petrolíferos. Os autores criaram um método de gestão de segurança, ao qual designaram método “DREAM” (*Define, Recognize, Evaluate, Apply, Monitor*). Cada uma das etapas tem o seu objetivo e é suportada por conceitos e ferramentas *Lean*. O

quadro resumo do método desenvolvido pelos autores está representado na tabela 4.

Tabela 4. Método DREAM

Etapa	Conceitos/Ferramentas Lean	Objetivo
<b>Define</b>	-	Identificar e definir objetivos
<b>Recognize</b>	<i>Brainstorming</i>	Reconhecer, identificar e localizar os potenciais riscos
	<i>VSM</i>	
<b>Evaluate</b>	5 Porquês	Identificar os motivos e as causas para os riscos identificados
	Diagramas <i>Ishikawa</i>	
	<i>Check-lists</i>	
<b>Apply</b>	5S	Análise dos dados recolhidos nas etapas anteriores. Melhoria do ambiente de trabalho, tornando-o mais limpo, seguro e eficiente
	<i>Kanban</i>	
<b>Monitor</b>	<i>Check-lists periódicas</i>	Sustentar a melhoria contínua

O método *DREAM* foi aplicado no campo de petróleo de *Woodtal Shale*, sendo que, para este, os autores modificaram duas das ferramentas utilizadas, a ferramenta 5S e o sistema *Kanban*.

Para uma melhor gestão da segurança no campo petrolífero foi adicionado novo S à ferramenta 5S, designada pelos autores como “*Standardized*” uma vez que a gestão de petróleo inclui muitas equipas de diferentes empresas, incluindo subcontratados, logo, se não houver uma padronização na gestão, regras de segurança, comunicações, existe uma maior probabilidade dos riscos ocorrerem.

A segunda ferramenta modificada foi o sistema *Kanban*. Normalmente, *Kanban* é uma ferramenta de controlo visual. No entanto, a ferramenta *Kanban* funcionou como uma ferramenta de manutenção de registos no campo de petróleo. Os procedimentos nos campos de petróleo são geralmente divididos em várias partes, incluindo perfuração, registo, conclusão de poços e produção. Portanto, os possíveis riscos de segurança podem vir dos procedimentos anteriores.

O Ministério da Economia e Inovação, lançou em Diário da República o Decreto-Lei nº 103/2008 onde refere a importância da utilização do sistema *Andon* a nível da segurança. Este decreto de lei é a transposição de uma diretiva europeia, a Diretiva Máquina, sendo que, na prática todos os membros da comunidade Europeia tiveram que fazer o mesmo que Portugal.

No anexo I, ponto 1 – Requisitos essenciais de saúde e segurança, alínea 1.1.2 – Princípios de Integração da segurança, refere que “As máquinas devem ser concebidas e construídas por forma a cumprirem a função a que se destinam e a poderem ser postas em funcionamento, reguladas e objeto de manutenção sem expor as pessoas a riscos quando tais operações sejam efetuadas nas condições previstas, mas tendo também em conta a sua má utilização razoavelmente previsível. As medidas tomadas

devem ter por objetivo eliminar os riscos durante o tempo previsível de vida da máquina, incluindo as fases de transporte, montagem, desmontagem, desmantelamento e posta de parte. (...) O operador deve poder, a partir de cada posto de comando, certificar -se da ausência de pessoas nas zonas perigosas ou o sistema de comando deve ser concebido e fabricado de modo a que o arranque seja impossível enquanto existir alguém na zona perigosa. Se nenhuma destas possibilidades for aplicável, deverá, antes do arranque da máquina, ser dado um sinal de aviso, sonoro e ou visual. As pessoas expostas devem ter tempo para abandonar a zona perigosa ou para se opor ao arranque da máquina (República, 2007).

# DESENVOLVIMENTO

## 3.1 SAFETY STREAM MAPPING

### 3.2 VERALLIA

#### 3.2.1 CASO DE ESTUDO

#### 3.2.2 SSM VERALLIA

### 3.3 EMPRESA X

#### 3.3.1 CASO DE ESTUDO

#### 3.3.2 SSM EMPRESA X



### 3 DESENVOLVIMENTO

O intuito deste trabalho pretende demonstrar que a filosofia *Lean* tem impacto nas questões de segurança e higiene do trabalho, designado *Lean Safety*, através da criação de uma metodologia generalizada, isto é, que permita que qualquer organização a possa adaptar ao seu estilo de negócio, obtendo resultados visíveis ao nível da segurança e na redução da muda, através da implementação de ferramentas *Lean*.

O foco desta metodologia é perceber onde existe um maior risco ocupacional dentro da organização e a partir daí, recorrer a ferramentas *Lean* que possam ajudar a solucionar o problema, reduzindo a probabilidade de ocorrência. O desenvolvimento desta metodologia teve por base todo um estudo aprofundado sobre as duas temáticas, apresentado no capítulo anterior, que permitiu o desenho e construção desta metodologia.

Esta metodologia pode ser entendida como um plano para melhoria da segurança ocupacional, que pode ser utilizado por qualquer organização. Tal como se verificou na revisão bibliográfica, e para que a implementação desta metodologia apresente resultados positivos, é necessário o total envolvimento e colaboração por parte da gestão de topo, bem como dos colaboradores, uma vez que o que se pretende é melhorar a segurança global.

#### 3.1 SAFETY STREAM MAPPING

Adaptado ao já conhecido *Value Stream Mapping (VSM)*, criou-se o *Safety Stream Mapping (SSM)*. Esta nova ferramenta pretende desenhar e compreender o fluxo de processos da organização, tal como o *VSM*, mas com o objetivo de perceber diretamente em que áreas existe uma maior falha na segurança, através do nível de risco de cada área.

Pretende-se categorizar a falta de segurança de cada área em 4 níveis, muito grave, correspondente à cor vermelha, grave correspondente à cor laranja, satisfatório correspondente à cor amarela e por último, controlado, correspondente à cor verde, tal como se pode verificar na tabela 5.

Tabela 5. Níveis de risco associados à falta de segurança

Níveis	Cor	Significado
Muito Grave	Red	Intervenção imediata
Grave	Orange	Correção
Satisfatório	Yellow	Melhorar
Controlado	Green	Situação a manter

Esta forma de categorizar a falta de segurança surge através da pesquisa realizada no capítulo anterior, referente à avaliação de riscos.

Tendo em conta o requisito legalmente obrigatório que as organizações apresentam na realização de avaliação de riscos, foi possível fazer uma adaptação dos métodos utilizados de forma a adaptar a esta metodologia.

Tal como descrito no capítulo anterior, existem métodos utilizados na avaliação de risco, sendo os mais utilizados, o método Probabilidade Consequência, o método de *William Fine* e o Método das Matrizes. Cada método é diferente e chega a resultados e níveis de risco diferentes.

O método Probabilidade Consequência, apresenta 4 níveis de intervenção. A tabela 6 representa os níveis de intervenção do método, o nível de risco associado a cada nível de intervenção e a cor representativa do mesmo.

Tabela 6. Método Probabilidade Consequência

Nível Intervenção	Nível Risco	Cor
I	4000-600	Red
II	500-150	Orange
III	120-40	Yellow
IV	20	Green

Já o método de *William Fine*, apresenta originalmente 5 níveis de intervenção, tendo sido adaptado para apenas 4 níveis e apresentado na tabela 7.

Tabela 7. Método *William Fine*

Nível Intervenção	Nível Risco	Cor
I	> 400	Red
II	200-400	Orange
III	70-200	Yellow
IV	20-70	Green
V	< 20	Green

Por último, o Método das Matrizes, originalmente apresenta 3 níveis, pelo que foram apenas indicadas as cores representativas de cada nível de risco, tal como se pode verificar na tabela 8.

Tabela 8. Método das Matrizes

Nível Intervenção	Nível Risco	Cor
I	> 200	Verde
II	85-200	Vermelho
III	70-200	Amarelo

Após um estudo aprofundado a nível da segurança, apresentado no capítulo anterior, através da literatura existente, é possível classificar as causas dos acidentes em 3 grandes grupos, falta de segurança humana, isto é, falhas de segurança devido a erros humanos, falta de segurança a nível do espaço, devido a um ambiente instável e com falta de organização e ainda falta de segurança a nível dos equipamentos, provocado por falhas na manutenção, utilização excessiva e falta de planeamento.

Esta metodologia, pretende, após a identificação da área de maior risco ocupacional, fazer a atribuição da fonte da causa a um destes grupos, isto é, ter a perceção se a falta de segurança se deve a falhas humanas, de espaço ou de equipamentos. Para o sucesso desta etapa é necessária a mais completa compreensão do trabalho executado e de onde se encontra o risco associado à sua execução, com a contribuição dos colaboradores e responsáveis pela área, de forma a ser possível a chegar a uma conclusão.

Tendo perceção da causa da falta de segurança, existem ferramentas *Lean* adequadas a cada uma delas. Desta forma, realizou-se um estudo de forma a perceber a principal função de cada *Lean Tool*, percebendo desta forma, o que haveria em comum entre cada uma delas e posteriormente em que medida a sua implementação beneficiaria ao nível da segurança. Assim, a tabela 9 apresenta quais as *Lean Tools* mais adequadas na eliminação dos riscos para cada causa estudada.

Tabela 9. *Lean tools* associadas a cada causa de falta de segurança

	CAUSA		
	Falha de segurança no Espaço	Falha de segurança Humana	Falha de segurança nos equipamentos
LEAN TOOLS	5S	ANDON	TPM
	VISUAL MANAGEMENT	STANDARD WORK	SMED
		POKA-YOKE	

A tabela 9 representa um resumo daquilo que deve ser considerado nesta fase. Sendo conhecida a causa da falha de segurança e dependendo da mesma, é escolhida a ferramenta *Lean* mais adequada para o tratamento da falha. É apresentada, para cada causa, as ferramentas que mais poderão auxiliar no tratamento e melhoria da falha, sendo necessário desta forma, e dependendo do problema a implementação da(s) ferramenta(s) para a eliminação ou diminuição do risco associado.

A razão que levou à escolha destas ferramentas, tem em consideração as vantagens que as mesmas trazem a nível da segurança. A tabela 10 apresenta um quadro resumo que mostra as razões pelo qual foram escolhidas.

Tabela 10. Vantagens das metodologias escolhidas

CAUSA	LEAN TOOL	VANTAGEM
ESPAÇO	5S	Local de trabalho organizado, limpo e seguro. A junção dos 5S traduz-se num ambiente mais seguro uma vez que elimina tudo o que não é necessário, organiza, mantém a limpeza, cria método e padrões e sensibiliza para o cumprimento de todos os passos. Um ambiente estável, limpo e organizado promove a segurança do espaço de trabalho.
	<i>Visual Management</i>	A incorporação de elementos visuais no espaço de trabalho simplifica a comunicação e identificação de áreas permanentes ou ocasionais que representem risco, contribuindo para o controlo da segurança.
HUMANO	<i>Andon</i>	Sempre que ocorra um problema que represente risco, o <i>Andon</i> funciona como um sistema de alerta para os operadores permitindo que estes sejam alertados para a ocorrência de risco, fazendo com que a resolução do problema seja feita de uma forma mais rápida e eficaz. Assim todos os problemas que possam surgir são identificados, podendo ser resolvidos.
	<i>Standard Work</i>	Dispõe de regras e procedimentos padronizados que permite ao trabalhador a execução do seu trabalho através de parâmetros definidos. Um trabalhador instruído e com trabalho delineado diminui a possibilidade de cometer erros e conseqüentemente diminuição de risco.
	<i>Poka-Yoke</i>	A principal função é permitir que um erro não aconteça. Funcionam como mecanismos que evitam que algo de errado aconteça, libertando e ajudando os trabalhadores nas suas funções.
EQUIPAMENTO	<i>TPM</i>	O grande objetivo é garantir a maior eficácia dos equipamentos através de um sistema de manutenção preventiva, de forma a obter zero falhas e desta forma aumentar o nível de segurança
	<i>SMED</i>	No processo de aplicação do <i>SMED</i> , com o objetivo de redução do tempo de Setup, são eliminadas ou melhoradas todas as atividades que apresentam riscos.

De forma resumida, e após a explicação dada anteriormente, o desenvolvimento desta metodologia segue então um conjunto de 9 passos:

1. Identificação dos processos do fluxo produtivo da organização;

2. Analisar a avaliação de riscos existente na organização por cada processo;
3. Atribuir responsabilidade da falta de segurança (HUM, ESP, EQ) a cada perigo existente, tendo em conta as medidas preventivas existentes;
4. Fazer a contagem de perigos por processo e dentro de cada processo fazer a contagem de perigos por causa de falta de segurança (HUM, ESP, EQ);
5. Calcular a média do nível de risco por processo;
6. Relativamente a cada processo, calcular a média do nível de risco por causa;
7. Atribuir cor ao processo, dependentemente do nível de risco obtido;
8. Atribuir cor a cada causa, dentro de cada processo, dependentemente do nível de risco obtido;
9. Analisar quais as *Lean Tools* mais adequadas no tratamento da falta de segurança, tendo em consideração a causa.

### 3.2 VERALLIA

A *Verallia*, figura 5, é uma multinacional portuguesa, sediada na freguesia de Vila Verde, Figueira da Foz. Dedicar-se à fabricação e comercialização de embalagens de vidro para a indústria alimentar, com a fabricação em regime contínuo de 365 dias por ano.



Figura 5. Instalações Verallia

A produção de recipientes de vidro é distribuída por famílias e cores, essencialmente garrafas, boiões e garrafões em branco, âmbar, verde e canela. A fábrica possui 2 fornos de fusão e uma capacidade máxima de produção instalada de cerca de 900 toneladas de vidro fundido por dia.

No processo produtivo dos recipientes, o vidro passa por 4 processos/áreas essenciais.

- **Composição de matérias primas:** O vidro de embalagem é composto por matérias-primas abundantes e naturais como areia, soda sob a forma de carbonato de sódio, calcário e componentes, que permitem a coloração do vidro. São adicionados a esta mistura vidro calcinado, detritos de vidro provenientes do fabrico da recolha seletiva de lixo ou dos contentores de reciclagem. A utilização de detritos de vidro é uma forma de os valorizar, bem como economizar energia e matéria-prima.

- **Vidro quente:** A mistura de matérias-primas é continuamente fundida em fornos, a uma temperatura de cerca de 1.500º C. Estes fornos funcionam 24 horas por dia e têm uma vida útil que varia entre 8 e 10 anos. Entre a introdução das matérias-primas e a saída do vidro em fusão decorrem cerca de 24 horas.

- **Vidro frio:** Para garantir a solidez das embalagens de vidro estas devem ser reaquecidas e em seguida arrefecidas progressivamente. Este processo dura entre 30 minutos e duas horas.

- **Expedição:** Antes de serem expedidas, as garrafas e os boiões são reagrupados em embalagens industriais, fabricadas em material reutilizável ou reciclável. Uma vez formada a palete das embalagens em vidro, esta é totalmente coberta com uma capa de plástico, a fim de proteger os produtos durante a manipulação e a armazenagem.

A estes processos estão associados variados riscos, sendo que a *Verallia* apresenta uma avaliação de riscos detalhada para cada processo, onde são expostos todos os perigos associados a cada tarefa de forma a garantir a saúde, segurança e higiene no trabalho.

### 3.2.1 CASO DE ESTUDO

Para o desenvolvimento da metodologia proposta, o primeiro passo a analisar foi a avaliação de riscos da empresa. Todos os processos da empresa apresentam a sua avaliação de risco, sendo que o método utilizado nesta análise é o Método Probabilidade Consequência.

Numa primeira fase desta análise, por cada processo/área foi feita uma verificação de todos os perigos existentes, quais os riscos associados e quais as suas medidas preventivas de forma a perceber a quantidade de riscos que cada área apresenta e posteriormente categorizar a sua causa, como mencionado no capítulo 3.1, referente ao *Safety Steam Mapping*. É importante referir, que a classificação da causa tem em consideração as medidas de prevenção definidas, associadas ao risco de cada tarefa e podem classificadas como “HUM”, “ESP” e “EQ”, caso a falha se deva a falhas de seguranças por falta de segurança humana de espaço ou dos equipamentos. Em

seguida, na tabela 11, serão apresentados alguns exemplos reais, tendo em conta a avaliação de riscos da empresa, da classificação das causas para uma melhor compreensão.

Tabela 11. Classificação das causas tendo em conta exemplos da empresa Verallia

PERIGO	RISCO ASSOCIADO	MEDIDA PREVENTIVA	CAUSA
Projeção de partículas de vidro	Golpes e/ou cortes por projeção de fragmentos ou partículas	Uso obrigatório e sistemático de proteção ocular e/ou facial	HUM
Vidro nos pisos	Cortes por passagem sobre objetos cortantes e/ou perfurantes	Manter a ordem e limpeza dos postos de trabalho. Sinalizar a zona.	ESP
Reservatórios sobre pressão	Explosões	Efetuar inspeções regulamentares aos reservatórios de acordo com a legislação em vigor	EQ

Após a classificação das causas, foi efetuada uma contagem dos riscos de cada área. Tendo uma contagem total das ocorrências procede-se à contagem das ocorrências por causa, através da seguinte função:

*CONTAR.SE(intervalo; critérios),*

Fórmula 1. Contagem de ocorrências por causa

em que o intervalo refere-se à coluna de Excel com a classificação das causas e o critério é ser igual a “HUM”, “ESP” ou “EQ”.

De forma a chegar à conclusão do nível de risco de cada área é calculada a média dos níveis de risco. Além do nível de risco da área, é também necessário perceber o nível de risco associado a cada causa. A obtenção deste valor, é feita através da seguinte função:

*MEDIA.SE(intervalo; critérios; [intervalo<sub>medio</sub>]),*

Fórmula 2. Média do Nível de Risco associado a cada causa

em que, o intervalo refere-se à coluna de Excel com a classificação das causas, o critério é ser igual a “HUM”, “ESP” ou “EQ” e o intervalo médio à coluna com o resultado dos níveis de risco.

Para cada área foram então determinados estes valores. Relativamente à Composição de Matérias primas os resultados obtidos encontram-se representados na tabela 12.

Tabela 12. Resultados Composição de Matérias Primas

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	162	75	44
<b>ESP</b>	130	35	35
<b>EQ</b>	77	93	21
<b>Total</b>	369	68	100

Os resultados do Vidro Quente estão representados na tabela 13.

Tabela 13. Resultados Vidro Quente

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	433	93	60
<b>ESP</b>	114	99	16
<b>EQ</b>	177	106	24
<b>Total</b>	724	99	100

Na tabela 14, estão representados os resultados obtidos no processo de Vidro Frio.

Tabela 14. Resultados Vidro Frio

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	305	72	63
<b>ESP</b>	111	58	23
<b>EQ</b>	70	71	14
<b>Total</b>	486	67	100

Os resultados correspondentes à Expedição encontram-se representados na tabela 15.

Tabela 15. Resultados Expedição

	CONTAGEM	MÉDIA	%
HUM	35	53	44
ESP	26	63	32
EQ	19	45	24
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>54</b>	<b>100</b>

Toda a análise efetuada e cálculos necessários foram realizados em Excel. Através da determinação destes valores, grande parte do SSM da empresa podia ser realizado, no entanto, a empresa não apresenta avaliação de riscos relativamente ao transporte entre secções. Desta forma, com recurso ao método Probabilidade Consequência, foi realizada a avaliação de riscos para o transporte.

O transporte realizado entre a Composição de Matérias Primas para o Vidro Quente é feito internamente no forno quente, sendo que desta forma não existe risco associado. O mesmo acontece no transporte entre o Vidro Quente e o Vidro Frio, em que o transporte é realizado através de tapetes automáticos. No entanto, relativamente ao transporte do Vidro Frio para Armazém de Expedição, este é feito com empilhadoras, sendo que este tipo de transporte tem risco associado, tendo como riscos o atropelamento e o capotamento.

Como dito anteriormente, para calcular o nível de risco do transporte foi utilizado o método Probabilidade Consequência. Neste método, o nível de risco (NR) é calculado a partir da seguinte fórmula.

$$NR = NP \times NC ,$$

Fórmula 3. Cálculo do Nível de Risco

em que, NP é o nível de probabilidade e NC, nível de consequência. O nível de consequência é retirado através da tabela 16.

Tabela 16. Nível de consequência

Nível de Consequências	NC	Significado	
		Danos Pessoais	Danos Materiais
Mortal ou Catastrófico	100	1 morto ou mais	Destruição total do sistema
Muito Grave	60	Lesões graves	Destruição parcial do sistema
Grave	25	Lesões com incapacidade laboral transitória	Requer paragem do processo
Leve	10	Pequenas lesões sem hospitalização	Reparação sem necessidade de paragem

O nível de Probabilidade é dado pela seguinte fórmula.

$$NP = ND \times NE ,$$

Fórmula 4. Cálculo do Nível de Probabilidade

em que, ND corresponde ao nível de deficiência e NE, nível de Exposição. O nível de deficiência é retirado através da tabela 17 e o nível de exposição através da tabela 18.

Tabela 17. Nível de deficiência

Nível de Deficiência	ND	Significado
Muito deficiente	10	Existência de fatores de risco significativos. O conjunto de medidas preventivas existentes é ineficaz.
Deficiente	6	Existência de alguns fatores de risco que precisam de ser corrigidos. Há pouca eficácia nas medidas preventivas existentes.
Melhorável	2	Fatores de risco de menor importância. Há alguma eficácia do conjunto das medidas preventivas relativamente ao risco.
Aceitável	-	Não se detetam anomalias. O risco está controlado.

Tabela 18. Nível de exposição

Nível de Exposição	NE	Significado
Continuada	4	Continuamente. Várias vezes na sua jornada com tempo prolongado.
Frequente	3	Várias vezes na sua jornada, em tempos curtos.
Ocasional	2	Algumas vezes na sua jornada com tempos curtos.
Esporádica	1	Irregularmente.

No caso do transporte com empilhadora, como dito anteriormente, apresenta dois riscos, o risco de atropelamento e de capotamento.

Relativamente ao risco de atropelamento, tendo em conta o nível de deficiência e de exposição, obtém-se o nível de probabilidade:

$$NP = ND \times NE = 6 \times 3 = 18$$

sendo o nível de deficiência deficiente e a exposição frequente. Desta forma, tendo em conta que o nível de consequência é leve, sem hospitalizações e necessidade de paragem do processo chega-se ao nível de risco:

$$NR = NP \times NC = 18 \times 10 = 180$$

No que diz respeito ao risco de capotamento, o nível de probabilidade é de:

$$NP = ND \times NE = 6 \times 3 = 18$$

igual ao anterior, no entanto, apresenta um nível de consequência grave, sendo possíveis hospitalizações e paragens no processo produtivo:

$$NR = NP \times NC = 18 \times 25 = 450$$

Tendo em consideração os cálculos anteriores, chega-se à conclusão que o nível de risco associado ao transporte do Vidro Frio para o Armazém de Expedição é dado pela média do risco de atropelamento e do risco do capotamento, chegando-se a um NR= 315.

Desta forma, estão reunidas todas as condições para a construção do *SSM* da empresa *Verallia*.

3.2.2 SSM VERALLIA

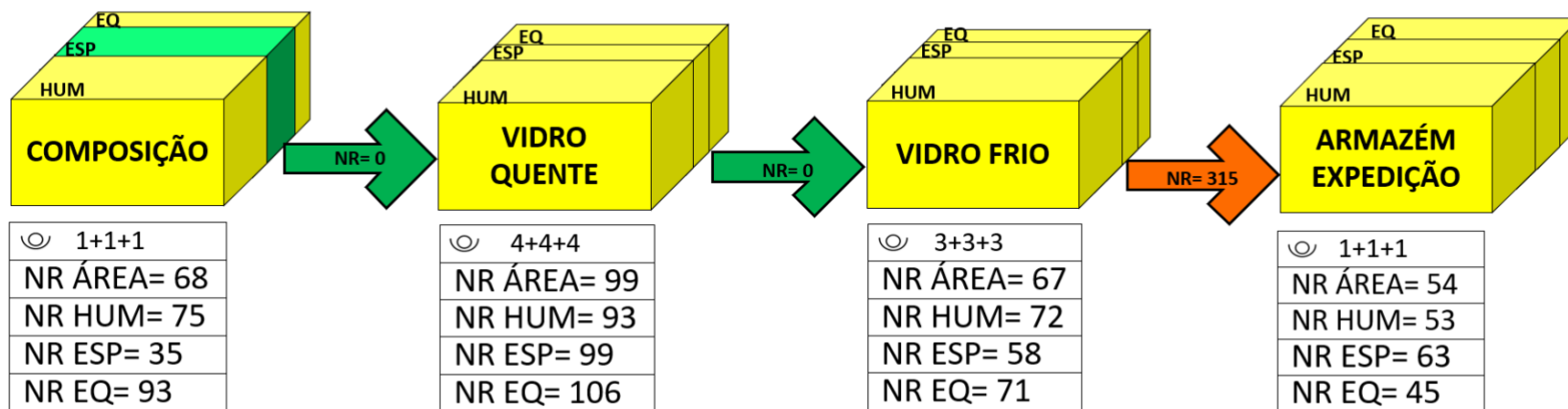


Figura 6. SSM VERALLIA

Na figura 6 é possível observar a representação do *Safety Stream Mapping* da empresa *Verallia*. No *SSM* estão representadas todas as áreas que fazem parte do fluxo produtivo da empresa. Através desta representação é possível ter uma percepção rápida e intuitiva do risco associado a cada área e ao respetivo transporte.

Fazendo uma análise ao estado de segurança da empresa *Verallia* chega-se à conclusão que todas as áreas estão satisfatórias, nível de intervenção III. Em todas as áreas, a maior causa na falta de segurança deve-se a falhas humanas como é possível verificar no *SSM* da empresa. Relativamente às *Lean Tools* implementadas na empresa que visam a melhoria da falta de segurança devido a falhas humanas, a empresa apresenta implementado um sistema de selagem e etiquetagem, considerados *Poka-Yokes*, uma vez que são sistemas simples, concebidos para prevenir e evitar acidentes desnecessários. Este sistema permite ao operador saber que um determinado equipamento se encontra parado e que a sua utilização é perigosa e proibida.

No que diz respeito à falta de segurança devido a falhas de segurança no espaço, a empresa tem implementadas as duas *Lean Tools* sugeridas na metodologia que beneficiam ao nível da segurança as falhas causadas devido a falhas no espaço, os 5s e Visual Management.

Relativamente à falta de segurança devido a falhas nos equipamentos, a empresa não apresenta nenhuma ferramenta *Lean* implementada, no entanto, os fornos são sujeitos a manutenções preventivas regulares, uma vez que uma avaria nos fornos implicaria um prejuízo incalculável.

Como sugestões de melhoria, e tendo em conta que a maior falta de segurança se deve a falhas humanas, sugere-se a implementação de sistemas *Andon*, como forma de alerta para situações de risco e da ferramenta *Standard Work* de forma a formar os operadores e criar regras e padrões permitindo execução do trabalho através de procedimentos pré-definidos.

### 3.3 EMPRESA X

Devido ao facto dos resultados do *SSM* da empresa *Verallia* serem bastante uniformes, não havendo muita discrepância, optou-se por implementar o modelo numa segunda empresa, de forma a ser possível observar resultados diferentes.

A empresa X, é uma empresa têxtil portuguesa que se dedica ao fabrico de toalhas.

O seu processo produtivo é composto por 9 processos/áreas.

- **Armazém de Fio:** Onde são armazenadas todas as matérias primas necessárias na produção.
- **Urdissagem:** É a preparação da teia (fios longitudinais) e da trama (fios transversais). Consiste em estender, em comprimentos definidos, várias faixas de fio, de modo a se produzir uma teia.
- **Tecelagem:** Consiste no entrelaçamento dos fios de trama com os de teia formando assim tecido. Este processo é realizado em teares.
- **Revista/Acabamentos:** Onde é realizado um controlo de qualidade intermédio.
- **Tinturaria:** Processo realizado por empresas subcontratadas.
- **Corte/Confeção lateral:** Corte e costura lateral das toalhas.
- **Confeção Automática:** Corte e costura no topo das toalhas.
- **Revista:** É onde é feito o controlo de qualidade das peças.
- **Expedição:** Armazém onde o produto acabado é preparado e reservado para a expedição.

Para uma melhor compreensão do processo produtivo da empresa X, é possível consultar o seu VSM na figura 7.

# VALUE STREAM MAPPING

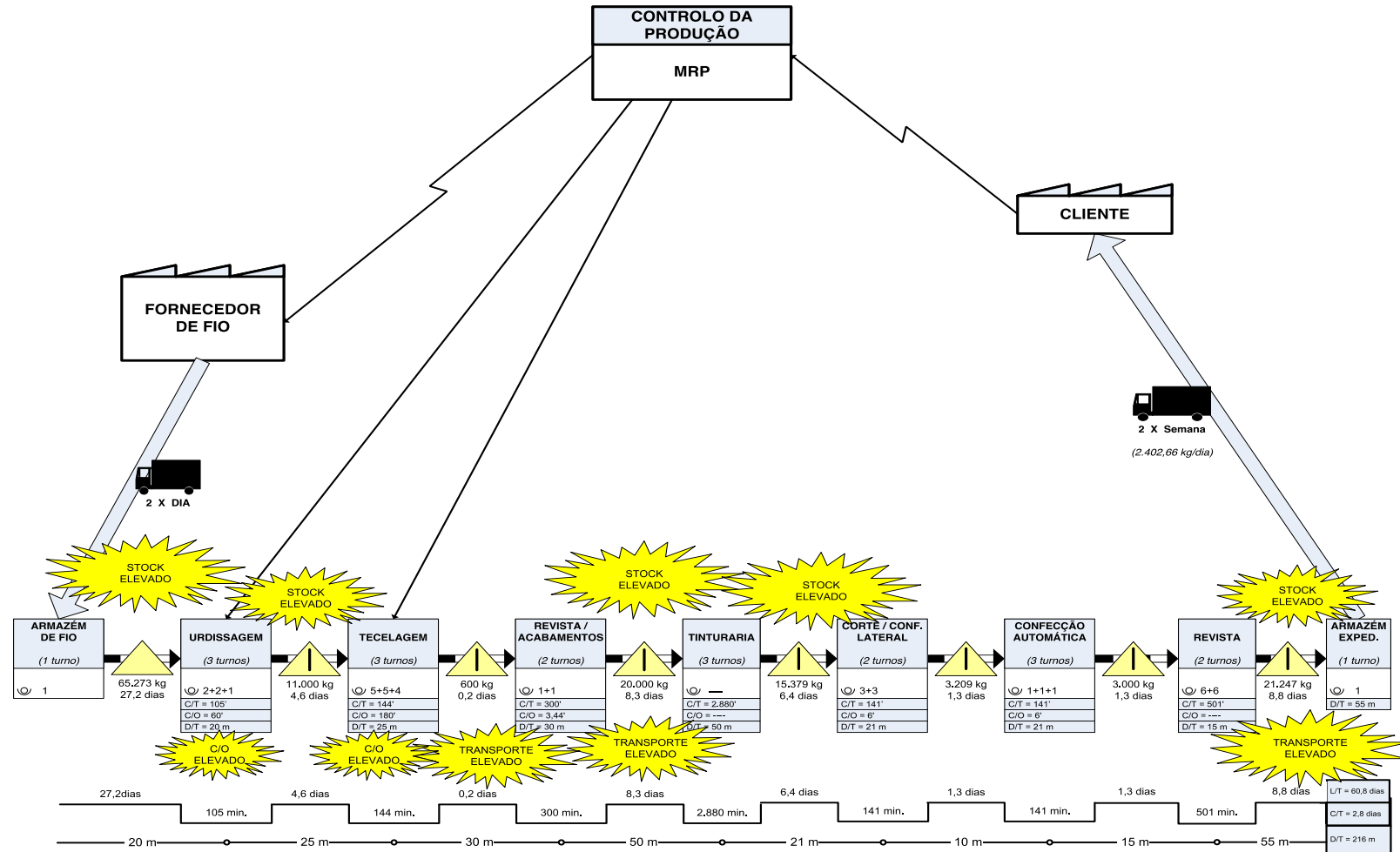


Figura 7. VSM Empresa X

### 3.3.1 CASO DE ESTUDO

No caso da empresa X, os cálculos efetuados, necessários para a construção do SSM, foram efetuados da mesma forma da empresa *Verallia*. Para tal, foi utilizada a avaliação de riscos existente na empresa, tendo sido definidas as causas associadas às medidas preventivas de cada perigo. No entanto, ao contrário do que acontece na *Verallia*, a empresa x apresenta riscos associados ao transporte em cada processo, sendo que foram realizados todos os cálculos referentes a cada transporte.

Relativamente ao primeiro processo, Armazém de Fio, os resultados obtidos na sequência da análise da avaliação de riscos encontram-se representados na tabela 19.

Tabela 19. Resultados Armazém de Fio

	CONTAGEM	MÉDIA	%
HUM	31	748	69
ESP	10	1875	22
EQ	4	738	9
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>1120</b>	<b>100</b>

No que diz respeito ao transporte, o produto é transportado do Armazém de Fio para a Urdissagem em empilhadores, cujo os riscos associados a este transporte são o de atropelamento e capotamento.

Relativamente ao risco de atropelamento, tendo em conta o nível de deficiência e de exposição, obtém-se o nível de probabilidade:

$$NP = ND \times NE = 2 \times 2 = 4$$

sendo o nível de deficiência melhorável e a exposição ocasional. Desta forma, tendo em conta que o nível de consequência é leve, sem hospitalizações e necessidade de paragem do processo chega-se ao nível de risco:

$$NR = NP \times NC = 4 \times 10 = 40$$

No risco de capotamento, os resultados são iguais, sendo que o risco de transporte do Armazém de Fio para a Urdissagem é obtido pela média dos dois, o que dá um NR=40.

No processo de Urdissagem, os resultados obtidos no nível de risco desta área, encontram-se representados na tabela 20.

Tabela 20. Resultados Urdissagem

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	15	488	63
<b>ESP</b>	5	460	21
<b>EQ</b>	4	480	16
<b>Total</b>	24	476	100

O transporte realizado da Urdissagem para a Tecelagem é igualmente realizado através de empilhadores, e os resultados obtidos foram os mesmos que no transporte anterior, tendo em conta que os riscos associados são os mesmos e os níveis de exposição, deficiência e consequência são iguais, tendo-se obtido um NR= 40 para o transporte entre estes dois processos.

Na tabela 21 estão representados os resultados obtidos relativamente ao nível de risco do processo de tecelagem.

Tabela 21. Resultados Tecelagem

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	14	954	67
<b>ESP</b>	3	500	14
<b>EQ</b>	4	2485	19
<b>Total</b>	21	1313	100

O transporte realizado da Tecelagem para a Revista/Acabamentos é feito através de porta-paletes. Este tipo de transporte tem dois riscos associados, o de colisão e o de marcha sobre os pés.

Relativamente ao risco de colisão, tendo em conta o nível de deficiência e de exposição, obtém-se o nível de probabilidade:

$$NP = NP = ND \times NE = 2 \times 2 = 4$$

sendo o nível de deficiência melhorável e a exposição ocasional. Desta forma, tendo em conta que o nível de consequência é leve, sem hospitalizações e necessidade de paragem do processo chega-se ao nível de risco:

$$NR = NP \times NC = 4 \times 10 = 40$$

No que diz respeito ao risco de marcha sobre os pés, o nível de probabilidade é de:

$$NP = ND \times NE = 2 \times 2 = 4$$

igual ao anterior, no entanto, apresenta um nível de consequência grave, sendo possíveis hospitalizações e paragens no processo produtivo:

$$NR = NP \times NC = 4 \times 25 = 100$$

Através destes resultados, chega-se à conclusão que o nível de risco associado ao transporte da Tecelagem para a Revista/Acabamentos é de 70, valor calculado pela média dos resultados anteriores.

A avaliação do nível de risco associado ao processo da Revista/Acabamentos encontra-se apresentada na tabela 22.

Tabela 22. Resultados Revista/Acabamentos

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	3	1267	50
<b>ESP</b>	2	300	33
<b>EQ</b>	1	500	17
<b>Total</b>	6	689	100

Após passar pela Revista/Acabamentos, as toalhas passam pelo processo de Tinturaria, onde são tingidas ou estampadas. Este processo é realizado fora da empresa, por empresas subcontratadas, bem como o transporte. Desta forma, não é realizada avaliação de risco, por se tratar de atividades externas.

A avaliação do nível de risco associado ao processo de Corte/Confeção Lateral encontra-se apresentada na tabela 23.

Tabela 23. Resultados Confeção Lateral

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	14	761	52
<b>ESP</b>	12	707	44
<b>EQ</b>	1	400	4
<b>Total</b>	47	623	100

O transporte realizado da Confeção Lateral para a Confeção Automática é feito através de porta-paletes, e o nível de risco é igual ao calculado da Tecelagem para a Revista/Acabamentos, isto é, NR=70.

Na tabela 24 estão representados os resultados obtidos relativamente ao nível de risco do processo de Confeção Automática.

Tabela 24. Resultados Confeção Automática

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	7	571	64
<b>ESP</b>	3	733	27
<b>EQ</b>	1	20	9
<b>Total</b>	11	441	100

O transporte realizado entre a Confeção Automática até à Revista é feito a pé. O risco associado a este tipo de transporte é de tropeçamento, em que:

$$NP = ND \times NE = 2 \times 3 = 6$$

sendo o nível de deficiência melhorável e a exposição frequente. O nível de consequência é leve, sem hospitalizações e necessidade de paragem do processo, chegando-se assim:

$$NR = NP \times NC = 6 \times 10 = 60$$

que corresponde ao nível de risco associado a este transporte.

No processo seguinte, revista, os resultados obtidos na avaliação de riscos desta área estão representados na tabela 25.

Tabela 25. Resultados Revista

	CONTAGEM	MÉDIA	%
<b>HUM</b>	4	1250	50
<b>ESP</b>	3	467	37
<b>EQ</b>	1	500	13
<b>Total</b>	8	739	100

Tal como no caso anterior, o transporte da revista para o armazém é feito a pé e apresenta o mesmo risco, o de tropeçamento. Os resultados obtidos foram iguais ao caso anterior, NR=60.

Por último, relativamente ao armazém de expedição, os resultados obtidos estão representados na tabela 26.

Tabela 26. Resultados Armazém de expedição

	<b>CONTAGEM</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>%</b>
<b>HUM</b>	8	481	100
<b>Total</b>	8	481	100

Neste caso, os resultados obtidos foram diferentes de todos os outros aqui mencionados. Esta área apresenta apenas 8 riscos, sendo a causa associada a todos eles de origem humana.

Após a realização de todos os cálculos necessários, é possível a construção do SSM da empresa x.

3.3.2 SSM EMPRESA X

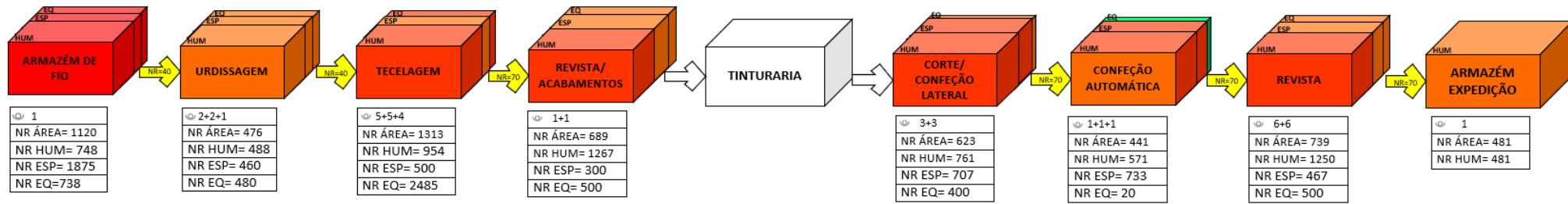


Figura 8. SSM EMPRESA X

Pela observação do *SSM* da empresa x, figura 8, é possível desde logo observar situações bastante diferentes da empresa anterior. O *SSM* pode ser considerado como uma sobreposição do *VSM* da empresa, apresentando informações relevantes relativamente a questões de segurança.

Numa visão geral é logo possível retirar algumas conclusões acerca do *SSM*. A área da Tinturaria e os transportes associados à mesma não se encontram pintados, devido ao facto de serem atividades externas, executadas por empresas subcontratadas. Num panorama geral, relativamente à avaliação de riscos da empresa, e tendo em conta a representação colorida do mesmo, chega-se à conclusão que a empresa apresenta um elevado nível de risco associado a cada área/processo.

Maioritariamente, a causa da falta de segurança deve-se a falhas humanas, seguido de falhas no espaço, e por último, devido a falhas nos equipamentos. É de salientar o caso do armazém de expedição, uma vez que 100% da falta de segurança se deve a falhas humanas. Os transportes apresentam um nível satisfatório, nível de intervenção III, sendo possível melhorar.

O caso da empresa X serviu como demonstração da aplicabilidade do *SSM* numa empresa diferente, de forma a ser possível demonstrar outro tipo de resultados. Neste caso, não serão apresentadas propostas de melhoria, tendo em conta que a intervenção nesta empresa teve como objetivo o desenvolvimento do *SSM* da empresa, com recurso ao seu *VSM* e à sua avaliação de riscos.

# CONCLUSÕES

## 4.1 TRABALHOS FUTUROS



## 4 CONCLUSÕES

Esta dissertação abordou dois temas presentes em qualquer unidade produtiva, que devem ser tidos em conta para o crescimento e sustentabilidade de uma organização, a filosofia *Lean*, que procura a redução de custos e aumento do volume de negócios através da eliminação de desperdícios e de atividades sem valor agregado e o conceito de Segurança, cuja aposta no seu desenvolvimento deve ser vista como um investimento e não como uma perda de tempo, uma vez que a falta de segurança provoca desperdício e o desperdício não traz qualquer tipo de vantagem a uma organização.

O objetivo central desta dissertação prendia-se na integração da segurança na filosofia *Lean*, isto é, perceber de que forma é que estas duas temáticas poderiam ser trabalhadas em conjunto, de forma a criar algo novo que acrescentasse valor a uma organização.

Toda a investigação realizada em torno destes dois temas principais levou à criação de uma metodologia, que tem como fonte de inspiração a ferramenta *Lean VSM* e que se designa *SSM*.

Esta nova metodologia foi pensada de forma a auxiliar qualquer membro de uma organização, interno ou externo a perceber o estado de segurança da organização. Através da observação desta metodologia é possível perceber todas as áreas/processos que fazem parte do fluxo produtivo da organização, qual o nível de risco associado a cada uma delas e quais as principais causas da falta de segurança, conseguido através da avaliação de riscos da organização, requisito que é legalmente obrigatório.

Uma avaliação de riscos de uma organização é um conjunto de documentação muito extensa e detalhada. Esta solução, permite ter uma visão mais ampla da avaliação de riscos. Não pretende ser uma solução de substituição da avaliação de riscos, mas sim um complemento, acrescentando ainda a distinção da fonte das causas da falta de segurança em determinada área.

Os resultados obtidos, resultantes da aplicação desta nova metodologia, devem ser analisados e posteriormente, como forma de melhoria devem ser implementadas ferramentas *Lean*, adequadas e indicadas para o tratamento das falhas.

A aplicação desta metodologia mostrou ser útil na perceção do nível de segurança de uma organização, uma vez que permite ter uma visão do nível de risco de cada processo através da observação de um esquema a cores, ilustrativo dos processos que fazem parte fluxo produtivo da organização e do nível de segurança de cada um, de uma forma simples e de fácil interpretação.

#### 4.1 TRABALHOS FUTUROS

Existem ainda, várias questões a ser estudadas e que devem dar continuidade a este projeto. Após a implementação das ferramentas *Lean*, adequadas no tratamento da falta de segurança é necessário perceber o impacto que essa implementação teve na melhoria da segurança, sendo realizado um estado atual do *SSM* e um estado futuro após a implementação das ferramentas, percebendo desta forma qual foi o impacto da implementação das ferramentas na diminuição da ocorrência de acidentes ocupacionais.

De forma a testar a aplicabilidade do *SSM*, e apesar desta metodologia ter sido testada no setor têxtil e na indústria de vidro, a sua implementação em diferentes setores industriais seria interessante, sendo possível fazer comparações e perceber se existem setores onde a sua aplicação é mais vantajosa.

O *SSM* é uma metodologia nova, criada de raiz. Isso permite que sejam feitas propostas de melhoria ao modelo, como a implementação de novos parâmetros de estudo, um design diferente, chegando a resultados mais abrangentes.

Com a evolução da tecnologia, tornar o desenvolvimento de *SSM* de forma digital e automática através da avaliação de riscos seria uma vantagem para as organizações.

Através da pesquisa bibliográfica realizada no capítulo 2 foi possível ficar a conhecer duas metodologias que visam uma melhor gestão da segurança, o sistema de segurança *ECTR* criado por *Watson* em 1993 e o método *DREAM* criado por *Jinz Song*, *Boyun Duo*, *Jim Lee* e *Shuxian Jiang* em 2016. Após o desenvolvimento do *SSM* atual de uma organização seria interessante testar de que forma é que aplicação destas duas metodologias poderiam trazer vantagens ao nível da segurança de uma organização. A construção do *SSM* futuro, após a implementação das metodologias mostraria a performance das mesmas a nível da segurança.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Anvari, A., Zulkifli, N., & Yusuff, R. M. (2011). Evaluation of approaches to safety in lean manufacturing and safety management systems and clarification of the relationship between them. *World Applied Sciences Journal*.

Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of high impact lean production tools in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2072–2080. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.450>

Bajjou, M. S., Chafi, A., & En-Nadi, A. (2017). The Potential Effectiveness of Lean Construction Tools in Promoting Safety on Construction Sites. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 33(November), 179–193. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.33.179>

Bastos, A., Sá, J. C., & Silva, O. (2015). The Importance of Training for Preventing Occupational Risks The Importance of Training for Preventing Occupational Risks, (SEPTEMBER 2013), 308–312.

Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56–72. <https://doi.org/10.1108/17410380610639506>

Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The Lean Toolbox, The essential guide to lean transformation. Production and inventory control, systems and industrial engineering books*.

Boran, S., & Ekincioğlu, C. (2017). A novel integrated SMED approach for reducing setup time. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(9–12), 3941–3951. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0424-9>

Carrington, G. P. (2016). Aplicação das metodologias Kaizen Diário e SMED no processo produtivo de uma fábrica.

Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (n.d.). *Investigação\_Accção\_Metodologias(1).pdf*.

Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488–1502. <https://doi.org/10.1108/01443570010355750>

Deros, B. M., Mohamad, D., Idris, M. H. M., Rahman, M. N. A., & Ghani, J. A. (2011). Setup Time Reduction in an Automotive Battery Assembly Line. *International Journal of Systems Applications, Engineering & Development*, 5(5), 618–625.

Dien, Y., Llory, M., & Montmayeul, R. (2004). Organisational accidents investigation methodology and lessons learned. *Journal of Hazardous Materials*, 111(1–3), 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.02.021>

Dillon, A. P., & Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. <https://doi.org/0915299038>

Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 36(1), 95–102.

EFQM. (2013). Using Lean within the EFQM Framework, 1–24.

Ferraz Fabbri, B. P. (2011). *Lean Healthcare: um levantamento de oportunidades de ganho em um hospital brasileiro*. Monografia.

Fisher, M. (1999). Process improvement by poka-yoke. *Work Study*, 48(7), 264–266. <https://doi.org/10.1108/00438029910294153>

Gnoni, M. G., Andriulo, S., Maggio, G., & Nardone, P. (2013). “Lean occupational” safety: An application for a Near-miss Management System design. *Safety Science*, 53, 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.09.012>

Greenfield, R. (2009). *Desenvolvimento de um sistema Andon para sistemas de produção Lean*.

Gupta, S., & Jain, S. K. (2014). The 5S and kaizen concept for overall improvement of the organisation: a case study. *International Journal of Lean Enterprise Research*, 1(1), 22. <https://doi.org/10.1504/IJLER.2014.062280>

Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual Vol 5: Standardised Operations - Jidoka & Maintenance Safety*.

Howell, G. A., Ballard, G., Abdelhamid, T. S., & Mitropoulos, P. (2002). Working Near the Edge: a New Approach To Construction Safety. *10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*.

Huang, Y. H., Verma, S. K., Chang, W. R., Courtney, T. K., Lombardi, D. A., Brennan, M. J., & Perry, M. J. (2012). Management commitment to safety vs. employee perceived safety training and association with future injury. *Accident Analysis and Prevention*. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.12.001>

Lai, D. N. C., Liu, M., & Ling, F. Y. Y. (2010). A comparative study on adopting human resource practices for safety management on construction projects in the United States and Singapore. *International Journal of Project Management*. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.11.004>

Malagón, F. B. M. (1993). NTP 330 : Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente. *Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Españã; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*. Retrieved from [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_330.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_330.pdf)

Mathis, H. L. (2012). Lean safetv, (June).

- Moreira, F. J. T. (2005). *I Ntrodução Do E Studo Da C Amada L Imite*.
- Nahmens, I., & Ikuma, L. H. (2009). An Empirical Examination of the Relationship between Lean Construction and Safety in the Industrialized Housing Industry. *Lean Construction Journal*, 1, 1–12.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM.
- Nuno, J., & Pinto, F. (2012). *João Nuno Ferreira Pinto Implementação da metodologia TPM numa empresa de produção de elevadores*.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. *Productivity Press*. <https://doi.org/10.1108/eb054703>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Picchi, F. A. (2003). Oportunidades da aplicação do lean thinkin na construção. *Ambiente Construído*, 3(1), 7–23.
- Pinto, J. P. (2008). Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro. *Comunidade Lean Thinking*. <https://doi.org/10.1002/9780470759660.ch27>
- Portuguese Parliament. (2009). Law No. 102/2009, of 10 September, which regulates the legal framework for the promotion of health and safety at work. *Diário Da República / Official Journal of the Portuguese Republic*, 176, 6167–6192. Retrieved from <https://dre.pt/application/file/489947>
- Prakash, R. (2010). *Framework for understanding the relationship between lean and safety in Construction*. Retrieved from <http://repositories.tdl.org/tdl-ir/handle/1969.1/ETD-TAMU-2010-05-7966>
- República, D. da. (2007). Ministério da economia e da inovação, 1410–1412.
- Sá, J. C. (2015). Técnico Superior de Segurança e Higiene do Trabalho M4 - Higiene do Trabalho, 56.
- Sá, J., & Silva, O. (2012). A Importância da Avaliação e da Comunicação dos Riscos na Prevenção – Caso prático: Máquinas para trabalho com madeiras. *Riscos, Segurança e Sustentabilidade*, 2, 978–972. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10437/3311>
- Sabadka, D., Molnar, V., & Fedorko, G. (2017). The Use of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis to Optimization of the Production Process. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(3), 187–195. <https://doi.org/10.12913/22998624/76067>
- Seppänen, O., Ballard, G., & Pesonen, S. (2010). The combination of last planner system and location-based management system. *Lean Construction Journal*, 43–54. Retrieved from [http://www.leanconstruction.org/lcj/2010/LCJ\\_10\\_013.pdf%5Cnhttp://www.researchga](http://www.leanconstruction.org/lcj/2010/LCJ_10_013.pdf%5Cnhttp://www.researchga)

te.net/publication/228417459\_The\_Combination\_of\_Last\_Planner\_System\_and\_Location-Based\_Management\_System/file/9fcfd50ae5723d2bb4.pdf

Shang, K., & Lu, C. (2009). Effects of Safety Climate on Perceptions of Safety Performance in Container Terminal Operations. *Transport Reviews*.  
<https://doi.org/10.1080/01441640802264943>

Song, J., Guo, B., Lee, J., & Jiang, S. (2016). Application of Lean Tools in the Oil Field Safety Management. *Journal of Engineering Research and Application*, 6(11), 58–67.

Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>

Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582.  
<https://doi.org/10.2307/2392581>

T.Fine, W. (1971). Is Laimer No Tice Quality Available . the Copy.

Vinodh, S., Arvind, K. R., & Somanaathan, M. (2011). Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 13(3), 469–479. <https://doi.org/10.1007/s10098-010-0329-x>

Vinodkumar, M. N., & Bhasi, M. (2010). Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. *Accident Analysis and Prevention*. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.06.021>

Voss, C., & Blackmon, K. (1996). The impact of national and parent company origin on world-class manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*. <https://doi.org/10.1108/01443579610131492>

Watson, J. L. (1993). Effective Safety Management Systems. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. <https://doi.org/10.2118/26365-ms>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Chapter 4. *Lean Thinking-B ANISH WASTE AND CREATE WEALTH IN YOUR CORPORATION*, (1), 67–90.  
<https://doi.org/10.1080/14767330701233988>

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. *World*. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)