

VALIDAÇÃO E MELHORIA DO MANUAL DE INSTRUÇÕES LEAN E DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO

JORGE RAFAEL LOPES DOMINGUES

outubro de 2022

MELHORIA DO MANUAL DE INSTRUÇÕES *LEAN (MIL)* E DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE DE APOIO AO UTILIZADOR

Jorge Rafael Lopes Domingues

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

MELHORIA DO MANUAL DE INSTRUÇÕES *LEAN (MIL)* E DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE DE APOIO AO UTILIZADOR

Jorge Rafael Lopes Domingues

Estudante n.º 1171644

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação da Professora Doutora Marlene Ferreira Brito e coorientação da Professora Maria Beatriz Pinheiro

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação representa o culminar de mais uma etapa, desta forma é importante expressar os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram, para que a elaboração deste projeto fosse possível. No entanto, não posso deixar de agradecer particularmente:

Um especial grande agradecimento à Engenheira Marlene Ferreira Brito, pelo incansável apoio, disponibilidade e aconselhamento desde o início até ao fim do projeto, mesmo em situações que pareciam impossíveis ajudou-me a ser capaz de conseguir atingir os resultados que sempre pretendia.

À Engenheira Maria Beatriz Pinheiro pela participação ao longo do projeto, pois sempre se mostrou disponível para dar opinião, transmitir conhecimentos e ideias sobre como aprimorar o projeto.

Ao Engenheiro Luís Pinto Ferreira que desde a Licenciatura tem marcado um peso enorme nas minhas vitórias académicas.

Agradecer a todos os meus amigos, especialmente ao grupo PAREA que me acompanham e suportam há muitos anos, sempre disse que conseguia e mais estará para vir.

Agradecer principalmente o meu sucesso académico aos meus amigos de Licenciatura, Mestrado e Praxe, pois reconheço que sem os mesmos, os meus caminhos não teriam sido escritos tão bem por linhas tão tortas.

Agradecer ainda a todos os meus amigos de Erasmus que me ensinaram muito e me fizeram crescer ainda mais.

Agradeço ainda muito aos meus avós, aos meus tios, à minha prima e a todos os familiares, que sempre me desejaram a maior das sortes num percurso tão difícil.

Guardando os agradecimentos mais importantes para o fim, agradeço todos os dias do fundo do coração, a quem me apoia incondicionalmente em todas as minhas decisões, todos os dias desde o primeiro, a quem mais confiou e acreditou em mim, mesmo em alturas muito difíceis, agradeço aos meus queridos pais e à minha querida irmã, pois fizeram de mim aquilo que sou hoje, ambiciono um dia conseguir ser metade da pessoa que vocês são no mundo e de ter o sucesso pessoal que vejo em vocês, vocês merecem tudo de mim pois sempre se sacrificaram pondo-me à frente das vossas necessidades, o meu maior obrigado.

página propositadamente em branco

RESUMO

Atualmente, as organizações ambicionam otimizar cada vez mais os seus sistemas produtivos através do *Lean Manufacturing (LM)* de modo a promoverem o seu crescimento e desenvolvimento. No entanto, existe ainda dificuldade na implementação de ferramentas *Lean*, verifica-se que a maior parte da formação se apresenta de forma mais teórica, pelo que existe carência de informação e documentação para auxiliar a vertente mais prática destes conceitos do *LM*.

A presente dissertação consiste numa 2ª parte de um projeto que visa o desenvolvimento de um manual de apoio à implementação prática de conceitos e ferramentas *Lean*. A primeira fase consistiu na elaboração do Manual de Instruções *Lean (MIL)* em que seis das ferramentas mais utilizadas na área do *Lean Manufacturing* foram incluídas. Durante a validação foram dadas sugestões de melhoria que foram tidas em conta nesta 2ª parte do projeto, que consistiu na inclusão de três ferramentas ao manual, uma ferramenta de apoio à decisão ao utilizador, um conjunto de materiais de formação *Lean* e ainda uma interface para o utilizador final, com a integração de todos os elementos. É pretendido com este projeto, criar algo que ainda não existe até à altura, criar um suporte de conteúdo verificado e standardizado que apoie docentes e profissionais na área *Lean* tanto na formação como na aplicação prática dos conceitos no terreno.

Foi ainda escrito e submetido a revista um artigo científico, de modo a explicar todos os processos das duas fases do projeto, com o intuito de dar a conhecer este projeto à comunidade académica.

Obtendo como resultados finais uma validação e melhoria do *MIL*, tal como era pretendido pelos utilizadores finais da 1ª parte do projeto e ainda um *step up*, no que se refere à interação do utilizador com uma nova interface. Através de duas principais novidades, nomeadamente da Ferramenta de apoio à decisão e dos Conteúdos de Formação, o público alvo do produto final desta dissertação será aumentado para recém licenciados, formadores e alunos.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Manufacturing; Gestão Visual; *TPM*; *Mizusumashi*; Apoio à decisão; Formação

página propositadamente em branco

ABSTRACT

Currently, organizations increasingly aim to optimize their production systems through *Lean Manufacturing (LM)* to promote their growth and development. However, there is still difficulty in the implementation of Lean tools, it is verified that most of the training is presented in a more theoretical way, so there is a lack of information and documentation to assist the more practical side of these concepts of *LM*.

This dissertation is the second part of a project that aims to develop a manual to support the practical implementation of Lean concepts and tools. The first phase consisted in the development of a *Lean Manufacturing Manual (MIL)* in which six of the most widely used tools in Lean Manufacturing were included. During validation, suggestions for improvement were given and considered in this 2nd part of the project, which consisted in the inclusion of three tools to the manual, a decision support tool for the user, a set of *Lean* training materials and an interface for the end user, integrating all the elements. The intention of this project is to create something that has not existed to date, to create a verified and standardized content support that supports teachers and professionals in the Lean area both in training and in the practical application of the concepts in the field.

A scientific article was also written and submitted to a journal to explain all the processes of the two phases of the project, with the intention of making this project known to the academic community.

Obtaining as results a validation and improvement of *MIL*, as it was intended by the end users of the 1st part of the project, and a step up, regarding user interaction with a new interface. Through two main novelties, namely the Decision Support Tool and the Training Content, the target audience of the final product of this dissertation will be increased to recent graduates, trainers, and students.

KEYWORDS

Lean Manufacturing; Visual Management; *TPM*; *Mizusumashi*; Decision Support Tool; Formation

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS	XIII
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Enquadramento e pertinência	15
1.2. Questão e objetivos de investigação	15
1.3. Opções metodológicas	16
1.4. Estrutura do trabalho	16
2. Enquadramento Teórico	19
2.1. Metodologia <i>Lean</i>	19
2.2. Benefícios do <i>Lean</i>	20
2.3. Princípios do Lean Manufacturing	21
2.4. <i>Toyota Production System (TPS)</i>	22
2.5. Desperdícios <i>MUDA</i>	23
2.6. Gestão Visual	25
2.7. <i>TPM</i>	26
2.8. <i>Mizusumashi</i>	30
2.9. Formação <i>Lean Manufacturing</i>	33
3. MÉTODOS E APLICAÇÃO	35
3.1. Método <i>Action-Research</i>	35
3.2. Análise às respostas dos utilizadores	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Enriquecimento do Manual de Instruções <i>Lean</i>	37
4.1.1. Gestão Visual	37
4.1.2. <i>Mizusumashi</i>	42
4.1.3. <i>TPM</i>	46
4.2. Ferramenta de apoio à Decisão	56
4.3. Formação <i>Lean</i>	59
4.4. Desenvolvimento de uma Interface <i>Lean</i>	62
4.4.1. Interface da aplicação	63
4.4.2. Funcionalidade Consultar	63
4.4.3. Funcionalidade Questionários	65
4.4.4. Funcionalidade Formação	68
4.4.5. Funcionalidade Templates	70
4.4.6. Funcionalidade Auditoria ao Posto de Trabalho	74
5. CONCLUSÃO	77

5.1. Conclusões finais	77
5.2. Limitações e investigação futura.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICE A.....	85
ANEXO A.....	87

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Pull production através recorrendo à metodologia Lean Kanban	20
Figura 2 - Pilares do Toyota Production System (Fonte: Adaptado de (Soliman, 2020)).....	22
Figura 3- Oito desperdícios MUDA (Fonte: Adaptado de (Raut, 2021))	23
Figura 4- Esquema de TPM numa unidade industrial (Fonte: (Sousa, 2018))	27
Figura 5- Esquema de TPM numa unidade industrial (Fonte:(Díaz-Reza et al., 2019))	28
Figura 6 - Comparação entre o modo de empilhadores (Fonte:(Neves, 2016)).....	30
Figura 7- Comboio logístico (Fonte: (Carvalho, 2013))	31
Figura 8- Ciclos da metodologia "Action Research" (Fonte: (Brunelli et al. 2022))	35
Figura 9- Dashboard dos resultados do questionário (Fonte: (Ribeiro, 2022))	36
Figura 10- Exemplo de suporte de comunicação visual (Fonte: (Simas, 2016))	38
Figura 11- Exemplo de Indicadores Visuais (Fonte: (Simas, 2016))	39
Figura 12- Dois tipos de Andon lights para implementar (Fonte:(Simas, 2016)).....	40
Figura 13 - Significado de 5 cores incorporadas no Andon Light (Fonte:(Simas, 2016))	40
Figura 14- Exemplo de sistema de sinalização (Fonte: (Simas, 2016))	41
Figura 15- Esquema de código de cores numa unidade industrial (Fonte:(Simas, 2016))	42
Figura 16- Exemplo de duração de tarefas (Fonte: (Industrial, 2011))	43
Figura 17 - Localização da Linha no Layout da Fábrica (Fonte: (Industrial, 2011))	43
Figura 18- Exemplos de pontos de paragem (Fonte: (Industrial, 2011))	44
Figura 19- Rota de abastecimento (Fonte: (Industrial, 2011)).....	45
Figura 20- Exemplo de rota de Mizusumashi pelo lado esquerdo (Fonte: (Industrial, 2011))	45
Figura 21- 3 Pilares do TPM (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020)).....	47
Figura 22- Exemplo de Folheto informativo 5'S (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))	49
Figura 23- Exemplo da aplicação do primeiro Senso (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020)).....	49
Figura 24- Exemplo de aplicação do Senso ordenação (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))	50
Figura 25- Exemplo de aplicação do Senso limpeza (Fonte: (Rodrigues, 2020))	50
Figura 26- Exemplo de aplicação do Senso Saúde (Fonte: ((T. H. Rodrigues, 2020))	51
Figura 27- Exemplo de aplicação de 5´S (Fonte: ((T. H. Rodrigues, 2020))	52
Figura 28- Exemplo de aplicação de 5´S (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))	52
Figura 29- Exemplo de aplicação de 5´S (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))	53
Figura 30- Exemplo de gráfico OEE semana 27(Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))	56
Figura 31- Questionário de 25 perguntas	57
Figura 32- Resultado do questionário de 25 perguntas.....	58
Figura 33- Questionário de 10 perguntas	59
Figura 34- Caixa de montagem com metodologia 5'S	60
Figura 35- Caixa de montagem sem metodologia 5'S.....	61
Figura 36- Aplicação do jogo dos Legos em contexto real.....	61
Figura 37- Interface da aplicação Lean	63
Figura 38- Output do botão "Consultar"	64
Figura 39- Output do botão "KAIZEN"	64
Figura 40- Output do botão "Questionários"	65
Figura 41- Output do primeiro botão dos "Questionários"	66
Figura 42- Botões para mostrar resultados e limpar células	66

Figura 43- Output do botão "Mostrar Resultados"	67
Figura 44- Output do segundo botão dos "Questionários"	68
Figura 45- Output do botão "Formação"	68
Figura 46- Output do botão "Jogo dos Legos"	69
Figura 47- Output do botão " Lean Manufacturing"	70
Figura 48- Output do botão "Templates"	70
Figura 49- Output do botão "Auditoria 5'S"	71
Figura 50- Output botão "Auditoria Manual"	72
Figura 51- Output do botão "Auditoria digital"	73
Figura 52- Resultados da auditoria digital	73
Figura 53- Output do botão "Auditoria ao posto de trabalho"	75
Figura 54- Resultado da auditoria ao Posto de Trabalho.....	75

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Tabela das melhorias sugeridas	36
---	----

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

EPI	Equipamento de Proteção Individual
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	<i>Just in Time</i>
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
MIL	Manual de Intruções <i>Lean</i>
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo será introduzido o contexto e também o conteúdo da dissertação. Assim sendo, inicia-se pelo enquadramento do projeto realizado, explicando ainda a pertinência do desenvolvimento do mesmo tendo em conta o momento atual da indústria. Segue-se posteriormente a explicação da causa que levou à origem deste projeto e também de quais os objetivos que se pretende alcançar através do mesmo, ou por outras palavras, quais os problemas a que se pretende dar resposta com o seu desenvolvimento. Está ainda incluído neste capítulo a justificação dos métodos aplicados ao longo do desenrolamento do projeto. Finalmente, é apresentado neste capítulo a estrutura do presente trabalho, para facilitar a leitura do mesmo e expor de forma simplificada a estruturação do documento.

1.1. Enquadramento e pertinência

O presente projeto de investigação apresenta-se como sendo a 2ª parte de um projeto de investigação também desenvolvido no *Instituto Superior de Engenharia do Porto*. Numa primeira fase do projeto foi desenvolvido um manual de instruções com seis metodologias de aplicação prática dos conceitos do *LM* dos mais usados pela comunidade, com o objetivo de servir de suporte aos utilizadores quando estes fossem implementar as metodologias presentes no *MIL*.

Assim sendo, chegou-se à conclusão que era pertinente dar continuidade ao *MIL*, melhorando-o e perlongar o seu propósito inicial, ou seja, foram adicionadas ferramentas *Lean* que estavam em falta, segundo um questionário respondido pelos primeiros utilizadores do *MIL* e ainda a adição de conteúdos de formação *Lean* e ferramentas de apoio à decisão, cujo objetivo foi respetivamente aumentar o público alvo deste projeto para formadores académicos e profissionais e ainda para que os utilizadores com baixo conhecimento de *LM*, contassem com mais uma ferramenta a seu dispor.

1.2. Questão e objetivos de investigação

O objetivo desta dissertação tem como foco a melhoria do Manual de Instruções *Lean (MIL)* tendo em atenção as propostas de melhoria deixadas pelo autor e utilizadores do manual, nomeadamente:

- Completar o manual com alguns conceitos *Lean*;
- Criar uma ferramenta virtual de apoio à decisão;
- Desenvolver material de apoio à formação *Lean*;
- Criar uma interface com todos os elementos referidos anteriormente integrados.

A consumação dos objetivos anteriores permitirá ainda cimentar o propósito de que a filosofia *Lean* pode ser aplicada com sucesso por tanto por indivíduos com pouca experiência na área *Lean*, tal como profissionais.

1.3. Opções metodológicas

Para alcançar os objetivos e etapas deste projeto aplicou-se a metodologia *Action- Research*. Esta metodologia possui duas etapas distintas e procura alcançar resultados nas suas duas vertentes: investigação e ação. Na investigação existe o objetivo de aumentar o conhecimento do investigador sobre as temáticas abordadas, enquanto na ação se pretende criar soluções na resolução do projeto. A intenção desta metodologia passar por produzir conhecimento, construir teoria fundamentada na ação. Esta metodologia acontece numa espiral de ciclos, desenvolvendo-se um conjunto de números distintos de modo que a investigação possa gerar os melhores resultados possíveis (Maestrini et al., 2016).

Os passos passaram inicialmente por analisar e incluir as propostas de melhoria deixadas pelos utilizadores do *MIL*.

Numa fase seguinte, foi criada uma interface através de programação VBA, que fornece ao utilizador uma ferramenta de apoio à decisão elaborada pelo autor, materiais de apoio à implementação e formação *Lean* da autoria dos autores e de docentes do *ISEP*.

1.4. Estrutura do trabalho

Esta dissertação é composta por quatro capítulos, nos quais são abordados os seguintes temas:

- Capítulo 1- Enquadramento e pertinência do projeto de dissertação, objetivos e método conduzido no projeto, bem como a sua estrutura;
- Capítulo 2- Enquadramento teórico, onde são apresentados alguns conceitos teóricos, que são essenciais para análise, compreensão e solução dos problemas encontrados na realização da presente dissertação, tais como a filosofia *Lean Manufacturing*, *Toyota Production System*, Desperdícios *MUDA* e várias ferramentas *Lean*;
- Capítulo 3- Serão abordadas as metodologias recorridas para a realização deste projeto, nomeadamente a metodologia *Action-Research*, utilizada numa fase inicial deste projeto e posteriormente serão analisados os resultados dos questionários realizados pelos utilizadores do *MIL*;
- Capítulo 4- Descrição dos métodos empregues no desenvolvimento do projeto, apresentação de resultados, sendo ainda explicada a sua aplicação nas diferentes fases do projeto;
- Capítulo 5- Conclusão e proposta de trabalhos futuros, onde são apontadas as conclusões finais sobre as soluções aplicadas. São ainda propostas algumas sugestões de melhoria, que poderão ser implementadas futuramente.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O âmbito da presente dissertação tem como objetivo uniformizar as práticas de ferramentas *Lean* utilizadas por todas as organizações e ajudar os utilizadores do manual e da ferramenta na aplicação e formação das metodologias. O presente capítulo retrata a revisão bibliográfica sobre a metodologia *Lean* e a temática em estudo, dividindo-se em três subcapítulos.

Numa primeira fase é abordada a metodologia *Lean*, a sua origem, o conceito, os princípios, desperdícios e ainda os benefícios da aplicação da mesma. Por fim serão introduzidas as ferramentas primordiais para a execução deste projeto.

2.1. Metodologia *Lean*

A metodologia *Lean* surgiu através do prestigiado *Toyota Production System*, após a 2ª Guerra Mundial, quando Eiji Toyoda e Taiichi Ohno perceberam que a produção em massa não iria resultar no Japão (Cawley, 1991).

De acordo com Warnecke e Hüser (1995), *Lean Production* é descrito como um sistema de medidas e metodologias, que ao serem implementadas em conjunto, têm o potencial de otimizar o sistema produtivo.

Liker et al. (1996) defende que os principais objetivos da produção *Lean*, é a obtenção de um fluxo produtivo mais eficiente e a eliminação de todo o tipo de desperdícios na produção. Já para Driouach (2019), “*Lean* é um todo que integra muitos princípios, ferramentas e técnicas cujo objetivo é reduzir todas as fontes de ineficiências das cadeias de valor e, ao mesmo tempo, preencher as lacunas entre o desempenho real e os requisitos do cliente”.

Segundo Dias et al. (2017), uma das principais ferramentas responsáveis por atingir os objetivos representados no fundamento *Lean Production* é o *VSM*, considerando que a finalidade desta ferramenta é eliminar/reduzir o desperdício. Para alcançar a diminuição de armazenamento e produção de resíduos, o *Lean Production* recorre a um sistema responsável de produção com uma política para evitar desperdícios. Esta ideia reside no entendimento de que o cliente paga apenas pelas atividades que agregam valor ao produto final, que contribuem com atributos ao produto (Dias, 2017).

Para Jacquinet (2019), o *Lean Management* é uma filosofia de gestão que tem como objetivo principal aumentar a eficiência dos processos produtivos, através da diminuição dos custos de produção, por meio de uma reorganização das atividades e procedimentos. No entanto, o *Lean Management* não se limita apenas à redução de custos, sendo possível alcançar também bastantes mais valias para as organizações, como por exemplo, o aumento da produtividade, qualidade dos produtos e motivação dos colaboradores, de modo a tornar mais eficientes todos os fluxos do processo e a minimizar os desperdícios. Além disso, quando bem aplicado permite que as organizações tenham uma resposta rápida aos pedidos dos clientes (Ching & Ghobakhloo, 2018).

A produção deve trabalhar com sistema puxado, ou seja, trabalhar consoante a procura do cliente, de modo a evitar a produção para armazenamento em stock. Para auxiliar neste objetivo utiliza-se a ferramenta *Lean* conhecido como *Kanban*. Esta ferramenta é utilizada para “puxar” a produção desde o cliente até o fornecimento de matéria-prima (Christoforidis et al., 2018).



Figura 1- Pull production através recorrendo à metodologia Lean Kanban

(Fonte: Adaptado de (Driouach et al., 2019))

Considera-se o *Lean Manufacturing* um modelo de negócio, no qual o ser humano é o elemento mais importante, pois é o responsável pela sustentabilidade das organizações, aquisição de conhecimentos e pelo desenvolvimento de novos projetos (Rossini et al., 2019).

2.2. Benefícios do *Lean*

Como mencionado anteriormente, o *Lean* é uma filosofia gestão, respeitando como sua base a eliminação contínua do desperdício dando origem a um elevado número de benefícios.

Belhadi et al (2018) menciona que as vantagens não se ficam por apenas pela parte operacional, obtendo um aumento na produtividade e uma redução do *lead time*, e ainda traz benefícios na administração (redução no processamento de encomendas para o consumidor) e ao nível das estratégias de gestão (redução de custos).

Uma organização *Lean* tende a melhorar os desperdícios nos processos tornando-os mais robustos, a melhoria do conhecimento da organização, redução de custos e uma visão mais abrangedora sobre as necessidades dos consumidores (Johan & Soediantono, 2022).

Henrique (2022) acredita que através da implementação de *Lean*, está diretamente relacionado com um desenvolvimento do negócio, alcançando um aumento da produtividade devido à capacidade de resposta da organização ser mais rápida, praticamente os níveis de serviço duplicam conseguindo aumentar a qualidade e o serviço prestado aos clientes, conseguindo ainda uma redução de inventário, atingindo um aumento no espaço fabril disponível.

A implementação da metodologia origina várias alterações numa organização. Essas alterações podem ser dispendiosas, mesmo assim, devido ao volume de produção dessas indústrias, o custo para a sua implementação é recuperado num curto período conseguindo que a organização tire partido de todos os benefícios (Alkhoraif et al., 2019).

2.3. Princípios do Lean Manufacturing

Para Womack et al. (1992) e (J. P. Womack & Jones, 1996), a filosofia *Lean Manufacturing* fundamenta-se em cinco princípios:

- ✓ **Definir valor de acordo com o cliente:** saber quais os aspetos que o cliente acha mais importantes no produto e o preço que está disposto a pagar pelo produto.
- ✓ **Identificar os fluxos que criam valor no produto:** estudar todo o processo produtivo, identificar todos os fluxos que acrescentam valor ao produto e procurar reduzir e até conseguir eliminar todos os outros que são considerados como desperdício.
- ✓ **Dar ênfase às atividades que criam valor:** após reduzir os desperdícios, é fundamental direccionar todos os esforços nas etapas que acrescentam valor ao produto de forma a tingir um fluxo contínuo;
- ✓ **Sistema de produção puxada:** aplicar um sistema de produção puxada que se inicia no cliente e vai até aos fornecedores, ou seja, produz a montante no preciso momento em que os materiais ou produtos são necessários a jusante;
- ✓ **Melhoria contínua:** estar constantemente a melhorar os processos produtivos recorrendo a ferramentas e metodologias *Lean*.

De acordo com (Martins et al., 2021), os principais conceitos do *Lean Manufacturing* são os seguintes:

- ✓ Zelar pela qualidade procurando fabricar produtos que correspondam ou superem as expectativas dos clientes, podendo alcançar estes objetivos recorrendo ao “*Total Quality Managment*” e “*Quality Control*”;
- ✓ Direcionar os recursos para o que cria valor, eliminando todas as formas de desperdícios, principalmente os 7 *MUDA*, pois para atingir um sistema de produção *Lean* a sua supressão é fundamental;
- ✓ Disponibilizar os materiais certos nos lugares certos na hora certa, e na quantidade necessária (*Just-in-Time*);
- ✓ Garantir que todos os colaboradores estão envolvidos nos processos e decisão da organização, com o principal objetivo de promover o trabalho em equipa, mas também com a intenção de obter equipas multifuncionais, versáteis, interessadas e motivadas;
- ✓ Melhorar de forma contínua todos os processos da organização, recorrendo à filosofia *Kaizen*, que é um estado de espírito e uma cultura de trabalho que incentiva as organizações a melhor os seus processos, métodos, eficiência e produtividade.
- ✓ Recorrer à gestão visão no chão de fábrica (*gemba*) para auxiliar a monitorização de diversos indicadores associados ao processo produtivo. Neste sentido, a gestão visual é fundamental para compreendermos o estado atual da produção, de forma rápida, simples e eficaz.

A produção *Lean* toma como princípio a caracterização do valor do produto tendo em atenção as necessidades dos clientes, posteriormente, valoriza a implementação de um sistema de produção puxada iniciada pelo cliente e por fim o foco na obtenção da perfeição, recorrendo à melhoria contínua e eliminação dos desperdícios (Driouach et al., 2019).

2.4. Toyota Production System (TPS)

De acordo com Oliveira et al. (2019) o *Toyota Production System (TPS)* surgiu no Japão em 1950 na *Toyota Motor Company*, com o intuito de aumentar os níveis de produção utilizando o mínimo de recursos possível, nomeadamente esforço humano, deslocações, tempo, equipamento, espaço e material. Deste modo o *TPS* procura eliminar todo o tipo de desperdícios e inconsistências nos sistemas produtivos, e baseia-se em dois pilares principais, nomeadamente o *Just-in-Time (JIT)* e *Jidoka*, Figura 2.

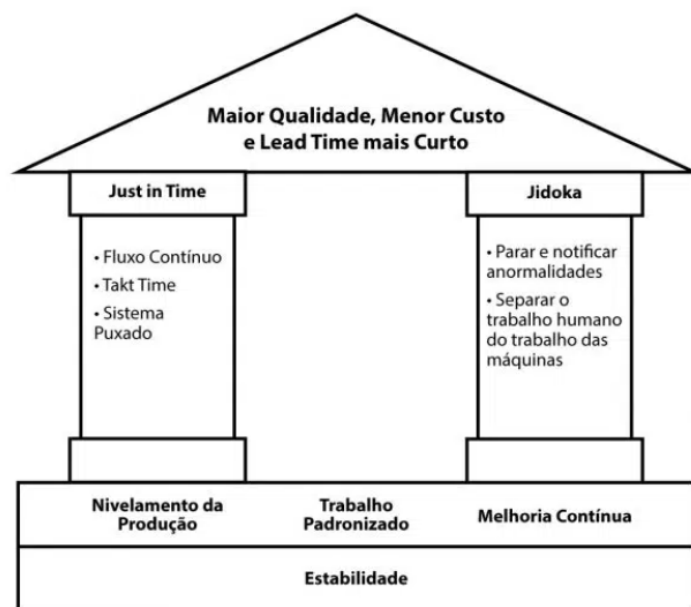


Figura 2 - Pilares do *Toyota Production System* (Fonte: Adaptado de (Soliman, 2020))

De acordo com (Soliman, 2020), Kiichiro Toyota, fundador da *Toyota Motor Company*, defendia que para ter sucesso no processo de fabricação de automóveis, é necessário ter todas as peças próximas da linha de montagem exatamente no momento em que vão ser usadas. Assim sendo, torna-se fundamental aplicar a ferramenta *JIT*, no sentido de controlar e estabilizar a produção, reduzir a acumulação de materiais, eliminar os defeitos, e garantir que os produtos são entregues exatamente no momento definido pelos clientes.

Para Vijaya (2021), uma boa gestão de inventário segundo o *JIT*, é a compra de materiais quando eles são necessários para a produção, procurando excluir a acumulação de grandes quantidades de stock em armazém, bem como de *WIP* ao longo do processo produtivo. Deste modo, torna-se necessário planear a receção de matérias-primas para perto do momento em que as mesmas serão usadas (Vijaya, 2021). Além disto, é de grande importância ter proximidade com os fornecedores,

de forma que os mesmos possam realizar entregas frequentes de materiais em quantidades reduzidas (G. Tortorella et al., 2022). Obtendo assim, através da implementação do *JIT* uma redução de custos de armazenamento e de transporte de materiais no chão de fábrica e eliminação de desperdícios (Vijaya, 2021).

As metodologias *Jidoka* e *Just-In-Time*, só são os pilares do *TPS* se na base existir um forte apoio para os mesmos. Nesta base tem de se ter em conta quem está diretamente ligado à empresa: os trabalhadores, os clientes e o mercado do setor em causa. Há a necessidade de realizar estudos do mercado e analisar o que é necessário alterar na produção por parte dos trabalhadores para, com mais rapidez e profissionalismo, às exigências dos clientes. Nesta base, inserem-se conceitos que têm de ser estudados e postos em prática para se atingir a pretendida melhoria contínua: produção nivelada – *heijunka*, a filosofia *Toyota* – *The Toyota Way*, a gestão visual e também processos estáveis e normalizados (Reke et al., 2022).

2.5. Desperdícios *MUDA*

De acordo com Anoop et al. (2019), tudo o que não acrescenta valor ao produto é considerado desperdício, e de acordo com o *TPS* a identificação dos desperdícios e posteriormente a sua eliminação é fundamental para obter mais eficiência no sistema produtivo, pois é uma forma direta de aumentar os lucros das organizações.

Na Figura 3, é possível constatar os sete desperdícios *MUDA*, mais um oitavo desperdício de acordo com Raut (2021).



Figura 3- Oito desperdícios *MUDA* (Fonte: Adaptado de (Raut, 2021))

De acordo com Pinto et al. (2009) e Raut (2021), as oito formas de desperdício são as seguintes:

1. Produção em excesso

A superprodução, acontece quando a quantidade produzida ultrapassa as quantidades que clientes necessitam. No entanto, de acordo com os princípios do *Lean*, as empresas devem adotar um sistema de produção puxada para produzir apenas as quantidades pretendidas pelos clientes. Assim sendo, tudo o que é fabricado a mais é considerado desperdício, pois são gastos recursos de forma desnecessária. Este tipo de desperdício ocorre devido à existência de longos prazos de entrega, produção de lotes muito grandes, más relações com os fornecedores, entre outros. Além disto, o

excesso de produção pode causar um aumento de inventário, o que é prejudicial para a organização.

2. Inventário

Todo stock que ultrapassa o limite mínimo necessário para responder às necessidades dos clientes é desperdício, visto que possuir quantidades de matéria-prima e *WIP* em excesso é propício a causar atrasos, obsolescência e aumento de custos, ocupando ainda espaço fabril que poderia ser usado para atividades que acrescentassem valor ao produto.

3. Esperas

As esperas são dos principais causadores de interrupções do fluxo produtivo, pelo que devem ser evitadas e tratadas de forma minuciosa. Alguns exemplos da ocorrência de esperas são os seguintes:

- Quando os produtos ou materiais não estão a ser processados ou transportados, e por tanto, estão à espera de que sejam utilizados;
- Trabalhadores somente a assistir ao funcionamento de um equipamento automatizado;
- Operários e equipamentos à espera das próximas etapas de processamento, ferramentas, materiais, peças, entre outros;
- Atrasos devido ao bottleneck;
- Operários e equipamento inativos, normalmente devido à falta de materiais;
- Entre outros.

4. Movimentos

Este tipo de desperdício aborda a questão da ergonomia e saúde dos trabalhadores no trabalho. As tarefas que necessitam de deslocação, flexão, alcance e levantamento devem ser analisadas cuidadosamente, uma vez que podem ser potências fontes de stress nos trabalhadores, que por sua vez pode acarretar custos para a organização. Assim sendo, postos de trabalho com atividades que requerem esforço humano devem ser revistos e redesenhados de forma a diminuir os movimentos dos operários.

5. Transporte

De acordo com os princípios de gestão, os materiais devem ser entregues aonde são necessários, não devem circular por diversas zonas fabris até chegarem ao local onde serão usados. Todos os tipos de transporte de materiais desnecessários ou ineficientes são considerados desperdícios. Exemplos deste tipo de desperdício, são os transportes de *WIP* por longas distâncias e de produtos acabados para armazém ou entre processos.

6. Defeitos

Na produção de peças defeituosas, e nas atividades de correção de erros de produção são desperdiçados diversos recursos, principalmente, materiais, mão de obra e tempo. Além disto, os defeitos podem chegar ao cliente, o que pode ser bastante prejudicial para a organização. Algumas das causas dos defeitos são as seguintes:

- Falta de padrões de autocontrolo e de inspeção nas várias etapas do processo;

- Falhas e erros humanos;
- Movimentações de materiais;
- Possuir a mentalidade de que errar é humano e, no entanto, não é;
- Entre outros.

7. Excesso de processamento

O processamento excessivo, acontece quando são executadas tarefas desnecessárias ao longo do processo de produção, ou seja, normalmente atividades realizadas para corrigir erros de produção resultantes de outras fases de processamento. Os erros, ocorrem, principalmente, quando os procedimentos são inadequados, a eficiência do processo é baixa ou quando os equipamentos e materiais apresentam problemas.

8. Má utilização do potencial humano

É fundamental fazer com que os colaboradores se envolvam ao máximo nos processos organizacionais. As empresas que retiram proveito da vontade e capacidade mental de todos os seus colaboradores, e não somente dos gestores, incentivam a criatividade e motivação das pessoas no trabalho, o que por sua vez, leva à obtenção de resultados consideráveis tanto a nível de eficiência dos processos, como a nível financeiro. Posto isto, o não aproveitamento de todas as capacidades dos diversos colaboradores da organização é considerado como desperdício na ótica do Lean.

2.6. Gestão Visual

A Gestão Visual possibilita às empresas uma melhor circulação de informações através de uma comunicação visível, transparente e simples, capaz de ser perceptível a qualquer pessoa que entre num determinado posto de trabalho (Rev, 2021).

Esta ferramenta tem como principal objetivo fornecer informações em formato visual de forma simples e fidedigna possibilitando que a partilha de informação se torne simples e contribua para a qualidade dos serviços/produtos em atividades simples diárias, na oficina, armazém, instruções de manutenção entre outras (Silva, 2018).

De acordo com Rodrigues et al., (2020), as ferramentas de gestão visual fazem parte da representação da informação industrial, e na maioria das vezes são utilizadas para mostrar cronogramas, layouts do projeto, classificação de prioridades e trabalhos a realizar.

É uma ferramenta extremamente importante por permitir a criação de uma cultura de trabalho dinâmica e que está virada para a melhoria contínua (Yik & Chin, 2019).

É uma prática de visão usada para transmitir informação para tomadas de decisão e direções estratégicas na Área industrial que na atualidade tem abrangido diversas áreas de negócio onde antigamente não eram muito exploradas (Zamrodah, 2016).

A Gestão Visual é uma ferramenta que se tem evidenciado um sistema eficiente para empresas, otimizando a circulação de informações através de comunicação visível e transparente, tornando-se acessível e entendida por todos num ambiente de trabalho (Rev, 2021).

Segundo Santos et al., (2020). o intuito de tornar os processos produtivos mais simples, muitas empresas atualmente recorrem à ferramenta gestão ou controlo visual que tem como objetivo, expor os pontos negativos como o desperdício, a variabilidade e a inflexibilidade, através de sinais visuais de modo a tornar-se uma ação corretiva imediata.

Implementação

A produção *Lean* recorre a ferramentas simples e claras de comunicação visual como gráficos, imagens, mapas, posters esquemas, símbolos, códigos de cores e sinais sonoros, muito uteis na comunicação. Normalmente, são estas as ferramentas usadas na Gestão Visual (Eaidgah et al., 2016).

De acordo com Rodrigues et al., (2020), para o bom funcionamento das empresas, adquiriu-se como uma boa prática nas fábricas, evidenciar peças, ferramentas, lugares críticos e indicadores de desempenho, obtendo locais de trabalho mais seguros, eficientes e motivadores para os trabalhadores.

De acordo com Simas et al., (2016) é um aspeto fulcral recorrer a sinais luminosos, sonoros, símbolos e cores, de modo a eliminar dúvidas presentes no dia a dia das tarefas a executar. Adiciona ainda que a aplicação desta ferramenta traz a aproximação de cada tarefa a um método mais padronizado de produção.

Benefícios

A implementação desta ferramenta está diretamente associada a baixos custos e à facilidade de aplicação em qualquer organização, está associada à transmissão de informação de forma rápida e simplificada.

A maior vantagem desta ferramenta passa por conseguir auxiliar a gestão da produção de modo a evitar erros e desperdícios.

Após a aplicação da técnica de gestão visual, perante um ambiente profissional, é esperado que qualquer pessoa seja capaz de entender a situação em que se encontra o posto de trabalho e seja capaz de reagir de maneira rápida, adequada e autónoma, sem necessidade de intervenção de qualquer outro elemento.

2.7. TPM

A *Manutenção Produtiva Total* – *MTP* (do inglês *Total Productive Maintenance* – *TPM*) é uma metodologia que tem como objetivo um conjunto de atividades direcionadas para alcançar a máxima eficiência, é o conceito mais moderno de manutenção. (G. Tortorella et al., 2022)

De modo a eliminar os problemas de desperdícios ou perdas associadas aos operadores, processos, problemas de ferramentas, manutenção, indisponibilidade de componentes, entre outros, foi adotado o *Total Productive Maintenance* (*TPM*) em muitas indústrias por todo o mundo (Hardt et al., 2021).

O *TPM* tem como objetivo melhorar a produtividade e a qualidade, e procura aumentar a motivação dos trabalhadores e a sua satisfação no trabalho. Antes a manutenção preventiva era considerada

um processo que não acrescentava valor, no entanto, cada vez mais se torna um requisito essencial para um ciclo de vida mais longo das máquinas (Cacioli et al., 2018)

No entanto, esta ferramenta pode ser caracterizada como uma estratégia baseada no trabalho de equipa que tem como foco a cooperação entre as operações e os departamentos de manutenção. Promovendo a interação entre os diversos níveis da organização (desde o chão de fábrica até aos órgãos executivos) maximizando a eficácia dos bens/métodos produtivos e reduzindo ao mesmo tempo o número de acidentes e erros (G. L. Tortorella et al., 2021).

Uma definição mais sintética do *TPM* é dada (Salgueiro, 2017):

- Total – Todos os colaboradores são envolvidos nas atividades com o objetivo de eliminar todos os acidentes, defeitos e falhas;
- Productive – Todas as ações são realizadas enquanto a produção é contínua, os problemas para a produção são minimizados;
- Maintenance – Mantém uma boa condição dos equipamentos reparando, limpando e lubrificando

A filosofia *TPM* distingue-se pela vertente da automanutenção, o que significa que os colaboradores são responsáveis pelo bom funcionamento das máquinas que lhe foram atribuídas, bem como pela qualidade do produto final. Segundo esta filosofia, uma das funções dos operários passa pela ajuda na manutenção preventiva, oferecendo auxílio aos técnicos de manutenção nas reparações das máquinas quando estas encontram-se desligadas e, em conjunto, tentam obter melhorias do processo, bem como dos equipamentos (Kiran & Kiran, 2017).

Para alcançar o sucesso numa unidade industrial, o *TPM* assenta numa estrutura – Casa do *TPM* – cuja imagem abaixo exemplifica e demonstra a importância da participação de todos os colaboradores, a aplicação básica da Metodologia 5's e os “pilares” do desenvolvimento, dos quais fazem parte a manutenção autónoma, a manutenção planeada, a formação e o treino, a qualidade da manutenção e a gestão dos equipamentos, focalizada na obtenção de zero defeitos, zero quebras, zero acidentes e zero desperdícios (Sousa, 2018).

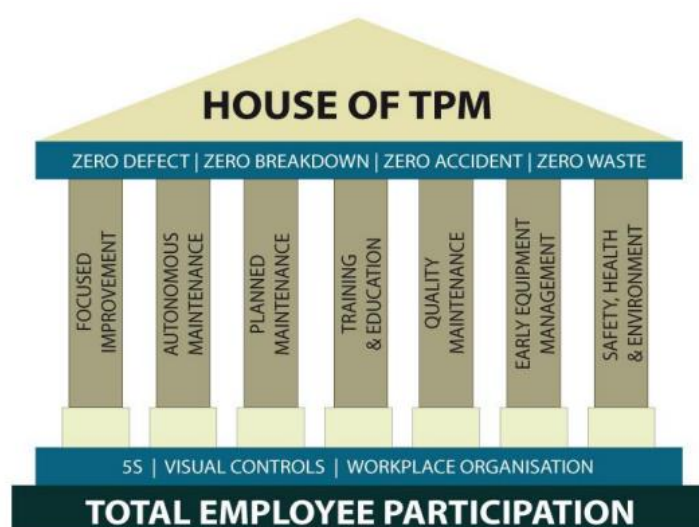


Figura 4- Esquema de *TPM* numa unidade industrial (Fonte: (Sousa, 2018))

Implementação

Existe uma série de passos a seguir para a implementação do *TPM*. Estes passos são sustentados em conceitos que permitem estabelecer a base para garantir o sucesso da implementação. Neste sentido, foram criados oito pilares que representam ferramentas e práticas que servem como guia para atingir os objetivos. Como demonstra a Figura 5, estes pilares aparecem ilustrados como se de uma casa se tratasse, onde os mesmos devem ser sustentados antes para que a casa possa ser contruída (Díaz-Reza et al., 2019).

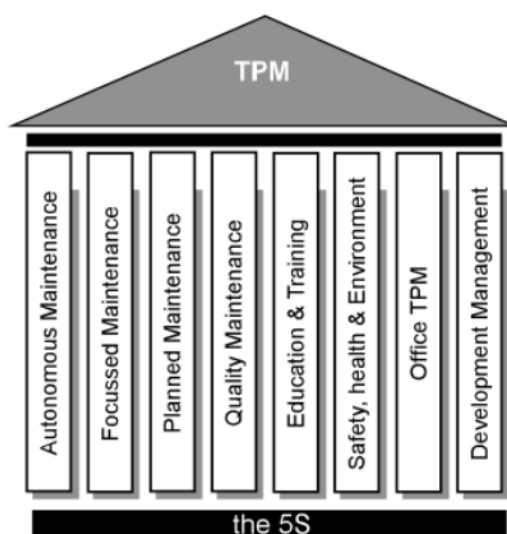


Figura 5-Esquema de *TPM* numa unidade industrial (Fonte:(Díaz-Reza et al., 2019))

A ordem de numeração dos pilares é aleatória, não existindo nível de prioridade entre os mesmos, segundo (Díaz-Reza et al., 2019), os oito pilares fundamentais do *TPM*, são os seguintes:

- i. Manutenção autónoma- Tem de haver gestão e controlo dos equipamentos por parte dos operários, estes devem cumprir os requisitos de ser versáteis e flexíveis, de modo a serem capazes de operar e manter vários e diferentes equipamentos.
- ii. Melhoria continua- Uso continuo de ferramentas e técnicas com o objetivo de melhorar sempre os resultados obtidos.
- iii. Manutenção planeada- Manter uma abordagem proativa, recorrendo a equipas de manutenção com o objetivo de manter ou melhorar a disponibilidade das máquinas.
- iv. Qualidade na manutenção- Garantir a satisfação do cliente através da entrega de produtos com a maior qualidade possível.
- v. Formação e treino- Incentivar a melhoria das habilidades técnicas e promover a melhoria da relação entre trabalhadores.

- vi. Preocupação com o ambiente, posto de trabalho e segurança- Zelar por um posto de trabalho seguro, limpo e amigo do meio ambiente.
- vii. Eficiência nos escritórios- Garantir a produtividade e a eficiência das funções administrativas.
- viii. Gestão inicial do equipamento- Esta função cabe ao departamento de Manutenção quando existente.

➤ Processo de Implementação

De acordo com Pinto (2013), a implementação da filosofia *TPM* é organizada em quatro fases:

- Preparação- Todos os equipamentos são estudados, assim como o histórico de manutenção, com o intuito de elaborar uma avaliação inicial, no que diz respeito, às necessidades do *TPM* e conseguir assim traçar um plano para o desenvolvimento do mesmo. É também necessário fornecer aos trabalhadores a devida formação.
- Introdução- Os planos traçados são apresentados, recorrendo à filosofia *TPM*, de modo que os mesmo sejam aprovados pela empresa.
- Implementação- Ocorre a implementação do *TPM*.
- Consolidação- Uma vez que, a consolidação é a última fase do processo de implementação do *TPM*, é deveras importante que a execução de todo o plano traçado, anteriormente, decorra dentro da normalidade, sem muitos contratempos, e que se verifiquem, de seguida, melhorias significativas.

Para se medir e quantificar o sucesso da implementação da filosofia *TPM* ao nível da produtividade e equipamentos dos processos numa empresa, é necessário o uso de indicadores de desempenho. Um indicador muito utilizado a nível mundial é o *Overall Equipment Efficiency (OEE)*, que mede a eficiência global do equipamento. Quanto maior for a eficiência de uma empresa, maior será a sua produtividade (Bhade & Hegde, 2020).

O cálculo matemático do *OEE*, pode ser dividido tendo em conta três sub indicadores, sendo eles a Disponibilidade (D), Desempenho (P) e Qualidade (Q), $OEE = \%D \times \%P \times \%Q$.

O *TPM* como metodologia é adotado quando se objetiva uma redução dos custos de posse (LCC- "*Life-Cycle Cost*") e de produtividade do equipamento, reforçando assim um dos pontos característicos do *TPM*, ou seja, a asseguarção do bom funcionamento do equipamento através da delegação das variadas tarefas de manutenção (Pascal et al., 2019).

2.8. Mizusumashi

O *Mizusumashi* é um termo de origem nipônica, referente a sistemas de fornecimento que melhorem as atividades logísticas e que permitam minimizar o desperdício, no entanto *milk run* é o termo mais universal. Assim sendo, a informação endereçada a este tipo de sistemas encontra-se maioritariamente no termo *milk run* (Gil Vilda et al., 2020).

Já Amaral et al., (2018) refere que a designação *milk run* é frequentemente usada para comboios logísticos que operam entre empresas, enquanto a designação *mizusumashi* é por norma empregue para comboios logísticos internos.

Para reduzir os desperdícios de transporte e movimentações é necessário um meio de transporte capaz de transferir um grande conjunto de materiais diferentes por ciclo de abastecimento, surgindo o *Mizusumashi*, operador da logística de abastecimento. Este surge no sistema de produção Toyota como uma forma de atingir a filosofia *JIT* (Hydoxdwlqj et al., 2017).

O Mizu abastece matérias, retira produto acabado, movimenta embalagens vazias, evacua resíduos e pode ainda transmitir à linha as ordens de produção (Kluska & Pawlewski, 2018).

De acordo com Ferreira et al., (2016) o *Mizusumashi* também referido como comboio logístico consiste num operador logístico que percorre um circuito normalizado, tipicamente, num intervalo de tempo fixo, realizando o transporte interno de materiais. Trata-se de um comboio uma vez que, nele estão agrupadas várias carruagens para realizar o transporte de materiais, peças ou ferramentas.

O uso do *Mizusumashi* surge no sistema de produção Toyota como uma forma de atingir a filosofia *JIT*. Deste modo o operador deste cargo é responsável pelo fluxo de materiais e pela informação em toda a fábrica, ou seja, o seu funcionamento difere de um operador logístico comum que recorre a empilhadores, como é possível constatar na seguinte Figura 6 (Neves, 2016).

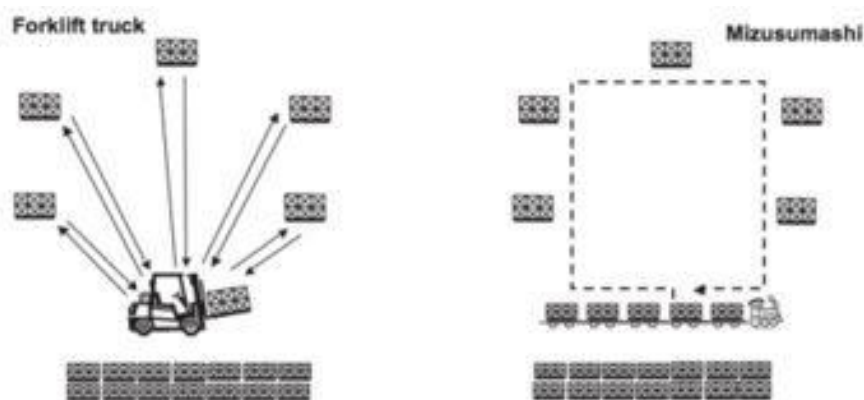


Figura 6 -Comparação entre o modo de empilhadores (Fonte:(Neves, 2016))

O percurso do comboio logístico como já anteriormente referido, será sempre o mesmo, bem como os seus pontos de paragem. O material necessário a transportar é carregado num comboio com um funcionamento mecânico, semelhante a um empilhador, no entanto este arrasta consigo as encomendas que são basicamente prateleiras sobre rodas (Neves, 2016).



Figura 7- Comboio logístico (Fonte: (Carvalho, 2013))

Segundo Carvalho et al., (2013) o comboio logístico reduz a percentagem de defeitos uma vez que só é entregue o que é necessário. Não há o risco de componentes danificados pelos garfos do empilhador. A frequência de entrega é alta, reduzindo os stocks em linha e as tarefas são realizadas apenas por um operador.

Concluindo assim que o *Mizusumashi* se trata de uma técnica que segue uma rota com um ciclo bem definido, tanto a nível de locais de paragem como de horários. Definindo-se inicialmente o percurso conforme as necessidades dos postos a servir. Deste modo, obtém-se a elevada rotação dos materiais alcançando uma diminuição dos mesmos por caixa e ainda reduzindo o número de caixas no bordo da linha (Mao et al., 2020).

Implementação de *Mizusumashi*

De acordo com (Silva, 2019) os princípios de funcionamento do Mizusumashi são:

1. Desagregar a operação de montagem da operação de abastecimento, de modo que o operador só se preocupe com a montagem;
2. Tirar da atividade do operador a operação que não seja contemplada pelo SST (Segurança e Saúde no Trabalho);
3. Assegurar o aumento da produtividade dos operadores;
4. Distribuição de materiais nas células;
5. Definir o standard do Mizusumashi, como fazer o kit de abastecimento, transportar o material para os diferentes postos e retirar as caixas vazias;
6. Definir uma quantidade fixa de peças e um intervalo fixo de reabastecimento;

7. O comboio logístico tem de recolher as peças do kit de materiais e a reposição entre a loja e o depósito é feito por meio kanban;
8. Todas as peças devem ter o fluxo de entrada e de saída definidos;
9. As peças no bordo de linha devem estar sempre separadas em dois, no mínimo;
10. Tomar o fluxo de operação e abastecimento contínuo, sem quebras.

É importante referir que existem vários tipos de comboios logísticos, que são adaptados às dimensões e cargas a transportar.

Já para Coimbra et al. (2013), as etapas envolvidas no Mizusumashi são:

1. Fazer uma lista de todas as tarefas que serão da responsabilidade do Mizu;
2. Fazer uma estimativa inicial de quanto tempo demorará cada tarefa;
3. Desenhar uma rota, no layout, com início e fim no mesmo sítio;
4. Identificar os pontos de paragem;
5. Construir um protótipo adequando;
6. Testar o protótipo, garantindo a estabilidade e segurança do mesmo;
7. Garantir que as obras, do fornecedor/cliente. estão implementadas;
8. Escolher o melhor operador para a função de Mizu. Este aspeto é de grande importância tendo em conta que o fluxo de todo o sistema depende deste operador;
9. Testar o seu funcionamento durante 4 ou 5 dias, medindo tempos e eliminando mudas;
10. Desenhar o standard final do Mizu;
11. Acompanhar e formar o Mizu pelos menos durante 20 dias, fazendo com que o standard se torne um hábito.

Benefícios de Mizusumashi

- ✓ Apenas os materiais necessários são entregues (uso de caixas/contentores de menor capacidade);
- ✓ Entregas frequentes e de acordo com as necessidades de cada posto de trabalho;
- ✓ O abastecimento é normalizado e planeado evitando roturas por falta de material;
- ✓ Falhas no fornecimento de materiais são detetadas atempadamente e corrigidas;
- ✓ Entrega de múltiplos materiais em pequenas quantidades;
- ✓ Há apenas um interveniente no manuseamento de matérias;
- ✓ Melhor utilização do comboio logístico, sendo usado em ambos os sentidos (leva contentores cheios e traz contentores vazios);
- ✓ O *comboio logístico* é environment-friendly.

2.9. Formação *Lean Manufacturing*

Recorrer a apresentações e jogos didáticos no ensino é considerado atualmente uma metodologia essencial na aprendizagem. Uma vez que os estudantes ou pessoas a serem formadas, consideram as metodologias diferentes do método tradicional de aprendizagem, despertando o interesse dos formandos, desafiando-os ainda a evoluir a sua capacidade de superar desafios.

Kornhaber et al. (2019), afirma que a inteligência ajusta à capacidade que cada pessoa detém em maior ou menor extensão. Assim sendo, cada ser humano aprende de uma maneira diferente tendo de ter acesso a diferentes ferramentas que permitam e possibilitam a sua aprendizagem. Nestas diferentes ferramentas incluem-se as apresentações e os jogos didáticos que permitam ao formando construir o seu próprio conhecimento.

Os jogos didáticos têm como objetivo permitir que o aluno potencie o seu conhecimento acerca do assunto em causa facilitando a aprendizagem de uma forma mais interativa, motivante e lúdica, mas, no entanto, séria, juntando assim aspetos lúdicos e cognitivos. Deste modo, estes jogos irão esclarecer dúvidas que tenham ficado no processo normal de assimilação de conhecimentos. Por outro lado, aprender a interagir, saber ouvir e dialogar contribui para um desenvolvimento do carácter cognitivo pessoal contribuindo para uma melhor relação para com os diferentes intervenientes. O trabalho de equipa, a socialização e a não concordância entre elementos fomenta também o crescimento pessoal e coletivo (Machado & Mesquita, 2015).

Os jogos ajudam os todos os seres humanos a tomar decisões, a compreender sistemas complexos, a procurar estratégias e, graças aos sistemas de multijogador, a aprender a colaborar e interagir uns com os outros (Gomes, 2011).

No entanto, nem tudo depende dos formandos, é fundamental existir por parte do formando um grande incentivo e motivação em relação ao jogo a realizar. O facto de questionar as perguntas da forma mais correta aos participantes, incitar dúvidas no que parece mais óbvio de modo a levar os jogadores à reflexão, só assim é que os alunos irão organizar os seus pensamentos e produzir conhecimentos significativos (Kornhaber, 2019).

Os conhecimentos relativos a ferramentas *Lean Manufacturing* são muito utilizados pelas empresas atualmente. A aprendizagem e aplicação destes conceitos são mais conseguidas por parte das universidades se aplicar a estes conhecimentos jogos didáticos que permitam ao aluno maior proximidade entre a base teórica e a prática em ambiente industrial. Apesar dos jogos se realizarem em ambiente de sala de aula, há uma maior proximidade a situações reais. Além de alterar o esquema de ensino, insere os alunos nos problemas existentes, incentivando à aprendizagem, a testar novas situações e a pensar de uma forma lógica, crítica e ligada ao mundo real (Dias, 2017).

3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

O presente capítulo servirá para apresentar os diferentes tipos de metodologias abordados ao longo da tese. Inicialmente recorreu-se ao método *Action-Research* e posteriormente à análise de um questionário de satisfação e melhoria da primeira parte do projeto.

3.1. Método *Action-Research*

Esta metodologia inicialmente analisa os conteúdos teóricos que serão abordados ao longo da criação de três diferentes ferramentas ao manual *Lean*, com o objetivo de posteriormente a teoria ser devidamente colocada em prática com a implementação destes conteúdos para a elaboração de Fichas Técnicas específicas.

Esta metodologia apresenta cinco fases, como é possível ver na Figura 8 (Brunelli et al., 2022):

- Diagnóstico – nesta fase inicial realiza-se a escolha de dados e são traçados os objetivos a alcançar;
- Planeamento de ações- com base nos objetivos a alcançar efetua-se o planeamento das ações a tomar;
- Implementação- a partir do planeamento de ações são implementadas todas as ações de melhoria traçadas;
- Avaliação – avalia-se o impacto e resultado das ações implementadas;
- Análise – por fim produz-se o registo de todo o processo para que futuramente o mesmo seja utilizado como um guia para providenciar uma melhoria contínua.

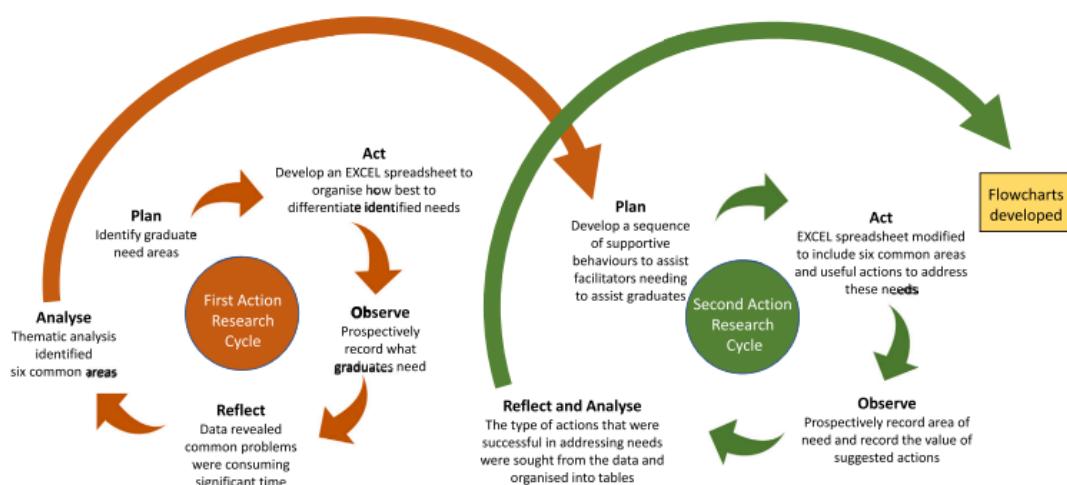


Figura 8- Ciclos da metodologia "Action Research" (Fonte: (Brunelli et al. 2022))

3.2. Análise às respostas dos utilizadores

O primeiro passo deste projeto consistiu na análise das propostas deixadas pelo autor do projeto anterior, parte delas baseadas nas respostas dos utilizadores do manual que responderam a um inquérito cujos resultados encontram-se apresentados na *dashboard* da Figura 9.

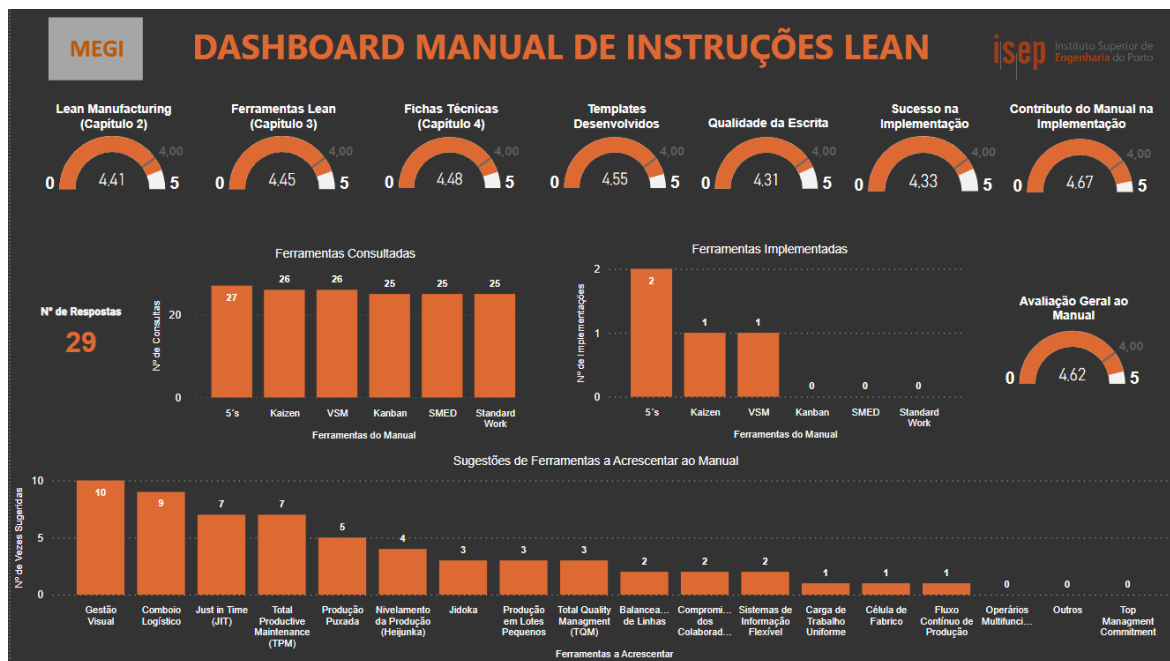


Figura 9-Dashboard dos resultados do questionário (Fonte: (Ribeiro, 2022))

Através da observação à figura anterior, percebe-se que os utilizadores pretendem ter acesso a mais ferramentas e metodologias *LEAN* para consultar, sendo as mais classificadas: primeiramente *Gestão Visual* com dez votos, logo de seguida *Comboio Logístico (Mizusumashi)* com nove votos, e *Total Productive Maintenance (TPM)* e *Just in Time (JIT)* com sete votos.

Ainda durante a análise do questionário aos utilizadores, obtiveram-se várias sugestões para que fosse possível consultar de um modo menos complexo e sustentável o Manual *Lean*, sugerindo uma versão digital do mesmo.

Desta forma surge a necessidade de adicionar três das metodologias mais requeridas pelos participantes no questionário. Foram também tidas em conta as sugestões de melhoria deixadas pelos utilizadores do manual e equipa de experts na área, nomeadamente o desenvolvimento e material de apoio à formação e uma ferramenta de apoio à decisão quanto à melhor ferramenta a usar.

Melhorias Sugeridas	Origem
Adicionar mais ferramentas ao MIL	Utilizadores do MIL
Possibilidade de consulta digital do MIL	Utilizadores do MIL
Suporte de Formação	Autor do MIL
Criação de uma Ferramenta de apoio à decisão	Autor do projeto
Auditoria ao Posto de trabalho	Orientadoras do projeto

Tabela 1- Tabela das melhorias sugeridas

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo pretende dar respostas às necessidades analisadas no questionário da 1ª parte do projeto, e dar aos futuros utilizadores mecanismos diferentes para irem mais além.

4.1. Enriquecimento do Manual de Instruções *Lean*

Como já foi referido anteriormente, foi reconhecida a necessidade de enriquecer o Manual com mais metodologias *Lean*, como tal, foram selecionadas as metodologias Gestão Visual, *Mizusumashi* e *TPM*, uma vez que eram as mais votas e elaborou-se Fichas Técnicas para cada uma delas.

4.1.1. Gestão Visual

Recorre-se à Gestão visual quando se pretende utilizar meios visuais no chão de fábrica (*Gemba*) ou até em ambientes administrativos para auxiliar a monitorização de diversos indicadores associados ao processo produtivo. De modo a obter no final da sua aplicação uma compreensão do estado atual da produção rápida e objetiva através de um painel ou indicadores.

Ao aplicar esta ferramenta, é necessário fazer uma avaliação prévia do estado do ambiente de trabalho e do processo produtivo. Ao desenvolver esta técnica deve-se considerar como regras chave a simplicidade e correlação das informações com o objetivo a atingir.

Para aplicar a ferramenta de Gestão Visual da forma mais eficiente, é necessário considerar os 5 pontos seguintes (Carvalho, 2018):

1 Informações claras e objetivas

As informações do painel devem ser de fácil entendimento, para todos os diferentes níveis hierárquicos da empresa, com a finalidade de mostrar a situação imediata do posto de trabalho ou da área monitorizada.

2 Localização do Painei

O quadro de Gestão Visual deve estar situado no *Gemba*, onde os processos acontecem! Alcançando assim reuniões mais produtivas e eficientes, uma vez que, todas as áreas envolvidas vão participar na discussão, utilizando dados reais do processo e assim contribuindo para a resolução de problemas de forma rápida e eficiente.

3 Padronização da informação do Painei

Recorrer sempre aos mesmos padrões de cores e símbolos, por exemplo, utilizar a cor verde para indicar “conforme” e a cor vermelho para “não conforme”. Qualquer tipo de padrão adotado tem de ser previamente definido e alinhado com todos os envolvidos e o padrão das informações e a frequência de atualizações têm de ser seguidas à risca.

4 Equipa de trabalho

Para assegurar uma comunicação eficaz, é necessário ter apoio adequado e fornecer informação visual. Uma placa vazia ou mal utilizada, não é de interesse de nenhum colaborador e brevemente será esquecida.

A recolha de informação correta para a realização das reuniões é de extrema importância, tal como a escolha das pessoas responsáveis por fazer essa recolha, uma vez que serão responsáveis pelos indicadores e pela aplicação de ações corretivas, sendo necessário recorrentemente lembrar as pessoas do peso que as informações boas têm para alcançar o sucesso pretendido.

5 Uso dos dados

Poucos dias após a aplicação da ferramenta, é possível recolher resultados diferentes e analisá-los através de dados de desempenho da produção, índices de qualidade e segurança, estando disponíveis para todas as áreas. Após essa recolha e análise de informação realizada pela equipa, existe o objetivo de encontrarem as causas de problemas existenciais e espera-se novas sugestões de modo a passar para outro projeto de melhoria continua de modo a aumentar dia após dia a performance da área.

Exemplos de Gestão Visual

Como referido anteriormente, estas técnicas devem ser simples de aplicar, acessíveis no terreno e, principalmente em tempo real. Ou seja, uma tabela deve ser visualizada em poucos segundos e deve ser compreensível para todos.

Para uma melhor compreensão desta ferramenta, será demonstrado alguns exemplos práticos em casos reais (Simas, 2016).

Suporte de Comunicação Visual



Figura 10- Exemplo de suporte de comunicação visual (Fonte: (Simas, 2016))

Os suportes e as tabelas de comunicação fornecem visibilidade em tempo real e permitem:

- Facilitar a implementação da comunicação visual;
- Incentivar o apoio de todas as partes interessadas, obtendo um melhor desempenho global;
- Demonstrar indicadores e procedimentos do desempenho da empresa.

Indicadores visuais



Figura 11- Exemplo de Indicadores Visuais (Fonte: (Simas, 2016))

Os indicadores visuais e magnéticos são ferramentas essenciais para uma leitura rápida e concisa de informação, recorrendo aos requisitos (Simas, 2016):

- Apresentação visual e eficaz;
- Ser capaz de ser compreendida por todos;

Em fábricas automatizadas, em que a maior parte dos processos são executados por máquinas é aconselhável aplicar a ferramenta *Andon Lights*.

De modo a atender estes casos, definiu-se que as *Andon Lights* que a fábrica tem de implementar no *Gemba*, são apresentadas na Figura 12:

Luzes Obrigatórias: O *Andon* é constituído por luz vermelha, amarela e verde;

Luzes obrigatórias e opcionais: além das mencionadas no exemplo anterior, acresce ao *Andon* as cores azul e branco.



Figura 12- Dois tipos de *Andon lights* para implementar (Fonte:(Simas, 2016))

Relativamente aos *Andon* de luzes obrigatórias, são direcionados a máquinas que estão associadas ao mesmo processo e não sofrem *changeover*, não precisam de luzes opcionais. Já outras máquinas precisam de ser adjudicadas a outras ferramentas que necessitem de um *Andon* mais completo que contemple todas as possibilidades de identificação de anomalias (Simas, 2016).

Cada cor tem o seu significado, como é possível observar pela Figura 13.

	Novo significado a uniformizar
Vermelho	Máquina necessita de assistência técnica.
Amarelo	Componentes em falta na máquina.
Verde	Máquina em funcionamento.
Azul	Máquina bloqueada.
Branco	Máquina com defeitos a nível da qualidade.

Figura 13 - Significado de 5 cores incorporadas no *Andon Light* (Fonte:(Simas, 2016))

A uniformização da interpretação de cada cor permitirá a coerência quando é necessário haver reuniões entre as fábricas, conseguindo identificar problemas. A colocação dos *Andon lights* em todas as máquinas e pela sequência correta é uma das mais valias para as pessoas responsáveis, quando são chamadas a intervir devido a um mau funcionamento, e para os operadores que conseguem identificar de forma breve o estado do equipamento (Simas, 2016).

Sistema de Sinalização



Figura 14- Exemplo de sistema de sinalização (Fonte: (Simas, 2016))

A

Sinalização de uma fábrica e escritório é essencialmente importante para (Simas, 2016):

- Orientar todos os funcionários;
- Informar e reportar o desempenho da máquina.

É importante ao aplicar os sistemas de sinalização, ter em conta o código de cores.

Segundo a *OSHA (Occupational Safety and Health Administration)*, as marcações dos postos de trabalho e áreas de acesso pedonal são obrigatórias. Estas devem ser visíveis e perceptíveis para todos os operadores, empregados e visitas que circulem no *gemba*, garantindo segurança e um ambiente de trabalho mais organizado, o que é fundamental para o operador fazer um bom trabalho (Simas, 2016).

Todos os maquinismos e produtos necessitam de estar devidamente marcados, existindo diferenciação entre matéria-prima, material que está em progresso e produto acabado.

Através do que é definido pela *OSHA* e recorrendo a uma política apoiada na segurança dos seus trabalhadores por parte da *Powertrain Systems*, definiu-se um código de cores, identificado na Figura 15.

Amarelo Passagens, incluindo: Corredores, Corredores para Veículos, Áreas de Trabalho	Branco Produção, Racks Máquinas, Trolleys, Bancos, e outros equipamentos	Vermelho Defeitos / Lixo / Etiqueta Vermelha	Laranja Inspeção de Produto ou Material e Equipamento Energizado
Azul Materials & Manufacturing: Matéria Prima	Preto Materials & Manufacturing: Work in Progress	Verde Materials & Manufacturing: Produto Acabado	Cinza/Roxo/Castanho Significados que não encaixem nas outras cores
Preto & Amarelo Áreas que apresentam risco de saúde Deve ser redobrada a atenção	Vermelho & Branco Áreas que devem estar livres por razões de segurança Painéis elétricos, etc.	Preto & Branco Áreas que devem ser mantidas livres por razões operacionais Áreas não Seguras	Verde & Branco Área de Urgência Médica Estação de Lavagem de Olhos e Estação de Primeiros Socorros

Figura 15- Esquema de código de cores numa unidade industrial (Fonte:(Simas, 2016))

As cores exibidas como sugestão de melhoria, são as mínimas obrigatórias que uma fábrica deve adotar, no entanto, fica ao critério da fábrica criar mais, caso seja necessário ter mais combinações.

4.1.2. Mizusumashi

Para ser possível atingir os objetivos do *Mizusumashi*, existe a necessidade básica de conhecer e perceber o estado da linha e do meio envolvente.

Desse modo, a primeira etapa a levar a cabo é o levantamento de toda a informação relevante, dados qualitativos e quantitativos.

Os principais passos no desenvolvimento da rota do *Mizusumashi* são (Ferreira Francisco, 2020):

1 Definir lista de tarefas do abastecedor

É primeiramente necessário realizar uma lista de tarefas a serem desempenhadas pelo abastecedor, no sentido de implementar um comboio logístico, é essencial decidir quais os postos de trabalho que o comboio vai sustentar. Posteriormente é ainda necessário definir as quantidades necessárias de peças em cada posto.

Normalmente, nas empresas nas quais esta ferramenta ainda não é aplicada, é normal que não haja qualquer documento por posto que indique as peças e as quantidades necessárias para a linha de produção. Em ordem de aplicar o *Mizusumashi*, é necessário eliminar esta cultura na empresa, o abastecimento não deve ser realizado meramente através do conhecimento inerente ao colaborador do posto.

Aconselha-se assim uma criação de lista de peças por posto, de modo a padronizar todo o processo logístico.

2 Estimar a duração de cada tarefa

Nesta fase, é preciso fazer uma estimativa inicial da duração de cada tarefa, sendo aconselhável então realizar um estudo de tempos. Recorrendo a um cronómetro, é possível medir o tempo que o abastecedor demora a abastecer os diferentes postos. Caso seja possível e a empresa dispender de mais de um abastecedor, aconselha-se a fazer a mesma medição a todos os abastecedores, com o intuito de comparar o tempo que diferentes abastecedores demoram a abastecer os mesmos postos de trabalho e comparar ainda observar os deslocamentos que cada um praticava, como é possível ver no exemplo da seguinte figura, foram registadas 3 amostras de cada operador em cada modelo e calculado o valor médio em formato h:mm:ss, Figura 16.

Modelos	Designação	Tempos Operadores	
		A	B
KDY S/C	Abastecimento Dyna - Cabine Simples	1:01:45	2:21:24
KDY D/C	Abastecimento Dyna - Cabine Dupla	1:09:21	2:39:42
XZU	Abastecimento Dyna - Cabine larga	1:03:52	2:29:12
HIACE	Abastecimento Hiace	0:57:13	1:13:08
TOTAL		4:12:11	8:43:26

Figura 16- Exemplo de duração de tarefas (Fonte: (Industrial, 2011))

3

Identificar a zona a atuar no Layout

De seguida propõe-se circundar no Layout da fábrica a zona que vai passar a ser alimentada pelo comboio logístico, como se segue no exemplo da figura seguinte, Figura 17.

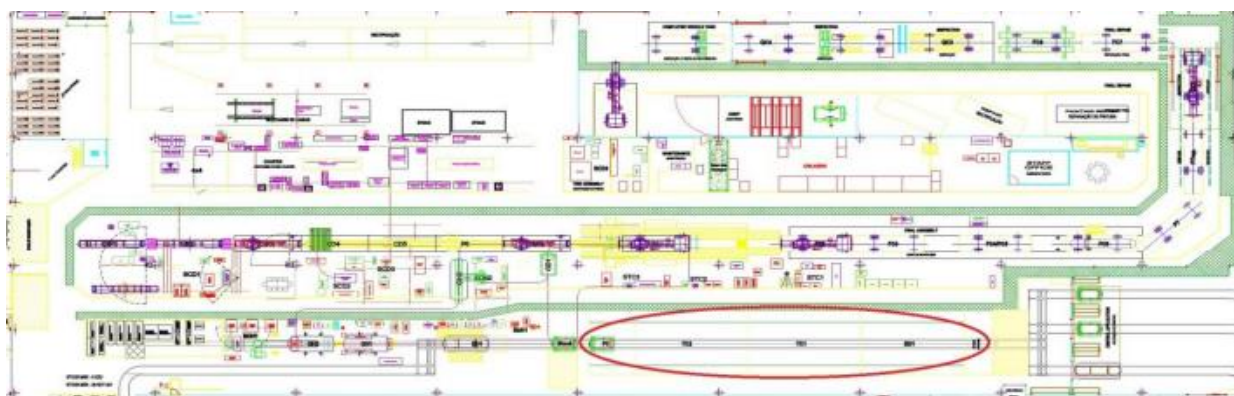


Figura 17 - Localização da Linha no Layout da Fábrica (Fonte: (Industrial, 2011))

4

Identificar dos pontos de paragem

Numa fase seguinte, é necessário definir quais os pontos de paragem do comboio. Considera-se conveniente assinalar os pontos de paragem nos locais de *picking*, identificando-os através de círculos vermelhos e os pontos de paragem para o abastecimento às linhas através de círculos amarelos, como mostra o exemplo na Figura 18.



Figura 18- Exemplos de pontos de paragem (Fonte: (Industrial, 2011))

5 Construir um protótipo de Mizusumashi

Este capítulo destina-se à realização do protótipo do modelo.

Através da análise do normal recorrer do processo produtivo antes da aplicação do comboio interno, é suposto perceber quais são as principais inconformidades entre os pontos de abastecimento, os postos de trabalho e os pontos de paragem na linha.

Ao traçar o caminho do *mizu*, é muito importante ter em atenção ao espaço disponível, uma vez que o comboio e as suas carruagens têm de ter espaço suficiente para realizar o seu percurso sem comprometer a segurança dos trabalhadores e a qualidade dos itens que está a transportar.



Figura 19- Rota de abastecimento (Fonte: (Industrial, 2011))

É importante não esquecer que o *Mizusumashi* desloca-se sempre na mesma direção. Como é possível confirmar de forma simples no exemplo da seguinte figura 20, realiza sempre a volta à linha pelo mesmo lado, neste caso esquerdo, independentemente do lado que for abastecer.

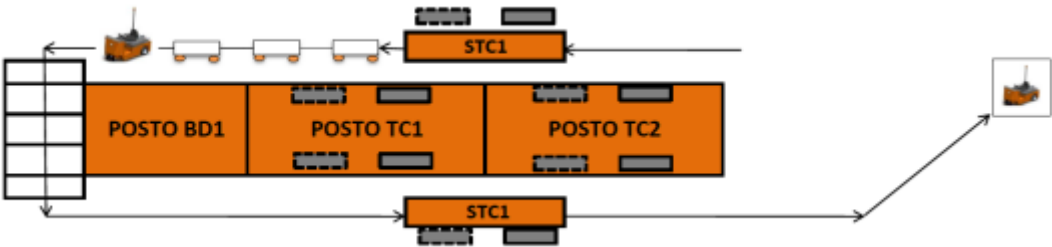


Figura 20- Exemplo de rota de *Mizusumashi* pelo lado esquerdo (Fonte: (Industrial, 2011))

6**Realizar ensaios com o *Mizusumashi* vazio**

É aconselhável após a realização do protótipo do caminho do comboio, verificar com o mesmo vazio, se a rota traçada realmente satisfaz todos os requisitos necessários da linha, sem comprometer a segurança e o bem-estar dos trabalhadores e respeitando os espaçamentos das linhas.

7**Garantir o bom funcionamento de pontos de paragem**

O objetivo final do *Mizusumashi* pode ser comprometido caso algum ponto de paragem não esteja pronto. Deste modo, só é possível garantir que o mesmo não vai acontecer se disciplinarmos os operativos a regularmente verificarem se há materiais suficientes e espaço suficiente para armazenamento nos pontos de paragem.

8**Denominar o abastecedor**

Nesta fase é necessário voltar atrás à análise de medição de tempos e análise de método de execução de funções para se ter a certeza de qual o melhor operário a escolher com a finalidade de ter o melhor abastecedor a servir a linha.

Pois só se consegue atingir a maior otimização com o operário mais experiente e disciplinado da linha, uma vez que o bom funcionamento desta técnica vai depender em grande parte do seu trabalho.

9**Ouvir a opinião do abastecedor**

Pedir ao abastecedor para colaborar no melhoramento da sua função, dando-lhe noções de produção *Lean* e do método que está a ser implementado no posto de trabalho dele, de modo a procurar eliminar ainda mais desperdícios.

10**Treinar o abastecedor**

Por fim, considera-se necessário treinar o abastecedor pelo menos por 20 dias, para que assim a rotina normalizada passe a ser um hábito e seja natural ao abastecedor, este estará devidamente treinado quando já executar a tarefa sem recorrer a consultas.

4.1.3. TPM

A Manutenção Produtiva Total (*TPM*) é uma metodologia que engloba um conjunto de etapas onde se mantém compromisso direcionado para o resultado. O seu objetivo está em atingir a máxima eficiência do sistema de produção, maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes pretendendo chegar à fase de perda zero. É o conceito mais moderno de manutenção. A *TPM* requer para isso a participação de todos os elementos da

cadeia operativa, desde o operador do equipamento, os elementos da manutenção, as chefias intermédias e até os níveis superiores de gestão (T. H. Rodrigues, 2020).

Inicialmente é fundamental preparar um plano de formação 5'S para os colaboradores da zona de produção em estudo, uma vez que é o conceito chave para a *TPM*.

Posteriormente, de modo a obter uma aplicação mais eficiente e prática será repartido o modelo teórico clássico dos 7 pilares em apenas 3 pilares, sendo eles a Formação e Educação, Manutenção Autónoma e a Melhoria do Equipamento, como é possível constatar na Figura 21 para facilitar a compreensão e implementação inicial (T. H. Rodrigues, 2020).



Figura 21- 3 Pilares do *TPM* (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))

É suposto através deste método de 3 pilares intensificar a formação na rotina dos operadores, chefe de equipa e supervisores através de reuniões, auditorias e acompanhamento diário.

De modo a obter uma melhor precessão de aplicação desta ferramenta será analisado um caso prático na empresa *Hikma*, na secção de embalagem, na máquina de embalagem *DIVIDELLA* (T. H. Rodrigues, 2020).

1 Formação e educação

Na aplicação do primeiro pilar da *TPM* é necessário dar todos os operadores e chefes de equipas a formação e treino nas metodologias e ferramentas associadas ao processo.

As formações práticas têm de ocorrer no local de atuação.

As formações neste caso aconteceram na sala de operação da máquina *DIVIDELLA* e todos os colaboradores do departamento de embalagem tiveram a oportunidade de participar.

O objetivo desta formação prática é formar, através da transmissão de conhecimentos técnicos e aumentar as competências para a procura de soluções dos problemas de produção dentro da sala de operações.

2 Manutenção Autônoma

O segundo pilar é posto em prática através de uma formação para o desenvolvimento e implementação da manutenção autônoma por parte dos operadores, diretamente na máquina ou equipamento que atua na sala de operação. Como tal, deve sempre ser elaborada e verificada pelo departamento ou responsáveis de manutenção da empresa.

Nesta fase é necessário atingir os seguintes objetivos:

- Atingir melhorias com o intuito de prolongar o tempo de vida dos equipamentos ou máquinas;
- Manutenção autônoma de equipamentos e máquinas realizados pelos próprios operadores;
- Controlo de ferramentas, lubrificantes, etc.
- Análise de paragens.

3 Melhoria de equipamento

O terceiro pilar tem como finalidade o envolvimento, preparação e introdução de responsabilidades do grupo de pessoas envolvidas no projeto e introdução de responsabilidades do grupo de pessoas envolvidas no projeto para identificar as perdas mais significativas, tanto em termo de máquinas como em termo de processos de fabrico.

É importante motivar os colaboradores do departamento para que estes colaborem ao máximo neste pilar, através de interação positiva nos programas de melhoria continua implementados no departamento, pois se estes não forem cumpridos pelos operários, todo o percurso terá sido feito em vão.

4 Aplicação dos 5'S

A implementação da ferramenta 5'S iniciou-se com a formação da equipa de operadores do setor de embalamento. Após essa formação, seguiu-se com a comunicação, elaboração de folhetos informativos e atribuição de responsabilidades do programa, Figura 22.



Figura 22- Exemplo de Folheto informativo 5'S (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))

A prática da ferramenta dos 5'S iniciou-se pela aplicação do senso de utilização, na qual se verificou que existiam espaços da produção ocupados por objetos não necessários e necessários de forma desorganizada como é possível perceber através da seguinte Figura 23, o antes e o depois.



Figura 23- Exemplo da aplicação do primeiro Senso (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))

Posteriormente, na aplicação do *senso* ordenação foram colocadas faixas coloridas no chão de modo que os componentes, materiais e matérias-primas circulassem e fossem mantidos nos devidos lugares, respeitando as faixas, conforme é possível observar na seguinte Figura 24.



Figura 24- Exemplo de aplicação do *Senso* ordenação (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))

De seguida na implementação do *senso* de limpeza, como é possível constatar pela Figura 25, existia sujidade na máquina de trabalho.



Figura 25- Exemplo de aplicação do *Senso* limpeza (Fonte: (Rodrigues, 2020))

No processo de limpeza foram utilizados produtos que podem ser tóxicos em contacto com áreas sensíveis do corpo, sendo fundamental a utilização do *senso* *Seiketsu* (Saúde), devendo utilizar-se sempre as devidas proteções para a pele e olhos como toucas e luvas, para evitar acidentes de trabalho, representados na seguinte Figura 26.



Figura 26- Exemplo de aplicação do *Senso* Saúde (Fonte: ((T. H. Rodrigues, 2020))

Os equipamentos de proteção individual (EPI) devem estar disponíveis num local de fácil acesso.

Finalmente, foi implementado o *Senso* de Disciplina, para advertir todos os colaboradores da importância do programa 5'S, sendo aconselhável fazer reuniões diárias com a presença de todos e discursar sobre o programa, as suas regras e os benefícios que ele traz.

5 Aplicação de Gestão Visual

A implementação de gestão visual nesta fase, tem como finalidade a disponibilização de informação numa linguagem acessível, de uma maneira clara e breve, facilitando o trabalho diário e a procura por melhores resultados no processo produtivo.

No caso de estudo na empresa *Hikma*, na aplicação da prática da gestão visual foi realizada uma implementação dividida por etapas diárias, uma vez que os colaboradores não estavam cientes desta metodologia.

Inicialmente o quadro de gestão visual foi colocado num ponto no departamento, utilizado pela liderança do departamento de embalagem e departamentos de suporte envolvidos como qualidade, manutenção e logística.

Foram implementadas reuniões diárias onde os temas são recursos humanos, segurança, indicadores de desempenho, qualidade, performance e as métricas para alcançar os objetivos conforme demonstrado nos exemplos representados nas seguintes Figuras 27, 28 e 29.

GESTÃO VISUAL : Embalagem Hikma 1			
Duração: 30 minutos	1	Atendentes:	6
Horas: 9:30		- Director Embalagem - Supervisor Embalagem - Supervisor Qualidade - Gerente Qualidade - Supervisor Manutenção - Gerente Manutenção - Gerente Segurança do Trabalho	
Frequência: Diariamente	2		
Objetivo: - Gerenciar todas as atividades de rotulagem, embalagem e monitorar os KPIs. - Garanta entregas pontuais aos clientes. - Aborde os problemas escalados do chão de fábrica e garanta que os problemas sejam resolvidos diariamente. - Alocar recursos e garantir o alinhamento multifuncional - Criar consciência.			
KPIs: P: Assiduidade, treinamento, recrutamento e seleção. S: Segurança. Q: Qualidade, desvio no processo. D: Desempenho das máquinas.	3	Agenda: - Reconhecimento - Próximos Eventos - PSQD - Hot tópicos	7
Entradas: - Escalar problemas areas diferentes - PSQD Atualização de métricas - Lista de ações atualizadas	4	Saídas: - Direcionar ações - Escalar problemas nível acima	5
		Regras: - Todas as informações estão presentes e atualizadas. - As ações são executadas de acordo com o prazo. - Todos os dias todas as áreas devem estar presentes.	8

Figura 27- Exemplo de aplicação de 5'S (Fonte: ((T. H. Rodrigues, 2020))



Figura 28-Exemplo de aplicação de 5'S (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))



Figura 29- Exemplo de aplicação de 5'S (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))

6

Cálculo do Indicador OEE

Após a estabilização dos pilares *TPM*, a próxima etapa avança para o sistema de medição prática, no acompanhamento de máquinas ou equipamentos, denominada de *OEE* (*Overall Equipment Effectiveness*).

Os indicadores do *OEE* são os seguintes:

Disponibilidade

A disponibilidade mede o tempo que a máquina esteve a trabalhar, incluindo sempre as paragens não programadas, em relação ao tempo total disponível da máquina (incluindo as paragens planeadas/produção), sendo calculado da seguinte forma:

(Equação 1):

$$\text{Disponibilidade (\%): } D = \frac{(\text{Tempo produzido})}{(\text{Tempo programado})} \times 100$$

O tempo produzido foi calculado pela equação:

$$D = \frac{(7,15 - T_p)}{(7,15 - (Tl_p - M_p - S_p))} \times 100$$

Em que:

D = Disponibilidade

T_p = Somatório de paragens não planeadas

Tl_p = Tempo de troca de lote planeado – Reabastecimento

Mp = Tempo de manutenção Planeado

Sp = Tempo de Setup Planeado

Desempenho

O desempenho é o rácio entre a quantidade realmente produzida na máquina e a quantidade teórica produzida na máquina, que foi inicialmente planeada esperando que a máquina não tivesse paragens nem imprevistos, não tendo em conta a qualidade produzida. O desempenho é calculado pela seguinte equação:

(Equação 2):

$$\text{Desempenho (\%): } E = \frac{(\text{Quantidade Produção Real})}{(\text{Quantidade Produção Teórica})} \times 100$$

$$E = \frac{Pr}{Pt} \times 100$$

Em que:

Pr = Produção real = Unidades de Frasco/min X Tempo de Operação Real

Pt = Produção teórica = Unidades de Frasco/min X Tempo de Operação Teórico

Qualidade

Neste indicador, foi necessário desenvolver um conceito de tempo de paragem no processo de embalagem por defeito, falhas e atraso de qualidade que interrompem a produção de embalagem (como qualidade de componentes, qualidade de produto, atraso de entrega pelo armazém, atraso de entrega documentação da qualidade). Sendo assim, considerou-se que o tempo de paragem da máquina por defeito, falhas e atraso de qualidade seriam convertidos em unidades de frasco embalados e definidos como produtos não conforme ou rejeitados para o cálculo da qualidade. A qualidade é calculada como a divisão entre a produção real contabilizando os produtos não conforme ou rejeitados e a produção real da totalidade dos produtos.

(Equação 3):

$$\text{Qualidade (\%): } Q = \frac{(Q\text{Produção Real} - \text{Quantidade de Produtos defeituosas})}{\text{Produção Real}} \times 100$$

$$Q = \frac{(Pr - Qc - Qp - Ar - Sn)}{Pr} \times 100$$

Em que:

Pr = Produção real

Qc= Qualidade de Componentes = Tempo de Paragem X Capacidade Produtiva/h

Qp = Qualidade de Produto= Tempo de Paragem X Capacidade Produtiva/h

Ar = Atrasos de Registo de lote= Tempo de Atraso X Capacidade Produtiva/h

Sn = Serialização NOT OK = Tempo de Paragem X Capacidade Produtiva/h

- Qualidade de componentes – Ocorre quando os componentes na sala de operação são identificados com defeitos e falhas de qualidade no processo devido à qualidade de fornecimento dos componentes;
- Qualidade de produto – São defeitos encontrado no produto na sala de operação. Geralmente os defeitos foram gerados em fases anteriores de fabrico do produto como frascos com trincas ou rachaduras, frascos mal encapsulados e contaminações;
- Atrasos de registo de lote – Os atrasos de registo de lote são ocorrências devido aos atrasos na entrega ou erros na emissão de documentos que correspondem a informações específicas do lote, impossibilitando o seu embalamento;

Serialização NOK – Ocorre quando no processo de serialização é encontrado falta ou acréscimo de cartonagem serializada; quando isto acontece, o operador deve parar a operação de embalagem e encontrar o kit em falta ou a mais no processo;

Tendo em conta o número de defeitos relacionados com as causas anteriores, que são registados pelos operadores é possível, através da conversão do tempo em unidades de frascos rejeitados ou retrabalhados, obter o índice de Qualidade do *OEE*

7 Recolha de Dados e Cálculo final do Indicador *OEE*

De modo calcular o *OEE*, considera-se a multiplicação entre os valores percentuais dos indicadores de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade.

(Equação 4):

$$OEE = D \% \times E \% \times Q\%$$

A recolha de dados é levantada a partir de folhas de turno, que são adaptadas a cada caso. Nas folhas de turno os operários registam os principais problemas que atribulam o funcionamento do processo produtivo de embalamento, dentro da sala de operações e durante cada turno. No final do dia de trabalho, 20 minutos antes de fechar o turno, o chefe de equipa é responsável por recolher a folha de cada operário com as informações pertinentes das ocorrências durante o dia de trabalho (T. H. Rodrigues, 2020).

Aconselha-se a que dados sejam posteriormente transferidos e armazenados para um computador através de por exemplo de *Excel*, servindo de base de dados para realizar um relatório no final do mês para disponibilizar à chefia.

É ainda através desta troca de informação que os supervisores e os chefes de turno vão conseguir através do quadro mencionado anteriormente na Gestão Visual, identificar com facilidade os principais problemas na produção e atingir mais facilmente as ações de melhoria para esses problemas.

Apresentando os dados obtidos do estudo anteriormente referido, através do gráfico *OEE* representado na seguinte figura (T. H. Rodrigues, 2020).

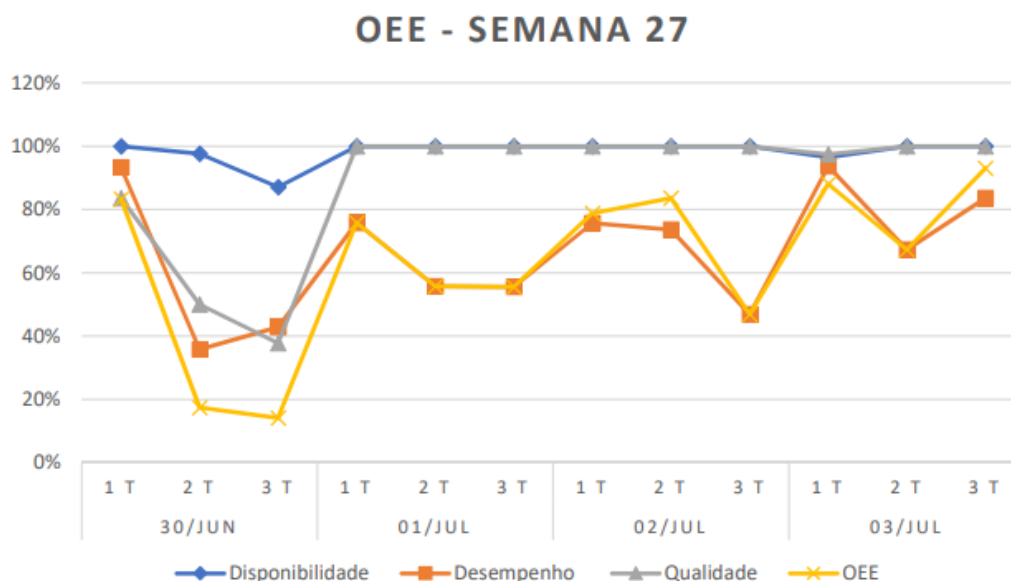


Figura 30- Exemplo de gráfico *OEE* semana 27 (Fonte: (T. H. Rodrigues, 2020))

Como referido anteriormente, o *OEE* é o resultado da equação 4, o seu valor é obtido multiplicando a disponibilidade pelo desempenho e por fim pela qualidade.

Analisando o gráfico abordado anteriormente, é possível constatar uma instabilidade no processo, o que se apurou como causa dessa instabilidade foi a falta de maturidade da equipa perante esta metodologia, o que é esperável no início.

Os gráficos dos indicadores de eficiência global de equipamentos *OEE* mostram os resultados de disponibilidade, desempenho e qualidade durante o 1º, 2º e 3º turnos de 30 junho à 03 julho de 2020.

No entanto, é importante ressaltar que houve um atraso significativo durante as trocas de lotes efetuadas e o desperdício de tempo com a máquina avariada. Isto mostra que os tempos planeados não foram cumpridos na sala de operação, sendo por isso importante avaliar e acompanhar a evolução da Disponibilidade, nesta forma concluímos que a influência que tem a Disponibilidade no *OEE* é menor que a influência que tem o Desempenho.

O Indicador de Desempenho relativo à semana 27 é o que mais influenciou o valor do *OEE* de forma negativa. É de esperar que a continuidade das ações propostas para a resolução das possíveis causas de problemas, tenha um impacto menor no Desempenho, e consequentemente, no *OEE*.

4.2. Ferramenta de apoio à Decisão

De modo a facilitar a vida de utilizadores com menos experiência na área *Lean*, foi desenvolvido uma ferramenta em base *Excel* capaz de aconselhar qual ou quais as metodologias em falta. Esta ferramenta de apoio à decisão permite ao utilizador ter duas hipóteses de escolha, sendo a primeira, ser aconselhado através do preenchimento de um questionário de 25 perguntas que

abordam as temáticas do *MIL*, ou então, optar por indicar quais os objetivos a alcançar no posto de trabalho através de um questionário de apenas 10 perguntas.

O primeiro questionário serve então para o utilizador descrever quais são as condições atuais do posto de trabalho, de modo que o programa avalie qual ou quais as ferramentas *Lean* estão em falta, as respostas às perguntas são de “Sim”, “Não” ou “N/A” (Não aplicável), ou deixar simplesmente em branco o espaço da resposta que contará como se fosse N/A. como é possível ver pela Figura 31.

P.PORTO

isep
Instituto Superior de
Engenharia do Porto

Este questionário foi concebido para verificar qual ou quais as ferramentas LEAN estão em falta nos postos de trabalho, por meio de verificação dos detalhes mais relevantes, seguindo uma ordem lógica.	
Ferramenta desenvolvida por aluno :	1171644
Questões	
Foi realizada alguma identificação e eliminação de desperdícios no posto de trabalho?	Sim
Os colaboradores e os clientes encontram-se satisfeitos?	N/A
Existe a necessidade de promover o trabalho em equipa?	Não
O posto de trabalho recebeu ultimamente alguma análise ao método de trabalho ou implementação de melhoria?	Não
Encontra-se aplicada a ferramenta standard work no posto de trabalho?	Não
Na identificação de problemas e oportunidades de melhoria recorre-se à metodologia PDCA ou utiliza-se a ferramenta A3 Problem Solving?	Sim
Após a identificação dos problemas, explora-se as causas raízes através das ferramentas 5 WHY e Diagrama de Ishikawa?	Não
Quando é realizada qualquer alteração à produção que traz benefícios mensuráveis é sempre normalizada de modo a garantir que se mantenha ao longo do tempo?	
Os tempos de ciclo das operações são constantes e por sua vez existe um método de trabalho padronizado e documentado?	☐ Sim ☒ N/A ☐ Não
Procura atingir a melhoria ou inovação no posto de trabalho?	
Existe dificuldade em garantir que os procedimentos sejam executados sempre da mesma maneira?	
É necessário a criação de instruções de trabalho?	

Figura 31- Questionário de 25 perguntas

É de realçar que o utilizador caso entenda, não precisa de responder a todas as perguntas para obter algum tipo de resultado, pois pode responder às perguntas que entender do questionário e obter resultados satisfatórios para o seu propósito, no entanto, em ordem da avaliação funcionar da forma mais assertiva, aconselha-se sempre a responder a todas as perguntas.

Após o utilizador preencher o questionário todo, a ferramenta realiza os cálculos e gera como resultado, um gráfico Radar, Figura 32.

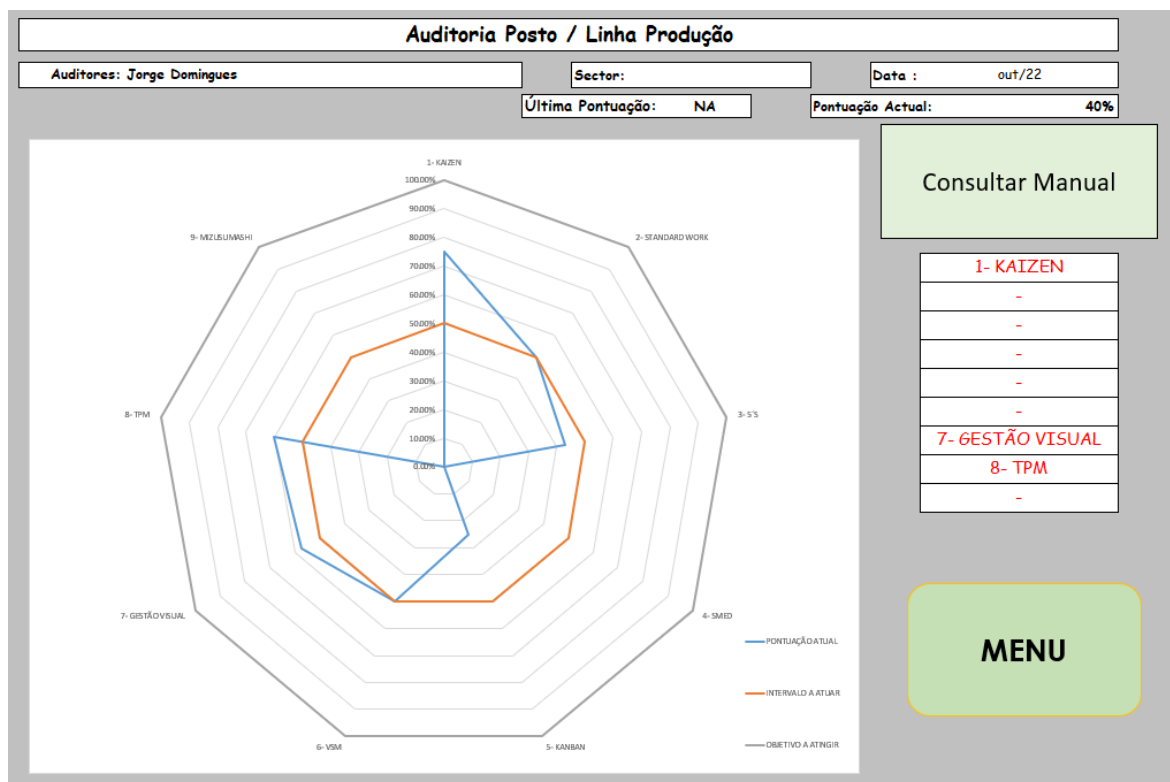


Figura 32- Resultado do questionário de 25 perguntas

Cada metodologia tem a sua pontuação individual, caso essa pontuação seja entre a faixa inicialmente definida de 50% a 100%, a ferramenta apresenta como sugestão a necessidade de implementação dessa metodologia, caso seja inferior a 50%, não é considerado pelo programa que a empresa precise de ter atenção a essa metodologia. Analisando para o caso específico dos resultados da Figura 32, o utilizador era aconselhado a aplicar no posto de trabalho que descreveu *Kaizen*, *Gestão Visual* e *TPM*.

Assim sendo, através deste gráfico, é muito fácil para o utilizador perceber qual a metodologia ou até metodologias consideradas pelo programa como as mais importantes para implementar naquele posto de trabalho.

Assim sendo, este questionário conta com as seguintes vantagens:

- É capaz de identificar a necessidade de 9 metodologias diferentes;
- Conta com um mecanismo simples e assertivo;
- Avalia de um modo mais intenso as condições do posto de trabalho;
- Atinge resultados mesmo sem ser respondido numa totalidade.

Como pontos menos positivos, é possível destacar:

- Tem um número elevado de perguntas;
- Não indica a ordem das melhorias a implementar;

Posteriormente, foi idealizada uma forma diferente de o utilizador ser aconselhado. Para tal, desenvolveu-se um questionário de 10 perguntas que identifica através de objetivos, as metodologias que o utilizador pretende aplicar, Figura 33.

Qual é o seu objetivo?

Questões		Consultar
Criar algum tipo de controlo visua nos postos de trabalho?	Não	-
Reduzir avarias e/ou melhorar o tempo de vida dos equipamentos?	Não	-
Reduzir os tempos de paragem por falta de material e/ou melhorar o fluxo de materiais?	N/A	-
Melhorar continuamente métodos de trabalho/processos?	Sim	KAIZEN
Documentar e/ou padronizar um ou vários métodos de trabalho?	N/A	-
Melhorar/ Organizar o ambiente do posto de trabalho e/ou reduzir o tempo de procura por materiais/ferramentas no posto de trabalho?	Sim	5'S
Reduzir os tempos de Setup ?	Não	-
Nivelar o planeamento da produção?	Não	-
Controlar o WIP e/ou implementar um sistema de produção condicionado aos pedidos do cliente (produzir apenas o que o cliente quer)?	Não	-
Mapear as atividades e identificar os desperdícios que não acrescentam valor?	Não	-

Figura 33- Questionário de 10 perguntas

Este questionário conta com as seguintes vantagens:

- É capaz de identificar a necessidade de 10 metodologias diferentes;
- Conta com um mecanismo simples e assertivo;
- Atinge resultados mesmo sem ser respondido numa totalidade;
- É um questionário *user-friendly*.

Como pontos menos positivos, é possível destacar:

- Não cobre todos os objetivos das metodologias abordadas.

Assim sendo, é importante referir quando e qual questionário a ser usado pelo utilizador.

Caso o utilizador seja uma pessoa menos especializada em *Lean*, sendo um trabalhador normal ou um aluno, deve utilizar o questionário de 25 perguntas para descrever ao programa as condições em que o posto de trabalho se encontra, e este através de cálculos, perceber e comunicar qual as ferramentas necessárias a aplicar.

Por outro lado, caso o utilizador tenha plena consciência e conhecimentos de *Lean*, e tenha em mente quais os objetivos a alcançar no posto de trabalho, necessita apenas de preencher o questionário de 10 perguntas.

No entanto, é importante dizer que mesmo que mesmo sendo um *expert* na área, o utilizador obterá um resultado mais fundamentado no questionário mais longo.

4.3. Formação *Lean*

No final da 1ª parte do projeto *MIL* uma das melhorias futuras seria criar algo inovador ao projeto, através da recolha e criação de material de formação, pretende-se criar uma base de dados de apresentações e Jogos de ensino didáticos com o intuito de melhorar a qualidade da formação académica e profissional.

Como tal, foi disponibilizado material para formação de:

- Introdução ao *Lean Manufacturing*;

- Liderança *Lean*;
- Soluções *Lean*;
- Melhoria Contínua,
- Desperdícios MUDA.

E jogos didáticos de ensino a nível de:

- Jogo 5'S;
- Jogo *Supply Chain*.

Jogo 5'S

É importante referir que foi testado em ambiente de aula o primeiro jogo, “Jogo dos Legos”, que teve como objetivo ensinar aos formandos a importância dos 5'S. Este documento dá aso à aplicação dos mesmos jogos, mas de maneiras diferentes, dependendo apenas da criatividade de cada formador, como por exemplo, recorreu-se ao guião do Anexo A. para aplicar o jogo dos 5'S numa aula na Universidade Portucalense, mas recorreu-se a outro material sem ser o que estava exemplificado no documento.

Assim sendo, neste caso prático usufruía-se de duas caixas de montagem de legos diferentes, a diferença entre as caixas é que a primeira está organizada segundo a metodologia 5'S e a outra não, Figura 34 e 35.



Figura 34- Caixa de montagem com metodologia 5'S



Figura 35- Caixa de montagem sem metodologia 5'S

Posteriormente é necessário criar duas equipes, e distribuir as caixas por cada equipe, Figura 36.

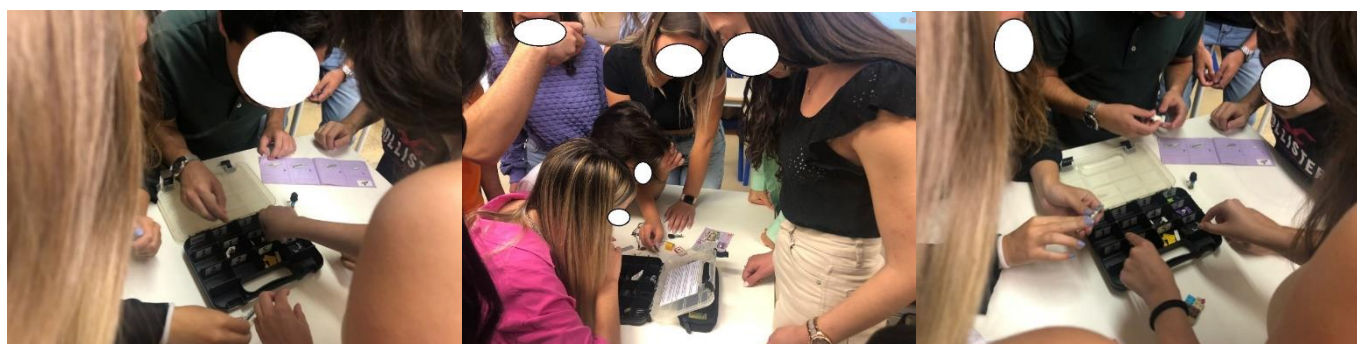


Figura 36- Aplicação do jogo dos Legos em contexto real

No final do jogo, foi possível comprovar que a equipe que utilizou o processo de montagem orientado para os 5'S, conseguiu acabar muito mais rapidamente a tarefa, alcançando o principal objetivo do jogo que é os formandos perceberem os benefícios da aplicação da metodologia 5'S.

Jogo da cerveja

Relativamente ao jogo da cerveja, serve para demonstrar o impacto das decisões dia-a-dia diretamente em toda a *supply chain*.

Esta simulação destaca o impacto das decisões aparentemente simples que tomamos a cada dia, nomeadamente a quantidade solicitada e os efeitos dessas decisões ao longo de todos os níveis da cadeia de abastecimento.

A dinâmica é realizada sobre um tabuleiro, cujo *templates* estão presentes no Anexo X. de modo a representar toda a cadeia de abastecimento. Existem quatro setores, Grossista, Retalhista, Distribuidor e Fábrica. São organizados em cadeia linear de distribuição e cada setor deve ser gerido idealmente por uma ou duas pessoas.

Utiliza-se regularmente objetos como por exemplos fichas de poker para representar as caixas de cerveja e papéis para representarmos pedidos do consumidor final e os pedidos entre os setores.

O jogo é dividido em rodadas e cada uma representa uma semana no ambiente de simulação.

A cada jogada, o consumidor final, controlado pelo mediador, compra ao Retalhista, cujo stock diminui ou acaba. O Retalhista compra ao Grossista que por sua vez tem o stock afetado necessitando de fazer o pedido ao Distribuidor. O Distribuidor ao atender a necessidade do Grossista, necessita de repor o seu stock, fazendo o pedido à Fábrica que finalmente produz a cerveja. A cada rodada existem atrasos na entrega dos produtos, ou seja, o pedido de uma certa jogada só ficará disponível para uso na jogada seguinte.

O objetivo do jogo é minimizar custos otimizando a resposta à procura e controlando o stock. Por cada caixa em stock, custa à entidade 0.5 € e cada caixa não atendida à procura necessária, custa 1.0 €.

A procura não atendida numa rodada, tem de ser obrigatoriamente atendida na jogada a seguir, juntamente com a nova procura.

É também importante referir que os formandos à medida que o jogo se desenrola, vão presenciar o efeito *bullwhip*, que é bastante comum em sistemas de abastecimento. Este é um fenómeno que produz impacto negativo sobre a regularidade e estabilidade dos pedidos recebidos numa cadeia de abastecimento, em particular, observa-se este fenómeno quando a variação da procura aumenta à medida que se avança ao longo da cadeia.

Ao jogar o jogo da cerveja os participantes presenciarão os benefícios da partilha de informação e colaboração entre a cadeia de abastecimento. Além de mostrar o potencial de redução de custos, a simulação mostra ainda o impacto nos diferentes processos e da tomada de decisão eficaz e oportuna.

4.4. Desenvolvimento de uma Interface *Lean*

Numa fase final do questionário, existia uma parte para os utilizadores colocarem as suas sugestões, para exporem o que gostariam de ver numa próxima fase do *MIL*. Uma das grandes necessidades dos utilizadores passava por não existir uma forma de consultar o manual digitalmente. Assim sendo, nasceu a necessidade de criar uma extensão para abrir o manual completo de forma digital ou apenas abrir a ferramenta escolhida pelo utilizador, no entanto, decidiu-se ir mais longe e criar uma aplicação *Lean*, que não só fosse capaz de consultar o manual digitalmente, mas que também fosse capaz de fornecer múltiplas oportunidades aos novos utilizadores, abrangendo cinco grandes tópicos, que serão abordados nos seguintes subtópicos.

4.4.1. Interface da aplicação

Teve-se como objetivo principal criar uma aplicação *Lean*, para solucionar o problema de o manual ser bastante extenso, dessa forma, decidiu-se criar uma aplicação *Lean* através de programação VBA capaz de sustentar as seguintes funções presentes na Figura 37:

- Consultar;
- Questionários;
- Formação;
- Templates;
- Auditoria ao Posto de Trabalho.



Figura 37-Interface da aplicação *Lean*

4.4.2. Funcionalidade Consultar

A ideia de criar uma possibilidade de consultar o Manual *Lean* surgiu da necessidade básica dos utilizadores, como tal, decidiu-se aprimorar essa funcionalidade presente na Figura 38.

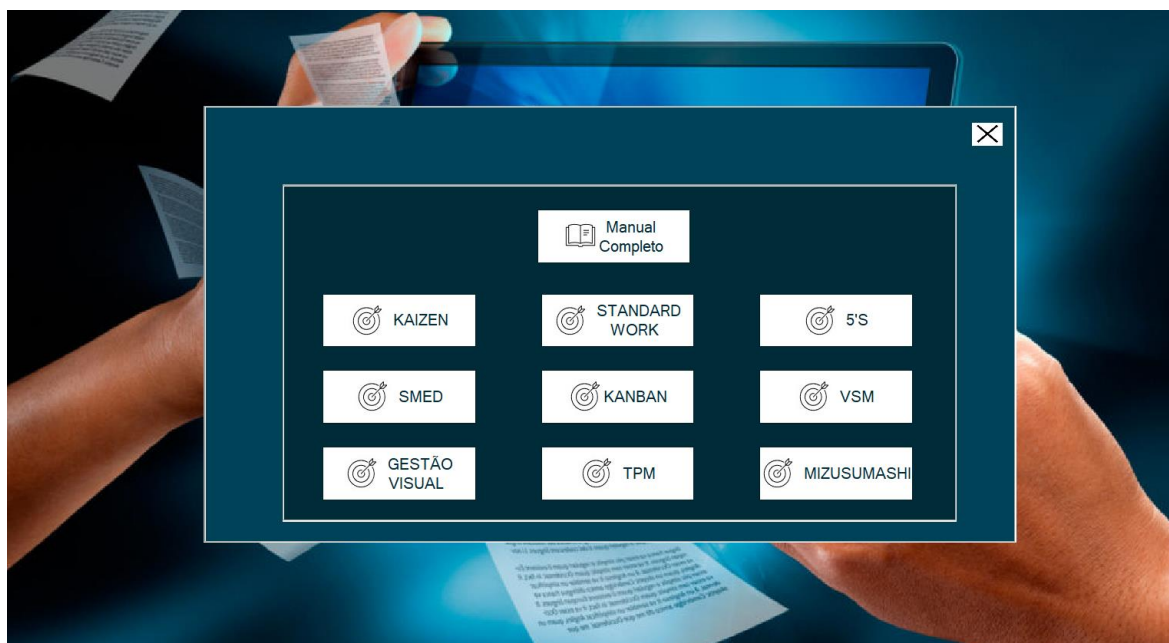


Figura 38- Output do botão "Consultar"

Assim sendo, de modo a otimizar a funcionalidade requerida pelos utilizadores, decidiu-se fazer uma apresentação de conteúdo de maneira diferente da esperada, caso o utilizador já saiba qual a metodologia a aplicar, poderá abrir diretamente o conteúdo relativo à metodologia em causa.

Como é possível perceber pela seguinte imagem, caso o utilizador decida consultar apenas "KAIZEN", Figura 39.

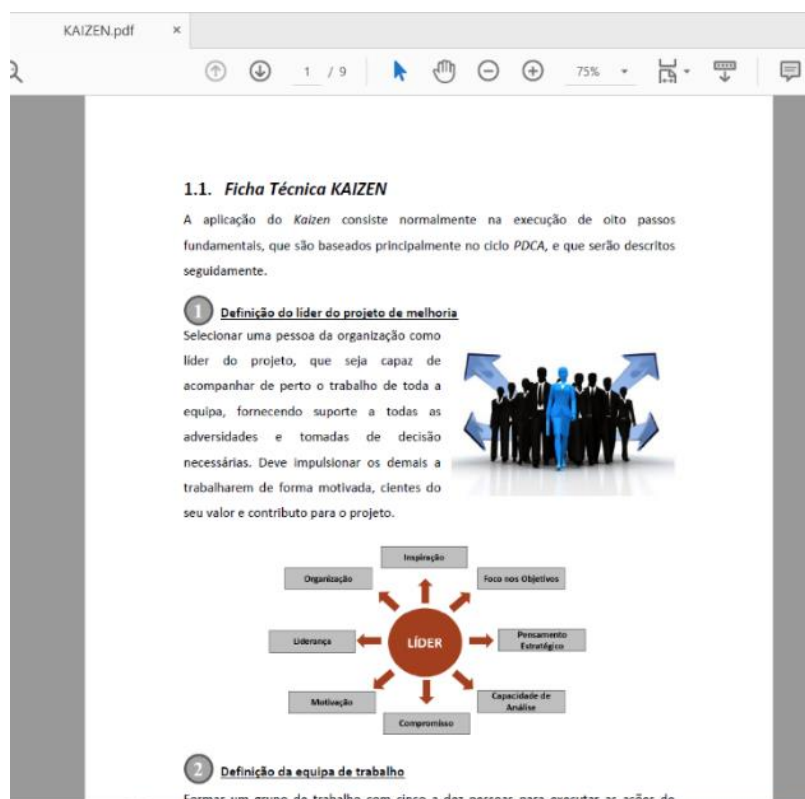


Figura 39- Output do botão "KAIZEN"

4.4.3. Funcionalidade Questionários

Após perceber o potencial de uma aplicação *Lean*, decidiu-se ir mais além com a ferramenta, assim sendo, desenvolveu-se uma nova funcionalidade, denominada de “Questionários”, esta, funcionará como ferramenta de apoio à decisão do utilizador, de modo a ajudá-lo a decidir qual ou quais as melhores metodologias a seguir no momento da avaliação e terá duas opções distintas, como é possível perceber pela Figura 40.

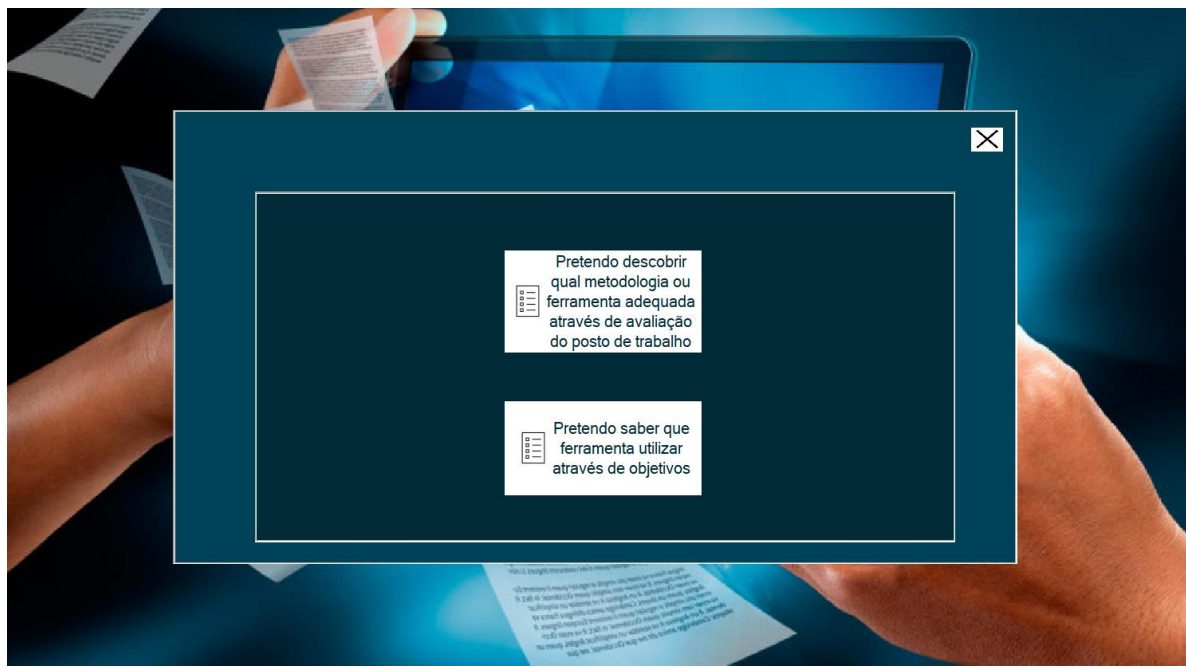


Figura 40- Output do botão "Questionários"

Assim sendo, o utilizador depara-se com duas possíveis situações. Caso o utilizador esteja perante uma situação em que tenha de descrever as condições atuais do posto de trabalho, o utilizador deve seleccionar a opção “Prendendo descobrir qual metodologia ou ferramenta adequada através de avaliação do posto de trabalho”, e será direccionado para um questionário no mesmo ficheiro *Excel*, Figura 41.

Este questionário foi concebido para verificar qual ou quais as ferramentas LEAN estão em falta nos postos de trabalho, por meio de verificação dos detalhes mais relevantes, seguindo uma ordem lógica.	
Ferramenta desenvolvida por aluno :	1171644
Questões	
Foi realizada alguma identificação e eliminação de desperdícios no posto de trabalho?	Sim
Os colaboradores e os clientes encontram-se satisfeitos?	
Existe a necessidade de promover o trabalho em equipa?	
O posto de trabalho recebeu ultimamente alguma análise ao método de trabalho ou implementação de melhoria?	
Encontra-se aplicada a ferramenta standard work no posto de trabalho?	
Na identificação de problemas e oportunidades de melhoria recorre-se à metodologia PDCA ou utiliza-se a ferramenta A3 Problem Solving?	
Após a identificação dos problemas, explora-se as causas raízes através das ferramentas 5 Why e Diagrama de Ishikawa?	
Quando é realizada qualquer alteração à produção que traz benefícios mensuráveis é sempre normalizada de modo a garantir que se mantenha ao longo do tempo?	
Os tempos de ciclo das operações são constantes e por sua vez existe um método de trabalho padronizado e documentado?	
Procura atingir a melhoria ou inovação no posto de trabalho?	
Existe dificuldade em garantir que os procedimentos sejam executados sempre da mesma maneira?	
É necessário a criação de instruções de trabalho?	

Figura 41- Output do primeiro botão dos "Questionários"

Este questionário trata-se de um conjunto de 25 perguntas capazes de avaliar o posto de trabalho nas nove ferramentas abordadas no manual, a cada pergunta o utilizador pode responder apenas "Sim", "Não", "N/A" (Não Aplicável) ou deixar simplesmente em branco o espaço da resposta que contará como se fosse N/A. É de realçar que o utilizador caso entenda, não precisa de responder a todas as perguntas para obter algum tipo de resultado, pois pode responder às perguntas que entender do questionário e obter resultados satisfatórios para o seu propósito, no entanto, em ordem da avaliação funcionar da forma mais assertiva, aconselha-se sempre a responder a todas as perguntas.

Assim que entender, o utilizador pode passar à próxima fase selecionando a opção para mostrar os resultados obtidos ou pressionando a opção para apagar o que preencheu ao longo do questionário, com os seguintes botões disponíveis no ecrã, Figura 42.

MOSTRAR RESULTADOS	LIMPAR
---------------------------	---------------

Figura 42- Botões para mostrar resultados e limpar células

Ao pressionar o botão "Mostrar Resultados", o utilizador é encaminhado para uma página nova onde será apresentado através de um gráfico, qual a metodologia ou até metodologias

consideradas pelo programa como as mais importantes para implementar naquele posto de trabalho. Cada metodologia tem a sua pontuação individual, caso essa pontuação seja entre a faixa inicialmente definida de 50% a 100%, a ferramenta apresenta como sugestão a necessidade de implementação dessa metodologia, caso seja inferior a 50%, não é considerado pelo programa que a empresa precise de ter atenção a essa metodologia. Mais uma vez, o botão “Consultar Manual” está presente para que o usuário tenha uma interação mais efetiva com a ferramenta e um botão para retornar ao menu, botão “Menu” como é possível ver observando a Figura 43.

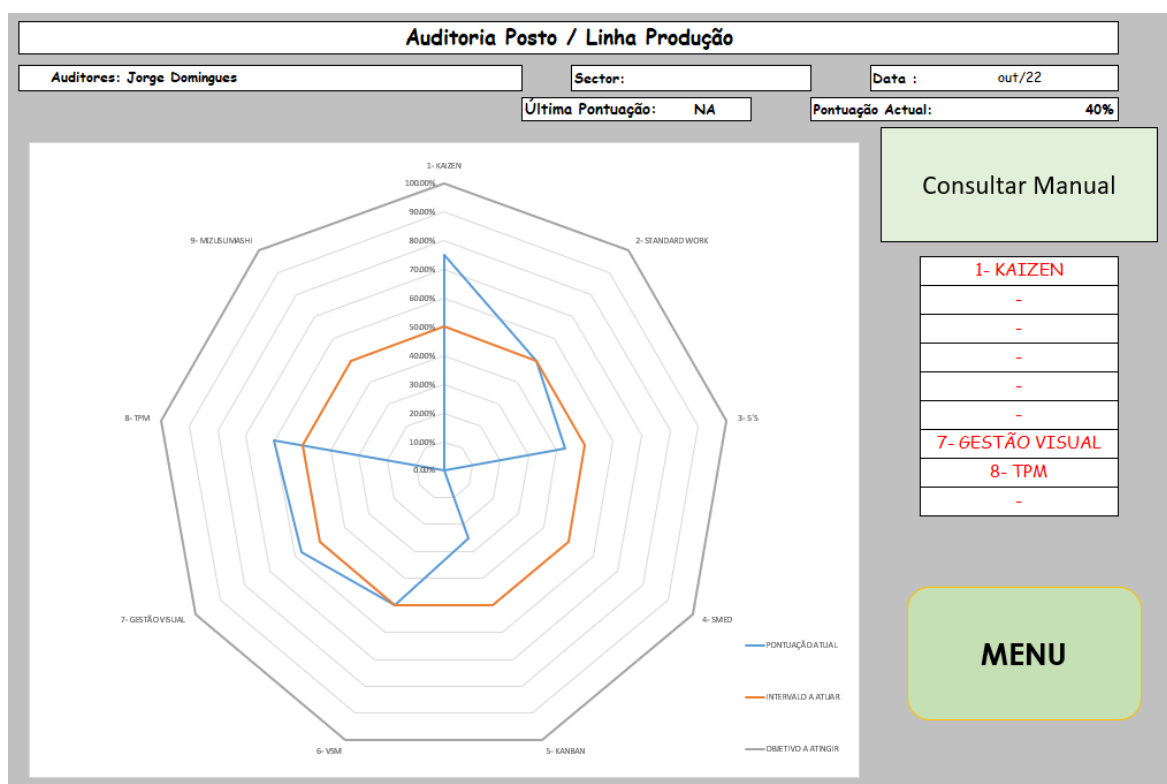


Figura 43- Output do botão "Mostrar Resultados"

Para colmatar esta funcionalidade de questionários na *app Lean*, e de modo a desenvolver uma ferramenta *user-friendly*, optou-se por criar uma opção onde o utilizador não tenha que responder um total de 25 questões, assim, ao clicar no segundo botão da Figura 37 “Pretendo saber que ferramenta utilizar através de objetivos”, a ferramenta direciona o utilizador para um breve questionário, que como o nome indica, identifica qual é a ferramenta ou metodologia mais indicada através de apenas dez perguntas, Figura 44.

Qual é o seu objetivo?		
Questões		Consultar
Criar algum tipo de controlo visua nos postos de trabalho?	Sim	GESTÃO VISUAL
Reduzir avarias e/ou melhorar o tempo de vida dos equipamentos?	Sim	TPM
Reduzir os tempos de paragem por falta de material e/ou melhorar o fluxo de materiais?	Sim	MIZUSUMASHI
Melhorar continuamente métodos de trabalho/processos?	Sim	KAIZEN
Documentar e/ou padronizar um ou vários métodos de trabalho?	Sim	STANDARD WORK
Melhorar/ Organizar o ambiente do posto de trabalho e/ou reduzir o tempo de procura por materiais/ferramentas no posto de trabalho?	Sim	5'S
Reduzir os tempos de Setup ?	Sim	SMED
Nivelar o planeamento da produção?	Sim	Heijunka
Controlar o WIP e/ou implementar um sistema de produção condicionado aos pedidos do cliente (produzir apenas o que o cliente quer)?	Sim	KANBAN
Mapear as atividades e identificar os desperdícios que não acrescentam valor?	Sim	VSM

Figura 44- Output do segundo botão dos "Questionários"

4.4.4. Funcionalidade Formação

Posteriormente, para acrescentar um ponto de vista mais útil à ferramenta criou-se o botão “Formação”, não serve apenas para as empresas, mas também de modo a ser útil academicamente, entendeu-se que seria uma boa ideia adicionar uma componente de formação à aplicação. Desta forma, as empresas podem utilizar esta ferramenta para ajudar a abordar diversos temas *Lean*, ou mesmo professores nas suas aulas de forma a atingir aulas mais intuitivas e interativas. Os usuários podem escolher entre vários jogos e apresentações escritas em linguagem simples e clara sobre a Introdução do *Lean* e a algumas das suas metodologias, Figura 45.

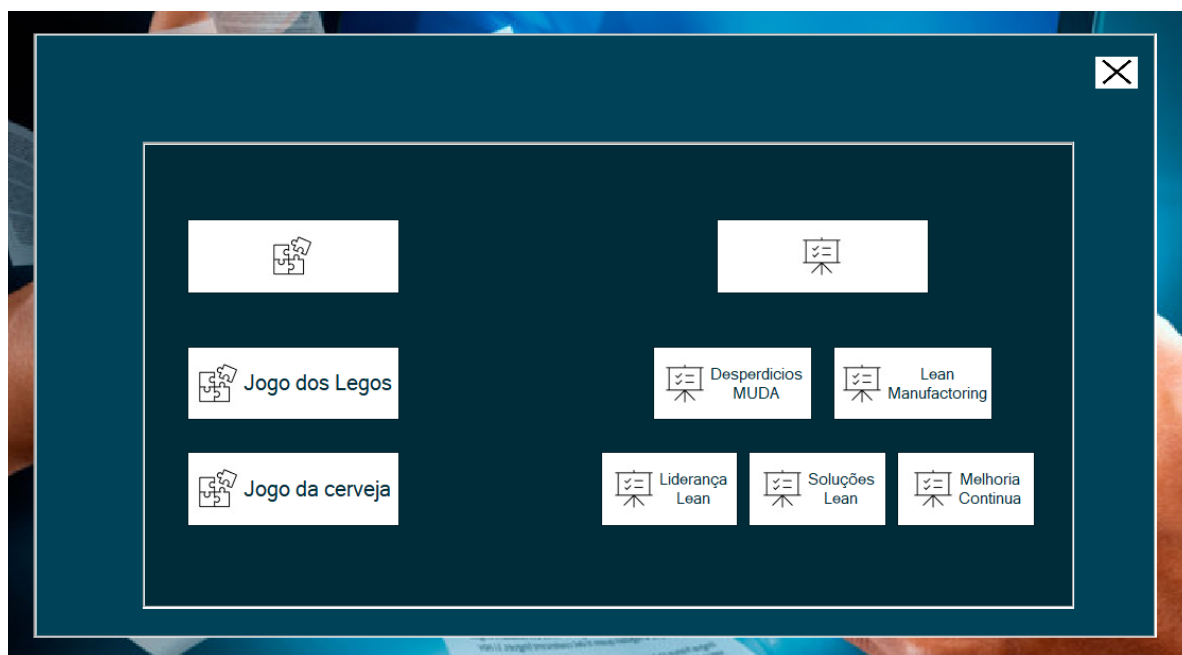


Figura 45- Output do botão "Formação"

Caso o utilizador queira recorrer a jogos, tem as opções do lado esquerdo, o “Jogo dos Legos” ou o “Jogo da cerveja”. O primeiro jogo é utilizado para ensinar aos formandos a importância dos 5'S na prática de modo muito simples, ao carregar no botão “Jogo dos Legos” terá acesso a um guião de como exercer o jogo, como é possível ver na Figura 46.

Jogo dos Legos

O jogo dos legos tem como objetivo a construção de uma peça através da aplicação dos cinco conceitos referentes à metodologia *Lean* – 5S: Seleção, Organização, Limpeza, Normalização e Disciplina.

Este jogo pode ser realizado com vários exemplos e modelos de montagem, no entanto neste exemplo será composto por 70 peças das quais 39 são necessárias à construção da peça final e as restantes 31 são desnecessárias. A peça final por sua vez, está definida em quatro cores: azul (12 peças), vermelho (10 peças), amarelo (10 peças) e branco (7 peças).

O jogo é dividido em três etapas.

Primeiramente é necessário cronometrar o tempo que os jogadores demoram a construir a peça em questão, com apenas o acesso às imagens do Anexo A.

Numa fase seguinte, engloba-se conceitos como “Seleção” e “Organização”, seleciona-se as peças necessárias e as desnecessárias ao jogo, e através do documento fornecido aos jogadores presente no Anexo B., serve aos mesmos para dividirem as peças necessárias ao produto final por número, cores e tipos de legos.

Na última fase executa-se a “Normalização”, na qual são fornecidas as regras de montagem da peça final, separadas pelas quatro cores diferentes, Anexo C. .

Todas as etapas tem de ser cronometradas e registadas, para posteriormente, se comparar as vantagens de aplicar conceitos 5S na produção de uma determinada peça.

Figura 46- Output do botão "Jogo dos Legos"

Além de jogos didáticos, a ferramenta conta ainda com a disponibilização de tópicos sensíveis para quem está a formar pessoas na matéria *Lean*, Figura 47.



Figura 47- Output do botão "Lean Manufacturing"

4.4.5. Funcionalidade Templates

Numa outra fase, percebeu-se que seria de todo útil e conveniente os utilizadores recorrerem a um banco de documentos uniformes de apoio à aplicação *Lean* para aplicar as várias metodologias e ferramentas sem ter de perder tempo à procura de *templates* na internet ou usar *templates* incorretos e desajustados, Figura 48.

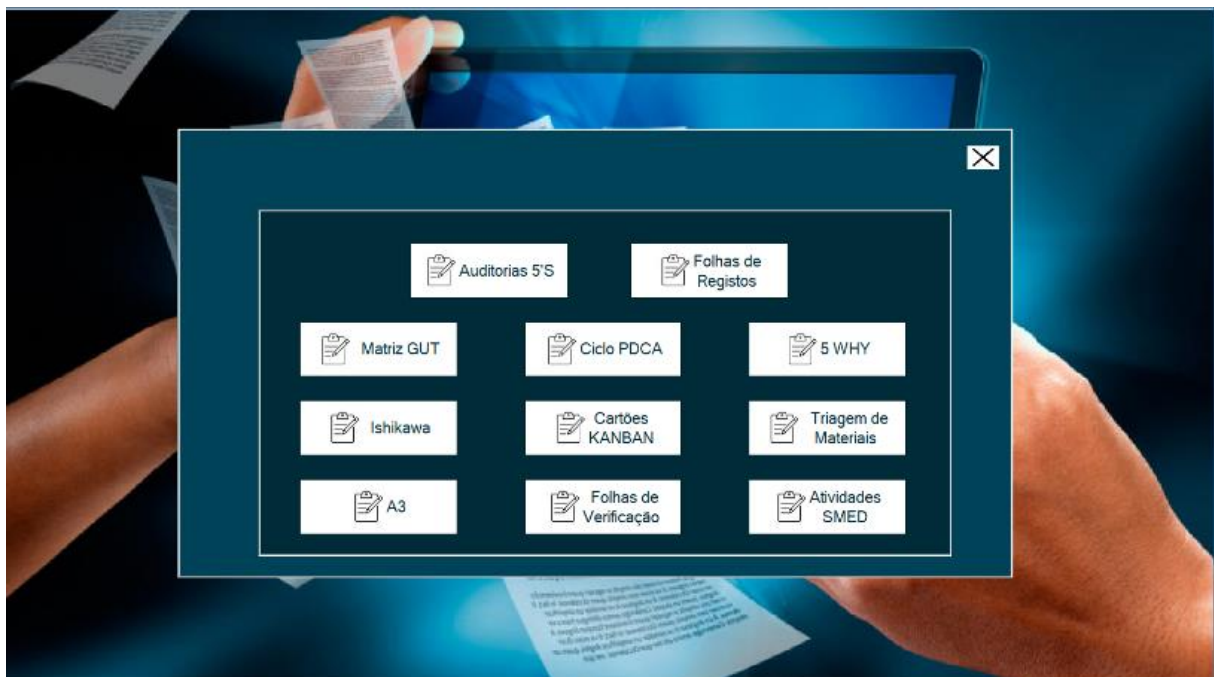


Figura 48- Output do botão "Templates"

Como é possível ver pela figura anterior, o utilizador pode recorrer a onze opções distintas. No entanto, em algumas opções existe a possibilidade de optar por mais que uma opção, como por exemplo no caso do botão “Auditoria 5’S” o utilizador tem duas opções, Figura 49.

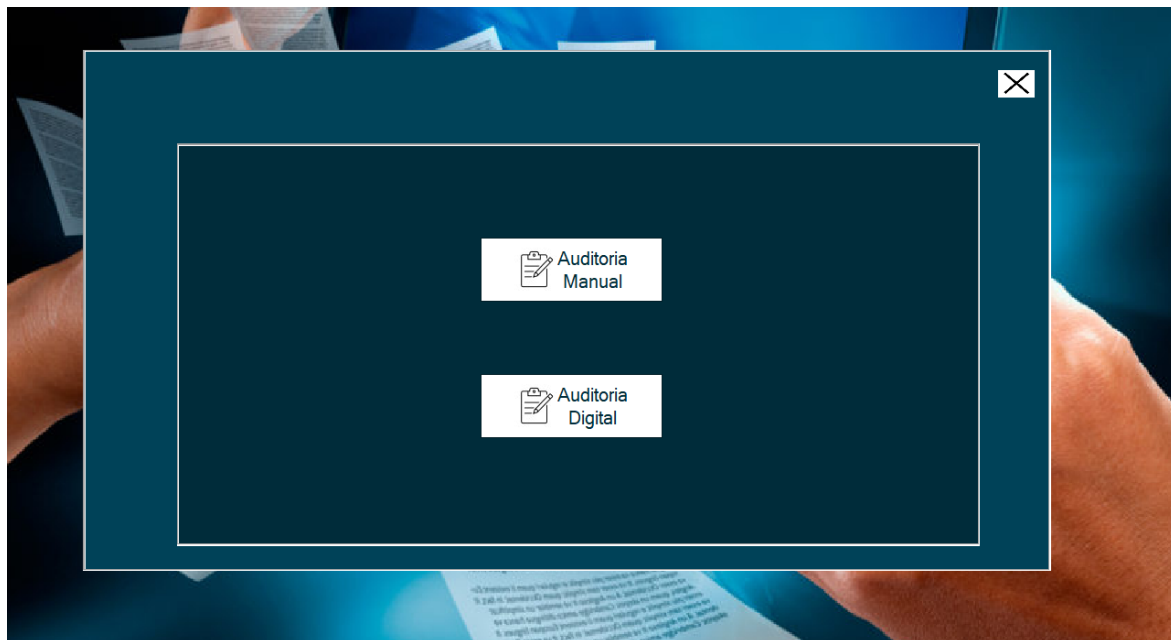


Figura 49- Output do botão "Auditoria 5'S"

Caso o utilizador pretenda realizar a auditoria numa folha de papel, basta seleccionar a primeira opção e imprimir o documento, Figurar 50.



AUDITORIA 5'S					
Auditor:	Data:	Posto de Trabalho:			
Categoria	Verificação	Pontuação			Observações
		0	3	5	
Seiri (Triagem)	Existem apenas os itens necessários para a execução das tarefas?				
	Não existem objetos/materiais (recipientes, ferramentas, equipamentos de medição, papéis, material de limpeza, etc) sem utilização ou não conformes?				
	Não existem objetos/materiais (recipientes, ferramentas, equipamentos de medição, papéis, material de limpeza, etc) obsoletos?				
	Existe somente informação necessária (instruções de trabalho, documentos, folhas, papéis, etc)?				
	"Separar o útil do inútil"				
		Total Seiri (0 – 20)			
Seiton (Arrumação)	Não existem objetos espalhados (no chão, corredor, equipamentos, mesas, armários, etc)?				
	Existem locais de armazenamento devidamente identificados para todos os itens?				
	Existem marcações no posto de trabalho (marcas no chão, zonas proibidas, caminhos, contentores de lixo, corredores, zona de armazenamento, etc)?				
	Existe uma zona de armazenamento para colocar produtos ou materiais não conformes?				
	Os itens mais utilizados estão mais próximos do utilizador?				
		Total Seiton (0 – 25)			
Seison (Limpeza)	O posto de trabalho encontra-se limpo (chão, paredes, vidros, portas, armários, etc)?				
	O posto de trabalho é limpo periodicamente?				
	Os equipamentos e materiais (mesmo os menos usados) encontram-se limpos?				
	Os equipamentos e materiais são limpos periodicamente?				
	Existem rotinas de limpeza ou folhas de verificação de limpeza?				
		Total Seison (0 – 30)			
Seiketsu (Normalização)	Estão presentes no posto de trabalho os materiais de limpeza?				
	"Não sujar para evitar limpar"				
	Os itens estão armazenados nos locais definidos para esse efeito?				
	Existem planos de triagem, arrumação e limpeza e manutenção para o posto de trabalho?				
	Os planos estão visíveis no posto de trabalho?				
		Total Seiketsu (0 – 25)			
Shitsuke	Existem instruções de trabalho com os procedimentos de triagem, arrumação e limpeza e manutenção?				
	As instruções de trabalho estão visíveis?				
	"Normalizar para manter e melhorar"				
	São realizadas auditorias 5's periodicamente?				
	O posto de trabalho é limpo por iniciativa dos colaboradores?				
	Os colaboradores participam nos processos de melhoria				

Figura 50- Output botão "Auditoria Manual"

Caso seja mais prático e útil preencher digitalmente uma auditoria 5'S no computador, basta ao mesmo selecionar a segunda opção, Figura 51.

AUDITORIA 5S's											
Mês: Janeiro 2022											
P.PORTO isep Instituto Superior de Engenharia do Porto											
SS	Nº	AVALIAÇÃO		PONTUAÇÃO					Total	Total / S	
		ASSUNTO	Comentários	0	1	2	3	4			
SEPARAÇÃO	1								0	0	✗
	2								0		
	3								0		
	4								0		
	5								0		
ARRUMAÇÃO	1								0	0	✗
	2								0		
	3								0		
	4								0		
	5								0		
	6								0		
	7								0		
LIMPEZA	1								0	0	✗
	2								0		
	3								0		
	4								0		
	5								0		
	6								0		
	7								0		
	8								0		
	9								0		
NORMALIZAÇÃO	1								0	0	✗
	2								0		
	3								0		
	4								0		
	5								0		
	6								0		
	7								0		

Figura 51- Output do botão "Auditoria digital"

Neste caso, o formulário é personalizável, ou seja, o utilizador consegue ditar o que pretende ser o assunto, o número de assuntos a avaliar e ainda realizar um comentário em cada assunto. Posteriormente basta apenas dar uma pontuação de 0 a 4 e o documento automaticamente calcula o resto, Figura 52.

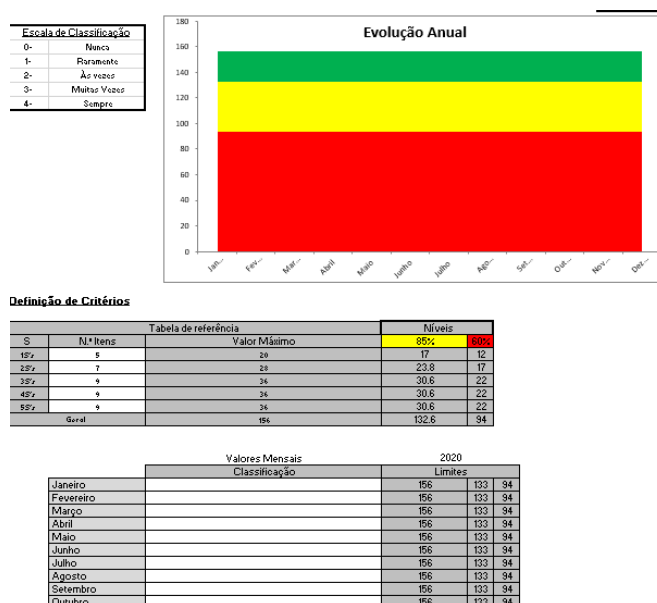


Figura 52- Resultados da auditoria digital

Com esta funcionalidade, o utilizador consegue imprimir os resultados obtidos ao longo da auditoria e expô-los no *gemba* ou levá-los para uma reunião de produção.

4.4.6. Funcionalidade Auditoria ao Posto de Trabalho

Passando para a última funcionalidade da aplicação, "Auditoria ao Posto de Trabalho", a equipa de orientação em conjunto com o autor deste projeto que seria uma mais-valia o usuário pode fazer uma avaliação bastante aprofundada ao posto de trabalho que está a estudar, cujo objetivo passa por apoiar na melhoria continua e no apoio à decisão priorizando as áreas mais críticas a melhorar.

Pretende-se dar ao utilizador uma ferramenta que permita, através de um questionário de 82 perguntas, Figura 53 e Figura 54, perceber a que tópicos deve prestar especial atenção no posto de trabalho. Este questionário aborda 10 tópicos diferentes, como:

- Performance/Eficiência;
- Melhoria Contínua;
- Saúde e segurança no trabalho;
- Standards e Gestão Visual;
- Operação e processo;
- Fluxo de materiais e produtos;
- Zero Defeitos;
- Disciplina.

Auditoria Posto / Área trabalho			
Posto:	Tempo abertura:	Data:	
Código Produto:	Tempo ciclo:	Procura Cliente:	
- Trabalhador -		Tem alguma doença profissional? Sim ☐ Não ☐	
Experiência na função:	Idade:	Se sim, em que parte do corpo?	
Medida em cm do chão ao:			
- plano trabalho:	- punho fechado:	- cotovelo:	
		Sim Não NA	
# 1- Indicadores Performance / Eficiência			
1 A média do OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>) é superior a 85% ?			
2 O tempo total de paragens (incluindo manutenção planeada) é superior a 10% ?			
3 O KPI (<i>Key Performance Indicator</i>) XX (seleccionar o mais importante) está actualmente dentro do objectivo ?			
4 Existiram acidentes de trabalho nos últimos 6 meses ?			
5 Existem trabalhadores com doenças profissionais associadas ao trabalho na área ou posto em análise ?			
# 2- Melhoria Contínua			
6 Todos os indicadores avaliados no ponto anterior + lead time têm vindo a melhorar ?			
7 Os standards são revistos e melhorados mensalmente ?			
8 Existe o mapa actual e futuro do fluxo de valor (VSM) do produto ou família do produto em análise ?			
9 O operador ou equipa tem conhecimentos na área lean (reconhece a diferença entre valor e desperdício e identifica as características de um posto lean em termos de fluxo, gestão visual, standards, etc...)?			
10 Todos se sentem responsáveis pela melhoria contínua e participam activamente dando ideias de melhoria frequentemente (mínimo uma vez de 6 em 6 meses) ?			
11 O trabalhador foi envolvido em acções de melhoria nos últimos 6 meses ?			
12 Está previsto tempo diário dedicado à melhoria contínua, envolvendo toda a equipa (ex: reuniões diárias Kaizen de 10min) ?			
# 3- Higiene e segurança no trabalho			
13 Tem havido muitos acidentes ou consultas médicas?			
14 A temperatura ambiente é desconfortável (quente ou fria) ou existem correntes de ar perceptíveis (avaliar no posto/área de trabalho e no local de descanso) ?			
15 Há libertação de gases, fumos ou poeiras no local de trabalho ?			
16 O ruído é elevado ou irritante (ex: perturba a conversação ou concentração do trabalhador) ?			
17 A iluminação é boa (ex: está adequadamente colocada, é estável, o olhar do operador não tem de alternar entre zonas claras e escuras, etc...) ?			
18 As ferramentas manuais ou os equipamentos produzem vibrações nas mãos, nos braços ou em todo o corpo do trabalhador ?			
19 Os equipamentos produzem vibrações ou desconfortos?			

Figura 53- Output do botão "Auditoria ao posto de trabalho"

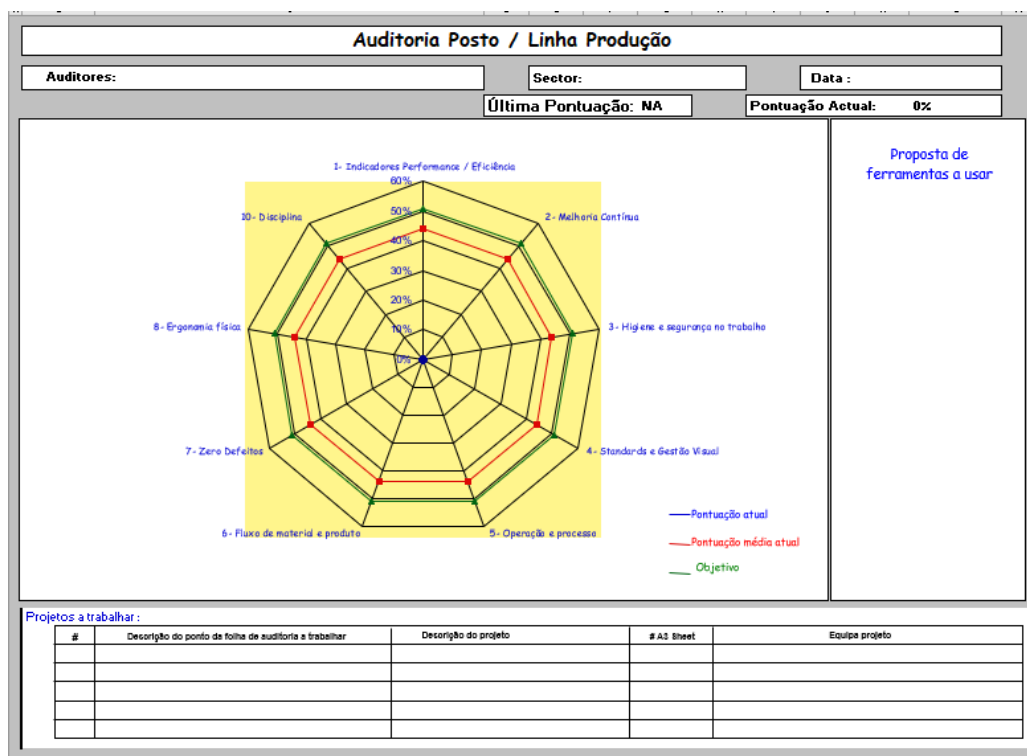


Figura 54- Resultado da auditoria ao Posto de Trabalho

5. CONCLUSÃO

No presente capítulo, são apresentadas as conclusões do desenvolvimento deste projeto, as limitações e dificuldades encontradas no decorrer do mesmo e propostas de trabalho para o futuro da aplicação *Lean*.

5.1. Conclusões finais

Com a elaboração deste projeto foi possível melhorar o Manual de Instruções *Lean*, através da junção de três metodologias *Lean* apontadas como essenciais pelos utilizadores do MIL na 1ª parte do projeto, adicionar uma componente de formação *Lean* e ainda criar uma ferramenta de apoio à decisão.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa exaustiva e posteriormente reunida informação suficiente para criar conteúdo teórico acerca das temáticas Gestão Visual, *Mizusumashi* e *TPM*, posteriormente através de recolha de aplicações práticas, elaborar Fichas Técnicas para cada metodologia *Lean*.

De seguida, foi desenvolvida uma ferramenta de apoio à decisão automática através de folhas de cálculo em *Excel*. Essa ferramenta baseia-se em questionários que são considerados uma mais-valia para a comunidade que usa o *MIL*, uma vez que através de perguntas que avaliam as condições do ambiente de trabalho, a ferramenta calcula automaticamente quais as metodologias a ter mais atenção na situação a ser avaliada e apresenta os resultados de modo a qualquer tipo de utilizador perceber muito facilmente quais as ferramentas certas a implementar. Foi ainda desenvolvido um questionário mais breve, de modo a ser considerado *user-friendly*, que será aconselhado a utilizadores com mais conhecimentos sobre as temáticas *Lean* e que já tenham o objetivo que pretendem alcançar através do *MIL*.

Com o intuito de colmatar uma lacuna também identificada na 1ª parte do projeto, foi criado uma base de dados com material de formação *Lean*, no qual estão presentes apresentações de introdução ao *Lean* e jogos didáticos utilizando as metodologias *Lean*, este upgrade traz um novo conceito ao projeto, uma vez que ajuda a comunidade de formadores, pois através de apresentações e jogos interativos, servirá como material de ajuda para experts na área, professores, recém-licenciados e estudantes.

Numa fase seguinte nasceu a necessidade de criar uma ponte direta entre o conjunto de novas funcionalidades da 2ª parte do projeto. Foi, portanto, desenvolvida uma *Interface Lean*, através de programação *VBA*, que fizesse a conexão entre o *MIL*, Ferramenta de apoio à decisão, Formação, *Templates* e uma Auditoria ao posto de trabalho.

Assim sendo, conclui-se que com o fim deste projeto, conseguiu-se alcançar as sugestões dadas numa 1ª parte e ainda criado soluções novas. Existindo, portanto, uma previsível expansão do público-alvo deste novo produto que beneficiará de todas estas qualidades enumeradas para obter melhores resultados nesta área.

5.2. Limitações e investigação futura

Este é um projeto considerado de melhoria contínua, assim sendo, existirá sempre forma de atualizar e completar as ferramentas desenvolvidas.

É fundamental ainda completar o manual com pelo menos mais uma metodologia *Lean*, nomeadamente *Just in Time (JIT)*, Produção Puxada, *Jidoka* entre outras, uma vez que era intencionado adicionar já nesta segunda versão do *MIL*, no entanto por falta de tempo, não foi possível.

Testar em ambiente fabril as três componentes adicionadas ao Manual, Gestão Visual, *Mizusumashi* e *TPM*. É também importante continuar a enriquecer a ferramenta, principalmente ao que neste momento se considera ter mais possibilidade de evoluir, o campo de Formação Lean. E tornar ainda mais *User-Friendly*, explicando por exemplo ao utilizador antes de ter acesso ao Menu, as funcionalidades disponíveis na App através de um texto breve.

É ainda de notar que existiu alguma dificuldade por parte do aluno em programar em *VBA* dada a falta de prática e a escassez em tempo para atingir os resultados pretendidos com a Interface, que facilmente pode ser aprimorada.

É importante numa fase futura testar todo o conteúdo adicionado à nova *Interface*, é necessário validar e melhorar os questionários e por sua vez continuar a enriquecer com material de formação verificado por *experts* da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkhoraif, A., Rashid, H., & McLaughlin, P. (2019). Lean implementation in small and medium enterprises: Literature review. *Operations Research Perspectives*, 6(July 2018), 100089. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2018.100089>
- Amaral, I., Vinícius Bonato, S., Fernando Zepka Pereira Junior, E., Antonini Schroeder, E., & Abrita, N. (2018). *O Método Milk-Run Como Estratégia Para Redução De Custos Logísticos: Um Estudo De Caso*.
- Belhadi, A., Touriki, F. E., & El Fezazi, S. (2018). Benefits of adopting lean production on green performance of SMEs: a case study. *Production Planning and Control*, 29(11), 873–894. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1490971>
- Bhade, S., & Hegde, S. (2020). Improvement of Overall Equipment Efficiency of Machine by SMED. *Materials Today: Proceedings*, 24, 463–472. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.298>
- Brunelli, V. N., Jeffrey, C. A., Tyler, S., & Henderson, A. (2022). Advancing clinical facilitator capability to support graduate nurses: Outputs from social learning processes embedded in action research cycles. *Nurse Education in Practice*, 58(December 2021), 103271. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2021.103271>
- Cacioli, B. P., Campitelli, W. M., & Sp, T. (2018). *Taubaté – SP*.
- Carvalho, J. C. G. (2018). *Implementação de Ferramentas Lean Manufacturing na Indústria da injeção de Plástico*. 1–167.
- Carvalho, P. M. (2013). *Implementação do sistema Milk Run - Comboios Logísticos*. http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4881/1/DM_Pedro_Carvalho_2013.pdf
- Cawley, T. J. (1991). Book Review: The Machine That Changed the World. *The American Economist*, 35(2), 93–94. <https://doi.org/10.1177/056943459103500217>
- Christoforidis, G., Stykas, V., & Kassos, T. (2018). Simulated comparison of push/pull production with committed and non-committed automated guided vehicles. *2018 International Conference on Information Technologies, InfoTech 2018 - Proceedings*, 46116. <https://doi.org/10.1109/InfoTech.2018.8510720>
- Dias, F. (2017). *Desenvolvimento de ferramentas de simulação Lean Management de apoio ao ensino Desenvolvimento de ferramentas de simulação Simulations tools for Lean Management teaching in higher education*.
- Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., & Martínez-Loya, V. (2019). Impact Analysis of Total Productive Maintenance. *Impact Analysis of Total Productive Maintenance*, 69–74. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01725-5>
- Driouach, L., Zarbane, K., & Beidouri, Z. (2019). Literature review of Lean manufacturing in small and medium-sized enterprises. *International Journal of Technology*, 10(5), 930–941. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i5.2718>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/ijlss-09-2014-0028>
- Ferreira Francisco, T. (2020). *Dimensionamento de um sistema mizusumashi numa unidade industrial de fabrico de componentes sanitários*.
- Ferreira, J. (2016). *Mizusumashi - abastecimento de spare parts nas linhas de produção*.

- [http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/46744/1/João Pedro Pereira Martins Ferreira.pdf](http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/46744/1/João%20Pedro%20Pereira%20Martins%20Ferreira.pdf)
- Gil Vilda, F., Yagüe-Fabra, J. A., & Sunyer Torrents, A. (2020). An in-plant milk-run design method for improving surface occupation and optimizing mizusumashi work time. *CIRP Annals*, 69(1), 405–408. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.03.012>
- Gomes, D. (2011). *Jogos Sérios para Lean Manufacturing: “Jogo: Método 5S.”* <http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/2694>
- Hardt, F., Kotyrba, M., Volna, E., & Jarusek, R. (2021). Innovative approach to preventive maintenance of production equipment based on a modified tpm methodology for industry 4.0. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/app11156953>
- Henrique, G., Nascimento, P., Guilherme, P., Alcantara, D. F., & Santos, L. C. (2022). *Uma análise de técnicas quantitativas para a avaliação da produção enxuta An analysis of quantitative techniques for lean production assessment*. 7, 1–25.
- Hydoxdwlqj, W. R., Rswlrqv, G., Pdnlqj, D. Q. G., Frqvlghulqj, D. G., & Sulqflsohv, H. (2017). *3Urfhhglqjv Ri Wkh :Lqwhu 6Lpxodwlrq &Rqihuhqfh : . 9 &Kdq \$ ' \$Peurjlr * =Dfkuhzlzf] 1 OXvwidihh * :Dlqhu Dqg (3Djh Hgv. 4220–4227.*
- Industrial, E. (2011). *Optimização da Logística Interna da Indústria Automóvel.*
- Jacquinet, M. (2019). Lean Management. *Handbuch QM-Methoden*, 61058, 153–190. <https://doi.org/10.3139/9783446435865.006>
- Johan, A., & Soediantono, D. (2022). Literature Review of the Benefits of Lean Manufacturing on Industrial Performance and Proposed Applications in the Defense Industries. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(2), 13–23. <https://www.jiemar.org/index.php/jiemar/article/view/272>
- Kluska, K., & Pawlewski, P. (2018). The use of simulation in the design of Milk-Run intralogistics systems. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1428–1433. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.314>
- Kornhaber, M. L. (2019). The theory of multiple intelligences. *The Cambridge Handbook of Intelligence*, 659–678. <https://doi.org/10.1017/9781108770422.028>
- Liker, J. K. (1996). *Becoming Lean*. Free Press.
- Machado, J., & Mesquita, E. (2015). *trabalho e aprendizagem Tradição e inovação. February.*
- Maestrini, V., Luzzini, D., Shani, A. B., & Canterino, F. (2016). The action research cycle reloaded: Conducting action research across buyer-supplier relationships. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(4), 289–298. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.06.002>
- Mao, Z., Huang, D., Fang, K., Wang, C., & Lu, D. (2020). Milk-run routing problem with progress-lane in the collection of automobile parts. *Annals of Operations Research*, 291(1–2), 657–684. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03218-x>
- Martins, D., Fonseca, L., Ávila, P., & Bastos, J. (2021). Lean practices adoption in the portuguese industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 345–359. <https://doi.org/10.3926/jiem.3291>
- Neves, D. (2016). *Melhorias na Logística Interna e Dimensionamento de um Supermercado.* <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/6812/browse?type=author&order=ASC&rpp=90&value=David+Xavier+dos+Santos+Neves>
- Oliveira, R. I., Sousa, S. O., & Campos, F. C. (2019). Lean manufacturing implementation:

- bibliometric analysis 2007–2018. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 101(1–4), 979–988. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2965-y>
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean-A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lidel-Edições Técnicas, Lda.
- Raut, H. B. (2021). KAIZEN: A Lean Manufacturing Technique. *International Journal for Research and Innovation*, 1(4), 2581–7280.
- Reke, E., Powell, D., & Mogos, M. F. (2022). Applying the fundamentals of TPS to realize a resilient and responsive manufacturing system. *Procedia CIRP*, 107, 1221–1225. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.135>
- Rev, B. M. (2021). *Área Departamental de Engenharia Mecânica Implementação do Lean Maintenance na Indústria Alimentar*.
- Rodrigues, J., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Jimenez, G., & Santos, G. (2020). A rapid improvement process through “quick-win” lean tools: A case study. *Systems*, 8(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/systems8040055>
- Rodrigues, T. H. (2020). *Instituto Politécnico de Viseu Instituto Politécnico de Viseu. 1*, 2011. https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/4428/1/Tese_Final_Inácio.pdf?fbclid=IwAR3TyQoFw2uz3ubypv6iO23-oamCwllld7lkOwacDLw7OGKnIG4E1IOMqzB4
- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G. L., & Portioli-Staudacher, A. (2019). The interrelation between Industry 4.0 and lean production: an empirical study on European manufacturers. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9–12), 3963–3976. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03441-7>
- SANTOS, M. J. C. DOS. (2020). Aplicação de uma metodologia Lean ao serviço da manutenção numa empresa do sector alimentar. *Modern Pathology*, 33(12), 2520–2533.
- Silva. (2018). *Aplicação de ferramentas lean na melhoria do desempenho de uma linha de montagem numa empresa de sistemas de refrigeração*.
- Silva, I. D. F. (2019). *Melhoria dos processos do sistema produtivo aplicando ferramentas Lean Production numa empresa de fachadas e revestimentos arquitetónicos de edifícios*. 139.
- Simas, A. F. L. (2016). Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização. *Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa*, 1–113. file:///C:/Users/Utilizador/Downloads/Simas_2016.pdf
- Soliman, M. (2020). *Jidoka: The Toyota Principle of Building Quality into the Process*. 39.
- Sousa, R. A. L. de. (2018). *Tpm (Total Productive Maintenance) Numa Indústria De Componentes Mestrado Em Engenharia Mecânica E Gestão Industrial*. 1–102.
- Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Cauchick-Miguel, P. A., Kurnia, S., & Jurburg, D. (2021). Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices. *International Journal of Production Economics*, 240(February), 108224. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108224>
- Tortorella, G., Saurin, T. A., Fogliatto, F. S., Tlapa, D., Moyano-Fuentes, J., Gaiardelli, P., Seyedghorban, Z., Vassolo, R., Mac Cawley, A. F., Vijaya Sunder, M., Sreedharan, V. R., Sena, S. A., & Forstner, F. F. (2022). The impact of Industry 4.0 on the relationship between TPM and maintenance performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(3), 489–520. <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2021-0399>
- Vijaya, B. (2021). Toyota Motor Corporation: Just in Time (JIT) Management Strategy or Beyond?

- . *Journal of Case Research* , 7(01), 18–27.
- Warnecke, H. J., & Hüser, M. (1995). Lean production. *International Journal of Production Economics*, 41(1–3), 37–43. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(95\)00080-1](https://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00080-1)
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Creat Wealth in Your Corporation*. Touchstone.
- Womack, James P., Jones, D. T., & Roos, D. (1992). The machine that changed the world. *Business Horizons*, 35(3), 81–82. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(92\)90074-J](https://doi.org/10.1016/0007-6813(92)90074-J)
- Yik, L. K., & Chin, J. F. (2019). Application of 5S and Visual Management to Improve Shipment Preparation of Finished Goods. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 530(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012039>
- Zamrodah, Y. (2016). 済無No Title No Title No Title. 15(2), 1–23.

APÊNDICE A



ORIENTAÇÕES QUANTO AO CONTEÚDO

APAGAR QUANDO NÃO FIZER FALTA

Os apêndices e os anexos são identificados por letras maiúsculas. Nos apêndices, o autor do trabalho é o autor do texto. Nos anexos, a autoria é de terceiros. Oliveira (2011) recomenda que os apêndices e os anexos “no seu conjunto, não devem exceder cerca de 10% da extensão total do trabalho”. (p.77)

Os apêndices e os anexos também têm de ser mencionados no texto (por exemplo, APÊNDICE A e ANEXO A). Também aqui deve-se usar a referência cruzada.

ANEXO A