



Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



AGRADECIMENTOS

O presente trabalho representa o terminar de mais uma etapa da minha vida, que muito contribuiu para a minha evolução pessoal e profissional.

Como tal, quero agradecer à *Eberspächer* Tondela pela oportunidade de realizar o estágio, bem como a todos os colegas, o seu apoio e a transmissão de conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, nomeadamente ao João.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Paulo Joaquim Antunes Vaz, por toda a orientação e disponibilidade cedida ao longo do estágio e realização do trabalho.

Agradeço aos meus amigos pelo apoio e compreensão pelos dias de ausência.

Agradeço à minha família, por tudo! O vosso apoio incondicional, encorajamento e paciência foram essenciais.

Agradeço ao Pedro, por toda a ajuda, toda a força e confiança, todo o amor e pela sua gigante paciência.

Obrigada!

RESUMO

O presente trabalho resultou do estágio realizado na *Eberspächer* Tondela, empresa industrial de produção de componentes automóveis, a fim de concluir o Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.

Sendo esta uma empresa recente foi desde logo prioridade estudar, explorar e implementar ferramentas *Lean* na unidade.

Numa primeira fase foi realizada uma revisão bibliográfica tendo por base o *TPS (Toyota Production System)*, a filosofia *Lean* e as suas ferramentas.

No contexto operacional foram selecionadas as áreas a serem intervencionadas, bem como as metodologias a aprofundar, começando pelo *VSM (Value Stream Mapping)* numa das linhas de produção, de modo a que se obtivesse a visão global da cadeia de valor de uma família de produtos, analisando o estado atual e propondo melhorias para o desenvolvimento dos estados futuros.

O *Standardised Work* numa outra linha de produção, sendo esta a *model line* da fábrica, onde se identificaram os desperdícios, *TIMWOOD*, foram efetuados ciclos *PDCA* para uma melhor orientação do trabalho a executar, utilizando gráficos de movimentação (*SWC*), tabelas de combinações de tarefas (*SWCT*) e balanceamento da linha (*YAMAZUMI*).

E por fim os *5S*, aplicados a toda a área da produção com vista a melhorar a mesma, eliminar tudo o que não é necessário, organizar tudo no seu lugar, promover a limpeza, criar o padrão para a sua execução e manter as rotinas, de modo a otimizar a produtividade e qualidade.

Palavras-chave: *Lean*, Ferramentas *Lean*, *VSM*, *Standardised Work*, *5S*

ABSTRACT

The present work resulted from the internship held at *Eberspächer* Tondela, an automotive component industry in order to complete the Master in Mechanical Engineering and Industrial Management.

Eberspächer Tondela is a recent company and it was a priority to study, explore and implement *Lean* tools in the unit.

In the first phase, a literature review was conducted based on the Toyota Production System (TPS), the *Lean* philosophy and its tools.

In the operational context, the areas to be intervened were selected as well as the methodologies to be applied, starting with the VSM (Value Stream Mapping) in one of the production lines to obtain the global view of the value chain of a product family, analyzing the current state and proposing improvements for the development of future states.

Standardized Work in another production line, which is the model line, where the waste TIMWOOD was identified, PDCA cycles were performed for a better orientation of the work, using movement charts (SWC), combination tables of tasks (SWCT) and line balancing (YAMAZUMI).

Finally, the 5S were applied to the entire production area to improve it, eliminate all that is not needed, organize everything in its places, promote cleanliness, set the standards for execution, and maintain routines, to optimize productivity and quality.

Keywords: *Lean*, *Lean* Tools, VSM, Standardized Work, 5S

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABELAS	xi
ÍNDICE DE FLUXOGRAMAS	xi
NOMENCLATURA	xiii
1. Enquadramento	1
1.1. Âmbito da Dissertação	2
1.2. Objeto de estudo	2
1.3. Organização e Metodologia	2
1.3.1. Organização	2
1.3.2. Metodologia	3
2. Estado da Arte	5
2.1. Evolução da Indústria Automóvel	5
2.2. Toyota Production System	6
2.3. Conceito Lean	9
2.3.1. Ferramentas Lean	14
3. Estudo de Caso	25
3.1. Eberspächer	25
3.2. Layout da Fábrica / Linhas	29
3.3. Definição do Problema	30
3.4. Aplicação das Metodologias	31
3.4.1. VSM (Value Stream Mapping)	31
3.4.2. SW (Standardised Work)	41
3.4.3. 5S	52
4. Considerações Finais e Projetos Futuros	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICES	65
ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa TPS	7
Figura 2 - <i>Kaizen</i>	17
Figura 3 – Inovação e <i>Kaizen</i>	18
Figura 4 - Ciclo <i>PDCA</i>	19
Figura 5 - <i>Eberspächer</i> Tondela	25
Figura 6 – Programas de fornecimento interno	28
Figura 7 – Linhas de produção em série	28
Figura 8 - Novos projetos	29
Figura 9 - <i>Layout Eberspächer</i>	30
Figura 10 – <i>Layout VSM</i>	32
Figura 11 – <i>VSM</i> ao estado atual	39
Figura 12 – <i>VSM</i> ao estado atual <i>Excel</i>	39
Figura 13 - Aplicação cronológica do <i>Kaizen SW EBX</i> Linha 1	41
Figura 14 - <i>Layout</i> Primeira fase	43
Figura 15 - <i>SWC</i> OP25/55	44
Figura 16 - <i>SWCT</i> OP25/55	44
Figura 17 - <i>Layout</i> Segunda Fase	45
Figura 18 - <i>SWC</i> OP10/20	46
Figura 19 - <i>SWCT</i> OP10/20	46
Figura 20 – <i>Yamazumi</i> Segunda fase	48
Figura 21 - <i>Layout</i> Terceira Fase	49
Figura 22 - <i>SWC</i> OP10/20/30	50
Figura 23 - <i>SWC</i> OP40/50/60	50
Figura 24 - <i>SWC</i> OP55/70/80	51
Figura 25 - <i>5S</i>	52
Figura 26 - Questionário de auditoria <i>5S</i>	55
Figura 27 - Documento de resultados auditoria <i>5S</i>	56
Figura 28 - Gráfico de seguimento Auditoria <i>5S</i>	57
Figura 29 - <i>EPT board</i>	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ferramentas <i>Lean</i>	15
Tabela 2 - <i>Milestones</i>	26
Tabela 3 - Simbologia Geral utilizada pelo <i>Value Stream Mapping</i>	36
Tabela 4 - Simbologia de Processos utilizada pelo <i>Value Stream Mapping</i>	37
Tabela 5 - Simbologia De Fluxo de Materiais utilizada pelo <i>Value Stream Mapping</i>	37
Tabela 6 - Simbologia de Fluxo de Informação utilizada pelo <i>Value Stream Mapping</i>	38
Tabela 7 - Análise de tempos de espera, <i>CT's</i> e desperdício	47
Tabela 8 - Aplicação 5S	53
Tabela 9 - Valores obtidos nas Auditorias 5S nas diferentes linhas (em %)	58

ÍNDICE DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - <i>Toyota Production System</i>	6
Fluxograma 2 - <i>Jidoka</i>	8
Fluxograma 3 - <i>Just-in-Time</i>	8
Fluxograma 4 - Objetivo da aplicação das Ferramentas <i>Lean</i>	10
Fluxograma 5 - Princípios do <i>Lean</i>	11
Fluxograma 6 - 7 Desperdícios	12
Fluxograma 7 – <i>Skills</i>	14
Fluxograma 8 - 5S: Princípios e Exemplos	20
Fluxograma 9 - Ciclo <i>DMAIC</i>	24
Fluxograma 10 - Fluxo de Valor	31
Fluxograma 11 - 4 Etapas <i>VSM</i>	33
Fluxograma 12 - Definição do produto e peça	33
Fluxograma 13 - Mapa do estado atual	34
Fluxograma 14 - Mapa das necessidades do Cliente	34
Fluxograma 15 - Parâmetros do processo e <i>stocks</i>	34
Fluxograma 16 - Fluxo de informação e de material	35
Fluxograma 17 - Tempos de Processo e cálculo do <i>Lead time</i>	35
Fluxograma 18 - Cálculo do tempo de processo e <i>Lead Time</i>	36
Fluxograma 19 – <i>PDCA</i> de análise inicial, Primeira Fase	42
Fluxograma 20 - <i>PDCA</i> Segunda Fase	45
Fluxograma 21 - <i>PDCA</i> Terceira Fase	49

NOMENCLATURA

5S – *Seiton, Seiri, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*

6 σ – *Six Sigma*

CIP – *Continuous Improvement Process*

CT – *Cycle Time*

EOL – *End of line*

EPT – *Eberspächer Production Team*

EPU – *Eberspächer Production Unit*

FG – *Finish Goods*

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*

GT – *Gestão Visual*

JIT – *Just in time*

LD – *Lead time*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OP – *Operação*

PDCA – *Plan, do, check, act cycle*

PPH – *People, Parts, Hour*

PT – *Posto de trabalho*

QPS – *Quick Problem Solving*

RPI – *Rapid process improvement*

SAP – *System Applications Products*

SGA – *Small group activities*

SW – *Standardised work*

SWC – *Standard Work Chart*

SWCT – *Standardised Work Combination Table*

TIMWOOD – *Transport, inventory, motion, waiting, overproduction, over-process, defects*

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

VSA – *Value Stream Analysis*

VSD – *Value Stream Design*

VSM – *Value stream mapping*

WH – *Warehouse*

WIP – *Work in Progress*

1. Enquadramento

O aumento da competitividade, as crescentes variações de produtos, a inovação da tecnologia, a pressão pela redução dos custos de produção e o alto valor final dos produtos têm sido um desafio importante para a gestão industrial. A tarefa de criar sistemas eficientes e flexíveis na tentativa de melhorar a produtividade, a satisfação dos colaboradores e clientes, impõe o desenvolvimento de novas estratégias por parte das empresas para se tornarem competitivas, flexíveis e com maior capacidade de resposta. É neste contexto que surge a metodologia *Lean*, um princípio de gestão centrado na criação de valor e no cliente.

O *Lean Management* consiste na gestão da organização de uma forma mais eficiente e eficaz, com menor custo e zero desperdícios. O valor de um produto é definido apenas com base no que o cliente realmente exige e está disposto a pagar.

Com base na metodologia *Lean* e partindo do estudo prévio do processo produtivo e *layout* da fábrica, foram implementadas diversas ferramentas *Lean*, nomeadamente *VSM*, *SW* e *5S*.

1.1. Âmbito da Dissertação

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito da Unidade Curricular Dissertação/Projeto/Estágio do Mestrado em Engenharia Mecânica e Gestão Industrial tendo como base um estágio realizado em ambiente industrial. Nela foi possível observar o processo de produção da unidade e, através da aplicação de ferramentas *Lean*, criar condições para a melhoria do processo, favorecendo o aumento da produtividade e reduzindo os desperdícios.

1.2. Objeto de estudo

O objeto deste trabalho consiste na aplicação e desenvolvimento da metodologia *Lean* ao setor automóvel, mais concretamente numa indústria de componentes automóveis.

A *Eberspächer* Portugal é uma empresa que produz sistemas de tecnologia de escapes para veículos de passageiros com instalações recentes no concelho de Tondela. Sendo esta uma unidade fabril criada de raiz, com a maioria dos colaboradores formados pela mesma, é bastante importante incutir-lhes, desde o início, a importância desta temática para que o seu trabalho seja com foco no cumprimento de objetivos e qualidade, de modo a obter a maior produtividade com o mínimo de desperdício, reduzindo os custos inerentemente.

1.3. Organização e Metodologia

1.3.1. Organização

Esta dissertação encontra-se dividida e estruturada em 4 capítulos: Enquadramento, Estado de Arte, Estudo de Caso e Considerações Finais e Projetos Futuros.

No primeiro capítulo – Enquadramento – é introduzido o tema da dissertação. Estão definidos o âmbito e o objeto de estudo de uma forma sucinta, assim como a organização da dissertação e a metodologia adotada na realização da mesma.

No segundo capítulo – Estado de Arte – é efetuada a revisão bibliográfica de suporte à Dissertação. Realizou-se uma breve análise à evolução histórica da indústria / produção automóvel e ao aparecimento das metodologias *Lean*. Aqui podem ser encontrados apontamentos teóricos base da metodologia *Lean*, analisando as suas ferramentas, aplicabilidade, vantagens de cada uma das ferramentas e a métrica das mesmas.

O terceiro capítulo – Estudo de Caso – inicia-se com a descrição da empresa, com ênfase na sua evolução história, ramo de atuação, tecnologias e aplicações. Após esta nota introdutória consta a enunciação do problema alvo do Relatório, apresentação da metodologia e ferramentas *Lean* utilizadas. É realizada a análise do *layout* da empresa, a disposição das linhas a estudar e aplicação das ferramentas *Lean* às linhas de produção selecionadas no âmbito do estágio.

No quarto capítulo – Considerações Finais e Projetos Futuros – são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido e a sugestão de projetos futuros na melhoria contínua.

No final da Dissertação estará a bibliografia de suporte à elaboração deste documento assim como os Apêndices e Anexos.

1.3.2. Metodologia

A metodologia aplicada foi baseada no trabalho de pesquisa bibliográfica, pesquisa esta fundamental para a base do relatório de estágio.

Na parte operacional foi necessário adquirir um elevado e robusto conhecimento teórico e prático dos processos produtivos desenvolvidos na unidade industrial, os seus respetivos *layouts* e a singularidade de cada linha de produção.

O estudo aprofundado de cada uma das ferramentas a aplicar nas linhas de produção e a identificação de situações passíveis de melhoria, bem como a observação e monitorização dos resultados fizeram também parte da metodologia adotada para o desenvolvimento do presente trabalho.

2. Estado da Arte

2.1. Evolução da Indústria Automóvel

Ao longo das últimas décadas, a Indústria Automóvel e de componentes foi alvo de alterações profundas e significativas, tanto a nível tecnológico como da própria organização industrial, pelo que a capacidade de adaptação às exigências assumiu uma maior importância.

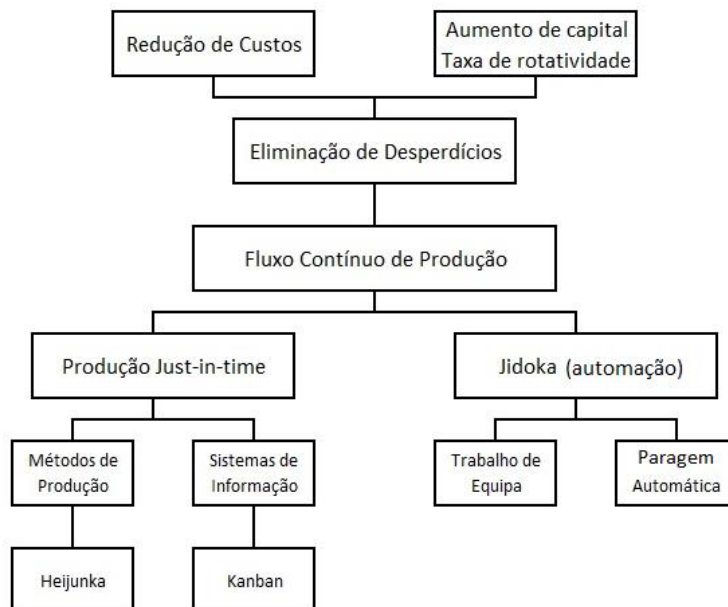
Grande parte das empresas da indústria de componentes automóveis trabalha com a metodologia de produção *just in time*, o que implica uma estreita cooperação e comunicação com os seus fornecedores e clientes.

Em 2018, estimou-se que existiam 235 empresas de componentes automóveis em Portugal, representando menos de 1% do total das empresas da indústria transformadora e engloba cerca de 55 000 colaboradores, o que representa 8% dos colaboradores da mesma (AFIA, 2018).

2.2. Toyota Production System

O *Toyota Production System (TPS)* é um sistema de produção que se baseia na eliminação total dos desperdícios através de métodos eficientes, como observado no fluxograma 1. A evolução deste sistema deu-se por tentativa / erro com o objetivo de melhorar a eficiência e eficácia na resposta, destacando-se 4 objetivos base (Smalley, 2000):

- i. Máxima qualidade e serviço prestado ao cliente;
- ii. Desenvolvimento do potencial de cada funcionário, com base no respeito mútuo, confiança e cooperação;
- iii. Redução de custos com a eliminação de desperdícios, maximizando o lucro;
- iv. Desenvolvimento de padrões de produção flexíveis de acordo com as exigências do mercado.



Fluxograma 1 - Toyota Production System
(adaptado de *Toyota Motor Company*, 2019)

- **Conceitos do Toyota Production System**

Esta metodologia, relacionada muitas vezes com a “imagem” de uma casa, foi criada e desenvolvida por engenheiros e responsáveis da *Toyota* e assenta em dois pilares principais, o *just in time* e o *jidoka*, bem como no envolvimento e contributo de todos os funcionários – *thinking people system*, conforme observado na figura 1.

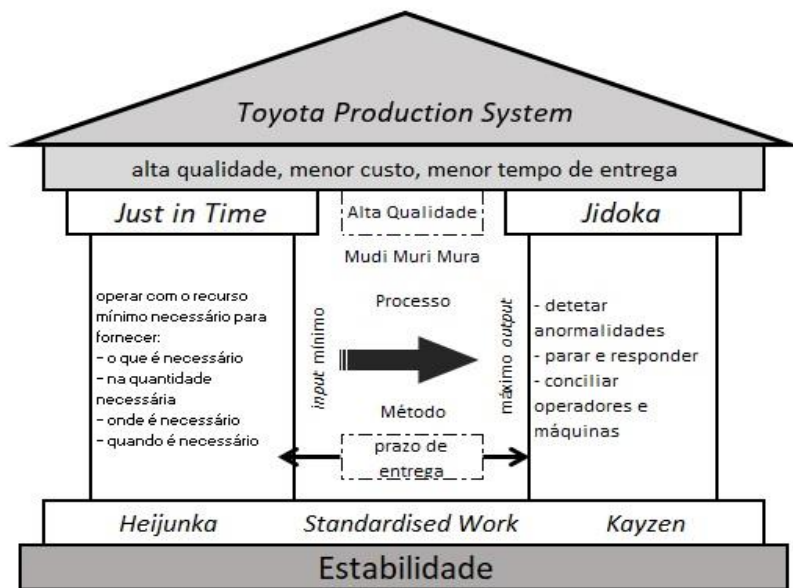


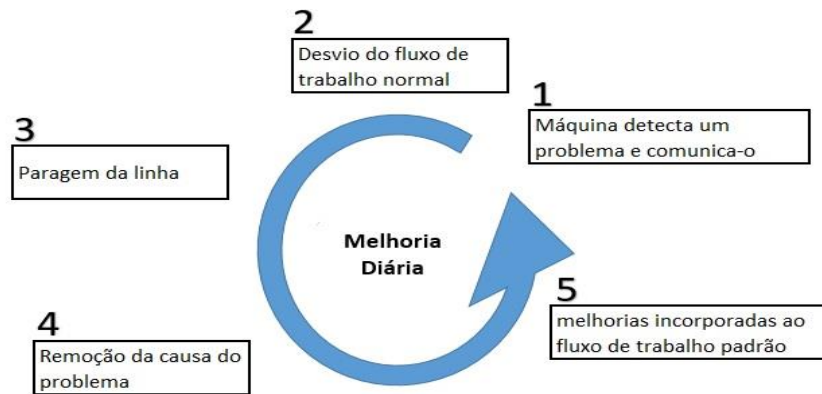
Figura 1 - Casa TPS
(Hoeft, 2009)

A base do TPS é o Nivelamento da Produção – *Heijunka*, o trabalho padronizado – *Standardised Work* e a melhoria contínua dos sistemas - *Kaizen*. Com os requisitos do cliente nivelados ao longo do tempo, é possível uma melhor gestão dos recursos e garantir a produção contínua.

A casa do TPS assenta em dois pilares principais:

- *Jidoka*

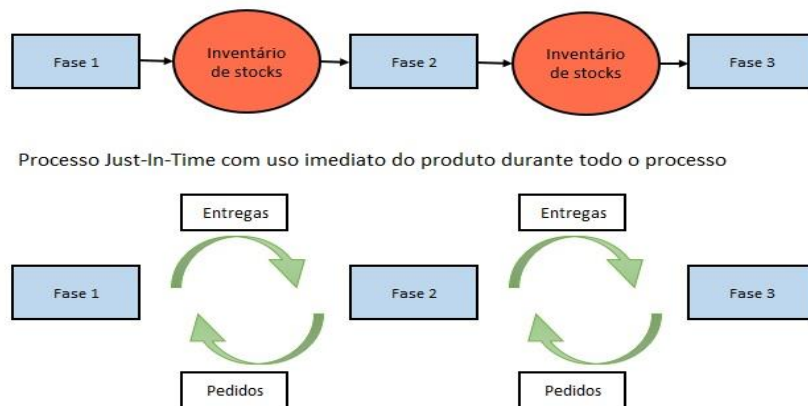
Permite detetar problemas e tomar medidas imediatas de forma a corrigir falhas no processo de produção, de acordo com o fluxograma 2. As máquinas detetam um problema e param com segurança para que a inspeção e ajustes necessários possam ser efetuados, podendo os operadores continuar a trabalhar noutras máquinas. O sistema ajuda a impedir que os problemas voltem a ocorrer, mantendo a qualidade e a alta produtividade (Ohno, 1988).



Fluxograma 2 - Jidoka
(adaptado de Toyota Motor Company, 2019)

- Just In Time

Faz apenas "o que é necessário, quando é necessário, na quantidade necessária em todas as etapas da produção". Isto significa que não existe desperdício, a qualidade das peças produzidas é consistente e o fluxo de produção uniforme, exigindo os stocks necessários de peças na sequência correta de montagem, como demonstrado no fluxograma 3 (Ohno, 1988).



Fluxograma 3 - Just-in-Time
(adaptado de Toyota Motor Company, 2019)

A produção com qualidade e eficiência, através da eliminação completa de desperdícios, inconsistências e requisitos irracionais na linha de produção, *Muda, Mura, Muri*, é possível com pessoas capazes e envolvidas no projeto (Ohno, 1988).

Dessa forma participam na aquisição dos objetivos comuns: definição de padrões, resolução de problemas, melhoria contínua e trabalho em equipa (Ohno, 2013).

A conjugação dos diferentes componentes da casa TPS resulta na satisfação do cliente, dos fornecedores e dos funcionários da empresa. A eliminação dos desperdícios visa melhorar a

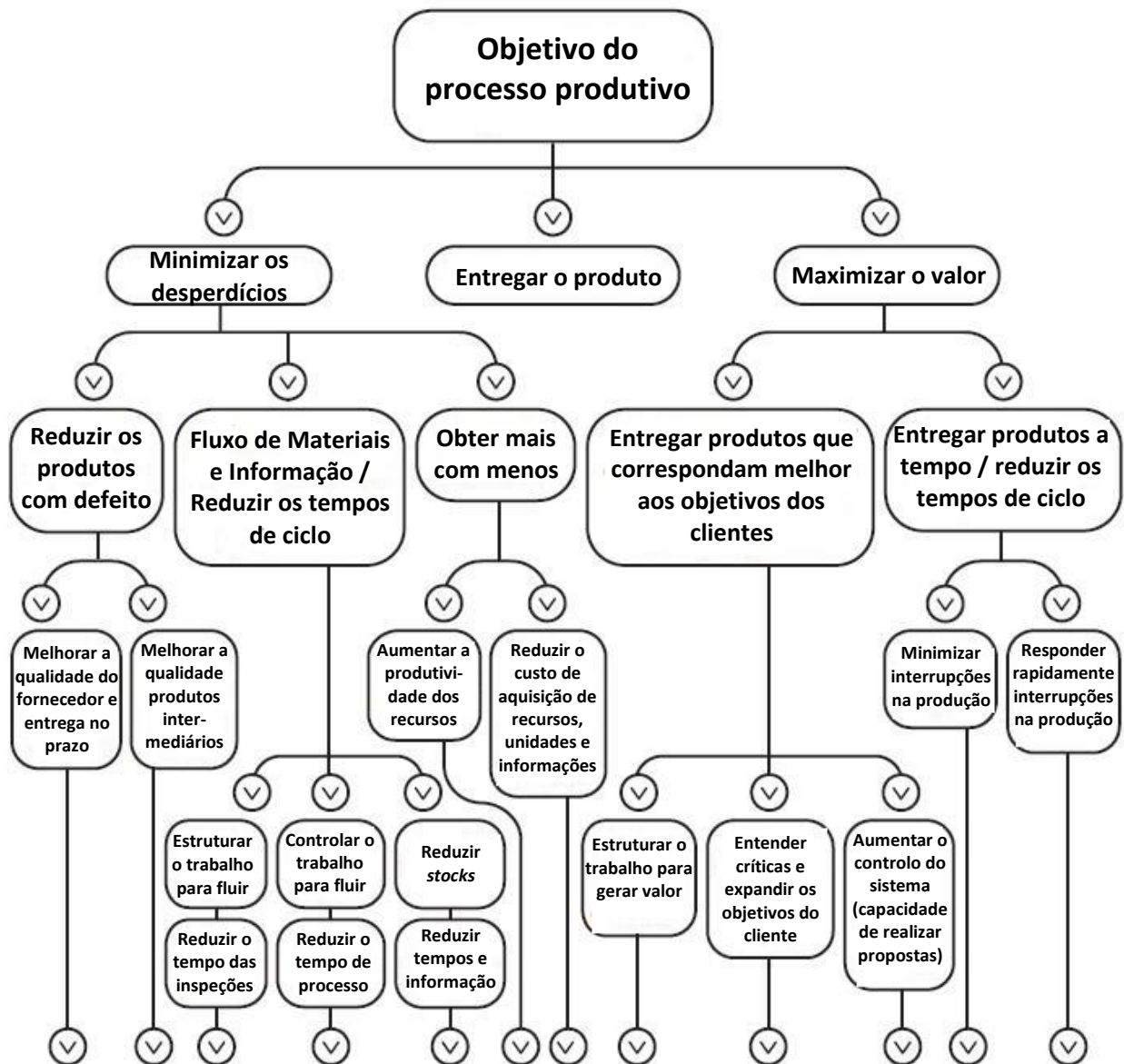
produtividade, aumentando a qualidade do produto e reduzindo o custo de produção do mesmo, procurando sempre a melhoria contínua (Smalley, 2000).

2.3. Conceito Lean

O Conceito *Lean* pode estar associado a diferentes áreas, sendo habitual encontrar-se as designações *Lean Management*, *Lean Manufacturing*, *Lean Production* e *Lean Thinking*, ainda que em todas elas a metodologia, filosofia e ferramentas *Lean* a aplicar sejam comuns e semelhantes.

A metodologia *Lean* baseia-se num conjunto de conceitos e princípios que visam a eliminação de desperdícios. Através da aplicação das ferramentas e com o envolvimento de todos os colaboradores, estas levam ao sucesso da sua implementação e à obtenção de resultados.

Esta filosofia vai ao encontro de uma cultura que ambiciona a melhoria da qualidade, da flexibilidade do processo, aumentando assim a competitividade, uma vez que o processo deve ser executado usando menos material, com menos investimento, usando inventários reduzidos e conseqüentemente menos espaço, com um menor número de pessoas (Wilson, 2010).



Fluxograma 4 - Objetivo da aplicação das Ferramentas Lean
(adaptado de *Lean Construction Tools and Techniques*, Ballard et al, 2001)

De acordo com o fluxograma 4 e fazendo uma aproximação empírica ao processo produtivo, este tem como objetivo principal processar o material, fornecendo ao cliente o produto pretendido. Ao aplicar as ferramentas *Lean* ao processo produtivo, surgirão novos objetivos associados ao processo: a maximização do valor/lucro, reduzindo os tempos de ciclo e satisfazendo as necessidades do cliente; e a minimização dos desperdícios através da redução dos defeitos e melhorando os fluxos de materiais e de informação (Ballard, Tommelein, Koskela, & Howell, 2007).

Existem cinco princípios subjacentes do *Lean*: o Valor, o Fluxo de Valor, o Fluxo, o Sistema “Puxado” e a Perfeição (Womack & Jones, 2003).



Fluxograma 5 - Princípios do *Lean*

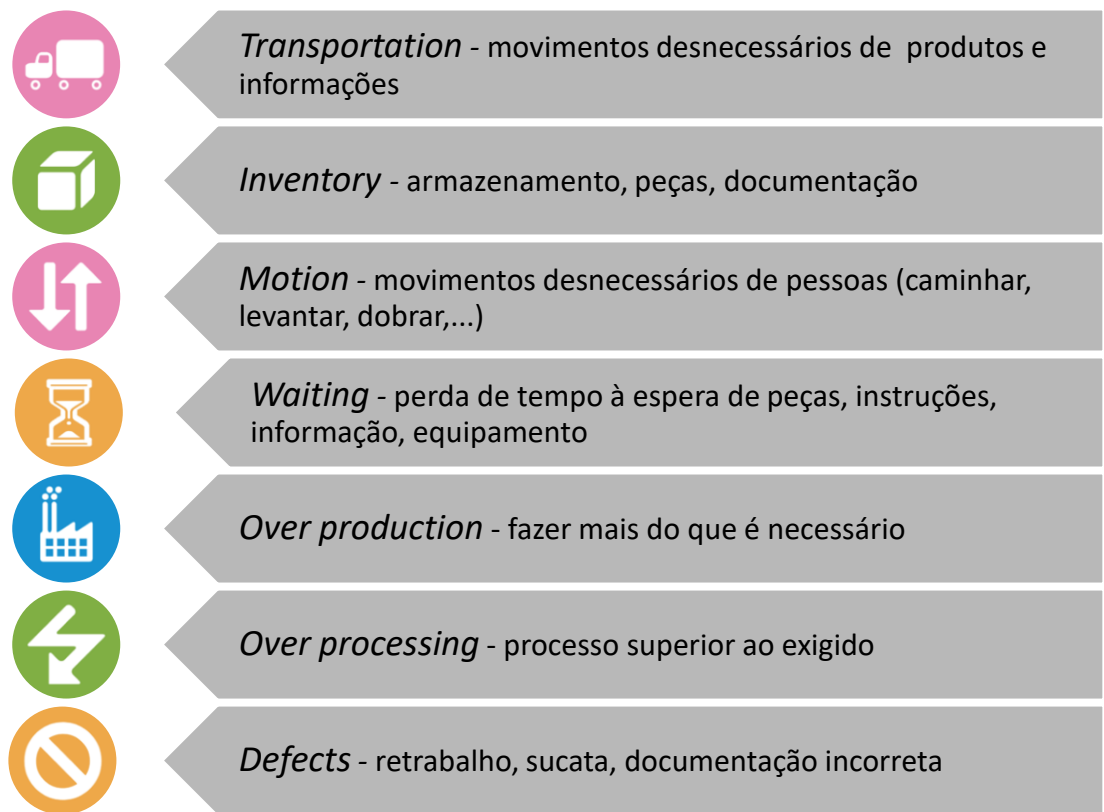
- i. **Valor** - Identificar os clientes e especificar o valor; definir claramente o valor de um produto de acordo com a perspetiva dos clientes direcionado para a redução de desperdícios;
- ii. **Fluxo de valor** – Categorizar e realizar o mapa do fluxo de valor que compreende essencialmente as atividades coletivas usadas para entregar o produto final, matérias-primas necessárias;
- iii. **Fluxo** - Melhorar o fluxo de materiais e informação, que deve ser contínuo ao longo do processo, eliminando os desperdícios que afetem o prazo de entrega;
- iv. **Introdução “pull”** - Responder aos pedidos dos clientes, produção consoante a encomenda;
- v. **Melhoria contínua** – Aplicar os princípios anteriores.

Estes cinco princípios enunciados no fluxograma 5 apresentam algumas lacunas, pois consideram apenas a cadeia de valor do cliente em vez de considerarem várias cadeias de valor, uma para cada *stakeholder* – outras partes interessadas como funcionários, fornecedores. Outra limitação dos cinco princípios tem a ver com o facto das organizações serem absorvidas em ciclos infundáveis de redução de desperdícios, ignorando a criação de valor através da inovação (Pinto J. P., 2009).

Para anular estas lacunas, são propostos mais dois princípios:

- vi. **Conhecer os *stakeholder*** – conhecer com detalhe todos os intervenientes no processo;
- vii. **Inovação constante** – inovar para criar novos produtos, novos serviços, novos processos para a criação de valor,

Esta metodologia tem 7 desperdícios identificados que devem ser tidos em conta. Resumem-se a todas as atividades que o cliente não está disposto a pagar (Liker, 2004).



Fluxograma 6 - 7 Desperdícios

- i. **Transporte (*transportation*):** qualquer movimento desnecessário de informações, itens, materiais, peças e produtos acabados de um local para outro desperdiça tempo, recursos e dinheiro, ou seja, não favorece a criação de valor.
Pode ser causado por: grandes distâncias, manuseio complexo de materiais e vários locais de armazenamento.
- ii. **Inventário (*inventory*):** quantidade de componentes e produto acabado mantidos em *stock*. Estes produtos, quando não utilizados na produção, ocupam espaço/volume, podendo tornar-se obsoletos e/ou ocupando o espaço de outras matérias-primas/ produtos em uso. Implica o controlo do *stock*.
Pode ser causado por fornecedores não confiáveis, *buffers* desnecessários devido a altas taxas de sucata, trocas longas, muitos defeitos, falhas e más previsões.
- iii. **Movimento (*Motion*):** está relacionado com operadores e equipamentos, que se movem pelo espaço de trabalho, com perda de tempo e sem a criação de valor.

Pode ser causado por *layouts* inadequados das estações de trabalho, ergonomia e por má organização do local de trabalho, por exemplo das ferramentas e devido à qualidade dos 5S.

- iv. **Espera (*Waiting*):** Todas as tarefas num processo de produção dependem dos processos que ocorrem a montante e a jusante – os processos não estão sincronizados. Se operadores, equipamentos, informações ou materiais atrasarem o processo de produção por qualquer motivo, o tempo será desperdiçado e o custo de produção aumentará.

Pode ser causado por falta de peças, falta de matéria-prima, processos não confiáveis, tempo de espera das máquinas e equipamentos.

- v. **Excesso de produção (*Over Production*):** resulta da produção de mais do que o necessário, mais do que é exigido pelo cliente. Este é o pior desperdício (*muda*), pois tem um efeito indireto no aparecimento de outros desperdícios. O excesso de produção aumenta os defeitos, afeta os custos com o *stock*, as cadeias de processo e a espera, juntamente com a movimentação e transporte desnecessários.

Pode ser causado por horários instáveis, células ou departamentos desequilibrados, trabalhar com informações imprecisas e não para as necessidades reais.

- vi. **Excesso de processo (*Over Processing*)** – envolve a execução de etapas desnecessárias durante o processo de produção. Também pode significar produzir peças ou produtos de qualidade superior ao necessário.

Isso deve-se ao mau funcionamento do equipamento, erros no retrabalho, processos ineficazes, comunicação deficiente e não comparações com os requisitos dos clientes, incluindo clientes internos mais adiante no processo, falta de padronização das melhores técnicas, especificação pouco clara.

- vii. **Defeitos (*Defects*):** originam sucata e retrabalho/reprocessamento, como resultado de produtos com defeito e que precisam ser retrabalhados ou rejeitados. Os defeitos são causados por maus processos de produção, derivado ao erro humano, falha do equipamento ou ambos. O retrabalho leva mais tempo e, portanto, aumenta o custo do produto acabado. O rejeitado incorre em custos adicionais.

Pode ser causado por procedimento operacional pouco claro, habilidades de formação inadequadas, processos e fornecedores incapazes (Liker, 2004).

Foi identificado um novo desperdício, o uso incorreto do pessoal e das suas habilidades – **Skills**.

viii. **Uso incorreto do pessoal e das suas habilidades (Skills):** a equipa de trabalho tem de ser parte integrante de todo o processo de produção. Do “chão de fábrica” podem ser geradas ideias que podem eliminar os outros sete desperdícios. Este envolvimento ajudará a melhorar continuamente os processos de produção bem como fortalecer o desenvolvimento da equipa (Wincel & Kull, 2013).



Skills - recursos sub-utilizados, melhoria contínua do processo

Fluxograma 7 – Skills

Com esta abordagem, aparece também um novo acrónimo para descrever estes 8 *mudas*, tornando-se simples e direto – **DOWNTIME** (Bhasin, 2015).

Defects

Overproduction

Waiting

Non-used/underused talent

Transportation

Inventory

Motion

Excess processing

2.3.1. Ferramentas Lean

Para implementar a filosofia *Lean* é necessário aplicar técnicas e ferramentas inerentes à metodologia. Na tabela 1 encontram-se resumidas as principais ferramentas *Lean* aplicáveis ao processo produtivo:

Tabela 1 - Ferramentas Lean

(adaptado *Lean Management beyond Manufacturing - a holistic approach*, Bashin, S., 2015)

Ferramenta Lean	Descrição	Aplicação
5 “Porquês”	Usado para descobrir a causa raiz de um problema ou defeito	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Perguntar porque algo ocorreu e, em seguida, perguntar porque essa causa ocorreu. O processo é repetido até a causa raiz ser encontrada
Bottleneck	É a etapa do processo em que a capacidade disponível é menor que a capacidade necessária. Identifica qual parte do processo de produção que limita o <i>output</i> da linha e melhora o desempenho dessa parte do processo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Melhorar a produtividade
Gemba (o verdadeiro lugar)	Experienciar o chão de fábrica - local onde a ação real ocorre	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Promover a compreensão profunda e completa dos problemas da produção - observar em primeira mão o processo
Heijunka (planeamento de produção nivelado)	Forma de programação da produção que, propositadamente, produz lotes menores sequenciando (misturando) variantes de produtos dentro do mesmo processo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reduzir os prazos de entrega (uma vez que cada produto ou variante é fabricado com mais frequência) e os <i>stocks</i> (uma vez que os lotes são menores)
Jidoka (automação)	Projeta equipamentos para automatizar parcialmente o processo de produção e parar automaticamente quando são detetados defeitos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Monitorizar várias estações (reduzindo custos de mão-de-obra) e detetar imediatamente problemas de qualidade
Just-in-time (JIT)	“Puxar” as peças através da produção com base no pedido do cliente, em vez de “empurrar” as peças através da produção com base na projeção da encomenda. Utiliza outras ferramentas <i>Lean</i> como o fluxo contínuo, <i>heijunka</i> , <i>kanban</i> , <i>standardised work</i> e <i>takt time</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reduzir os níveis de <i>stocks</i> ➤ Reduzir os requisitos de espaço
Kaizen (melhoria contínua)	Estratégia pró-ativa para obter melhorias regulares e incrementais no processo de produção	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eliminar continuamente os desperdícios no processo de produção
Kanban (pull system)	Regulação do fluxo de material dentro da fábrica e fora, com fornecedores e clientes externos baseado no reabastecimento automático de <i>stocks</i> , quando necessário	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eliminar o desperdício de <i>stocks</i> e sobreprodução. Eliminar a necessidade de inventários
KPI (indicador principal de desempenho)	Métricas projetadas para avaliar e incentivar o progresso na direção dos objetivos da organização	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alinhar os objetivos estratégicos de nível superior ➤ Expor de forma eficaz e quantificar os desperdícios (exemplo: <i>OEE</i>)

Ferramenta Lean	Descrição	Aplicação
PDCA (plan, do, check, act)	Implementar melhorias: <ul style="list-style-type: none"> • Planear (<i>plan</i>) - estabelecer plano e resultados esperados • Fazer (<i>do</i>) – executar o plano • Verificar (<i>check</i>) - verificar se os resultados esperados foram alcançados • Agir (<i>act</i>) - rever e avaliar; fazer novamente 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aplicar uma abordagem científica para fazer melhorias: <ul style="list-style-type: none"> • Planear (desenvolver hipótese) • Fazer (executar hipótese) • Verificar (avaliar resultados) • Agir (redefinir a experiência; tentar novamente)
Poka-yoke (prova de erro)	Deteção e prevenção de erros nos processos de produção com o objetivo de obter zero defeitos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Implementar controlos físicos que identifiquem os erros
SMED (Single minute exchange of die)	Redução do tempo de configuração (troca) para menos de 10 min. As técnicas incluem: <ul style="list-style-type: none"> • Converter etapas de configuração (executadas enquanto o processo está em execução) • Simplificar a configuração (ex. substituir os parafusos por botões e alavancas) • Eliminar operações não essenciais • Criar instruções de trabalho padrão 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permitir a produção em lotes menores, reduzir os <i>stocks</i> e melhorar a capacidade de resposta ao cliente
Specific Measurable Attainable Relevant Time specific	Metas específicas, mensuráveis, atingíveis, relevantes e com prazos específicos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantir que as metas são efetivas
TPM (total productive maintenance)	Manutenção preventiva e pró-ativa para maximizar o tempo operacional do equipamento. O <i>TPM</i> pretende capacitar os operadores para a manutenção dos seus equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Implementar para melhorar e tornar a produtividade mais eficaz (aumentar o tempo de atividade, reduzir os tempos de ciclo e eliminar defeitos)
ERP (Enterprise resource planning)	Solução informática de larga escala, que integra os processos empresariais e recursos utilizados, devendo servir as necessidades particulares de cada departamento da empresa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reduzir os custos de armazenamento e quantidades de <i>stock</i> ➤ Melhorar o serviço prestado ao cliente (cumprimento os prazos de entrega, ordens expedidas com especificações corretas) ➤ Assegurar a existência dos materiais quando necessários (<i>stock</i> para a produção que está a decorrer) ➤ Padronizar e acelerar os processos de produção (introduz métodos para automatizar o processo, permitindo poupar tempo e aumentar a produtividade) ➤ Integrar toda a informação num único sistema informático

Kaizen

O *Kaizen*, melhoria contínua é também uma filosofia que visa influenciar os processos de trabalho e o desempenho dos colaboradores, de forma a agregar mais valor ao produto, suportado pela motivação e envolvimento de todos os colaboradores numa empresa.

Esta filosofia envolve o *SMART*, que representa as metas a atingir de determinado objetivo que deve ser específico, mensurável, alcançável, relevante e limitado no tempo. No seio de uma empresa esta ferramenta tem intervenção em equipas operacionais como se pode verificar na figura 2 (Imai, 1997).

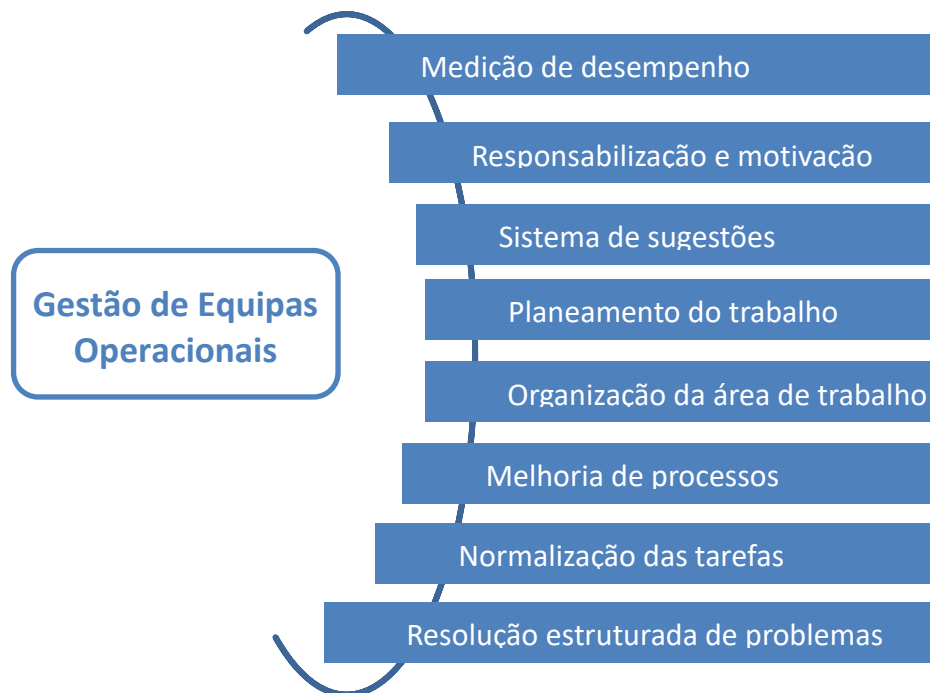


Figura 2 - *Kaizen*

O *Kaizen* engloba 9 pontos: rapidez, os resultados imediatos, a quebra de paradigmas, o trabalho em equipa, o aprender ao fazer, o novo meio de administrar, o foco estratégico, a redução do desperdício e a criatividade.

A metodologia baseia-se em 5 princípios:

- 1) criar valor ao cliente (identificar as operações que acrescentam ou retiram valor, sem descurar da qualidade e segurança);
- 2) eliminar os *Muda* (desperdícios);

- 3) envolver as pessoas (ouvir as ideias de quem trabalha no terreno e conhece bem as operações);
- 4) ir para o *Gemba* (para o chão de fábrica de forma a procurar as oportunidades de melhoria);
- 5) gerir visualmente (tornar todos os desperdícios visíveis de modo a eliminá-los com mais facilidade) (Imai, 1997).

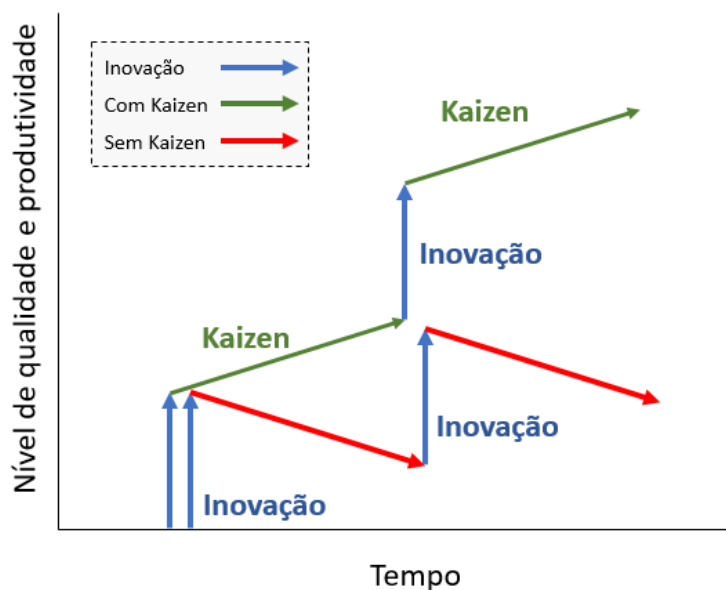


Figura 3 – Inovação e *Kaizen*
(Fonte: Imai, 1988)

De acordo com a figura 3, podemos constatar que uma empresa que aplique a melhoria contínua ao longo do tempo não tem quebras de produção e qualidade aquando de um *input* inovador, ao contrário do que acontece com as empresas que não tenham esta ferramenta implementada. É perfeitamente normal e comum, que quando existe inovação e ou mudanças, haja um período de adaptação e quebra, o que não se verifica quando o *Kaizen* está implementado.

O *Kaizen* utiliza também o Ciclo *PDCA* (figura 4), que representa o plano de ações. Esta ferramenta de melhoria de operações por excelência, começa por planear, definindo objetivamente os problemas e realizar a análise dos 5 porquês, depois executa, aplica o método e/ou a técnica mais apropriada e de seguida verifica e compara se o resultado está de acordo com o planeado. Se não estiver, analisa o desvio e percebe a sua origem. Por fim cria um padrão que deve ser seguido, padronizado e auditado posteriormente (Imai, 1997).

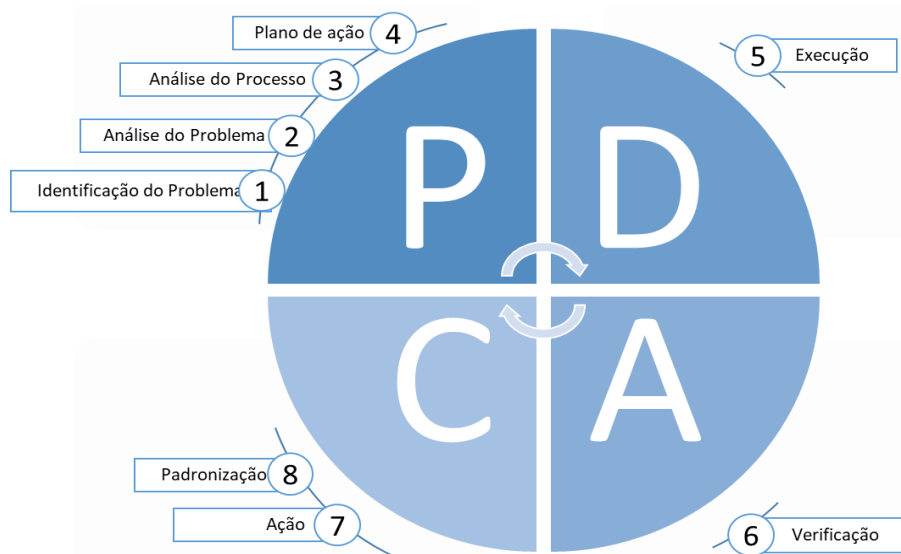


Figura 4 - Ciclo PDCA

(adaptado de *Pensamento Lean – A Filosofia das Organizações Vencedoras* (2ª edição), Pinto, J., 2009)

Inerente ao Ciclo PDCA tem o Ciclo SDCA, que é utilizado quando já está padronizada a operação.

O *Kaizen* baseia-se em quatro pilares de mudança, o *Kaizen* Diário (ao nível das equipas naturais, para alterar comportamentos e cultura no *Gemba*), o *Kaizen* Projeto (ao nível das equipas de projeto multidisciplinares, para obter melhorias rápidas na eliminação do desperdício), o *Kaizen* da Gestão (ao nível das equipas de gestão, para melhorar a estratégia do negócio) e o *Kaizen* Suporte (ao nível da gestão de topo e toda a equipa *Kaizen*, para sustentar todas as atividades de melhoria) (*Kaizen Institute*, 2019).

➤ 5S

A ferramenta 5S advém de cinco palavras japonesas que quando aplicadas proporcionam uma agradável área de trabalho, sendo elas: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*. Esta ferramenta tem sido muito utilizada, não só pela facilidade da sua implementação, mas também pelo seu baixo custo e pela sua elevada aplicabilidade.



Fluxograma 8 - 5S: Princípios e Exemplos

Com a aplicação desta ferramenta consegue reduzir-se o desperdício, otimizar a produtividade e aumentar a qualidade.

Em primeiro lugar devem identificar-se as necessidades do posto de trabalho, fazer uma triagem e posterior arrumação (**Seiri – Separar / Eliminar**).

Em segundo, deve-se organizar o posto de trabalho, de modo a que cada coisa esteja no seu lugar (**Seiton - Organizar**).

Em terceiro, deve proceder-se à limpeza do posto de trabalho e à inspeção das instalações e equipamentos, sendo esta uma rotina diária (**Seiso - Limpar**).

Em quarto, deve sistematizar-se e normalizar os três primeiros passos, para que depois possam ser verificados – Gestão Visual (**Seiketsu - Padronizar**).

Por fim deve manter-se e criar disciplina no cumprimento das normas anteriormente criadas (**Shitsuke - Manter**) (Shraddha, Vipul, Merang, & Akshay, 2015).

Atualmente, esta ferramenta já não pode ser dissociada de mais dois S's. A Segurança e a Sustentabilidade.

Através do cumprimento da metodologia 5S verifica-se uma tendência abrupta de redução do número de acidentes de trabalho e de doenças ocupacionais no contexto empresarial.

A sustentabilidade é um conceito cada vez mais presente no ambiente empresarial, de modo que possuam nos seus quadros pessoas capazes de satisfazer as necessidades sem comprometer o futuro utilizando para isso a ferramenta 5S.

➤ **JIT (Just in time)**

O *Just in time* visa uma produção no momento, onde primeiro é vendido o produto e só depois é que são adquiridas as matérias-primas para a sua produção e montagem. O princípio é sempre eliminar desperdícios, descartando tudo o que não acrescenta valor.

Com a aplicação desta metodologia haverá uma redução dos *stocks* que permitirá identificar com mais facilidade as lacunas da empresa (Ohno, 1988).

➤ **Gestão Visual**

A gestão visual analisa a informação dos postos de trabalho, informação essa que deve ser disponibilizada de forma clara e visível a todos os colaboradores para que possam detetar problemas de forma simples e rápida, aumentando a eficiência e eficácia das operações.

Esta ferramenta deve ser utilizada sempre que se modifique algo no *gemba*, nomeadamente no que se refere aos **5M's** (*manpower, machines, materials, methods e measurements*).

Esta gestão inclui gráficos de desempenho, matrizes de competências, trabalho normalizado, registos sobre a taxa de absentismo, higiene e segurança, entre outros (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011).

Habitualmente recorre a ferramentas como marcas no chão, sinais luminosos e cartões que têm significados diferentes.

➤ **Standardised Work**

O *standardised work* ou o trabalho normalizado refere-se ao conjunto dos melhores e mais viáveis procedimentos de trabalho a utilizar por todos os colaboradores, para cada processo e/ou operação.

Esta ferramenta procura maximizar o desempenho e diminuir os desperdícios em cada operação, pelo que se encontra em processo de análise e melhoria contínua, de modo a corresponder às exigências dos clientes.

Existem três elementos básicos no *standardised work* que são o *Takt Time* (tempo disponível para produzir um artigo que depende diretamente do seu nível de procura no mercado), a rotina de operações já normalizada e a quantidade de inventário mínimo de modo que não haja quebra na produção (Liker & Meier, 2006).

A implementação dos *standards* conduz, invariavelmente, ao ajustamento do Ciclo *PDCA*.

➤ **Kanban**

O *Kanban* é um sistema que permite a circulação de peças, onde o material é movimentado entre postos de trabalho através de uma linha de produção e baseado em cartões. O tipo de material e a quantidade necessária é escrita na etiqueta ou no cartão *Kanban*.

Para que o sistema *Kanban* funcione é necessário que se cumpram pré-requisitos como o nivelamento da produção, a uniformização dos postos de trabalho, a redução dos tempos de *setup*, as atividades de melhoria, a conceção do *layout* da máquina e a automação (Ohno, 1988).

➤ **VSM (Value Stream Mapping)**

O *VSM* ou mapa da cadeia de valor é uma ferramenta que traduz na íntegra o fluxo dos produtos desde os fornecedores das matérias-primas aos clientes dos produtos produzidos.

Esta ferramenta disponibiliza informação acerca dos fluxos de materiais e fluxos de informação, tornando-os num fluxo contínuo, identificando as fontes de desperdícios e criando valor. Deste modo, considera-se uma ótima ferramenta de comunicação, planeamento, melhoria e redução de tempos de processo.

Para a implementação do *Value Stream Mapping* são necessários quatro passos: a identificação da família de produtos ou serviços, a representação do estado atual, a representação do estado futuro e a implementação (Rother & Shook, 1999).

➤ **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)**

A *Failure Mode and Effect Analysis*, é uma ferramenta que permite identificar as falhas e agir em conformidade para colmatar o efeito que dela advém (*Ford Motor Company*, 2008).

Esta metodologia pode ser utilizada em produtos e processos, tendo um enorme sucesso quando se analisam as falhas numa fase inicial, prevenção da falha no início do ciclo de vida do produto e/ou processo.

➤ **Six Sigma**

O *Six Sigma* é uma estratégia de melhoria contínua, desta forma, compila as iniciativas que normalmente já se encontram em execução nas empresas e foca-se nos processos que afetam diretamente o cliente, nomeadamente na redução da quantidade de desperdício e dos defeitos, defeitos esses que têm bastante impacto na satisfação do cliente.

Para aplicar esta ferramenta deve começar-se por definir as necessidades e desejos dos clientes, ajustar as ofertas às necessidades dos mesmos sempre tendo em conta a concorrência e medir a precisão dos processos de forma a evitar defeitos que se traduzem em gastos adicionais. A análise deve ser efetuada com base nos resultados das medições, percebendo se existem lacunas a colmatar, seguindo-se depois a fase de implementação das melhorias identificadas e por fim controlo do sistema a funcionar (Pyzdek & Keller, 2010).

O *six sigma* também tem um ciclo com etapas bem específicas, conforme o fluxograma 9:



Definir o Problema

Etapas	Ferramentas
<ul style="list-style-type: none"> - Definir o problema - Definir o objetivo - Definir o processo - Definir o cliente e os seus requisitos - Informar sobre o progresso do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Project Charter</i> - <i>Value Stream Mapping</i> - Diagrama de árvore - Análise das partes interessadas



Quantificar o Problema

Etapas	Ferramentas
<ul style="list-style-type: none"> - Determinar o desempenho do processo - Criar um plano para recolher dados - Garantir que os dados são confiáveis - Atualizar o <i>Project Charter</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de recolha de dados - Definições operacionais - Folhas de verificação - <i>Project Charter</i>



Analisar o Problema - Identificar a causa do problema

Etapas	Ferramentas
<ul style="list-style-type: none"> - Analisar atentamente o processo - Exibir graficamente os dados - Procurar o que pode causar problema - Verificar as causas do problema - Atualizar o <i>Project Charter</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Value Stream Mapping</i> - Diagramas de Pareto - 5 "Porquês" - Análise das causas raiz - <i>Project Charter</i>



Melhorar - Implementar e verificar a solução

Etapas	Ferramentas
<ul style="list-style-type: none"> - Encontrar soluções para resolver o problema - Desenvolver mapas de processo - Implementar as soluções e garantir a melhoria 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Value Stream Mapping</i> - <i>PDCA</i> - Plano de ações - Ferramentas <i>Lean</i>



Controlar - manter a solução

Etapas	Ferramentas
<ul style="list-style-type: none"> - Garantir que o processo é gerido e monitorizado - Documentar o processo de melhoria - Aplicar as melhorias a outras áreas - Melhorar continuamente o processo - ferramentas <i>Lean</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Planos de controlo - Plano de monitorização e resposta - Documentação

Fluxograma 9 - Ciclo DMAIC

3. Estudo de Caso

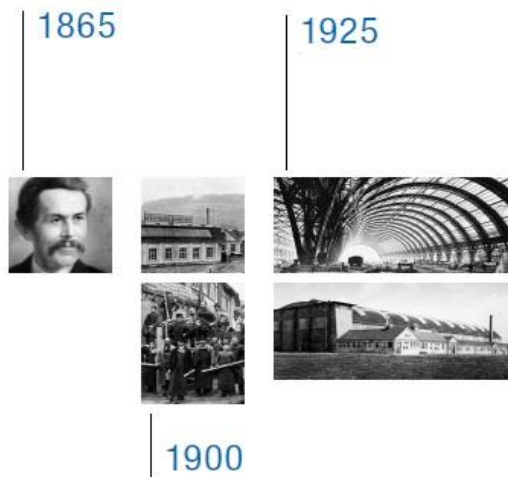
3.1. Eberspächer



Figura 5 - *Eberspächer* Tondela

A primeira e única unidade fabril do grupo *Eberspächer* a laborar em Portugal, foi inaugurada em setembro de 2017 e destina-se à produção de tecnologia de escapes.

Tabela 2 - Milestones
(adaptado de Eberspächer Company Booklet)



1865 - 1930 – Fundação e Expansão

1865 Jakob Eberspächer funda uma oficina em *Esslingen am Neckar*, que se especializa em vidraças com estrutura metálica.

1900. As primeiras máquinas elétricas são usadas; a equipa aumenta para 80 funcionários.

1925 O número de funcionários aumenta para 350. A empresa produz telhados de vidro para fábricas, estações ferroviárias e hangares de dirigíveis em toda a Europa.

1931 - 1960 – Agitação e Novos Começos

1931 Começa a produção de *mufflers*/silenciadores para automóveis.

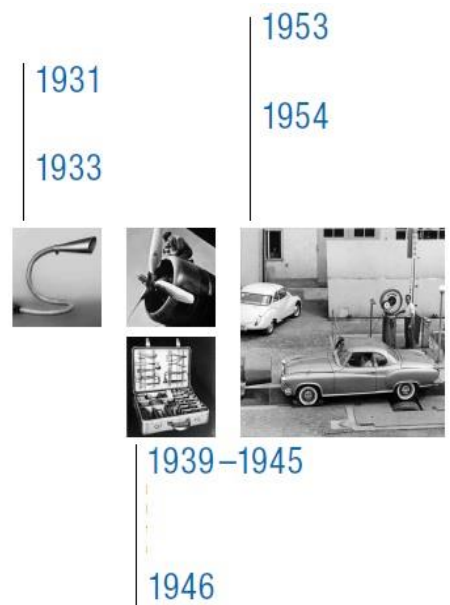
1933 A empresa começa a desenvolver sistemas de climatização de veículos.

1939-1945 A *Eberspächer* é integrada na indústria de armamento pelo regime nazi e, como muitas outras empresas, recebe trabalhadores forçados. Durante a guerra, algumas peças de motores de aviões são fabricadas aqui pela primeira vez.

1946 A *Eberspächer* produz produtos como próteses, estojos de metal e pequenos fogões durante a emergência do pós-guerra.

1953 Os sistemas de climatização entram em produção em massa.

1954 O milionésimo silenciador sai da linha de produção em *Esslingen*.



1961 - 1980 – Recuperação e Crescimento Automóvel

1965 A empresa celebra o 100º aniversário e atinge o valor de negócios de 100 milhões de dólares.

1974 Início da produção em série de catalisadores para automóveis. Quatro anos mais tarde dá-se o início do desenvolvimento de filtros de partículas para automóveis.

1975 A inovação tecnológica permite a instalação do sistema de climatização no interior dos veículos.

1980s A *Eberspächer* investe intensamente na internacionalização.

1981 a 2000 – Crescimento e Globalização

1990s A *Eberspächer* estabelece outras subsidiárias na África do Sul, República Checa, EUA, Inglaterra, Brasil e Polónia.

1999 Os sistemas de climatização elétricos entram em produção em série.

2001 A empresa diversifica ainda mais e entra no mercado de produtos eletrónicos para veículos.

1990s



2001

1999

2010s



today

2001 até Hoje – Presente e Futuro

2010s A empresa entra no mercado de ar condicionado para autocarros. Os primeiros sistemas de climatização de alta tensão para veículos elétricos entram em produção.

Hoje A *Eberspächer* continua com a sua expansão mundial e avança com a digitalização e criação de redes com os seus produtos.

➤ Tecnologias e Aplicações



Tecnologia de Escapes



Sistemas de Controlo de Climatização



Controlo Eletrónico para a Indústria Automóvel

A área de ação da empresa em Portugal é a produção de sistemas de pós-tratamento de gases de escape para automóveis de passageiros (gasóleo, gasolina e híbridos), tais como catalisadores, filtros de partículas de gasolina e sistemas de silenciador, tendo como principais clientes o grupo PSA e Renault & Nissan.

Programas de Fornecimento Interno

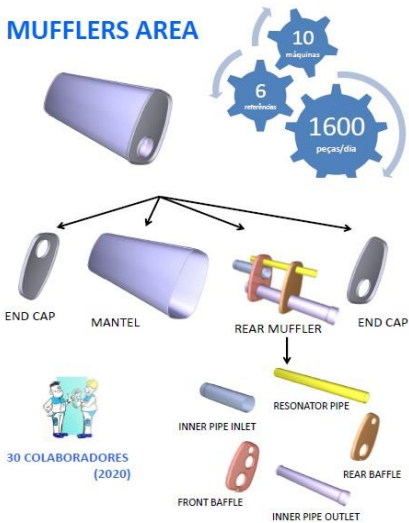
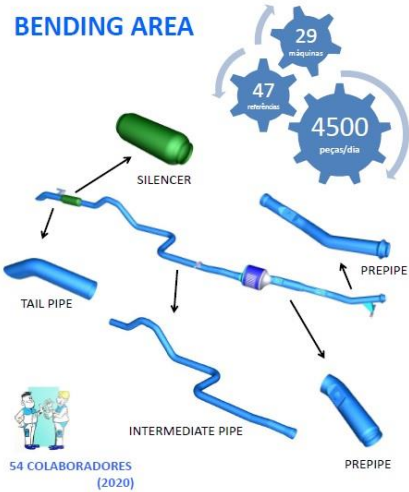
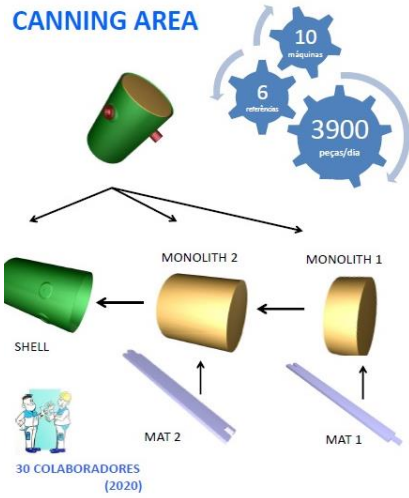


Figura 6 – Programas de fornecimento interno (Fonte: Eberspächer)

Produção em série



Figura 7 – Linhas de produção em série (Fonte: Eberspächer)

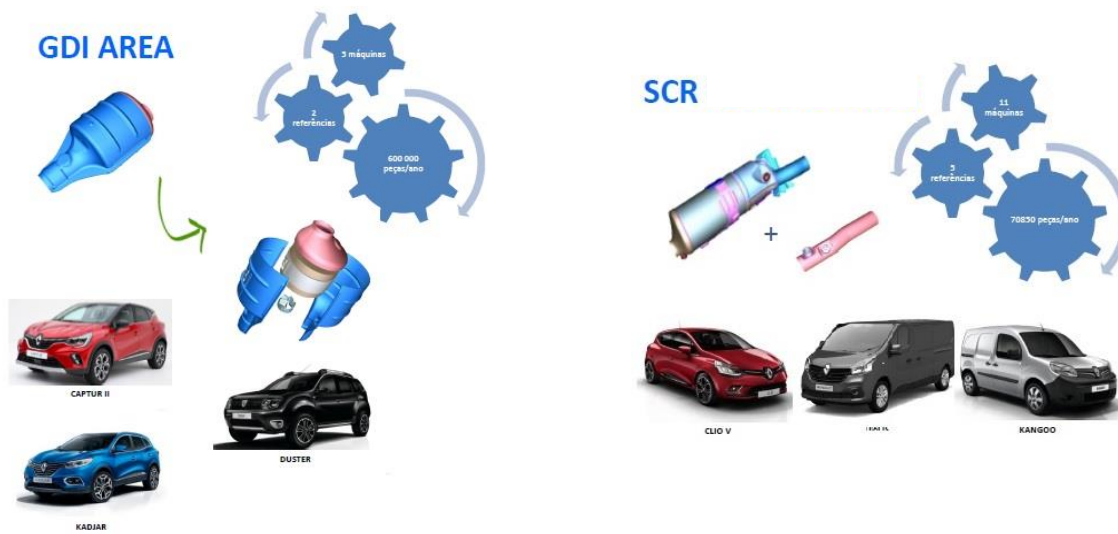


Figura 8 - Novos projetos
(Fonte: Eberspächer)

Em termos de contexto fabril, a *Eberspächer* Tondela, iniciou a sua atividade com o programa “KXX”, já transferido para outra fábrica do grupo, e conta neste momento com três programas que servem de fornecedores internos, dobragem de tubo, “*Bending*”, acoplagem da chapa dobrada com o monólito e filtro de partículas, “*Canning*” e painéis de escape “*Mufflers*”, componentes estes que são utilizados posteriormente em programas a decorrer em produção série, “*EBX*”- 3 linhas, “*EMPX*” - 3 linhas, “*EMPX – DOWNPIPES*” - 2 linhas, “*HRX*” - 3 linhas, “*CMFBX*”, “*HX*”, “*PX*” e outros pré-série a iniciar brevemente, “*GDIX*”, “*PHEVX*”, “*EMPX 6.3*”, “*USCRX*”.

3.2. Layout da Fábrica / Linhas

O *layout* da unidade industrial contempla áreas administrativas (escritórios, salas de reuniões e projeto), serviços (refeitório, posto médico), manutenção, laboratório da qualidade, área de formação, armazém, área produtiva e o parque de resíduos já no exterior da fábrica, de acordo com a figura 9.

A área da produção é caracterizada por *layout* de produto e *layout* por células. As estações de trabalho são dispostas por linhas de fabrico que seguem a ordem do processo produtivo. Encontra-se dividida por linhas de produção, representadas por 18 blocos dedicados a projetos, apresentando um sistema de produção contínuo. A área das linhas do *EPU* está dividida em dois grupos, a parte “quente” e a parte “fria”. Na parte quente consideram-se todas

as linhas que trabalham com soldadura, *FG (EBX, HRX, PX, HX, EMPX, GDIX, USCRX)*, já na parte fria consideram-se os produtos utilizados nas linhas quentes (*Bending, Canning, Mufflers*).

Para além das linhas, consta na área da produção uma zona de bloqueados, *EPU* área onde se realiza diariamente uma reunião com todas as funções de suporte, a zona de preparação de ferramentas, área do *CIP*, *spare parts* e a zona de recuperação de peças.

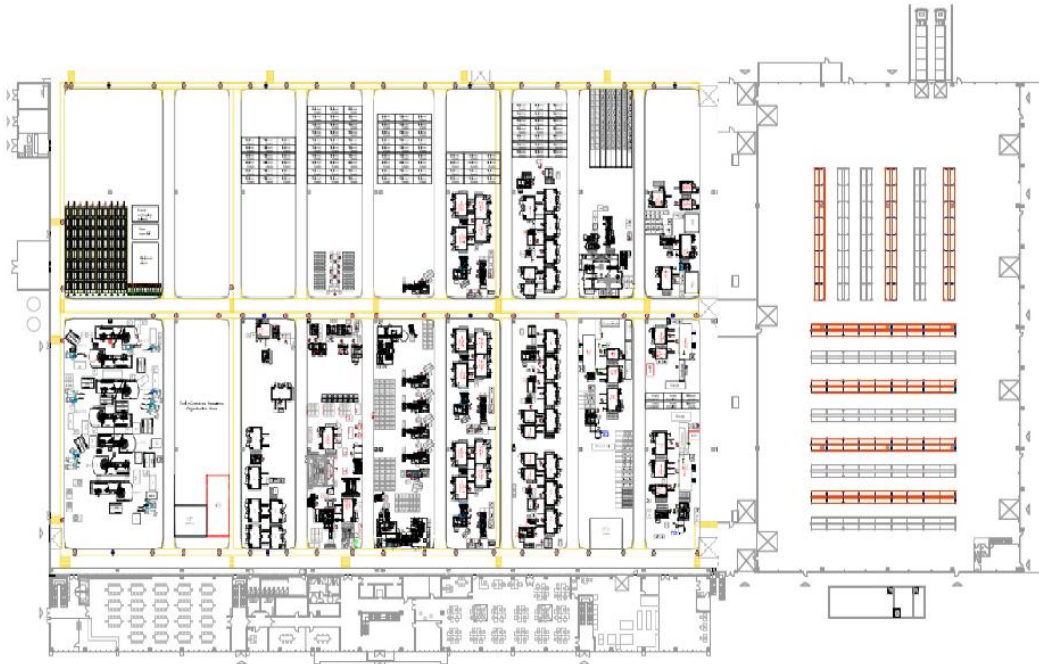


Figura 9 - Layout Eberspächer

3.3. Definição do Problema

Sendo a *Eberspächer* Portugal uma unidade de produção nova, criada de raiz, tornou-se imperativo a adoção e aplicação de Metodologias *Lean* a toda a fábrica.

Este relatório de estágio teve como objetivo principal o estudo, a experiência e aplicabilidade de metodologias *Lean* num contexto real de trabalho na indústria de componentes do setor automóvel.

Os objetivos específicos do trabalho consistiram na análise do estado atual da fábrica em termos de filosofia *Lean*, a identificação e seleção das áreas a intervir, bem como as ferramentas *Lean* a estudar, explorar e aplicar em cada uma delas, e a validação da sua implementação.

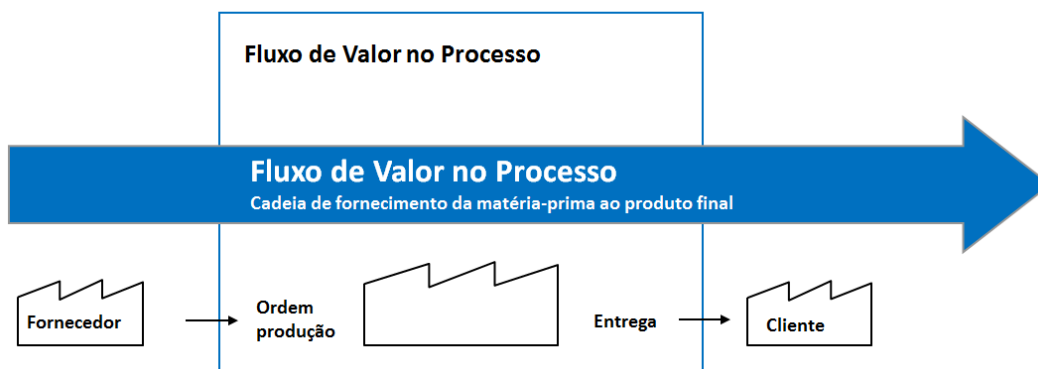
Após análise cuidada das linhas produtivas existentes à data do estágio e tendo em conta os objetivos específicos, decidiu-se apostar em desenvolver o *VSM* na linha 1 do *EMPX*, o *Standardised Work* na linha 1 do *EBX*, *model line* da unidade e a ferramenta *5S* em toda a área produtiva.

3.4. Aplicação das Metodologias

3.4.1. *VSM* (Value Stream Mapping)

O *VSM* foi a primeira ferramenta identificada para ser explorada aquando do início do estágio devido à sua importância e abrangência, pois é o elemento estrutural na implementação do Pensamento *LEAN*; vulgarmente utilizado como ponto de partida, analisando o estado atual e desenvolvendo sucessivos *VSM* ao longo do tempo.

A aplicabilidade e estudo desta ferramenta foi baseado no livro “*Learning to See*”, de *Rother e Shook, Versão 1.2, 1999*; depois de identificada a necessidade de fazer uma análise global à cadeia de valor de uma das linhas produtivas, fluxograma 10.



Fluxograma 10 - Fluxo de Valor

O fluxo de valor no processo considera todas as ações, com e sem valor que, sejam fundamentais na produção de um produto acabado, desde a encomenda até à entrega ao cliente final, bem como o *design* de fluxo desde a fase de projeto ao lançamento do produto.

O *VSM* permite olhar para a globalidade dos processos, sejam eles internos e ou externos, nomeadamente clientes e fornecedores, em que as matérias-primas se transformam e das quais resultam produtos de valor acrescentado, compreendendo o fluxo de materiais e informação ao

longo do tempo e no decorrer de todo o processo, sendo esta ferramenta a única que demonstra o fluxo total de valor e de desperdícios, bem como o fluxo de informação e de pessoas.

Para a realização do VSM foram efetuados dois tipos de análise, a interna e a externa. A externa realizada no escritório, e a interna recolhida no chão de fábrica.

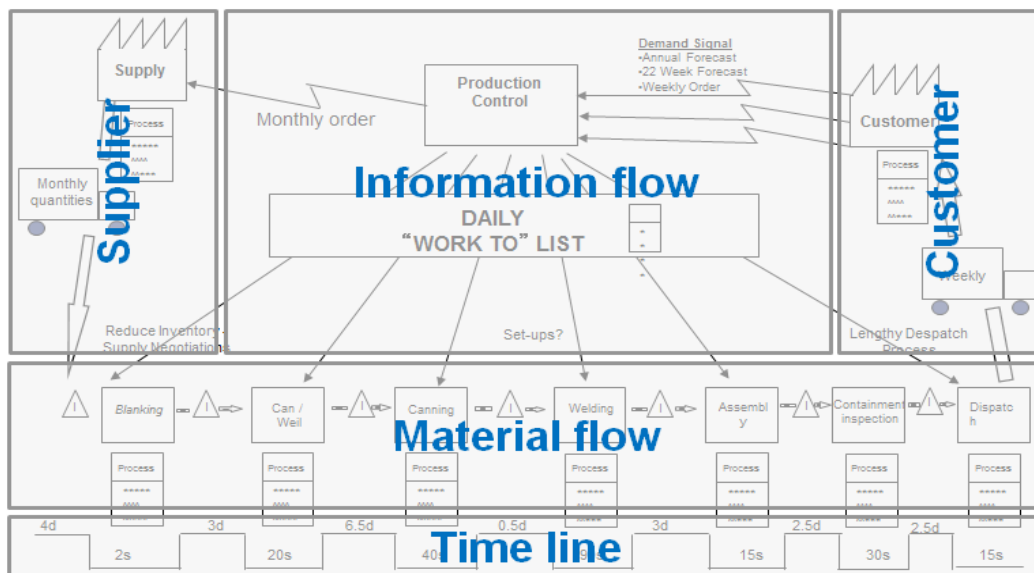


Figura 10 – Layout VSM
(fonte: Eberspächer)

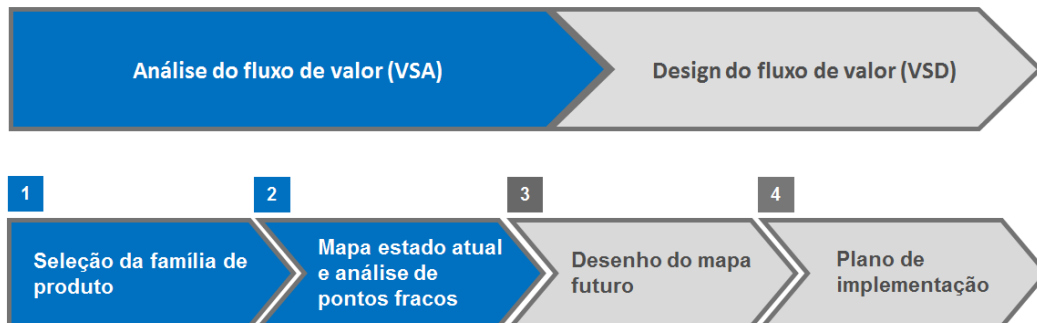
Como é demonstrado na figura 10, o VSM contempla 3 níveis de ação conjunta: o fluxo de informação, o fluxo de materiais nos processos produtivos e a linha de tempo.

O fluxo de informação reflete toda a comunicação efetuada entre o cliente, a logística e o fornecedor, sendo este apoiado por SAP (sistema integrado de gestão empresarial), email, telefone; e que resulta em pedidos, planeamento de produção e processos de expedição.

O fluxo de materiais e processos engloba a análise interna efetuada no chão de fábrica, com o estudo da linha produtiva e todas as suas operações. É necessário verificar o *Takt Time* do cliente, número de turnos a trabalhar, o tempo de ciclo das máquinas e das operações, o número de colaboradores e os stocks intermédios em cada uma das operações.

Na linha do tempo são verificados os tempos de espera dos fluxos e de processo, com foco no valor acrescentado.

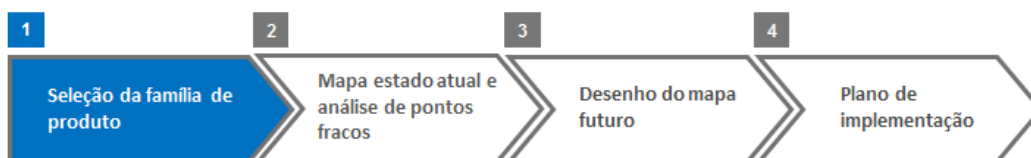
- **Análise do Fluxo de Valor**



Fluxograma 11 - 4 Etapas VSM
(Fonte: Eberspächer)

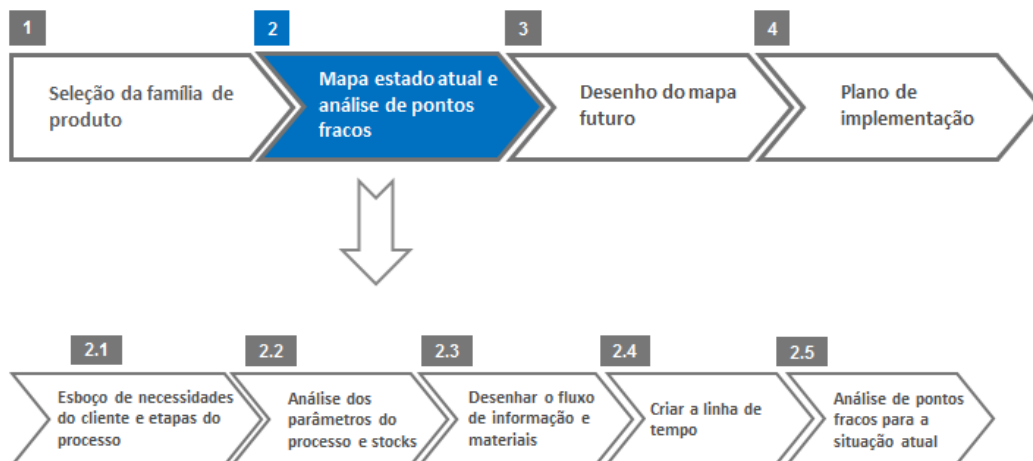
O VSM é composto por o VSA, análise do fluxo de valor e pelo VSD, design do fluxo de valor, sendo que estas duas compreendem 4 etapas chave para o sucesso da implementação desta ferramenta, fluxograma 11:

- 1) Seleção da família de produto
- 2) Mapa do estado atual e análise dos pontos fracos
- 3) Desenho do mapa futuro
- 4) Plano de implementação



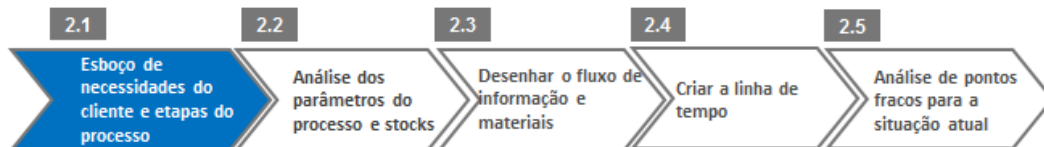
Fluxograma 12 - Definição do produto e peça
(Fonte: Eberspächer)

Numa primeira fase foi identificada a linha a efetuar o estudo do VSM e a respetiva família de produtos, fluxograma 12. Na seleção da família de produtos, foram considerados os produtos com processo de produção semelhante.



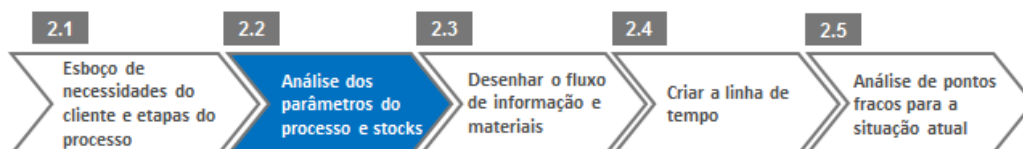
Fluxograma 13 - Mapa do estado atual
(Fonte: Eberspächer)

Neste ponto foi efetuado o esboço das necessidades do cliente e as etapas do processo, a análise dos parâmetros do processo e dos *stocks*, desenhado o fluxo de informação e materiais, efetuada a linha do tempo e a análise dos pontos fracos atuais, fluxograma 13.



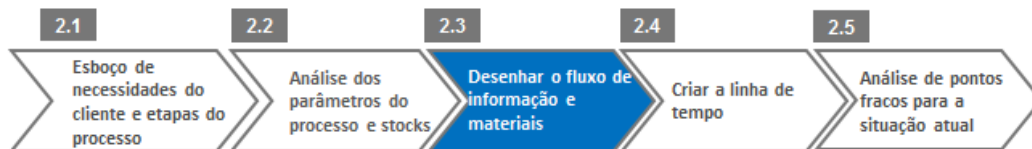
Fluxograma 14 - Mapa das necessidades do Cliente
(Fonte: Eberspächer)

Foi calculado o *Takt Time* do cliente, a frequência e flutuação das entregas, verificadas as variâncias dos *FG*, e os requisitos de cliente para este tipo de produto. Foram definidas as etapas do processo desde a chegada do pedido até a expedição do produto. Perceberam-se os subprocessos, as etapas de produção, os materiais *WIP* e quando é que estes integram a cadeia do processo, fluxograma 14.



Fluxograma 15 - Parâmetros do processo e *stocks*
(Fonte: Eberspächer)

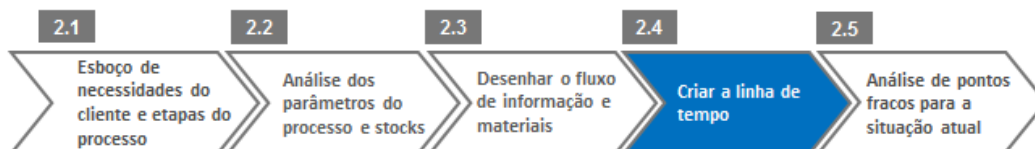
Foram analisados os parâmetros mais importantes ao longo do processo, a quantidade de *stock* e os *stocks* que existiam fisicamente e em sistema, bem como a comunicação com o cliente e as suas necessidades, fluxograma 15.



Fluxograma 16 - Fluxo de informação e de material
(Fonte: Eberspächer)

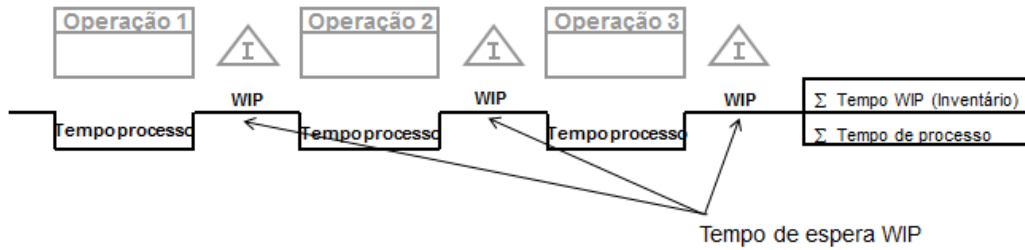
O planeamento da produção feito centralmente pelo departamento da logística, que comunica ao controlo de produção e é seguido pela supervisão e *team leaders*. Esta comunicação é efetuada em reunião, onde é exposta e discutida e posteriormente enviada por *email*, fluxograma 16.

Como oportunidade de melhoria surgirá o sistema *Kanban*, por forma a melhorar o controlo de inventário e melhorar o fornecimento entre os diferentes processos da cadeia de valor.



Fluxograma 17 - Tempos de Processo e cálculo do *Lead time*
(Fonte: Eberspächer)

Foram estudados os indicadores chave de desempenho, número de colaboradores, número de turnos, tempos de ciclo, tempo de *changeover* e os tempos de cada operação (*cycle times*). Foram também verificados os *stocks* intermédios entre cada OP, e por fim verificados os tempos de todo o processo e tempo de espera, tempos de acréscimo de valor e tempo sem valor acrescentado, fluxograma 17.



Fluxograma 18 - Cálculo do tempo de processo e Lead Time

$$Lead\ Time = \sum tempo\ de\ espera\ WIP + \sum tempo\ de\ processo$$

$$Fator\ de\ Valor\ Acrescentado = \frac{\sum Tempo\ de\ processo_{valor\ acrescentado}}{\sum Lead\ time_{fluxo\ de\ processo\ total}} \times 100$$

Para a realização do VSM foi necessário a utilização dos símbolos que se encontram nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

Tabela 3 - Simbologia Geral utilizada pelo Value Stream Mapping

(adaptado de Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, 1999)

	Símbolo	Descrição	Notas
Geral		Potencial de otimização <i>Kaizen-Flash</i> (melhoria)	Destaca as necessidades de melhoria em processos específicos que são críticos para alcançar a visão do fluxo de valor
		Stock de segurança	
		Operador	Representa uma pessoa vista de cima
		Linha de tempo	
		Retrabalho/Componentes de sucata	

Tabela 4 - Simbologia de Processos utilizada pelo Value Stream Mapping
(adaptado de Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, 1999)


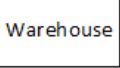


Processos	Símbolo	Descrição	Notas
		Fontes externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção
		Armazém	
		Célula U (fluxo de trabalho em forma U)	
	Inventário		

Tabela 5 - Simbologia De Fluxo de Materiais utilizada pelo Value Stream Mapping
(adaptado de Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, 1999)












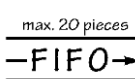

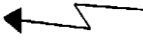
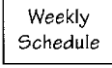
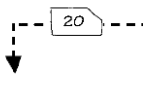
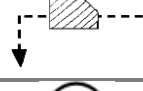





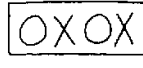

Fluxo de Materiais	Símbolo	Descrição	Notas
		Processo de produção	Uma caixa de processo é igual a uma área de fluxo. Todos os processos devem ser rotulados.
		Caixa de dados	Usado para registar informações relativas a um processo de produção, departamento, cliente, etc.
		Expedição de camião	
		Transporte por robot (entre os processos)	
		Transporte por empilhador	
		Transporte em carrinhos (kit)	
		Transporte em rack de fluxo	
		Movimento do material de produção por PUSH	Material produzido e avançado antes que o próximo processo precise; geralmente com base numa programação.
		Movimento de produtos acabados para o cliente	
		Supermercado (sistema PULL)	Um inventário controlado de peças usado para agendar a produção.
		Material Pull-System	Retirar materiais, geralmente de um supermercado
		Transferência de quantidades controladas de material entre processos	“first in, first out” Indica um dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo FIFO de material entre os processos. A quantidade máxima deve ser indicada.

Tabela 6 - Simbologia de Fluxo de Informação utilizada pelo *Value Stream Mapping*
(adaptado de *Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, 1999*)

	Símbolo	Descrição	Notas
Fluxo de Informação		Fluxo manual de informações	Por exemplo: cronograma de produção ou cronograma de expedição
		Fluxo eletrónico de informações	Por exemplo: intercâmbio eletrónico de dados
		Informação	Descreve um fluxo de informações
		<i>Kanban</i> de produção (linha tracejada indica fluxo <i>kanban</i>)	O <i>Kanban</i> "um por contentor". Dispositivo que informa sobre a quantidade a produzir e dá permissão para fazê-lo.
		<i>Kanban</i> de transferência	Dispositivo que instrui o manipulador de materiais a obter e transferir peças
		Limite de inventário (ex. no máximo 3 peças)	
		Reordenar o <i>Kanban</i>	O <i>Kanban</i> "um por lote". Quando um ponto de reabastecimento é alcançado e outro lote precisa ser produzido.
		<i>Sequence-Pull Ball</i>	Dá instruções para produzir imediatamente um tipo e quantidade predeterminados
		<i>Kanban Post</i>	Local onde os <i>Kanban</i> são coletados e mantidos para transporte
		<i>Kanban</i> em lotes	
		Nivelamento de carga / produção	
		"Go see" planeamento de produção	Ajustar o planeamento com base na verificação dos <i>stocks</i>

Com todos estes *inputs* surgiu um mapa manuscrito do estado atual, figura 11 e Apêndice 1, tendo em conta a família de produtos selecionada, analisou-se a forma como os materiais e a informação fluíam, a acumulação de inventários, os defeitos do processo para que de uma forma mais simples se identificassem os desperdícios.

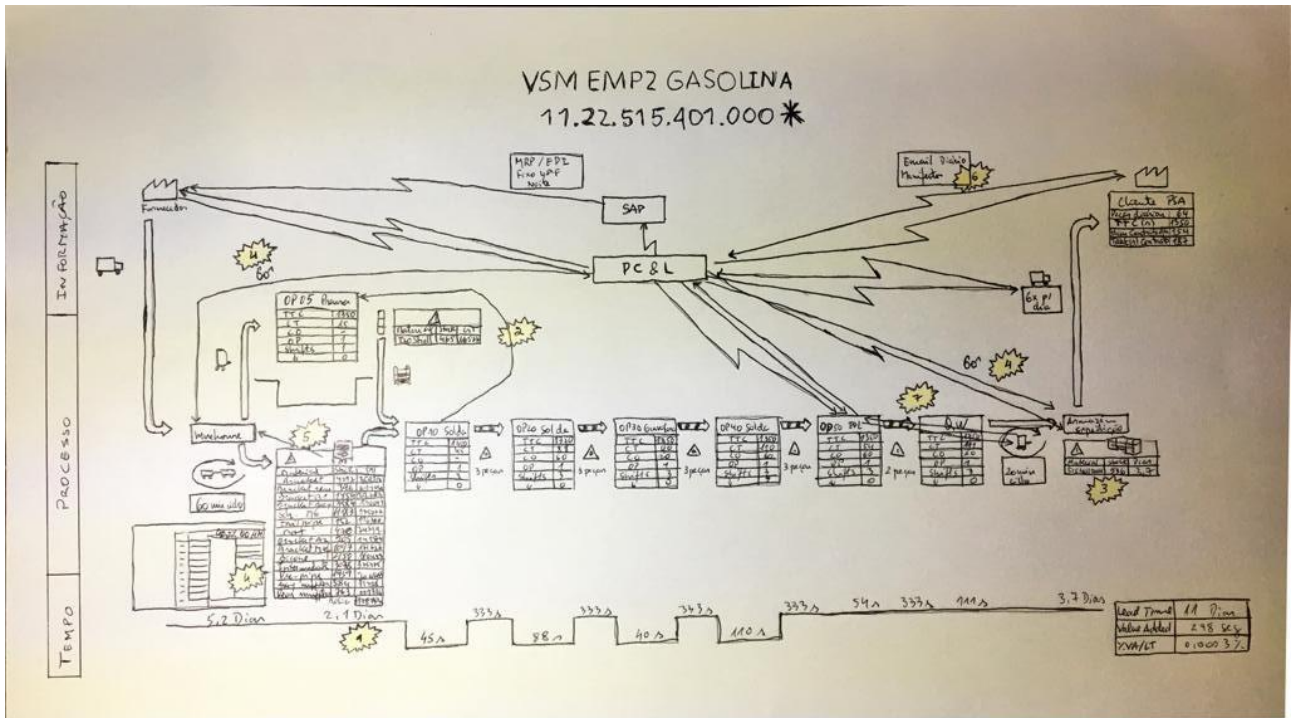


Figura 11 – VSM ao estado atual

Da análise resultou este mapa de fluxo de valor, em que estão identificados todos os fluxos que compõem o VSM, bem como sete oportunidades de melhoria. Depois de retratado o estado atual surgiu a necessidade de realizar o VSM no Excel, figura 12 e Apêndice 2, para uma mais simples exploração e compreensão.

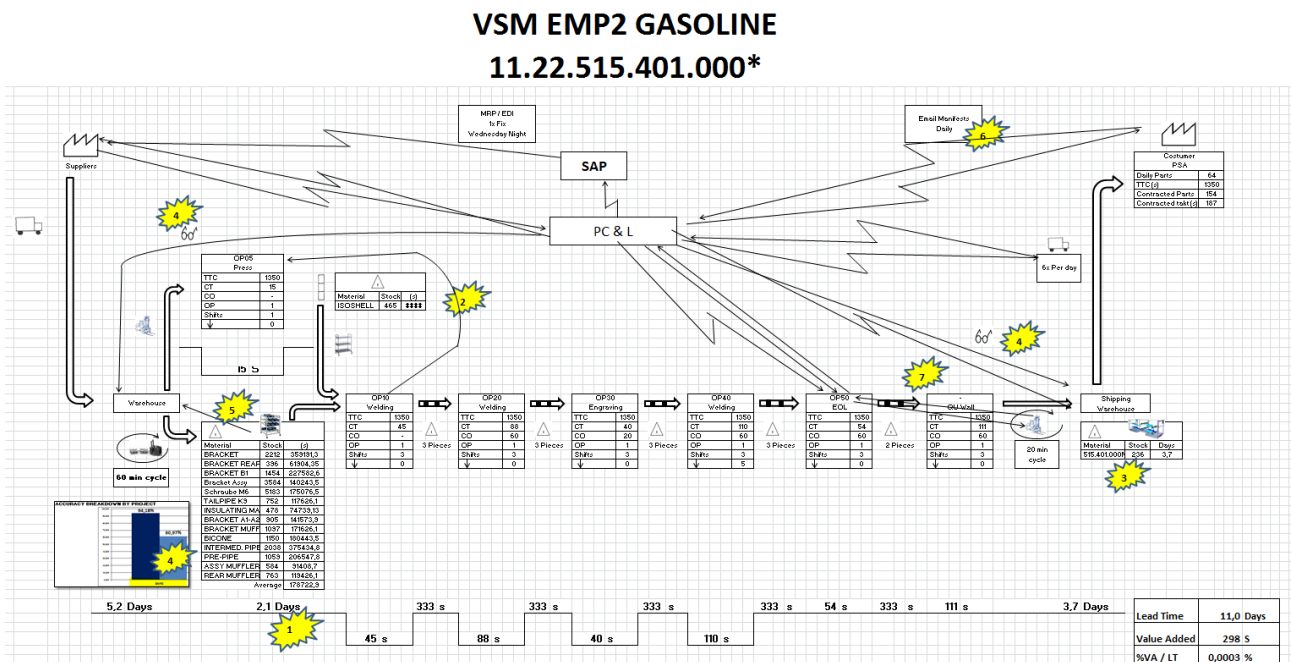


Figura 12 – VSM ao estado atual Excel

No estudo atual foram identificados os *Kaizen burst* ou *rapid process improvement (RPI)*, isto é, identificados os eventos de rápida melhoria a desenvolver no mapa do processo com objetivo de reduzir os desperdícios identificados, de forma que se produza para o *Takt Time* em fluxo contínuo, utilizando o *Kanban* e o *Heijunka*, nivelamento de produção.

- 1) *Just in time* – 2,1 dias de *stock* de componentes é um valor muito elevado para quem pretende trabalhar em *just in time*, deve ser reduzido ao máximo o *stock* da produção, bem como trabalhar na precisão dos *stocks*.
- 2) Gestão visual, controlo de máximos e mínimos, neste caso da operação intermédia que está fora da linha, uma prensa que dobra um componente a utilizar na peça final. A definição dos mínimos e máximos é decisiva para minimizar a sobreprodução, inventários desnecessários, utilização de recursos, ou pelo contrário, inventário insuficiente para satisfazer a necessidade da linha final.
- 3) *Just in time* ou eliminar/reduzir sobreprodução de peças finais. É para o pedido de cliente que devemos trabalhar, ter perto de 4 dias de *stock* é um desperdício.
- 4) Processo de confirmação. Garantir a aplicabilidade das ferramentas de controlo de inventário de modo a melhorar a precisão do *stock* detetado durante a contagem dos componentes.
- 5) Melhoria do fluxo informativo. Procedimento de comunicação do pedido de material em falta ao armazém por telefone deve ser melhorado, deve ser criado um sistema de comunicação digital para que o material em falta seja do conhecimento imediato das pessoas responsáveis do armazém, como por exemplo um sistema de picagem que dê o alerta do componente que está em falta na linha.
- 6) Melhoria do fluxo informativo. Procedimento de comunicação do cliente com a nossa logística central de modo a que os pedidos não tenham variações abruptas, tendo em conta que nós trabalhamos com um *forecast*, previsão de uma semana.
- 7) Melhoria do fluxo informativo. Procedimento de comunicação a solicitar a substituição de contentores cheios deve ser ultrapassada, sendo que a recolha destes deve estar premeditada na rota dos comboios, ou visualmente identificada (Gestão Visual).

O que acontece atualmente é possível ser visto de forma sequencial, desde o pedido do cliente, aos níveis de *stock* e a informação de clientes e fornecedores.

As melhorias identificadas, *Kaizen burst*, são a base da nossa condição para o *VSD, design* de fluxo de valor, onde será efetuado o desenho do mapa futuro e o respetivo plano de implementação, não fazendo parte do âmbito deste trabalho.

3.4.2. SW (Standardised Work)

O *Standardised Work* ou trabalho padronizado foi aplicado na linha 1 do *EBX, model line* da fábrica. Através do ciclo *PDCA*, foram planeadas, executadas, verificadas e aplicadas as melhorias, voltando a repetir o ciclo em eventos *Kaizen, SGA (small group activities)*, como demonstra a figura 13, onde são representados os diferentes eventos ao longo do tempo. Como se pode verificar, cada patamar representa a estabilização e padronização das melhorias alcançadas.

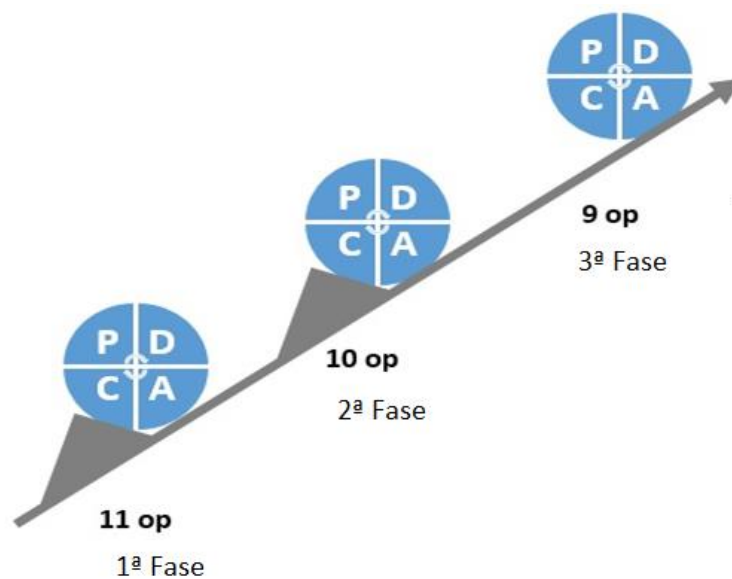
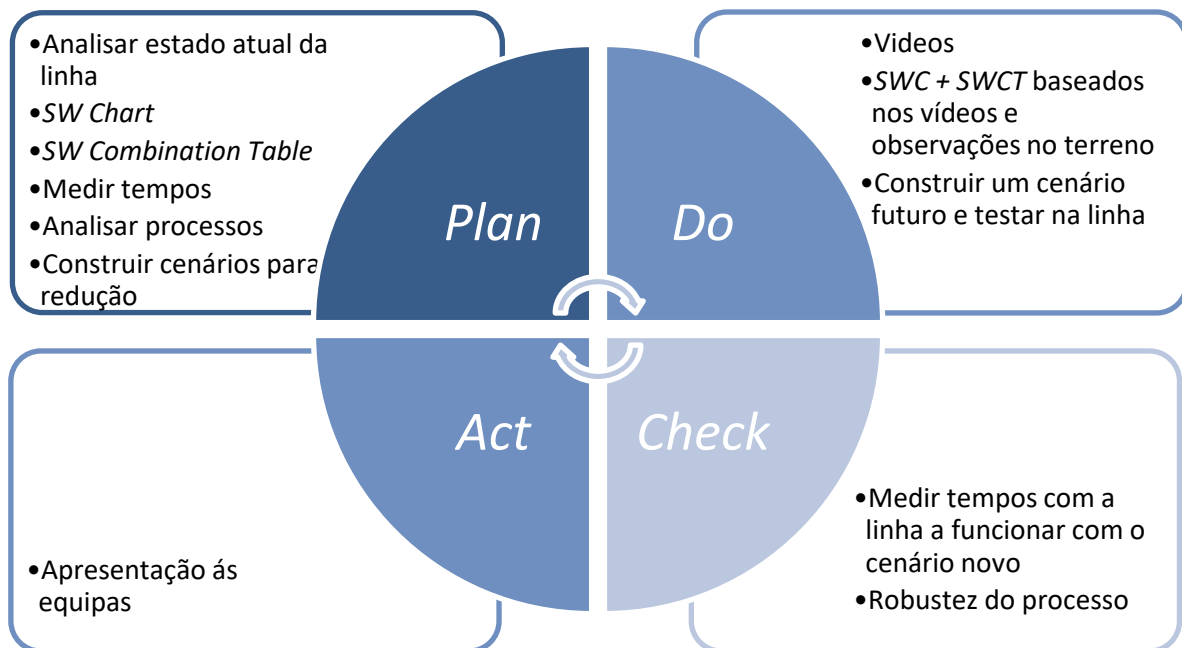


Figura 13 - Aplicação cronológica do *Kaizen SW EBX* Linha 1

O *Standardised Work* reflete um conjunto de atividades sequenciadas que descrevem um processo. Detalha todas as tarefas/operações executadas por pessoas e máquinas, assim como as suas combinações ao longo do tempo. O propósito do *SW* é potenciar os processos, com o objetivo de dividir todas as operações de um processo nos seus mais ínfimos elementos, analisando desta forma a melhor sequência de operações que beneficiem o esforço humano, a capacidade produtiva e o menor tempo de ciclo. Regularmente os processos devem ser revistos, de modo a identificar novas oportunidades de melhoria, usando um conjunto de ferramentas e

métricas. Na realização deste trabalho, foram estudados o *Takt Time*, folha de observações das operações, *Standard Work Chart*, *Standardised Work Combination Table* e o *Yamazumi*.

Numa primeira fase foi efetuado um ciclo *PDCA*, fluxograma 19, detalhando o estado atual da linha, analisando o *layout* e efetuando o *SW Chart* e o *SW Combination Table* à linha de produção após a fase de lançamento.



Fluxograma 19 – *PDCA* de análise inicial, Primeira Fase

Foi necessário analisar o fluxo operacional da linha e aferir o método de trabalho da linha, tendo em conta a qualidade, quantidade, custo e segurança, como partes essenciais do produto, permitindo a visualização das atividades e as suas dependências no tempo, de forma a facilitar a análise de melhorias.

Não existe *Kaizen* se não existir padronização e nessa padronização são identificados desperdícios: *MUDA* (perda), *MURA* (irregularidade) e *MURI* (sobrecarga).

Foram estudadas as movimentações dos colaboradores, pois estas estão sempre limitadas pelo tempo das máquinas (daí não utilizar a automação), para que o projeto fosse o mais eficiente possível, identificando as ineficiências através dos sete desperdícios, *TIMWOOD*, transportes, inventários, movimentações, esperas, excesso de produção, excesso de processo e defeitos.

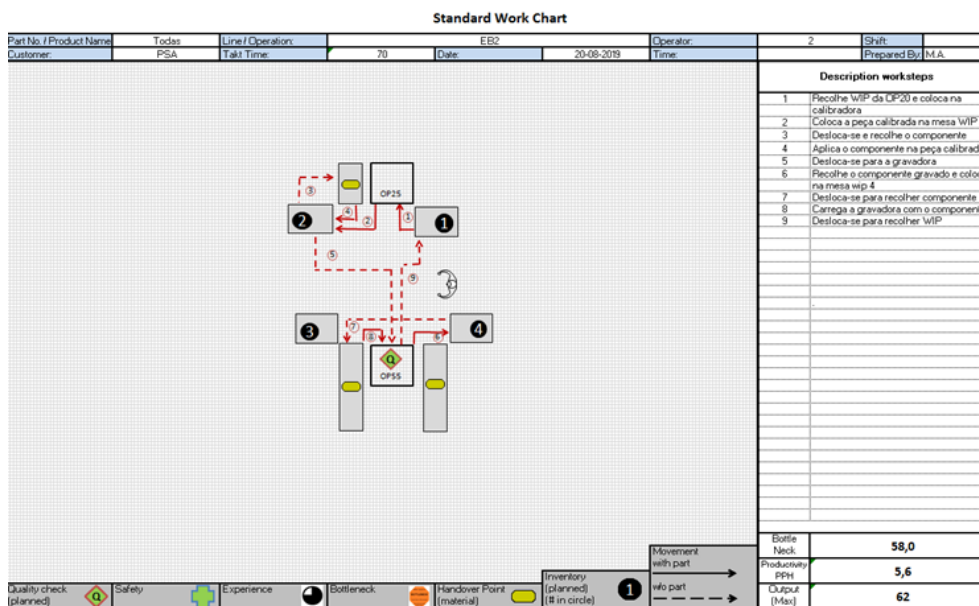


Figura 15 - SWC OP25/55

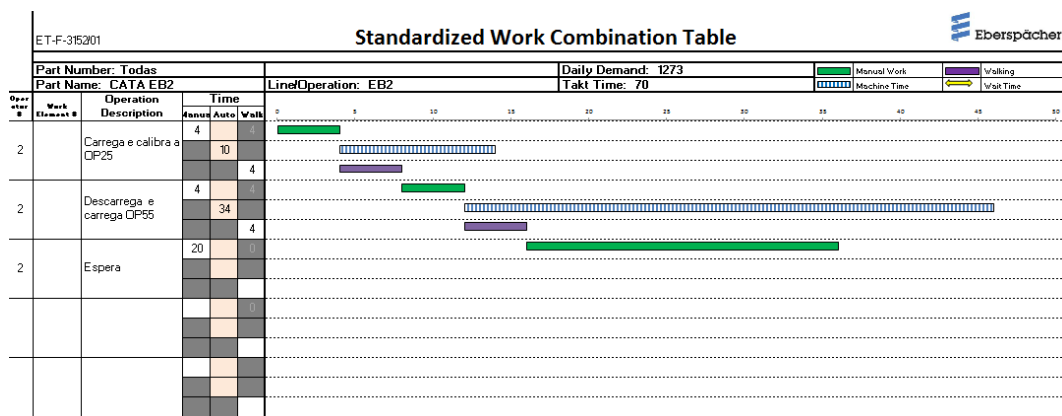


Figura 16 - SWCT OP25/55

Foi aí que se estudou a possibilidade de retirar a calibradora da linha. Foram realizadas medições em laboratório, que validaram a decisão e com a aceitação da equipa de projeto esta foi retirada, melhorando o processo, tempos de espera, reduzindo assim o número de operações e o número de colaboradores, como demonstra a figura 16.

Devido ao excesso de retrabalho na OP 30, consequência da ovalização da peça na OP20, foi também implementado um novo *jig* na OP20 que melhorou significativamente o processo e reduziu drasticamente os valores de sucata. O *bottleneck* era de 58 segundos, o *PPH* 5,6 e o *output* máximo da linha 62 peças/hora.

Numa segunda fase, foi efetuado um novo *PCDA* para identificação de novas melhorias, fluxograma 20.

Fruto da curva de aprendizagem por parte dos colaboradores, maior consistência e maturidade produtiva, foi decidido reduzir as verificações de peças no gabari de 100% para verificações periódicas de duas peças por hora.

Resultante dos eventos de melhoria praticados na organização os resultados alcançados anteriormente foram novamente desafiados, dessa forma procedeu-se a um novo evento por forma a aferir a eficiência e o PPH da linha.

Foram efetuadas recolhas de vídeos e medições de tempos para a realização de um novo SWC, SWCT e o YAMAZUMI.

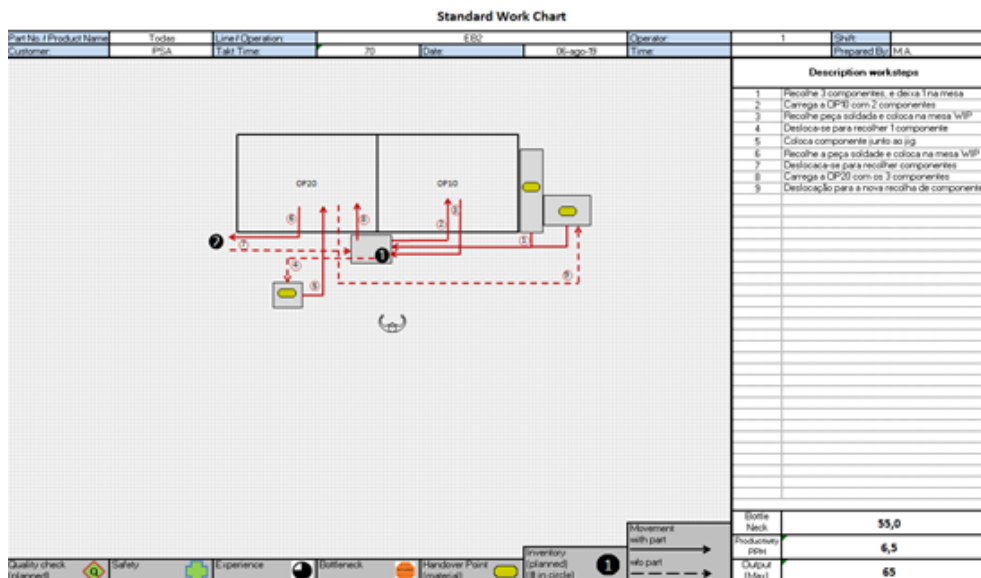


Figura 18 - SWC OP10/20

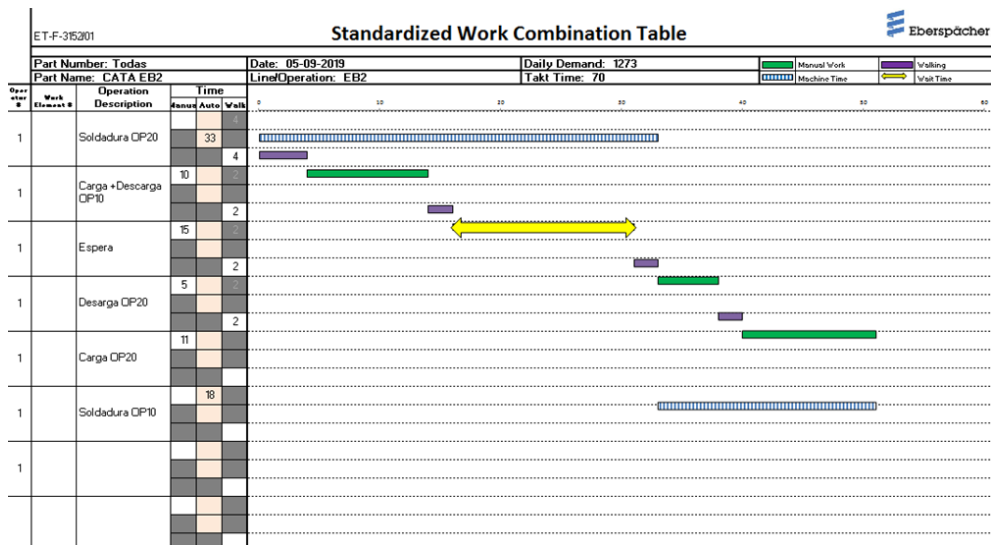


Figura 19 - SWCT OP10/20

Na figura 18 e figura 19, podemos verificar as duas ferramentas utilizadas para análise do método e recolha de tempos de uma das unidades (OP10/20) de trabalho, no entanto este trabalho foi extrapolado a todas os postos de trabalho da linha EBX, como poderemos verificar posteriormente.

O SWC e SWCT de todos os postos de soldadura da linha podem ser observados no apêndice 3, 4 e 5.

O resultado e os tempos obtidos da realização de todos os postos do SW estão refletidos na figura 17.

Pela análise do mesmo podemos constatar que o *bottleneck* é de 55 segundos, o PPH representa 6,5 peças por pessoa por hora, sendo este o *output* máximo da linha.

Seguidamente analisaremos as OP's sequenciando o fluxo operacional de produção tendo em conta os CT's, os tempos de espera e a percentagem de desperdício.

Tabela 7 - Análise de tempos de espera, CT's e desperdício

OP	Wait	CT	% Desp.
10_20	15	51	29%
30_40	16	55	29%
50_60	6	51	12%
70_80	6	45	13%

Ao estudar os SW nesta fase foram identificados mais pontos de melhoria, tornando a linha mais *Lean*, nomeadamente a substituição dos suportes em V por suportes em L fixos às linhas, melhorando o fluxo de peças; a introdução de proteções nas OP's 40, 70 e 80 de modo a reduzir as projeções de soldadura, reduzindo os defeitos e o retrabalho; a introdução de uma câmara interna na estação de *leak test*, teste de fuga, de modo a garantir a rastreabilidade e o posto automatizado, reduzindo assim o tempo útil do operador; e também a implementação de um novo *jig* de fixação da peça no posto de controlo por câmara da inspeção final, que garante a repetitividade do posicionamento da mesma.

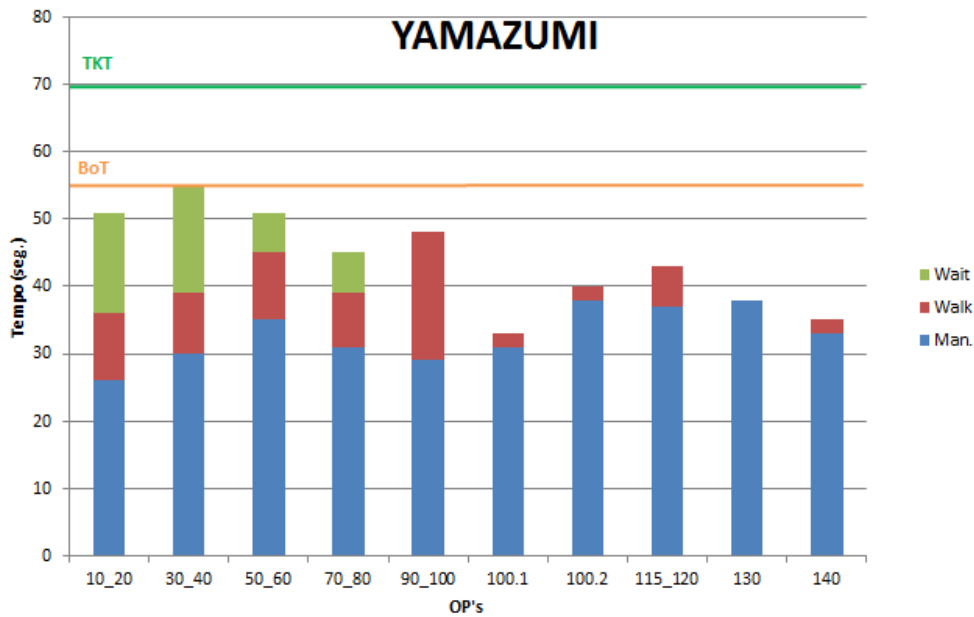


Figura 20 – Yamazumi Segunda fase

Através da análise do *Yamazumi*, figura 20, o balanceamento da linha estava ainda passível de melhorias e de redução de pessoas com foco no *one piece flow*, provando-se que o *Takt Time* do cliente dá margem para fazer alterações e redução de desperdícios.

Não será explicado mais nenhum *SWCT* nas restantes *OP's*, pois pela análise em detalhe do *Yamazumi*, os postos de soldadura são os que apresentam maiores desperdícios, tempos de espera.

Foi nesse sentido que surgiu um novo *PDCA* numa terceira fase, fluxograma 21, com o objetivo de viabilizar a redução de um outro operador.

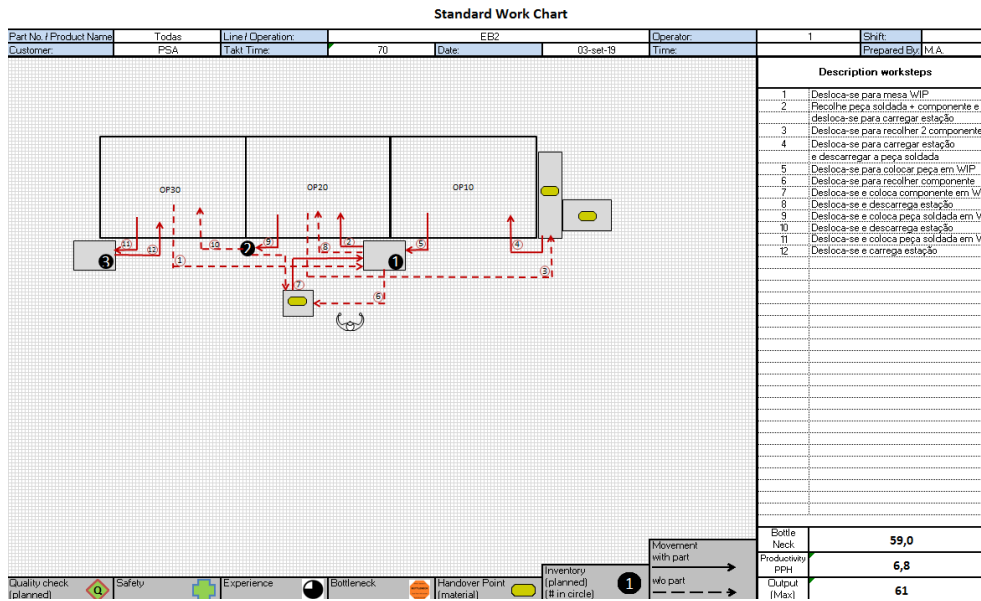


Figura 22 - SWC OP10/20/30

Na figura 22 é demonstrada a sequência de trabalho de um operador a laborar em três OP's, nomeadamente na OP10, OP20 e OP30, bem como a indicação das tarefas a efetuar e consequentes deslocações.

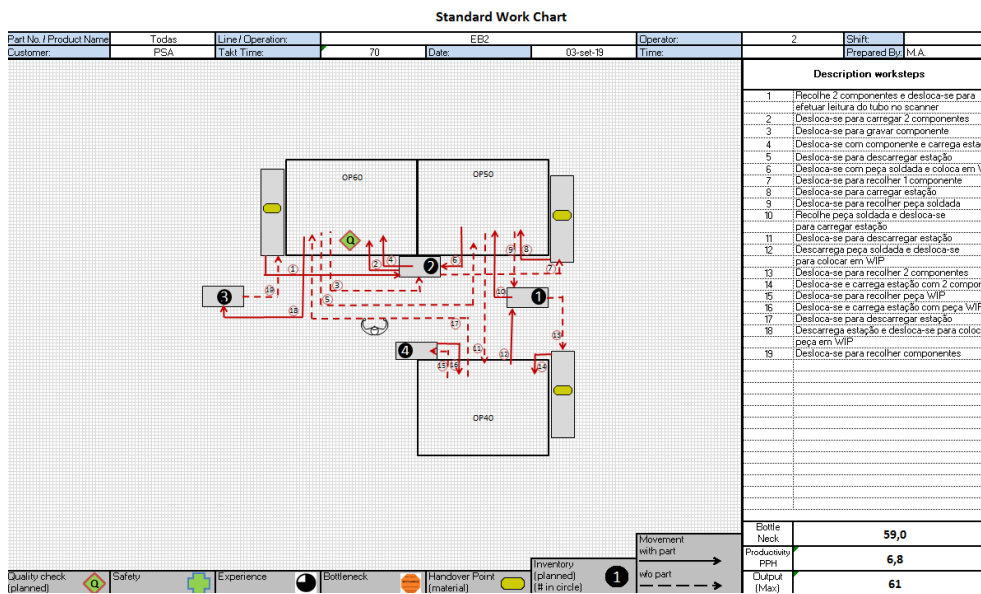


Figura 23 - SWC OP40/50/60

À semelhança da figura 22, na figura 23 é demonstrada a sequência de trabalho de um operador a laborar em três OP's, nomeadamente a OP40, OP50 e OP60, bem como a indicação das tarefas a efetuar e consequentes deslocações.

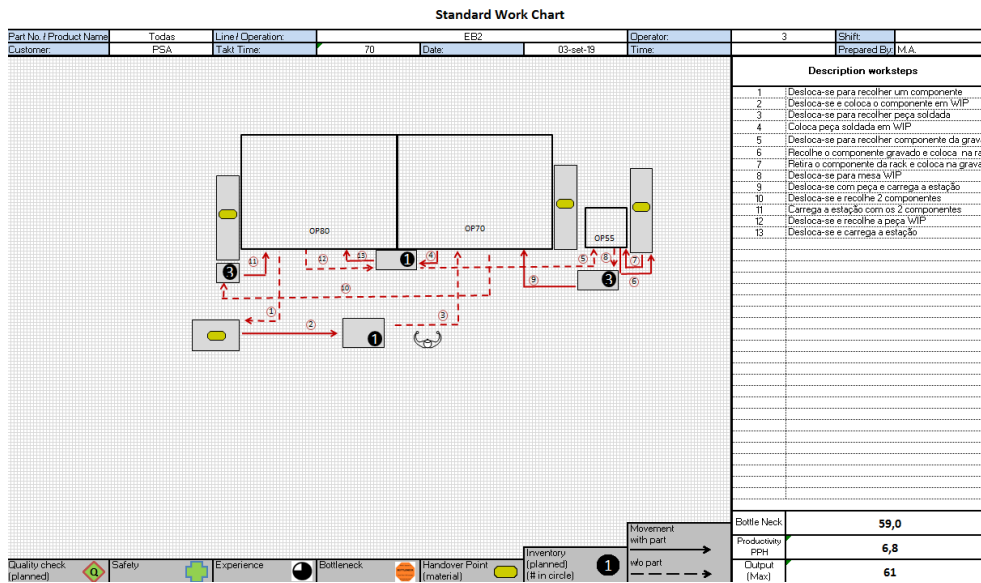


Figura 24 - SWC OP55/70/80

Por fim, na figura 24, é demonstrada a sequência de trabalho de um operador a laborar em três OP's, nomeadamente a OP55, OP70 e OP80, bem como a indicação das tarefas a efetuar e consequentes deslocações.

Deste modo, foram reduzidas as produções e *buffers* excessivos. Adotou-se o *one piece flow* reduzindo o número de operadores na linha, como demonstrado nas figuras 22, 23 e 24. O *bottleneck* passou a ser 59 segundos, com a métrica de 6,8 PPH e o *output* máximo da linha 61 peças/hora, assegurando o objetivo do *Takt Time*.

Surgiu também recentemente uma melhoria relacionada com as trocas de referência, *SMED*, com a implementação de uma zona de *tooling* para preparação de ferramentas que tornou esta operação mais eficaz.

A par das melhorias em termos de processo que a linha poderia ter, a métrica utilizada para quantificar estes SW foi o PPH, as peças pessoa hora aumentaram de 5,6 para 6,8 à medida que se diminuiu o número de operadores na linha, passando de 11 operadores numa fase inicial para 9 operadores na fase final do estudo.

3.4.3. 5S

A ferramenta 5S foi implementada em toda a área da produção com vista a melhorar a mesma, promover a limpeza, organização, reduzir os desperdícios nas linhas que se encontravam no ativo e otimizar a produtividade e qualidade.

Foi efetuada uma formação aos *team leaders* e supervisores, evidenciando os benefícios que esta ferramenta traz para o dia a dia, para as suas rotinas e para a organização onde trabalham.

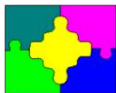
Sendo a fábrica recente, a cultura foi mais fácil de instalar, bem como o envolvimento dos colaboradores conseguindo moldar o ambiente da organização.

O trabalho efetuado à volta desta ferramenta desenvolveu-se tanto nas linhas produtivas, células, bancadas de apoio, como no chão de fábrica em geral, de modo a que este esteja sempre “limpo” e livre de coisas que não são necessárias e/ou essenciais.

➤ Apresentação da metodologia



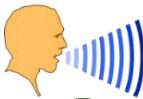
- **Primeiro S: Sort (Seri) - Separar**
Distinguir entre o que é e o que não é necessário.
Distinguish between what is and what is not necessary.



- **Segundo S: Straighten (Seiton) - Organizar**
Um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar.
A place for every thing, every thing in its place.



- **Terceiro S: Shine (Seiso) - Limpar**
Limpar e inspecionar o local de trabalho.
Clean and inspect the workplace.



- **Quarto S: Standardize (Seiketsu) - Padronizar**
Divulgue e torne óbvios os padrões.
Publish and make patterns obvious.







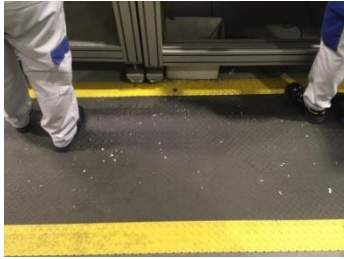



- **Quinto S: Sustain (Shitsuke) - Manter - Cultura e Disciplina**
Praticar e repetir esta disciplina até que se torne um meio de vida.
Practice and repeat this discipline until it becomes a way of life.

Figura 25 - 5S
(fonte: Eberspächer)

Considerando as bases referidas na revisão bibliográfica e a descrição dos 5S descrita na figura 25, efetuou-se a análise das não conformidades no terreno de modo a averiguar o estado do chão de fábrica e a sensibilidade dos colaboradores, definindo-se um plano de ações para implementar e acompanhar a execução das melhorias propostas.

Na tabela 8, é refletido para cada “S”, um exemplo de situações reais não conformes detetadas e o estado alcançado, documentados por fotografias, resultado da implementação do plano de ações.

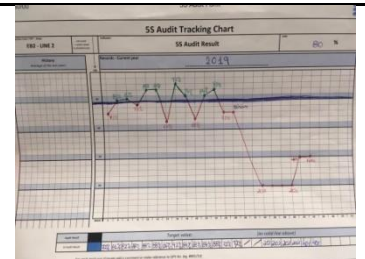
Tabela 8 - Aplicação 5S

“S”	Detetado	Inconformidade e Plano de Ação	Alcançado
1º - Seiri (Separar)		<ul style="list-style-type: none"> - Objetos desnecessários no posto de trabalho - Retirar tudo o que não é necessário do posto de trabalho 	
2º - Seiton (Organizar)		<ul style="list-style-type: none"> - Ferramentas sem lugar definido - Colocar marcas sombras para identificar o sítio de cada coisa 	
3º - Seiso (Limpar)		<ul style="list-style-type: none"> - Áreas de trabalho sujas - Limpar as áreas de trabalho 	
4º - Seiketsu (Padronizar)		<ul style="list-style-type: none"> - Embalagens diferentes para os mesmos produtos, fora de <i>zoning</i> - Cumprir os padrões definidos 	

5º - **Shitsuke**
(Manter)



-Seguimentos por preencher
- Manter os seguimentos sempre devidamente preenchidos



➤ **Vantagens observadas:**

- **Seiri / Separar** - Eliminar utensílios, equipamentos e documentos desnecessários, melhorar a visualização do local de trabalho, reduzir o tempo de espera, aumentar visibilidade dos materiais realmente utilizados e aumentar a produtividade.
- **Seiton / Organizar** – Arrumar os objetos úteis de acordo com a frequência de uso, controlar o uso de equipamentos e documentos necessários, encontrar os documentos e objetos de forma mais rápida, reduzir as perdas de tempo, estimular a criatividade, facilitar a comunicação, reduzir o risco de acidentes.
- **Seisou / Limpar** – Definir o que limpar, como, quem, aumentar a vida útil dos equipamentos e instalações, reduzir o número de acidentes, aumentar a eficiência da equipa, melhorar o aspeto da organização.
- **Seiketsu / Padronizar** – Estabelecer as regras de limpeza e de arrumação, melhorar os tempos de execução das tarefas aumentando a produtividade, aumentar o nível de satisfação e motivação dos colaboradores em relação ao trabalho, definir regras de trabalho em relação à gestão de *stocks*, rejeitados, abastecimento e afixá-las no posto de trabalho.
- **Shitsuke / Manter, Cultura e Disciplina** – Consolidar os novos hábitos de trabalho, cumprir naturalmente os procedimentos, manter a disciplina moral e ética, respeitar as regras estabelecidas, cultivar os bons hábitos, melhorar a eficácia e a imagem.

➤ **Aplicação:**

A ferramenta 5S na *Eberspächer* faz parte da rotina de todos os colaboradores e a sua monitorização é feita através de uma auditoria.

O formulário de auditoria 5S é composto por três secções - o questionário de auditoria, a documentação dos resultados e um quadro de monitorização.

Este formulário de auditoria está estruturado de forma que um determinado nível apenas possa ser alcançado quando o anterior já o tenha sido, como é explícito na figura 26 e anexo 3 “Questionário Modelo”, onde é efetuada uma explicação detalhada acerca da lógica da auditoria e procedimento. O valor de cada nível equivale a 20% (Nível 1 = 20%; Nível 2 = 40%; Nível 3 = 60%; Nível 4 = 80%; Nível 5 = 100%). Este valor é utilizado para calcular a pontuação da auditoria 5S fazendo a média do resultado por categoria.

	Eliminar (S1)	Organizar (S2)	Limpar (S3)	Standardizar (S4)	Respeitar (S5)
Nível 5 (100%)
Nível 4 (80%)
Nível 3 (60%)
Nível 2 (40%)
Nível 1 (20%)
Pré-auditoria

Figura 26 - Questionário de auditoria 5S
(fonte: Eberspächer)

A auditoria 5S é realizada pelo Supervisor em conjunto com o Chefe de Equipa da EPT abrangendo toda a zona da EPT, incluindo todas as máquinas e equipamentos, avaliando um ‘S’ de cada vez. Tem uma frequência de realização de duas em duas semanas para cada EPT, com rotatividade entre os turnos (por exemplo, a primeira auditoria é realizada no turno A, a próxima auditoria a realizar duas semanas depois será no turno B...). Uma vez por mês o diretor da EPU executa uma auditoria 5S em cada EPT de forma a assegurar a correta aplicação da lógica da mesma.

Quando no decorrer da auditoria uma máquina ou parte de um equipamento não obedecem aos requisitos, toda a EPT falhou no cumprimento do nível da respetiva categoria.

Durante a auditoria os resultados devem ser registados no formulário. Para cada caso de incumprimento deve ser criada uma ação a ser adicionada ao Plano de Ações da EPT, anexo 1. Esta ferramenta deve ser utilizada ao nível da supervisão e caso seja detetado um problema deve dar-se início ao processo QPS, anexo 2, no quadro EPT, ação esta realizada ao nível dos Team Leaders; e se houver algo mais crítico, deve ser escalada e realizada intervenção no processo de controlo ao nível dos diretores de produção.

Os resultados de cada auditoria 5S são registados na folha representada na figura 27. Na primeira coluna do template, é colocada a percentagem obtida, bem como a data da sua realização. Nas colunas seguintes são explicados os motivos para se atingir os níveis seguintes em cada um dos “S”. Posteriormente os resultados obtidos são validados e assinados pelos chefes de equipa, supervisores e o diretor EPU (ou responsável de departamento).

5S Audit Result Documentation

	Worksheets No. 01 Signature	Worksheets No. 02 Signature	Worksheets No. 03 Signature	Worksheets No. 04 Signature	Worksheets No. 05 Signature
<p>5S 01/01/2016</p> <p>Worksheets No. 01 Signature</p>	<p>Worksheets No. 02 Signature</p>	<p>Worksheets No. 03 Signature</p>	<p>Worksheets No. 04 Signature</p>	<p>Worksheets No. 05 Signature</p>	<p>Worksheets No. 06 Signature</p>
<p>5S 100% of 100%</p>	<p>5S 100% of 100%</p>	<p>5S 100% of 100%</p>	<p>5S 100% of 100%</p>	<p>5S 100% of 100%</p>	<p>5S 100% of 100%</p>

Figura 27 - Documento de resultados auditoria 5S (fonte: Eberspächer)

O quadro de monitorização, gráfico de seguimento das auditorias 5S, figura 28, é um gráfico anual dividido em duas partes, a da esquerda contempla a linha em estudo e o histórico dos últimos anos, com o ano mais recente representado mais à direita, e na parte direita, o gráfico propriamente dito, onde no eixo ox constam as semanas do ano e onde é evidenciado o resultado numérico da auditoria em cada semana e no eixo oy a sinalização gráfica da percentagem atingida na auditoria bem como o *target* a atingir.



Figura 28 - Gráfico de seguimento auditoria 5S
(fonte: Eberspächer)

Este gráfico de seguimento é impresso e afixado no quadro *EPT*, como é representado na figura 29. O quadro *EPT* é um cubo individual afeto a cada linha de produção. É constituído por dois painéis informativos onde são afixados o gráfico de seguimento da auditoria 5S, o *Line QPS*, as informações de fábrica, o seguimento dos acidentes de trabalho e os seus alertas, o seguimento das reclamações de cliente e os seus alertas, os desvios e a matriz de qualificação dos colaboradores que ali trabalham. Um terceiro painel com informações de melhoria contínua, que contempla os gráficos mensais de seguimento de produção, *downtime*, sucata e retrabalho, e um quarto painel de *performance*, onde constam os seguimentos horários de cada um dos turnos.



Figura 29 - EPT board
(fonte Eberspächer)

Os resultados da auditoria 5S são comunicados na reunião *Top 5* seguinte e documentados nos quadros de monitorização.

➤ Resultados

Na tabela 9 são apresentados os valores médios do resultado das auditorias 5S realizadas ao longo dos anos. Considerando que os 5S foram aplicados a toda a fábrica, no ano de 2018 ainda não estavam todas as linhas implementadas, por isso não existem valores de comparação.

É possível observar que, em algumas linhas, os valores obtidos em auditoria subiram, resultado da aplicação dos 5S.

Tabela 9 - Valores obtidos nas auditorias 5S nas diferentes linhas (em %)

	Bend	GDI	HX	EBX1	EBX2	EBX3	HRX1	HRX2	HRX3	Can.	EMPX1	EMPX2	EMPX3	PX	Muffl
2018	67	-	-	82	-	-	71	-	-	64	76	-	-	77	-
2019	88	-	85	70	59	86	45	71	84	81	65	60	84	84	89

4. Considerações Finais e Projetos Futuros

Neste tópico serão abordados os trabalhos desenvolvidos, com base na metodologia *Lean*, aplicados à área da produção da recente fábrica da *Eberspächer* em Tondela e projetos futuros a efetuar na unidade fabril.

Desde sempre a prioridade foi dar ênfase à temática do *Lean*, aplicando o estudo de algumas das suas técnicas e ferramentas em áreas específicas da unidade industrial, analisando as principais dificuldades, benefícios e influências da filosofia *Lean* em contexto real de trabalho, com vista à otimização e melhoria contínua.

Depois da revisão bibliográfica, foram identificadas em chão de fábrica as linhas e as ferramentas *Lean* a aplicar, nomeadamente:

- *VSM*, estudado na linha 1 do *EMPX*, permitiu uma visão global da cadeia de valor, analisando os fluxos informativos e de materiais nos processos produtivos ao longo do tempo. Foram estudados os indicadores de desempenho e identificados 7 eventos de melhoria, *just in time*, para o número de dias de *stock* de componentes; gestão visual, para o controlo de máximos e mínimos; *just in time*, para eliminar a sobreprodução de peças finais; processo de confirmação de inventários; melhoria de fluxo informativo

para pedido de material ao armazém através de sistema de comunicação digital; melhoria de fluxo informativo para a comunicação com os clientes tendo em conta o nosso *forecast*; melhoria de fluxo informativo para a substituição de contentores de peças finais. Os desperdícios verificados serão refletidos aquando do desenvolvimento do *VSD (Value Stream Design)*, desenho do fluxo num mapa futuro e o seu respetivo plano de implementação a realizar posteriormente.

- *Standardised Work*, foi desenvolvido na linha 1 do *EBX, model line* da fábrica. Através do ciclo *PDCA* realizado em 3 diferentes fases, foram planeadas, executadas, verificadas e aplicadas melhorias. Foi efetuado o estudo do *Takt Time*, sequência de operações, *Standard Work Chart*, *Standardised Work Combination Table* e do *Yamazumi*. As movimentações das pessoas foram analisadas, para que dessa forma fossem elucidados os desperdícios, *TIMWOOD* que nela existiam, passando de 11 operadores numa primeira fase, para 9 operadores na terceira, sendo o *PPH (Parts, People, Hour)* a métrica escolhida, verificando-se um aumento significativo da mesma da 1ª para a 3ª fase, especificamente passou de 5,6 *PPH* para 6,8 *PPH*, o que foi exequível pois o *Takt time* do cliente não foi posto em causa. Este processo não é estático e está constantemente a ser alvo de variadas melhorias, sendo que o *PDCA* da terceira fase ainda não está consolidado, sendo necessária a sua continuidade no futuro.
- *5S* foram aplicados a toda a área da produção, iniciando-se com uma formação aos colaboradores, nomeadamente aos *team leaders* e supervisores, seguindo-se a implementação e monitorização através de auditorias e análise de não conformidades. Esta ferramenta é uma das prioridades da empresa, estando presente em todas as circunstâncias. Das auditorias *5S* realizadas, obtiveram-se valores médios de 73% em 2018 e 75% no ano de 2019, verificando-se uma tendência de melhoria ao longo do tempo.

Por último, um outro projeto a desenvolver num futuro próximo é a formação e sensibilização de todos os colaboradores na cultura *Lean*, tendo em conta as seguintes técnicas:

- Desenvolvimento de competências através de formação para desempenhar todas as tarefas, colmatando assim o absentismo, férias, doenças.
- Acompanhamento dos colaboradores no local de trabalho.
- Gestão de equipas.
- Esquema de sugestões de melhoria.
- Ambiente de trabalho seguro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação de Fabricantes da Indústria Automóvel (AFIA). (2018). *Evolução Histórica*. Obtido em 25 de Outubro de 2019, de: <https://afia.pt/>

Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L., & Howell, G. (2007). *Lean construction tools and techniques*. Em G. d. Rick Best, *Design and Construction* (pp. 227-255). Routledge.

Bhasin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Springer.

Ford Motor Company. (2008). *Potencial Failure Mode Analsys (FMEA), 4ª edição*.

Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving, Second Edition*. New York: Productivity Press.

Imai, M. (1988). *Kaizen: A Estratégia para o Sucesso COmpetitivo*. McGraw-Hill.

Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen - A Common-Sense, Low-Cost Approach to Management*. New York: McGraw-Hill.

Kaizen Institute. (2019). *Manual Kaizen Diário*. Obtido em 25 de Outubro de 2019, de: <http://pt.kaizen.com>

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the*. McGraw-Hill.

Liker, J., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota 4P's*. McGraw-Hill.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. New York: Productivity Press.

Ohno, T. (2013). *Taiichi Ohno's Workplace Management: Special 100th Birthday Edition*. McGraw-Hill.

Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras (6ª edição)*. Lidel.

Pyzdek, T., & Keller, P. (2010). *The Six Sigma Handbook, 3ª edição*. McGraw-Hill.

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Leaning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Shingo Prize.

Shingo, S. (1989). *A study of the TPS from an industrial engineering point of view*. Cambridge, MA: Productivity Press.

Shraddha, P., Vipul, V., Merang, L., & Akshay, B. (2015). Implementation of 5S Technique in a Manufacturing Organization: a case study. *International Journal of Research in Engineering and Technology*.

Smalley, A. (2000). *Toyota Production System Basic Handbook*.

Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.

Wincel, J. P., & Kull, T. J. (2013). *People, Process, and Culture: Lean Manufacturing in the Real World*. CRC Press.

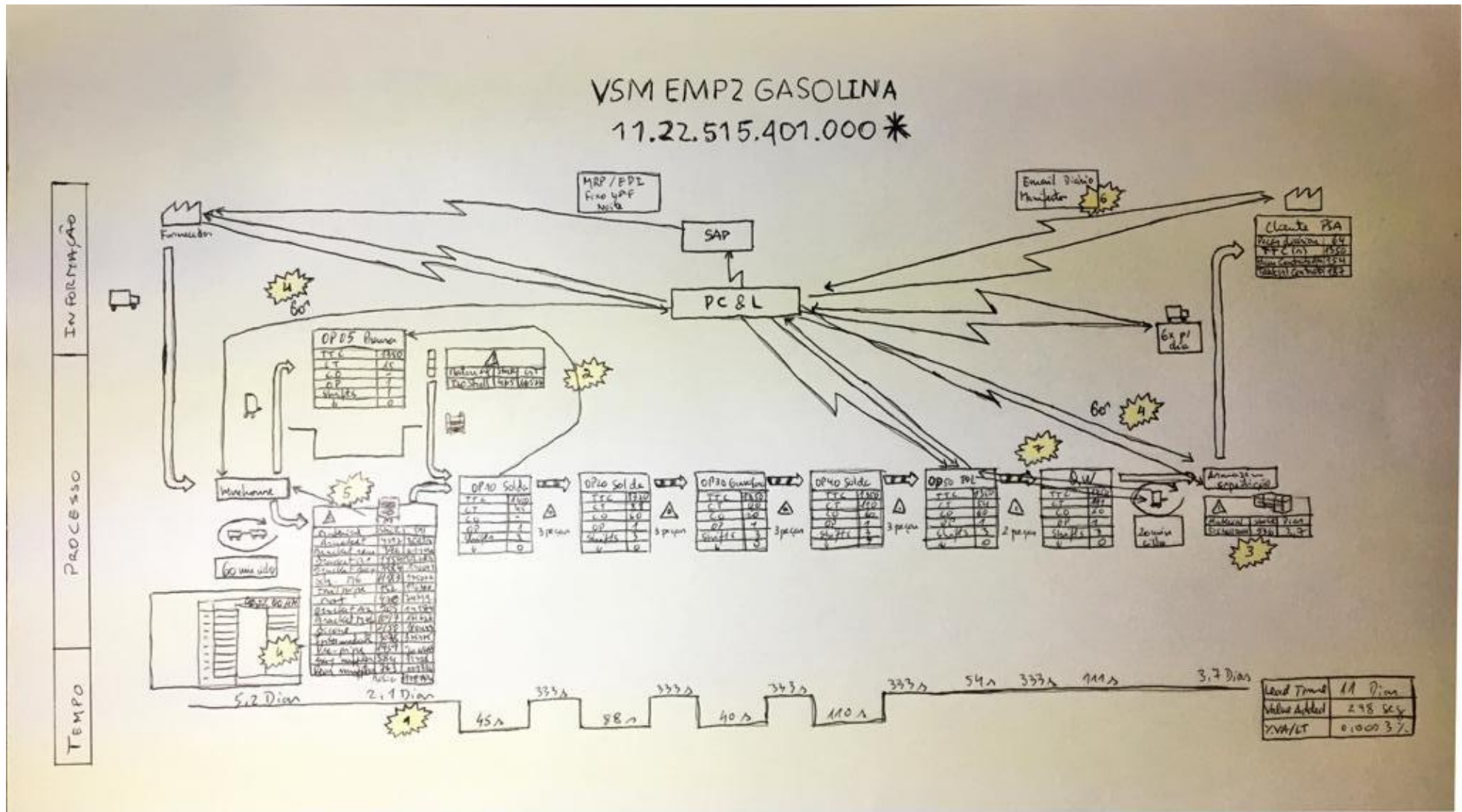
Womack, J., Jones, T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Rawson Associates.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*. Simon and Schuster.

APÊNDICES

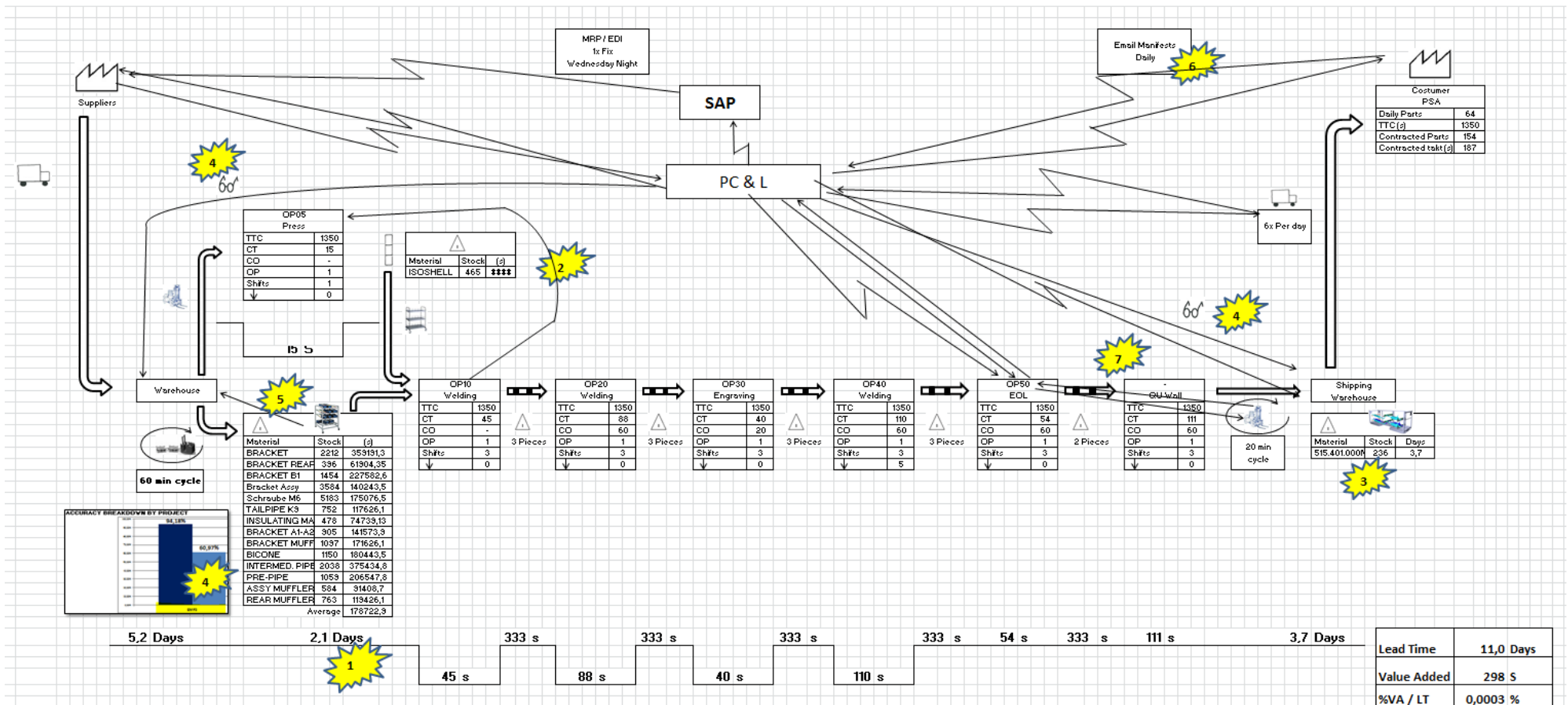
- Apêndice 1 – *VSM* ao estado atual
- Apêndice 2 – *VSM* ao estado atual *Excel*
- Apêndice 3 – *SWC* e *SWCT* OP 30/40
- Apêndice 4 – *SWC* e *SWCT* OP 50/55/60
- Apêndice 5 – *SWC* e *SWCT* OP 70/80

• Apêndice 1 – VSM ao estado atual

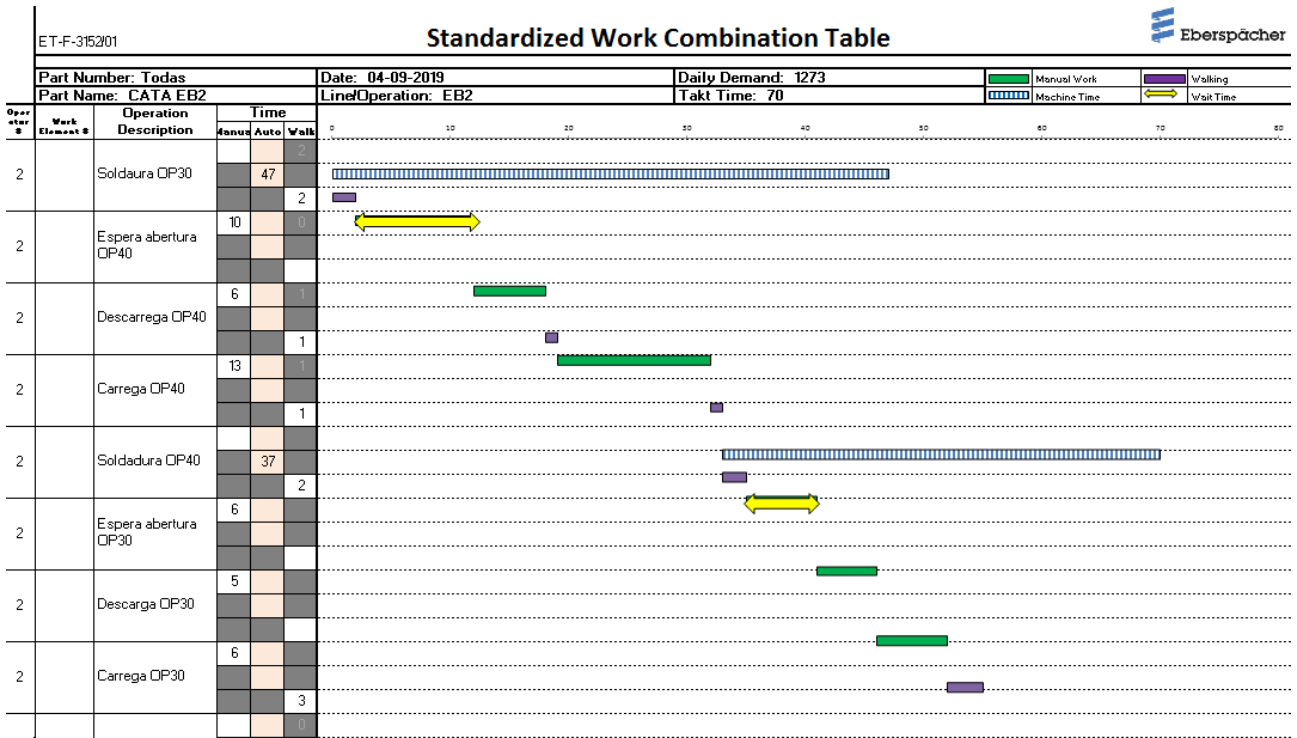
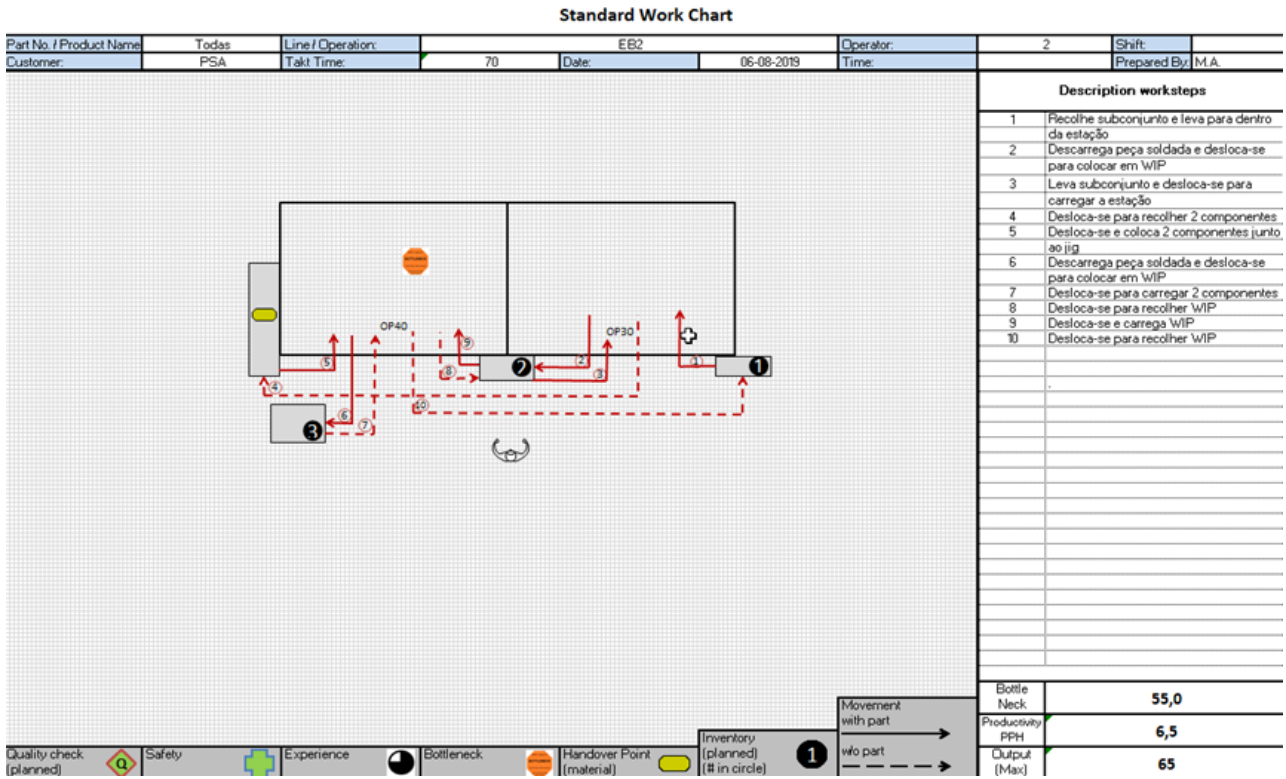


- Apêndice 2 – VSM ao estado atual Excel

VSM EMP2 GASOLINE 11.22.515.401.000*

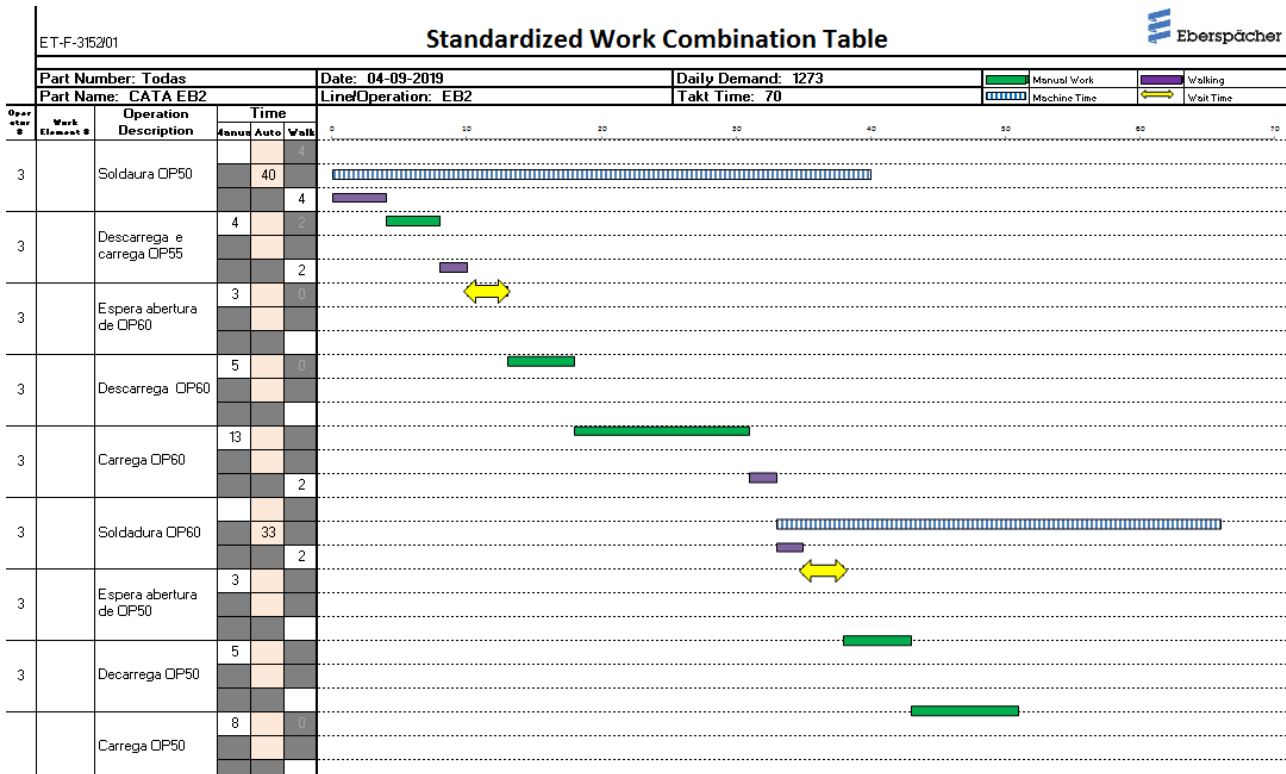
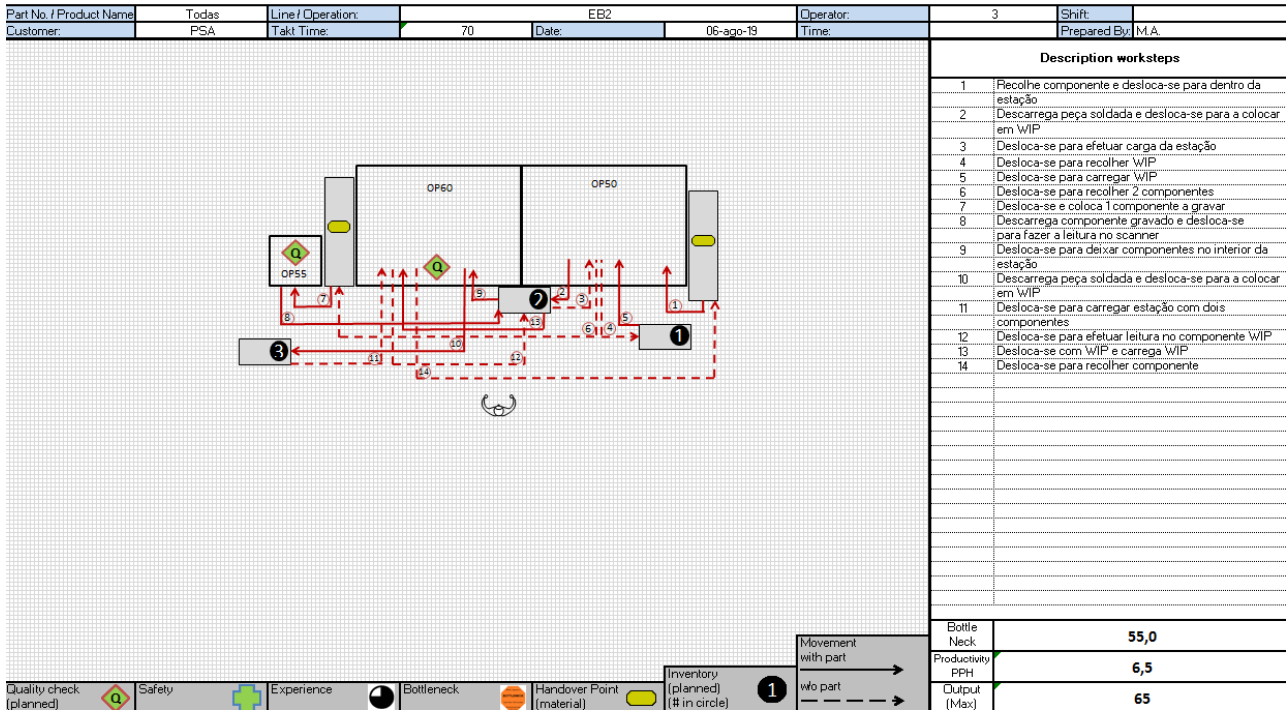


• Apêndice 3 – SWC e SWCT OP 30/40

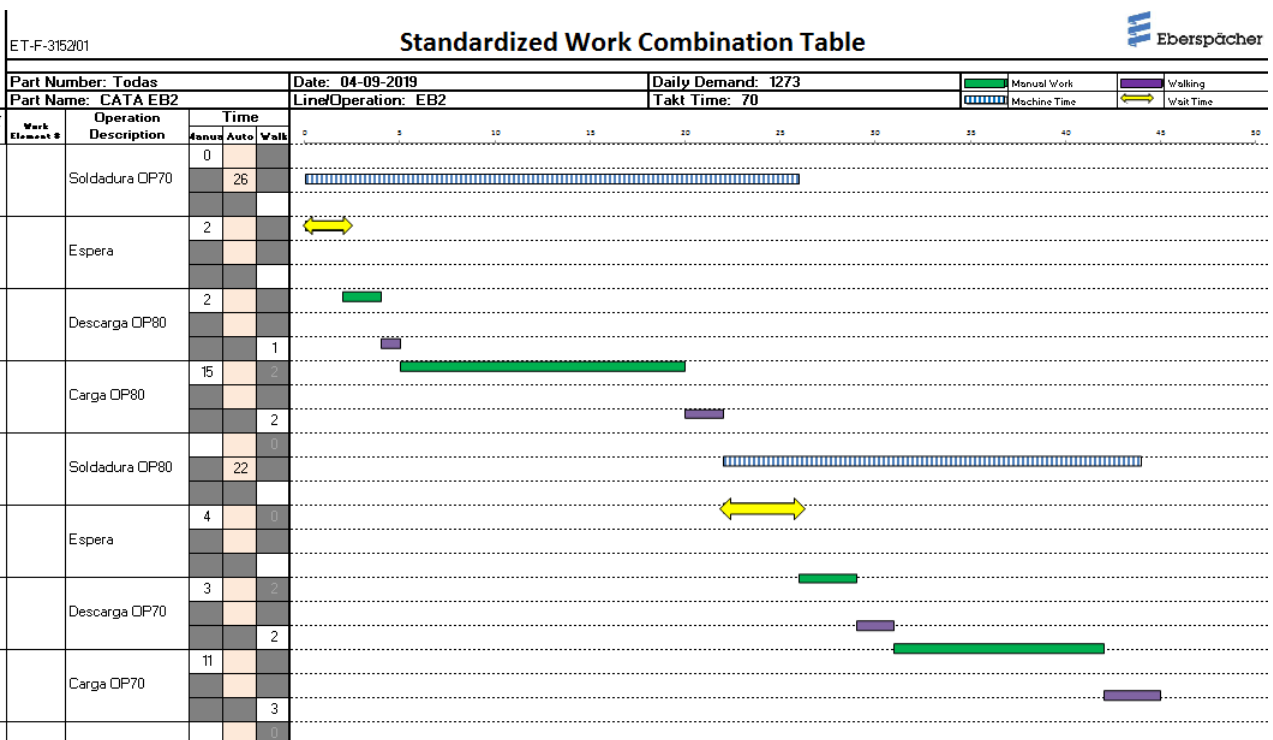
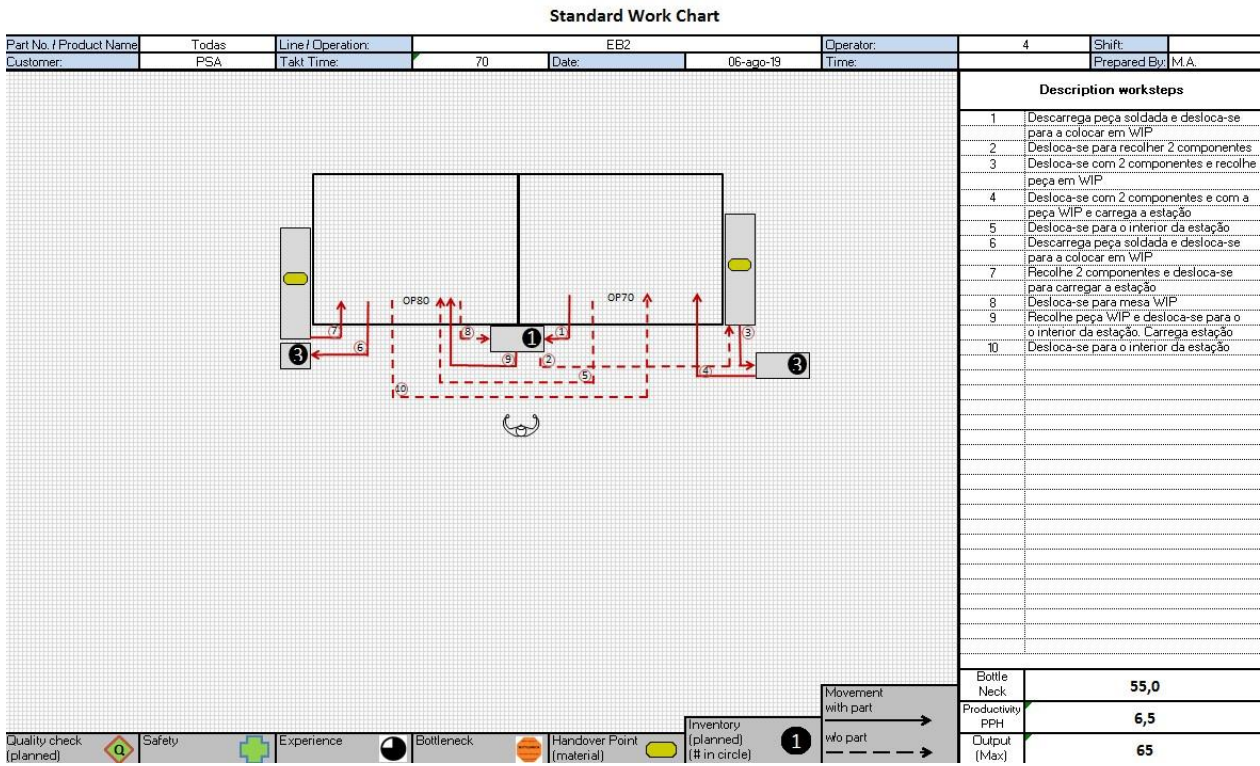


• Apêndice 4 – SWC e SWCT OP 50/55/60

Standard Work Chart



• Apêndice 5 – SWC e SWCT OP 70/80



ANEXOS

- Anexo 1 – Plano de Ações
- Anexo 2 – QPS Linha
- Anexo 3 – Questionário Auditoria 5S

- Anexo 1 – Plano de Ações

Action plan:							
ET.F-93701							
Action plan responsible:		Opening date:	Last update:	by:			
No.	Problem	Cause	Action	Responsible	Target date	Status	Remarks
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

- Anexo 2 – QPS Linha

Line QPS										
(Quick Problem Solving)										
ET.F-93701										
Area / EPT:				Line QPS Responsible e.g. EPT-Team Leader(s)						
No.	Open Date/Time	Problem Description	Problem Cause <small>(Date, personnel, material, etc.)</small>	Action	Comment/Status	Perp.	Target Date	Closed Date	Check by/Shift (Issue understood?) OK/NOK and sign	

