

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NUM PROCESSO DE ÉSTAMPAGEM

Christian Lemes Amolaro
(a39459)

Relatório de Projeto de Estágio
Mestrado em Engenharia Industrial Mecânica

Orientado por
António Duarte (IPB-ESTiG)
Ana Carvalho (Mautomotive Portugal Unipessoal, LDA)
Rui Tadashi Yoshino (UTFPR-PG)

Ano Letivo 2018/2019

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED NUM PROCESSO DE ÉSTAMPAGEM

Christian Lemes Amolaro
(a39459)

Relatório de Projeto de Estágio
Mestrado em Engenharia Industrial Mecânica

Orientado por
António Duarte (IPB-ESTiG)
Ana Carvalho (Mautomotive Portugal Unipessoal, LDA)
Rui Tadashi Yoshino (UTFPR-PG)

Ano Letivo 2018/2019

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que esteve ao meu lado em todos os momentos durante a minha trajetória, acompanhando meu sorriso nas conquistas, e consolando-me nas dificuldades.

Dedico também à minha família, especialmente ao meu pai, Adriano Rogério Amolaro, que nunca mediu esforços para tornar possível todos os meus sonhos. Ensinou-me os princípios que um homem deve levar consigo durante a vida, e me suportou em todas as minhas decisões, sempre confiando em minha responsabilidade.

Por fim, em memória da minha querida bisã, Ana Maria Vrech Ferrari. Sei que está acompanhando lá do céu a conclusão de mais uma etapa em minha caminhada.

*Independentemente de onde esteja ou queira chegar,
nunca se esqueça daqueles que contribuíram para a sua evolução.
Busque a felicidade e o sucesso lhe encontrará.*

Agradecimentos

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e seu corpo de professores e servidores, que estiveram presentes durante minha graduação no Brasil. Agradeço pelo excelente ensino e oportunidades oferecidas. Foram responsáveis por abrir diversas portas com diferentes possibilidades, contribuindo para o desenvolvimento da minha carreira profissional.

Ao Instituto Politécnico de Bragança, por possibilitar um intercâmbio intercontinental, no qual pude viver a cultura de Portugal. Agradeço também por toda a receptividade e disposição de recursos durante esse período.

Ao professor Marcelo Carvalho, por todo o seu esforço e dedicação no estabelecimento de um contínuo contato entre as instituições, suportando e incentivando os alunos a participarem do programa de dupla diplomação.

À Mautomotive e aos colegas de trabalho, pela possibilidade de realização do estudo e todo o suporte prestado durante o desenvolvimento.

Aos orientadores António Duarte, Ana Carvalho e Rui Yoshino, pelo suporte prestado no desenvolvimento deste trabalho, sempre atendendo prontamente as solicitações e orientando da melhor forma possível.

À DAF Caminhões Brasil, a todos os colegas de trabalho e em especial a Erick Silva, pelos ensinamentos durante o período de estágio e o incentivo à participação do programa de dupla diplomação.

À equipe Baja Gralha Azul, responsável pelos momentos mais marcantes durante a minha trajetória acadêmica. *“Uma vez bajeiro, para sempre bajeiro”*.

Aos amigos João e Matheus. Foram os verdadeiros irmãos que a vida me deu. Agradeço por todos os momentos compartilhados. Eterno *“AP 32”*.

À minha amiga Ana Bitencourt, que esteve sempre ao meu lado nos momentos que mais precisei. Agradeço pela respeitável amizade e imenso carinho.

Agradeço aos meus amigos de Presidente Venceslau, Eduardo, Lucas, Diego e meu primo João Renato, pelas histórias vividas que ficarão para sempre marcadas.

À minha família, minha base de tudo. Levarei para sempre em meu coração.

À minha namorada, Marta Zaworska. Você é o motivo da minha inspiração.

A Deus.

Resumo

O *Lean Manufacturing* é um sistema produtivo que visa a utilização eficiente dos recursos da organização, como matérias primas, mão de obra e maquinário. Dessa forma, um dos seus pontos de atuação é na redução dos tempos em que as máquinas ficam paradas. Para isso, o sistema é auxiliado pela metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*), a qual promove a otimização e padronização dos procedimentos de *change over*.

O trabalho desenvolvido inicia-se com a explicação dos princípios do *Lean Manufacturing*. Na sequência é feito o enquadramento do tema dentro da Mautomotive Portugal Unipessoal LDA. Segue-se com a abordagem do cenário atual, identificação das oportunidades de melhoria e apontamento das propostas de solução. Durante o desenvolvimento, é relatado todo o processo de implementação.

Ao final, tem-se o foco voltado aos resultados obtidos, sendo esses os primeiros passos concluídos rumo à Manufatura Enxuta na Mautomotive. São feitas as considerações finais, as quais indicam as próximas etapas, para que se garanta uma melhoria contínua do processo.

Palavras-chave: Produção enxuta, SMED, melhoria contínua.

Abstract

The Lean Manufacturing is a productive system that aims to efficiently use the resources of the organization, such as raw materials, labor and machinery. In this way, one of its points of action is in reducing the times in which the machines are stopped. For this, the system is aided by SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology, which promotes the optimization and standardization of the changeover procedures.

The work developed begins with an explanation of the principles of Lean Manufacturing. In the sequence, is done the framework of the theme within Mautomotive Portugal Unipessoal LDA. It follows with the approach of the current scenario, identifying opportunities for improvement and pointing out the solution proposals. During development, the entire implementation process is reported.

At the end, the focus is on the results obtained, these being the first steps completed towards Lean Manufacturing in Mautomotive. The final considerations are made, which indicate the next steps, so as to guarantee a continuous improvement of the process.

Keywords: Lean Manufacturing, SMED, continuous improvement.

Lista de Abreviaturas e Siglas

5S – Cinco Sensores

7W – *Seven wastes*

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva

ESTiG – Escola Superior de Tecnologia e Gestão

IPB – Instituto Politécnico de Bragança

JIT – *Just In Time*

PDCA – *Plan, Do, Check e Act*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System*

UTFPR-PG – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa

WIP – *Work In Process*

Índice Geral

1. Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Justificativa	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Estrutura do relatório	2
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.2 Valor e Desperdício	6
2.3 Os Sete Desperdícios	7
2.4 SMED	8
2.4.1 Impacto da aplicação do SMED no tamanho dos lotes de produção	9
2.4.2 Metodologia	10
2.5 5S	12
2.6 Gestão Visual	14
2.6.1 <i>Kanban</i>	14
2.7 Just in time	16
2.7.1 <i>Heijunka</i>	17
2.7.2 Sistema <i>pull</i>	18
2.8 <i>Kaizen</i>	19
2.8.1 PDCA	20
3. Enquadramento organizacional	23
3.1 Hierarquia da empresa	23
3.2 Estrutura do projeto	23
3.3 Seleção da equipe	24
3.4 <i>Layout</i> fabril	25
4. Aplicação do SMED	26
4.1 Medição dos tempos	26
4.2 Identificação e exclusão de processos desnecessários	30

4.3 Classificação das atividades	32
4.4 Gestão das atividades.....	35
4.4.1 Organização das atividades	35
4.4.2 Padronização do procedimento	39
4.5 Teste de validação	42
4.6 Resultados.....	45
5. Outras atividades desenvolvidas	47
6. Conclusão, considerações finais e passos futuros	51

Índice de Figuras

Figura 1 - Classificação das empresas no setor automotivo	1
Figura 2 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	5
Figura 3 - Lean Manufacturing e suas ferramntas	6
Figura 4 – Diferentes partes interessadas em uma organização	6
Figura 5 - Os sete desperdícios	7
Figura 6 – Etapas da metodologia SMED.....	11
Figura 7 - Separação entre atividades internas e externas	11
Figura 8 - Os 5S.....	12
Figura 9 – Kanban.....	16
Figura 10 – Heijunka	17
Figura 11 - Produção empurrada vs. produção puxada	18
Figura 12 – Kaizen.....	19
Figura 13 – PDCA	20
Figura 14 - Organograma da gestão da Mautomotive	23
Figura 15 - Equipe do projeto piloto	24
Figura 16 – Layout.....	25
Figura 17 - Medição dos tempos	29
Figura 18 - Diagrama temporal de atividades.....	36
Figura 19 - Roteiro de atividades	38
Figura 20 - Checklist da equipe de apoio da produção	40
Figura 21 - Checklist do operador da prensa	41
Figura 22 - Posicionamento prévio do molde da nova referência ao lado da prensa	42
Figura 23 - Posicionamento do contentor de resíduos e da ferramenta do setup.....	43
Figura 24 - Posicionamento prévio do contentor vazio.....	43
Figura 25 - Pré-setup concluído	44
Figura 26 - Detalhamento das atividades de setup após aplicação do SMED	46
Figura 27 - Estoque de moldes antes da implementação.....	47
Figura 28 - Área disponível para manobra com empilhadeira.....	47

Figura 29 - Atualização do layout do armazém de moldes	48
Figura 30 - Implementação do novo layout	48
Figura 31 - Área para manobra da empilhadeira	49

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Relação entre elevado tempo de setup e tamanho de lote	9
Tabela 2 - Relação entre baixo tempo de setup e tamanho de lote	10
Tabela 3 – Roteiro das medições	26
Tabela 4 - Registro das medições	28
Tabela 5 - Identificação de tempos ociosos.....	31
Tabela 6 - Plano de ação para eliminação de atividades desnecessárias.....	32
Tabela 7 - Divisão entre atividades internas e externas.....	33
Tabela 8 - Plano de ação para transformação de atividades internas para externas	34

1. Introdução

O cenário industrial encontra-se em constante necessidade de evolução. As organizações desdobram estratégias a fim de garantir a competitividade e presença no mercado, otimizando processos, sejam esses processos produtivos ou administrativos. Percebe-se cada dia mais, a difusão da ideia de melhorar continuamente (Pinto, 2009).

Desde a metade do século XX, a indústria automobilística tem desenvolvido novas tecnologias e, principalmente, novos modelos de gestão fabril. O que hoje conhecemos como Indústria Moderna, é resultado de um conjunto de mudanças nas quais tem-se como principal modelo o processo produtivo da Indústria Automobilística (Casotti & Goldenstein, 2008).

Com sua origem neste contexto, o *Lean Manufacturing* (ou Produção Magra), baseia-se na minimização da variação nos processos produtivos, buscando a eliminação de desperdícios e redução de custos operacionais, fazendo o uso de um conjunto de ferramentas que são essenciais para o sucesso dessa metodologia (Lareau, 2002).

1.1 Contextualização

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa do setor automotivo, a Mautomotive Portugal Unipessoal LDA., localizada em Mós, zona industrial de Bragança. Operando em Portugal desde 2015, a Mautomotive é uma empresa pertencente ao grupo italiano Modulo. Esse grupo, conta com sua matriz em Perúgia – Itália, e ainda com filiais na Polónia e na Rússia.

Em Portugal, a empresa atua com um corpo de 110 colaboradores, operando em 3 turnos. No meio automotivo, é classificada como *Tier 2*, e participa da manufatura de peças, conforme a Figura 1.

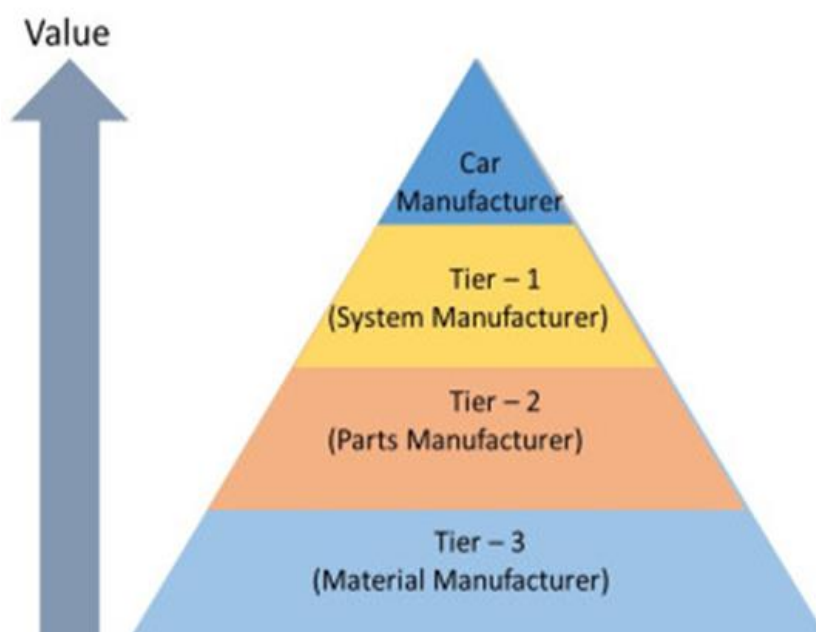


Figura 1 - Classificação das empresas no setor automotivo
Fonte: (Singh, 2017)

Tem como atividade principal a estampagem de peças, e possui 10 prensas de diferentes capacidades. Possui ainda máquinas de solda ponto, apertadeiras e máquinas de lavagem. A sua gama produtiva tem atualmente 63 peças finais, as quais são exportadas para América, África e Europa. O cliente principal da unidade Portugal localiza-se também em Bragança.

O planeamento da produção é realizado de acordo com previsões de necessidades enviadas pelos próprios clientes. Os lotes de produção possuem um grande volume de peças, principalmente devido aos elevados tempos de *setups*. Como regra, o cliente principal impõe que o tempo de *setup* deve corresponder a 10% do tempo de produção. Com isso, quanto maior o tempo de *setup*, maior o tempo de produção, e consequentemente maior o volume de peças dos lotes.

1.2 Justificativa

Devido aos altos tempos de troca de ferramenta, como o primeiro passo rumo ao *Lean Manufacturing*, foi elencada a redução dos tempos de *setup*. Dessa forma, será possível diminuir os tempos de produção, os volumes de peças dos lotes e por fim proporcionar uma maior flexibilização da produção.

A empresa não possui registros dos tempos de trocas de ferramental, sendo necessário, primeiramente, realizar a aquisição desses dados. Portanto, para o desenvolvimento do estudo, foi escolhida uma máquina com alta rotatividade de moldes, na qual em média, o *change over* é realizado uma vez ao turno, possibilitando um frequente registro dos tempos.

1.3 Objetivos

Como objetivo geral, tem-se a padronização do procedimento de *setup* na Prensa Gigant 315T. Em seguida, pretende-se expandir esse modelo às outras prensas da fábrica.

Como objetivos específicos, tem-se:

- Reduzir em 50% o tempo médio dos *setups* na Prensa Gigant 315t;
- Criar um modelo padrão para as trocas de ferramentas;
- Promover o rearranjo de *layouts* da fábrica, facilitando as movimentações internas;

1.4 Estrutura do relatório

O relatório divide-se em 6 capítulos. Após o presente capítulo introdutório, será feita uma revisão bibliográfica no capítulo 2, com a finalidade de estudar de forma mais detalhada a teoria, elencando definições e conceitos necessários para o bom andamento do estudo.

A seguir, no capítulo 3 é descrito o ambiente empresarial, explicando como funciona a hierarquia institucional. Além disso, nessa parte é reportado sobre a definição da equipe atuante no projeto, e também é mostrado o *layout* fabril da planta de Portugal.

No capítulo 4 é desenvolvida toda a parte de análise, planeamento e testes do estudo de SMED. De forma sequencial, é possível acompanhar o passo a passo do trabalho, contando com identificação dos pontos

de melhorias, planos de ações para otimizar esses pontos e implementação da metodologia no meio produtivo. Na seção final deste capítulo, são relatados os resultados obtidos.

No capítulo 5 estão presentes as atividades extras realizadas durante o período de estágio, contando com relatos visuais demonstrando o antes e o depois dos trabalhos. Nesta seção é elaborada também a conclusão do projeto, é feita uma análise crítica dos resultados obtidos. Durante essa etapa tem-se a comparação entre o que se alcançou, com o que foi proposto de objetivo. Pode ser compreendido, de maneira mais simplória, como resposta à seção 1.3 Objetivos.

Dentro do capítulo 6 são feitas as considerações finais sobre o projeto de estágio. Uma seção deste capítulo é reservada para sugestão dos passos futuros do projeto, para que seja dada sequência no desenvolvimento do mesmo. Essa é uma etapa importante pois é através dela que se inicia o processo de melhoria contínua.

Como ressalva, para o presente trabalho, considerar os termos “atividades” e “tarefas” como sinônimos.

2. Revisão Bibliográfica

A presente seção dedica-se à fundamentação teórica realizada a fim de auxiliar o estudo. Tem-se um apanhado geral das origens do *Lean Manufacturing*, seguidamente da definição de alguns conceitos e por fim explanação sobre algumas de suas ferramentas.

2.1 *Lean Manufacturing*

Diante do cenário pós Segunda Guerra Mundial, o Japão via-se mergulhado profundamente em uma desastrosa crise de recursos. É nesse contexto, na metade do século XX, que surge na Toyota o chamado TPS (Sistema Toyota de Produção), idealizado por Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. Tal sistema tinha como fundamento principal, a utilização otimizada dos recursos da organização, como matérias primas, mão de obra e maquinários (Rodrigues, 2016).

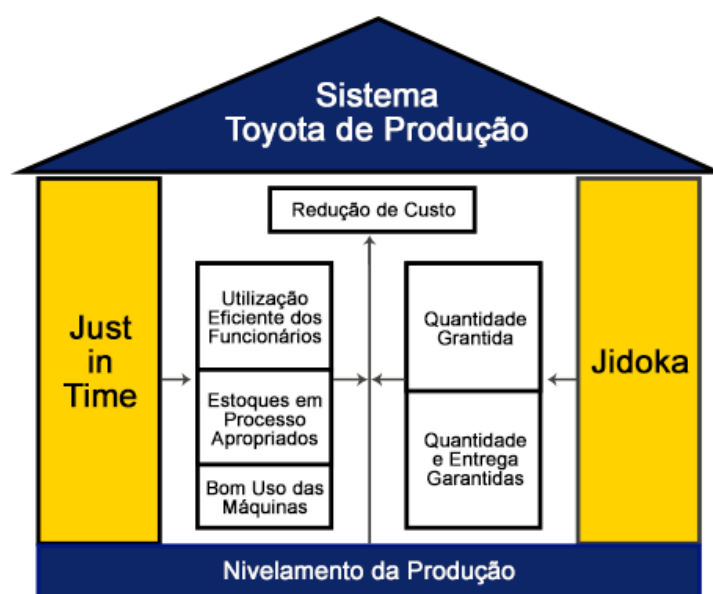


Figura 2 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção
Fonte: (CRW, 2017)

Servindo como modelo e difundindo-se dentre outras organizações japonesas, foi ao início dos anos 70 que o TPS atraiu olhares do mundo todo. Nesse período houve a crise do petróleo, ocasionando a decadência de diversas organizações no ocidente. Por outro lado, muitas organizações japonesas continuavam apresentando bons desempenhos, chamando a atenção de estudiosos para as metodologias utilizadas no meio produtivo (Pinto, 2009).

A partir de então, ocorre a difusão do modelo de produção japonesa para o ocidente. Levando em consideração os seus princípios de aproveitamento eficaz dos recursos disponíveis, e o pensamento de “fazer mais com menos”, esse modelo de produção passou a ser denominado como *Lean Manufacturing*, ou produção enxuta.

Para o sucesso dessa metodologia, é essencial o entendimento de alguns conceitos como: valor, desperdício, partes interessadas, etc.; e também é necessária a iteração sobre algumas de suas

ferramentas, como por exemplo: SMED (*Single Minute Exchange of die*), gestão visual, 5S, *kaizen*, *poka-yoke*, *pull-sistem* e o JIT (*Just in Time*).

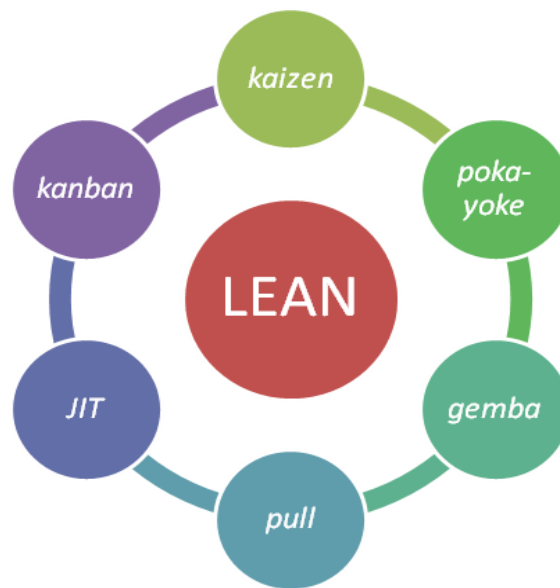


Figura 3 - Lean Manufacturing e suas ferramentas
Fonte: (Sejzer, 2016)

2.2 Valor e Desperdício

Para facilitar a compreensão, é válida uma análise dos conceitos de “valor” e “desperdício” simultaneamente. Do ponto de vista do consumidor final, valor é tudo aquilo que justifica o esforço e, principalmente, o investimento realizado para adquirir um determinado produto ou serviço. Para uma organização, valor é tudo aquilo que é criado, justificando assim, a sua existência. Dessa forma, podemos generalizar que o valor pode ser classificado como tudo aquilo que faz jus ao tempo, esforço e atenção dedicado a algo (Pinto, 2009).

É importante que o valor gerado pelas organizações, destine-se à satisfação de seus *stakeholders*, termo traduzido como “partes interessadas”. Entende-se por partes interessadas o conjunto dos grupos de interesse que circundam a organização. São elas os acionistas, colaboradores, clientes e sociedade.



Figura 4 – Diferentes partes interessadas em uma organização
Fonte: (Pinto, 2009)

Como maneira complementar à análise, toda e qualquer atividade realizada durante o processo produtivo que não agrega valor ao produto ou ao serviço, é considerada como desperdício, devido ao fato de que consomem tempo e recursos que não resultam em retorno algum ao final do ciclo, à nenhuma das partes interessadas.

2.3 Os Sete Desperdícios

Do japonês, o termo “*Muda*” é utilizado para referir-se ao desperdício. Durante o desenvolvimento do TPS, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo elencaram os 7 desperdícios da produção (do inglês, 7W – *seven wastes*). A princípio, todo e qualquer *muda* identificado durante o processo produtivo, pode ser classificado em uma das categorias presentes na Figura 5 (Womack, 1996).

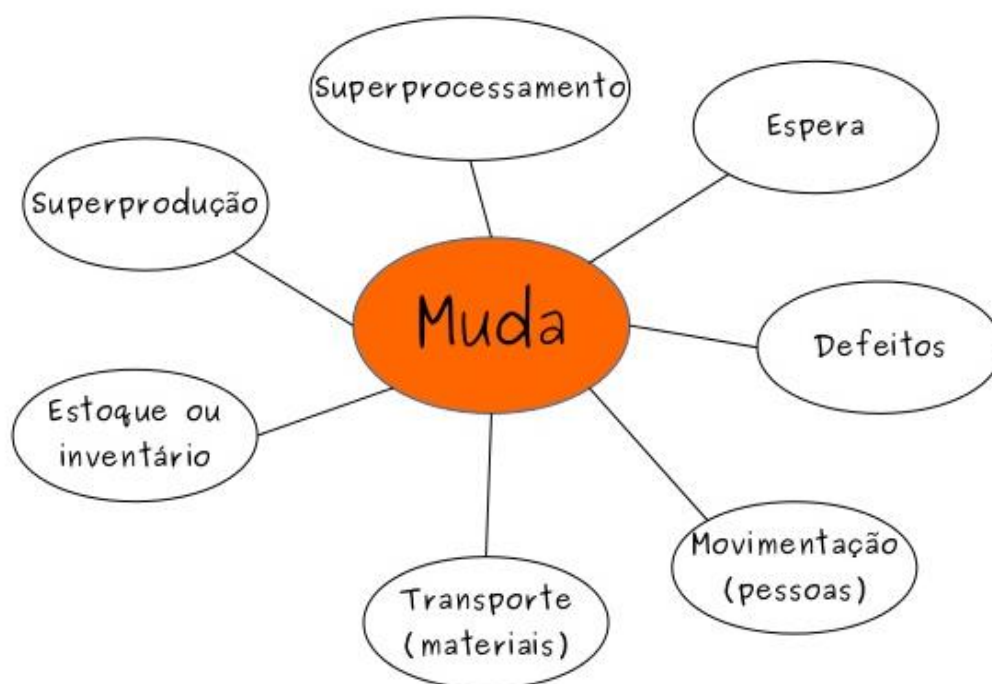


Figura 5 - Os sete desperdícios
Fonte: (Moura & Alves, 2015)

A seguir, será discorrido sobre cada uma das classificações, de acordo com a literatura base presente em (Pinto, 2009).

1. Superprocessamento: refere-se a processos realizados pelo próprio homem, através ou não do uso de máquinas, que ao final do ciclo, não agrega valor ao produto ou serviço. Tais processos são mais frequentes após a ocorrência de defeitos, período no qual tende-se a aumentar o refinamento da qualidade. Outra causa muito frequente é a falta de presença de padrões para execução das tarefas.
2. Espera: esse tipo de desperdício ocorre quando há tempos ociosos durante o processo, sejam eles relacionados a pessoas ou equipamentos. As principais causas estão ligadas à produção desbalanceada, longos tempos de *setup*, atrasos na entrega de materiais, ou até mesmo quando

um participante de uma reunião se atrasa, provocando um tempo ocioso de todos os outros presentes.

3. Defeitos: quando é gerado um defeito durante o processo produtivo, o desperdício contabiliza a própria peça em si e recursos que foram utilizados para essa fabricação. Como efeito cascata, quando não ocorre a detecção do defeito instantaneamente, este produto pode ainda continuar o processo, e dessa forma, cada etapa a mais aderida transforma-se em desperdício. Pode-se ter ainda a necessidade de implementar inspeções de trabalho ou retrabalhos, para corrigir essas falhas do processo produtivo.
4. Movimentação de pessoas: movimentações desnecessárias de operadores é um dos fatores que interferem a produtividade, dessa forma, sendo classificado também como um dos desperdícios. *Layouts* não apropriados, falta de instruções de trabalho ou até mesmo não padronização dos processos, são fatores que geram esse tipo de desperdício. Análise dos fluxos dos processos contribuem para a correção dessa falha.
5. Transporte de materiais: assim como na movimentação de pessoas, quando se tem movimentações desnecessárias de materiais, também é considerado um desperdício. Falta de identificação, planejamento das operações, fluxos complexos aliados a *layouts* não sincronizados, podem gerar movimentações desnecessárias de materiais.
6. Estoque: é um dos principais vilões do processo produtivo. O acúmulo de estoques muitas vezes esconde diversas falhas presentes na operação. Podem haver estoques de matérias primas, insumos, produtos finais e também o denominado WIP (*work in process*), que são os estoques intermediários de produtos semiacabados. Excesso de produção, desbalanceamento do processo e grandes lotes, são algumas das causas desse desperdício.
7. Superprodução: como superprodução, entende-se tudo aquilo que é produzido além do necessário. Ainda é muito difuso o conceito de lote econômico, o qual define um lote mínimo de produção para que se justifique custos, como por exemplo o de máquina parada devido ao *setup*. Essas práticas aumentam demasiadamente o montante de capital acumulado, reduzindo a rotatividade dos estoques e trazendo um grande risco de prejuízo caso as previsões dos clientes não se consolidem, estabilizando o material pronto na indústria sem que esse possa ser vendido.

2.4 SMED

No início da era do automóvel, havia um domínio majoritário do setor por meio das indústrias americanas. O conceito de produção era de cada vez mais ter alta produtividade, dedicando processos específicos para equipamentos específicos, tendo baixa variabilidade de produtos finais, porém com oferta em quantidades elevadas para atender o mercado.

Com o início do TPS, Shingo e Ohno ansiavam um sistema completamente oposto, no qual com poucos equipamentos, era possível a fabricação de diversas peças diferentes utilizando a mesma máquina, ofertando assim ao cliente final, uma vasta variedade de produtos (Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007).

Para que tal feito fosse possível, considerando a vasta gama de peças provenientes de processos de estampagem que compõem um automóvel, era necessário aproveitar ao máximo o recurso escasso de maquinário, de tal forma que fosse reduzido o tempo de máquina parada, aumentando o tempo disponível para a produção.

Dentro deste contexto, surge a metodologia SMED, do inglês, *Single Minute Exchange of Die*. Essa ferramenta visa a otimização dos tempos de *setup*, reduzindo-os em até 94%, conforme idealizou Shingo. Entende-se por *setup* o tempo entre a produção da última peça conforme do molde a ser retirado do equipamento, até a produção da primeira peça conforme com o novo molde a ser posicionado no equipamento (Shingo, 1985).

2.4.1 Impacto da aplicação do SMED no tamanho dos lotes de produção

Além da redução do tempo de máquina parada, que contribui para um aumento na produtividade do equipamento, a aplicação do SMED gera um impacto significativo no tamanho dos lotes a serem produzidos. Esse fator, dentro da ideologia *Lean Manufacturing*, é um passo importante que facilita a flexibilização da produção.

Atualmente é muito difundido o conceito de lote econômico de produção. Essa metodologia determina um volume mínimo de peças a ser produzido cada vez que é realizada a troca de ferramenta. Essa medida acaba por ser uma forma de camuflar a raiz do problema, quando este não está localizado no tamanho dos lotes, mas sim, no elevado tempo do processo de troca (Shingo, 1985).

Na Tabela 1, é possível visualizar a relação entre tempo de *setup* e tamanho de lote. Na coluna “Tempo de produção”, está presente o tempo que uma peça leva para ser produzida. Já na coluna “Tempo total de operação”, tem-se o tempo de produção de uma peça com o adicional da parcela do tempo de *setup* referente, ou seja, o tempo de *setup* é dividido pelo número total de peças do lote, resultando em uma porção que é adicionada ao tempo de produção de uma peça, resultando em um tempo total de operação por peça.

Tabela 1 - Relação entre elevado tempo de *setup* e tamanho de lote
Fonte: (Shingo, 1985)

Tempo de setup	Tamanho do lote (nº de peças)	Tempo de produção (por peça)	Tempo total de operação (por peça)
4 hrs	100	1 min	$1 \text{ min} + 4 \times 60 / 100 = 3,4 \text{ min}$
4 hrs	1000	1 min	$1 \text{ min} + 4 \times 60 / 1.000 = 1,24 \text{ min}$
4 hrs	10000	1 min	$1 \text{ min} + 4 \times 60 / 10.000 = 1,024 \text{ min}$

Com isso, observa-se que um elevado tempo de *setup* representa uma parcela muito pequena quando se tem grandes ordens de produção. Quando os volumes de peças são baixos, o valor passa a ser significativo para o processo. Além disso, o efeito do aumento do lote de produção na redução do tempo

de operação por peça, deixa de ser significativo quando se atinge um montante elevado de peças (Shingo, 1985).

A forma correta de resolver o problema não é agindo em seu efeito, mas sim em sua causa raiz. Ao invés de diluir os elevados tempos de *setup* aumentando os lotes de produção, a abordagem mais adequada para otimizar o processo é a de reduzir esses tempos elevados.

Na Tabela 2 é possível observar que quando se tem um baixo tempo de *setup*, mesmo se tratando de lotes pequenos, o impacto causado é praticamente irrelevante. Outro fato observado é que, nesse caso, quando o volume de peças do lote é aumentado, o reflexo no tempo de operação total por peça é extremamente baixo. Com isso, o problema é resolvido agindo diretamente em sua raiz.

Tabela 2 - Relação entre baixo tempo de setup e tamanho de lote
Fonte: (Shingo, 1985)

Tempo de setup	Tamanho do lote (n° de peças)	Tempo de produção (por peça)	Tempo total de operação (por peça)
3 min	100	1 min	$1 \text{ min} + 3/100 = 1,03 \text{ min}$
3 min	1000	1 min	$1 \text{ min} + 3/1.000 = 1,003 \text{ min}$
3 min	10000	1 min	$1 \text{ min} + 3/10.000 = 1,0003 \text{ min}$

As principais vantagens da aplicação do SMED são: redução dos tempos de *setup*, e consequentemente aumento da capacidade produtiva; diminuição dos lotes de produção, o que promove uma maior flexibilização de produção; padronização das atividades; e por fim, uma utilização mais eficiente dos recursos, sejam eles de maquinário ou de mão de obra. Todos esses fatores contribuem para o sucesso da implementação do *Lean Manufacturing* em uma organização (Pinto, 2009).

Após ver os benefícios que o SMED pode proporcionar ao processo produtivo, na seção seguinte será explicado o passo a passo necessário para a sua implementação.

2.4.2 Metodologia

Apesar de ser consideravelmente simples, a metodologia depende de um longo processo para ser concluída. Iniciando com procedimentos básicos desde definir um objeto de estudo e realizar a análise do seu estado atual, posteriormente almeja a padronização das melhorias desenvolvidas e expansão para os outros equipamentos.

Dessa forma, para que a sua compreensão fosse facilitada, o método foi dividido em 5 etapas utilizadas como um roteiro de aplicação. É importante que esses passos sejam realizados de forma sequencial, pois trata-se de um processo evolutivo, no qual cada etapa gera um ganho que ao final será contabilizado somado às demais parcelas das outras etapas.

A seguir, na Figura 6 é mostrado um resumo ilustrativo das etapas da metodologia SMED.



Figura 6 – Etapas da metodologia SMED
Fonte: Adaptado de (SixSigma, 2018)

A seguir, será percorrido sobre cada um dos passos, de acordo com a literatura base presente em (Shingo, 1985).

1. O primeiro passo destina-se a definição do projeto piloto ou uma área de teste. Neste momento, faz-se um estudo de caso que posteriormente poderá servir de modelo para os demais processos. São medidos os tempos de cada procedimento realizado, detalhando o máximo possível o processo. Posteriormente é feito o arquivamento desses dados.
2. Na segunda etapa, é realizada a análise de todos os dados, neste caso os tempos e métodos durante o processo, a fim de encontrar e eliminar pontos desnecessários, como por exemplo movimentações ou procedimentos não pertinentes ao processo.
3. No terceiro passo, é realizada a separação dos elementos externos ao processo. Entende-se por elemento externo, atividades que podem ser realizadas com a máquina ainda em operação, como por exemplo anotações, inspeções ou até mesmo determinadas limpezas. Já os elementos internos ao processo são aqueles que necessitam da paragem para a sua execução, como por exemplo o despertar e a retirada do molde.

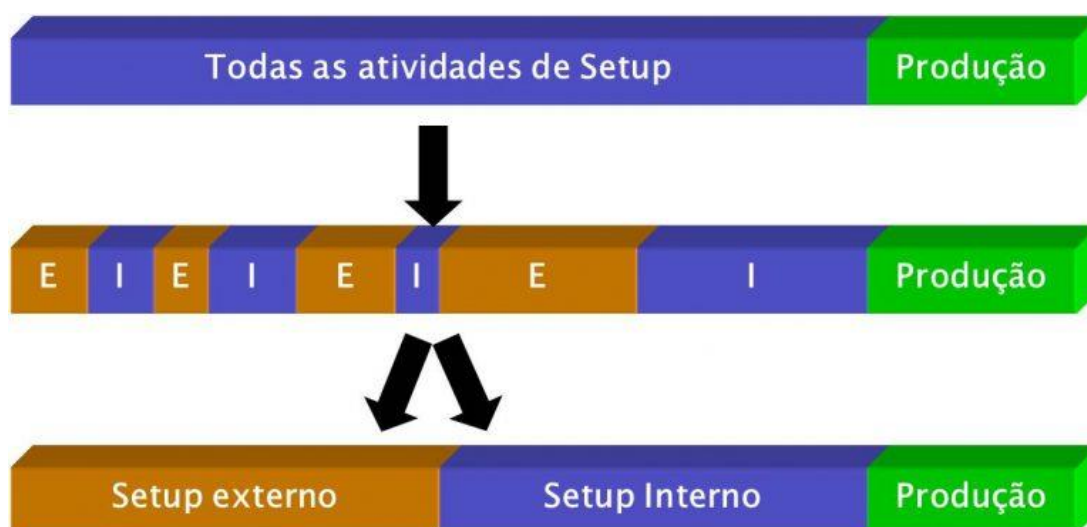


Figura 7 - Separação entre atividades internas e externas
Fonte: (Stoco, 2019)

Conforme visto na Figura 7, neste estágio o tempo de troca geralmente é reduzido pela metade.

4. Durante o quarto passo, é realizada a análise para que sejam identificados elementos internos que podem ser convertidos em externos. Por exemplo, pode-se acoplar um sistema de segurança que permita a execução da limpeza total da máquina enquanto ainda se encontra em operação.
5. Na quinta etapa, simplifica-se e padroniza-se. Para as ferramentas, busca-se estabelecer tipos e tamanhos padronizados, como por exemplo as chaves utilizadas para realizar o aperto e desaperto dos moldes. É ideal também que o ambiente de trabalho tenha tudo aquilo que o operador necessita, sem ser necessário grandes movimentações para a busca de ferramental necessário para o trabalho. Por fim, padroniza-se o processo, procedimentando-o e expandindo para as outras operações de trocas em outras máquinas.

Após a realização de todos os passos, é provável que um grande tempo do *setup* tenha sido reduzido. Isto resultará em maior produtividade, pois o equipamento terá uma maior carga horária produtiva, o que resulta em um melhor aproveitamento dos recursos produtivos, resultando em menores índices de desperdício (SixSigma, 2018).

2.5 5S

Dentro do contexto histórico pós-guerra, no qual surge o TPS, a metodologia dos “5S” é desenvolvida como mais um dos recursos disponíveis a auxiliar o desenvolvimento das empresas no cenário corrente de crise. Com sua essência simples e ao mesmo tempo eficaz, teve vasta expansão no setor industrial japonês, sendo posteriormente considerada como um modelo a ser seguido pelas organizações do ocidente (Campos, 2009).

Os 5s, que para o português pode ser traduzido como “5 sentidos”, tem essa denominação devido aos cinco termos japoneses que o compõem. Esses termos têm a letra s como letra inicial, conforme pode-se observar na Figura 8.



Figura 8 - Os 5S
Fonte: Adaptado de (Justa, 2010)

Conforme (Pinto, 2009), os 5s podem ser entendidos da seguinte maneira:

- SEIRI – O termo refere-se à “Organização”. Este senso preza principalmente a separação entre o útil e o inútil, como por exemplo, eleger o que realmente é necessário estar presente em um posto de trabalho, descartando os demais itens/informações desnecessárias.
- SEITON – Referindo-se à “Arrumação”, este senso reforça a definição de um local apropriado para cada coisa, sendo que o que se usa mais frequentemente, deve estar em uma posição mais acessível. É importante a checagem periódica dos posicionamentos. Pode usufruir de ferramentas de gestão visual para facilitar a identificação de cada objeto.
- SEISOU – Refere-se à “Limpeza”. Deve ser feita a limpeza de cada zona do posto de trabalho, assim como deve ser definida normas de limpezas nas quais constem os procedimentos e também a frequência com que os devem ser feitos.
- SEIKETSU – Este termo faz referência a “Normalização” dos procedimentos gerais de organização e limpeza a serem realizados nos postos de trabalho. Devem ser expandidos processos similares presentes na fábrica, e padronizados equipamentos para realizarem essas tarefas.
- SHITSUKE – Por último, tem-se a “Autodisciplina”. Os objetivos desse pilar são os de praticar os princípios anteriormente citados, como de organização, padronização e limpeza, de forma autônoma. Fazer certo da primeira vez, sempre buscando eliminar as variabilidades do processo, e possuir uma rotina de verificação dos “s”, são todos fatores presente no quinto “s” que contribuem para o sucesso dessa metodologia.

O sistema 5s foi desenvolvido visando possibilitar a criação de um ambiente de trabalho adequado para um aumento contínuo de produtividade. As organizações japonesas afirmam que o 5s é a ferramenta que serve como base para o sucesso das outras demais. Dessa forma, com sua popularização, o 5s passou a ser um pré-requisito de diversos modelos de gestão presentes em várias organizações ao redor do mundo.

Com o passar do tempo, visando a ampliação dos conceitos gerais do 5s, consultores ao redor do mundo relacionaram ampliações da teoria base, resultando nos 8s e 9s. Os 3s adicionais presentes no 8s são diferentes dos 4s presentes no 9s, portanto, no total essas ampliações resultam em 7s, explanados abaixo conforme (Ribeiro, 2018).

- SHIKARI-YARO – Com o significado de “Determinação e União”, faz referência ao comprometimento da alta direção nas ações de implantação do 5S.
- SHIDO – Refere-se ao “Treinamento”, voltado à capacitação do corpo de colaboradores na metodologia 5s.
- SETSUYAKU – Este conceito refere-se a “Economia”, e está relacionado com o combate aos desperdícios econômicos.

- SEISAN – Termo referente à “Eliminação de perdas”, que busca envolver os todos colaboradores na missão de eliminação de todos os tipos de perdas.
- SEKININ – Referindo-se à “Responsabilidade”, o objetivo desse pilar é de desenvolver que cada colaborador se torne responsável pelo seu próprio local de trabalho.
- SHITSUKOKU – Refere-se à “Persistência” que deve estar presente a todo o tempo para que a metodologia seja desenvolvida, mantida e gere bons resultados à organização.
- SHUKAN – Por final, referindo-se ao “Hábito”, é quando o 5s deixa de ser uma atividade dispendiosa do dia a dia e passa a ser um hábito, tornando-se parte da cultura da organização.

Apesar da grande variedade presente de conceitos e novos “s” que são criados para complementar os 5s base, é recomendável que antes de tudo, faça um bom estudo e aplicação da conceituação inicial, para que o foco seja mantido e se consiga sucesso. Posteriormente, vai-se realizando complementos conforme necessidade e objetivos da organização (Ribeiro, 2018).

No geral, o 5S trata-se de uma metodologia consideravelmente de fácil entendimento, com conceitos simples, e aplicabilidade generalizada. Seus princípios podem ser desenvolvidos tanto no ambiente industrial como também em ambiente executivo, escolar e residencial.

É sempre importante que haja o comprometimento da alta direção e a persistência por parte de todos os colaboradores, pois apesar de simples, é uma metodologia em que muitas vezes os resultados podem vir a médio e longo prazo. Portanto, para que o sucesso seja alcançado, é indispensável o foco e a motivação.

2.6 Gestão Visual

Trata-se de uma metodologia na qual pretende-se promover o rápido entendimento através da visualização das informações. Este recurso foi criado primeiramente com o intuito de destacar os problemas produtivos e promover o direcionamento da informação para as pessoas certas, no tempo certo, através de mecanismos simples (Eaidgah, 2016).

Atualmente, a gestão visual possui outras aplicações além do apontamento de problemas no processo produtivo. Ela pode ser utilizada também para realizar acompanhamento da eficiência dos trabalhos na empresa, através de indicadores expressos de formas visuais em quadros, ou então, como outra aplicação, pode ser utilizada para seguir o andamento das etapas de um projeto que se encontra em execução (Greif, 1989).

É importante lembrar que as informações devem sempre ser expressas de forma simples e que permita o rápido entendimento da ideia principal, sempre disponibilizando-as no local certo, no tempo certo para as pessoas certas.

2.6.1 Kanban

Do japonês, *Kanban* pode ser traduzido como “cartão” ou “sinal”. Trata-se uma das ferramentas utilizadas para realizar a gestão visual, sendo que, seu objetivo é garantir um bom andamento ao fluxo

puxado, através do controle das movimentações de pessoas e estoques de materiais, promovendo um equilíbrio entre o estoque e a produção, para que não haja excessos de produção e nem falta de produtos (Moura R. , 1989).

Com sua origem durante o processo de desenvolvimento do TPS, essa metodologia auxilia na redução de desperdícios presentes em forma de produções em excessos e movimentações desnecessárias, visando então a produção da quantidade certa, no tempo certo. Com isso, uma atividade não se inicia antes que a sua sucessora sinalize, reduzindo a presença de estoques intermediários. Tem-se dois tipos de *Kanban*, o de movimentação e o de produção (Pinto, 2009).

2.6.1.1 *Kanban* de produção

O *Kanban* de produção tem como objetivo realizar o gerenciamento e equilíbrio da produção, controlando os volumes de produção e também os volumes de estoque. É uma ferramenta que apesar de ser simples e ágil, necessita de um baixo investimento para a sua implementação (Moura R. , 1989).

Para a mecanização do processo, é importante que as peças sejam postas em contentores padronizados, que possuam capacidade pequena. Junto a esses contentores, seguem os cartões *Kanban*. As informações principais a compor estes cartões são: Identificação do material/produto; quantidade; prazo.

Assim que a primeira peça é retirada do contentor, retorna-se o cartão *Kanban* ordenando o início da produção ao processo antecessor. É importante que periodicamente sejam conferidas as quantidades de cartões emitidos ao decorrer do processo, para que não haja duplicidade de pedido. Além disso, nenhuma produção ou movimentação é realizada sem que haja um *Kanban* associado.

Partindo do princípio de que cada contentor acompanha um *Kanban*, podemos utilizar o dado referente a quantidade de cartões sendo utilizados como indicador da quantidade de estoque presente no processo. Neste sentido, busca-se sempre realizar a redução da quantidade de cartões, pois assim, também serão reduzidos os estoques.

Defeitos nunca devem ser enviados ao processo a seguir. Portanto, sempre que identificado um desvio de qualidade durante a produção, é necessária a rápida ação para que não resulte em paragem da linha.

2.6.1.2 *Kanban* aplicado à gestão de atividades

O *Kanban* também pode ser utilizado para fazer a gestão de tarefas. Para isso, faz-se a utilização de um quadro *Kanban*. Esse quadro possui três colunas, as quais designam-se aos *status* de realização das tarefas. São elas as colunas das tarefas: que serão feitas (A Fazer); das que estão sendo realizadas (Fazendo); e das já concluídas (Feito).

Dentro dessas colunas são alocadas as tarefas utilizando os cartões *Kanban*, de acordo com o *status* atual. Posteriormente, a equipe vai atualizando o quadro realocando as tarefas conforme elas são iniciadas ou concluídas.

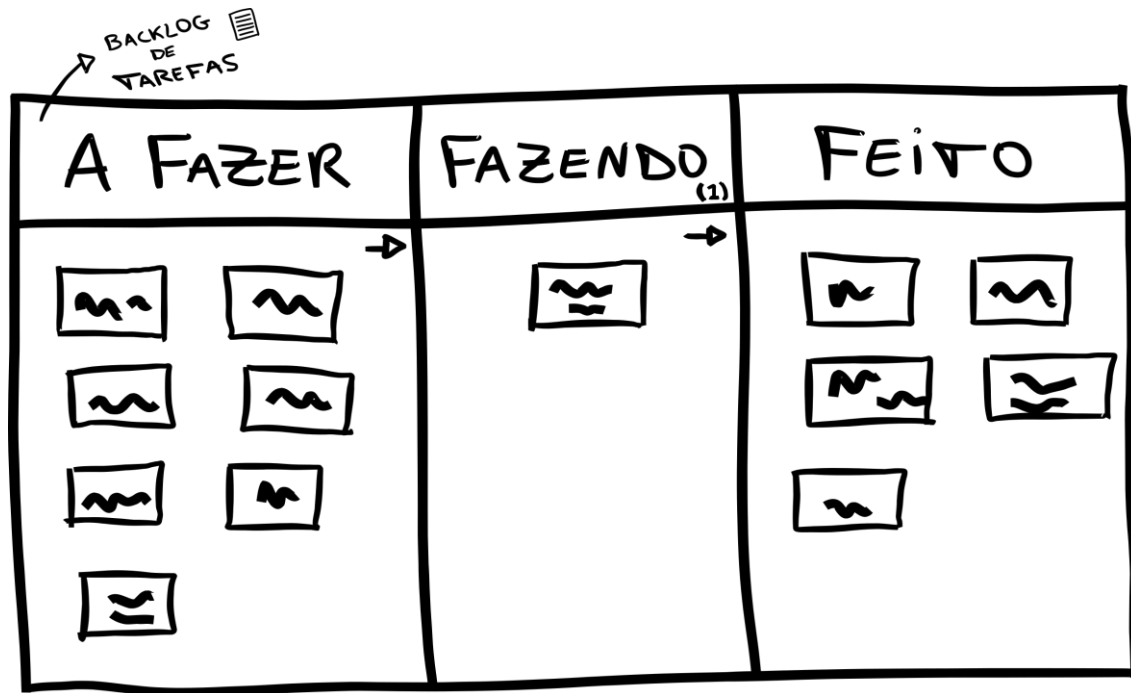


Figura 9 – Kanban
Fonte: (Moura, Dionatan Moura, 2016)

De acordo com as necessidades e objetivos da equipe, pode-se fazer o uso de cartões coloridos, nos quais as cores sinalizam o grau de urgência para a realização de cada tarefa.

Atualmente, essa aplicação do *Kanban* tem se difundido entre equipes de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e marketing, com a finalidade de realizar a gestão das tarefas, durante o projeto de produtos e/ou serviços a serem executados.

Já se encontram plataformas eletrônicas nas quais é desenvolvido o chamado *e-Kanban*, que nada mais é do que um recurso similar ao *Kanban* Tradicional, no entanto que substitui o procedimento físico, a fim de evitar problemas de perda de cartões e também visando proporcionar maior rapidez na atualização das atividades (Pinto, 2009).

2.7 Just in time

O *Just in Time* (JIT) é um sistema de gestão da produção no qual a movimentação ou transformação dos materiais só são realizadas no momento certo, durante o tempo certo e na quantidade certa. É um sistema que por consequência, acaba reduzindo os estoques de produção, criando um fluxo contínuo de materiais e processos (Liker, 2004).

Sendo um dos pilares do TPS, e posteriormente do *Lean Manufacturing*, destaca-se no pensamento magro ao promover a mudança do estilo de produção *Just in Case* para o estilo de produção *Just in Time*. Além disso, durante essa transição, é esperado ocorrer uma maior integração entre as diversas áreas pertencentes ao processo, na qual em níveis avançados, tem-se fornecedor e cliente produzindo com sincronismo (Pinto, 2009).

Basicamente, o sistema JIT tem duas componentes fundamentais, sendo uma delas o sistema *Kanban* explanado na seção anterior, e a outra o *Heijunka*, que do japonês, pode ser referido ao balanceamento da produção. Essas duas ferramentas, juntamente com o sistema de produção puxado, operacionaliza o JIT (Ohno, 1998).

2.7.1 Heijunka

Heijunka no japonês é um termo que significa “nivelamento”, sendo utilizado para referir-se ao nivelamento de produção. Esse conceito vem para fazer o melhor gerenciamento da produção, com o intuito de possibilitar o fluxo contínuo (Pinto, 2009).

Via de regra, quando se tem um pedido com vários produtos diferentes, a produção é feita em massa, sendo produzida todas as quantidades do produto A, para então se produzir todas as quantidades do produto B, e assim por diante até fechar a produção total requerida, como pode-se ver no “*Mass producer*” da Figura 10.

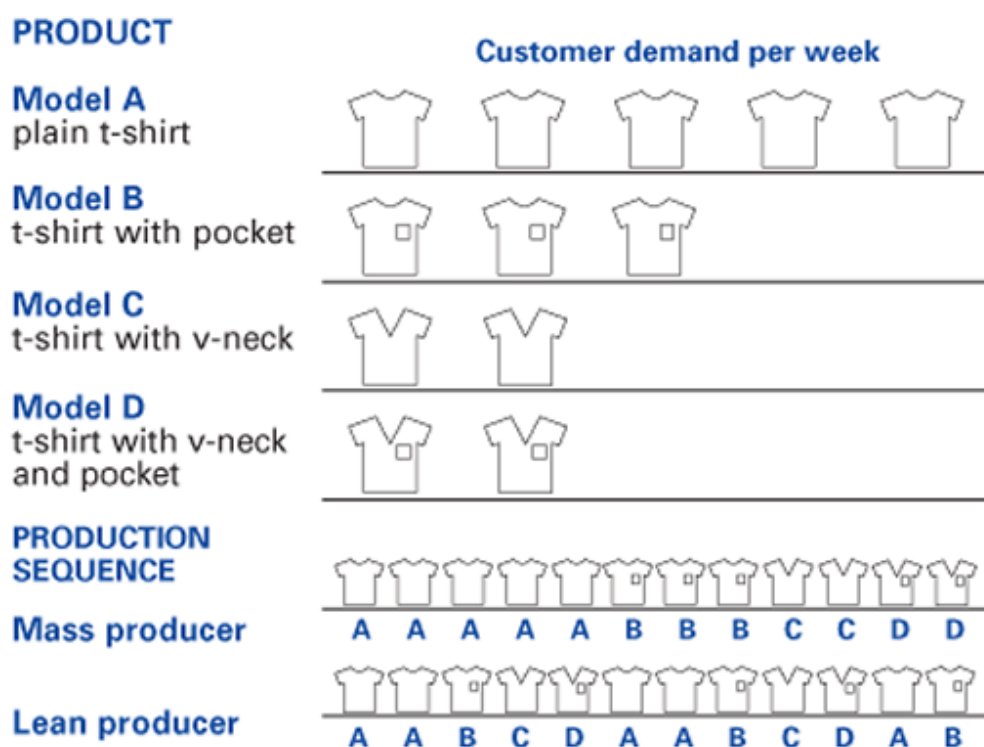


Figura 10 – Heijunka
Fonte: (Lean Enterprise Institute, 2019)

Dessa forma, a cada etapa são criados estoques intermediários, além de que caso haja um problema durante a produção dos primeiros produtos, possivelmente os últimos terão a produção afetada, podendo não ter se quer uma unidade do produto finalizada para ser entregue.

O *Heijunka* vem como um modelo que busca a flexibilização da produção, tendo como objetivo o exemplo enunciado como “*Lean producer*” da Figura 10. Neste caso, tem-se uma variedade de produtos durante o processo de manufatura, que permite a adequação caso haja alterações nas previsões/pedidos dos clientes, deixando o sistema produtivo mais preparado para possíveis variabilidades durante o processo.

2.7.2 Sistema *pull*

O sistema tradicional de produção, trabalha com o paradigma de previsões baseado no MRP (*Material requirement planning*). Esse tipo de planejamento resulta em produções nas quais estima-se a quantidade que será necessária para então realizar a manufatura e posteriormente armazená-la, aguardando a compra do cliente. Muitas vezes, as previsões falham, resultando em um capital empatado para a empresa. Esse é o chamado “Sistema empurrado”, ou do inglês, “*Push system*” (Pinto, 2009).

Se por um lado, como vertente do sistema de planejamento da produção MRP, temos o sistema *Push* que resulta em uma produção *Just in Case*, por outro, temos o “Sistema puxado”, em inglês “*Pull system*”, favorecendo a produção *Just in Time*.

A seguir, na Figura 11, tem-se a comparação dos sistemas de produção empurrada e puxada, com exemplificação da sistematização.

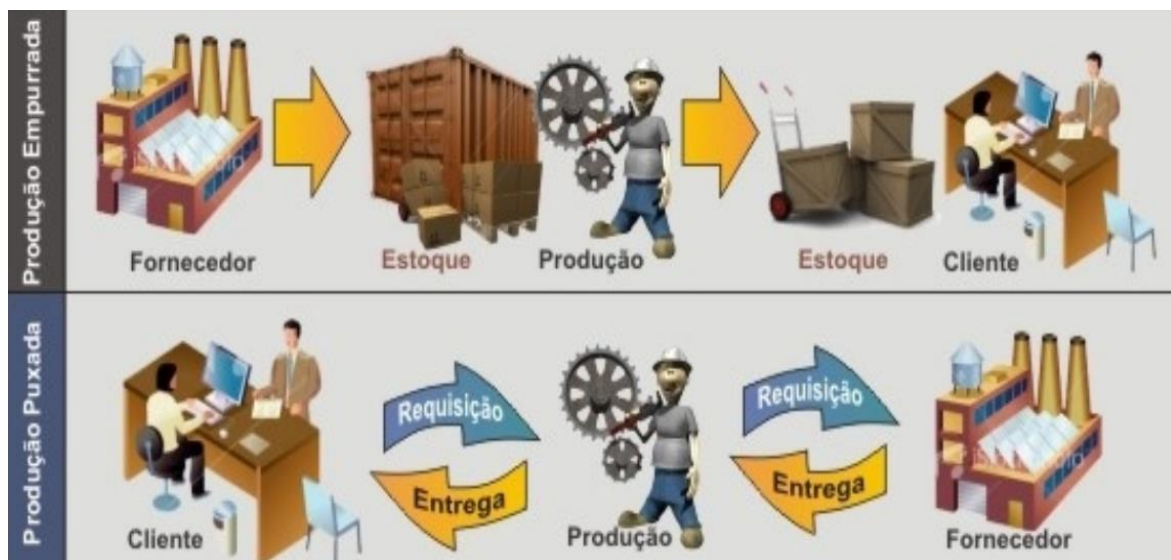


Figura 11 - Produção empurrada vs. produção puxada
Fonte: (Bezerra, 2019)

O sistema de produção puxada é coordenado de acordo com as solicitações do cliente, pois ele “puxa” a produção. No sistema empurrado tem-se basicamente o fluxo de material do fornecedor até o cliente. Por outro lado, no sistema puxado tem-se um fluxo de informação (preferencialmente coordenado pelo sistema *Kanban*), que vai desde o cliente até o fornecedor, alimentando os pedidos para fazer com que retorne um fluxo de produtos no sentido oposto, saindo do fornecedor e indo até o cliente (Womack, 1996).

O sucesso do JIT é relacionado a estabilização do sistema produtivo, contando com processos flexíveis e normalizados (Pinto, 2009). Desta forma é possível reduzir os estoques e desperdícios, eliminando custos extras do processo. Caminhando lado a lado com o desenvolvimento da padronização, acaba por tornar-se um processo de contínua melhoria, que favorece a produtividade fazendo com que a empresa consiga se tornar competitiva.

2.8 Kaizen

O conceito *Kaizen*, conforme ilustrado na Figura 12, tem o significado de “Melhoria Contínua”. Visando a melhoria continua dos processos, essa metodologia busca a perfeição, na qual cria-se valor eliminando toda e qualquer forma de desperdício (Melton, 2005).



Figura 12 – Kaizen
Fonte: (Kaizen, 1985)

O *Kaizen* baseia-se na ideia de que o bem mais valioso de uma organização são os seus colaboradores. Com isso, a melhoria continua é estruturada em três principais conceitos, enumerados a seguir conforme (Pires, 2016).

1. Estimular para que os colaboradores executem suas tarefas da melhor maneira possível, sempre pensando em evoluir no ambiente de trabalho.
2. Não repreender e punir quando as pessoas cometem erros, pois é através desses mesmos erros que se aprende;
3. Propor recompensas aos colaboradores que identificam problemas e sugerem soluções, promovendo assim um ambiente no qual se desenvolve o senso analítico;

A implementação do *Kaizen* é um processo demorado, pois trata-se de uma questão cultural, na qual é preciso estar presente no cotidiano da organização. Para isso, a melhor forma de transpassar essa cultura é através do exemplo. Desde a alta direção, até o *Gemba* (termo japonês utilizado para referir-se aos trabalhadores de chão de fábrica), precisam estar engajados na ideia de melhorar continuamente, para que se tenha sucesso (Pinto, 2009).

Apesar de dispendido de um longo período para a sua implementação, os ganhos são imensos. Uma das áreas na qual as recompensas são mais significativas é a área de qualidade, pois cada vez mais o processo tende a ser refinado, fazendo com que sejam identificadas e tratadas as causas de defeitos.

Independentemente da área, é importante que se faça o uso de indicadores para saber primeiramente onde está e posteriormente aonde se quer chegar, mensurando os ganhos de maneira que se tenha dados concretos para representar os ganhos do processo de melhoria.

2.8.1 PDCA

Durante o processo de desenvolvimento da melhoria contínua, a principal ferramenta utilizada é o PDCA. Trata-se de um ciclo a ser realizado de forma geral, seja para um novo projeto, problemas de qualidade, problemas em gerais que possam surgir no dia a dia, dentre outras aplicações. Esse ciclo possui 4 etapas que devem ser executadas sequencialmente, conforme na Figura 13.



Figura 13 – PDCA
Fonte: (Almeida, 2018)

A seguir, será explanado sobre cada uma das etapas conforme a literatura base presente em (Pinto, 2009).

1. P – *Plan*: Fase inicial do processo; nesta fase, identifica-se o problema a ser tratado, estudando seus fatos e dados, conferindo também os efeitos que são causados ao decorrer do processo. A seguir, define-se o plano de ação, relacionando todas as ações que serão realizadas elencando seus respectivos responsáveis; resumidamente, nesta fase é realizado todo o planejamento.
2. D – *Do*: Na segunda etapa executa-se todas as ações planejadas anteriormente. A boa execução dependerá de um planejamento bem feito.
3. C – *Check*: Após a execução, são feitas as verificações de como correu o processo. Faz-se apontamentos, atualiza-se indicadores e documenta-se todas as informações e dados adquiridos.
4. A – *Action*: Por último, realizam-se as conclusões sobre o processo como um todo. Caso não se tenha obtido sucesso, é verificado o ponto de falha para então realizar um novo planejamento e iniciar novamente o ciclo. Se por sua vez, obteve-se sucesso, padroniza-se o processo e identifica o próximo ponto de melhoria, para iniciar o próximo ciclo, garantindo assim a contínua melhoria.

Em resumo, o ciclo PDCA nada mais é que uma sequência de passos simples a executar. Um ciclo bem-sucedido depende de um bom planejamento e de uma equipe com pessoas que se sintam motivadas.

Mais uma vez, é importante frisar o valor de uma gestão envolvida e comprometida a promover a melhoria contínua, sendo que o primeiro passo, é a mudança do *mindset*, passando a enxergar os problemas como oportunidades de melhoria (Pinto, 2009).

3. Enquadramento organizacional

O presente capítulo trata de todo o processo de desenvolvimento do estudo. Nele é descrito sobre a estrutura hierárquica da empresa, com foco na equipe com participação ativa no caso estudado, assim como a parte procedimental de aquisição de dados, análise e tomada de decisão. Pode-se acompanhar também todo o processo de planeamento assim como cronograma e objetivos.

3.1 Hierarquia da empresa

A Mautomotive Portugal Unipessoal Lda. é uma empresa multinacional pertencente ao grupo Modulo, com sua matriz em Perugia, na Itália. Além da filial em Portugal, tem-se ainda uma na Polónia e outra na Rússia, resultando em um total de 4 plantas. A sua alta direção concentra-se na Itália, sendo representada em Portugal pela Ana Carvalho, na posição de *Plant Manager*.

O *Plant Manager* tem o papel principal de realizar uma ponte de informações e *follow ups* entre a planta de Portugal e Itália. Para que isso seja viabilizado, tem-se um corpo de gestão composto pelos diretores de áreas de modo que os tópicos relevantes relacionados às operações fabris cheguem até o *Plant Manager*, que posteriormente analisa e, se necessário, requer recursos à Itália.

Sendo assim, a gestão de Portugal é completa com as direções das áreas de Recursos Humanos e Financeiro, Administrativo e Contabilístico, Logística, Manutenção, Produção e Qualidade. Pode-se observar essa estrutura na Figura 14.

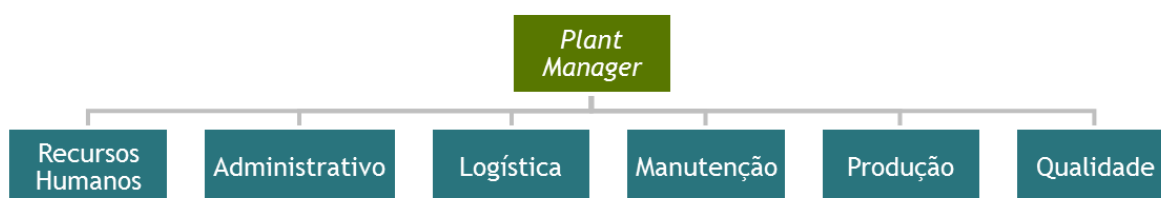


Figura 14 - Organograma da gestão da Mautomotive
Fonte: O autor

3.2 Estrutura do projeto

Um dos grandes problemas identificados no processo produtivo da empresa é justamente o demasiado tempo utilizado para realizar os processos de *setup*. Em alguns casos, esse procedimento chega a levar 1h30, o que é um tempo enorme de máquina parada.

Alguns fatores interferem para que isso ocorra, como por exemplo a falta de uma instrução padrão para os operadores, o que faz com que atualmente, cada processo de troca seja diferente, variando assim a quantia de tempo gasta para a sua conclusão.

Outro fator que deve ser levado em conta para a realização desse tipo de atividade, é o cuidado em que se tem que ter durante a troca de moldes, já que esses elementos em alguns casos chegam a pesar toneladas, o que requer atenção redobrada para que seja realizado o processo de forma segura.

Devido ao fato de que a empresa não dispõe de registros dos tempos de troca de ferramenta, o primeiro passo é realizar a aquisição desses dados. Dessa forma, considerando o curto período disponível para a realização do estudo, foi selecionada uma das dez prensas operantes na planta para ser o objeto de estudo.

A prensa escolhida foi a Gigante 315T, devido a sua vasta gama de produtos que estampa, e sua alta rotatividade de moldes, o que resulta em frequência de troca de ferramenta quase que diária. Atualmente, a máquina é operada por dois colaboradores a cada turno.

3.3 Seleção da equipe

Com ação direta na área da produção, foi necessário integrar uma equipe dentro do departamento, para desenvolver o trabalho, desde a medição dos tempos, análise das movimentações e tarefas, até o treinamento dos colaboradores para a implementação. Visto isso, a equipe integra um chefe de turno, dois operadores de máquina e um operador de empilhadeira, contando ainda com a disponibilidade auxiliar do diretor de produção, conforme relacionado na Figura 15.

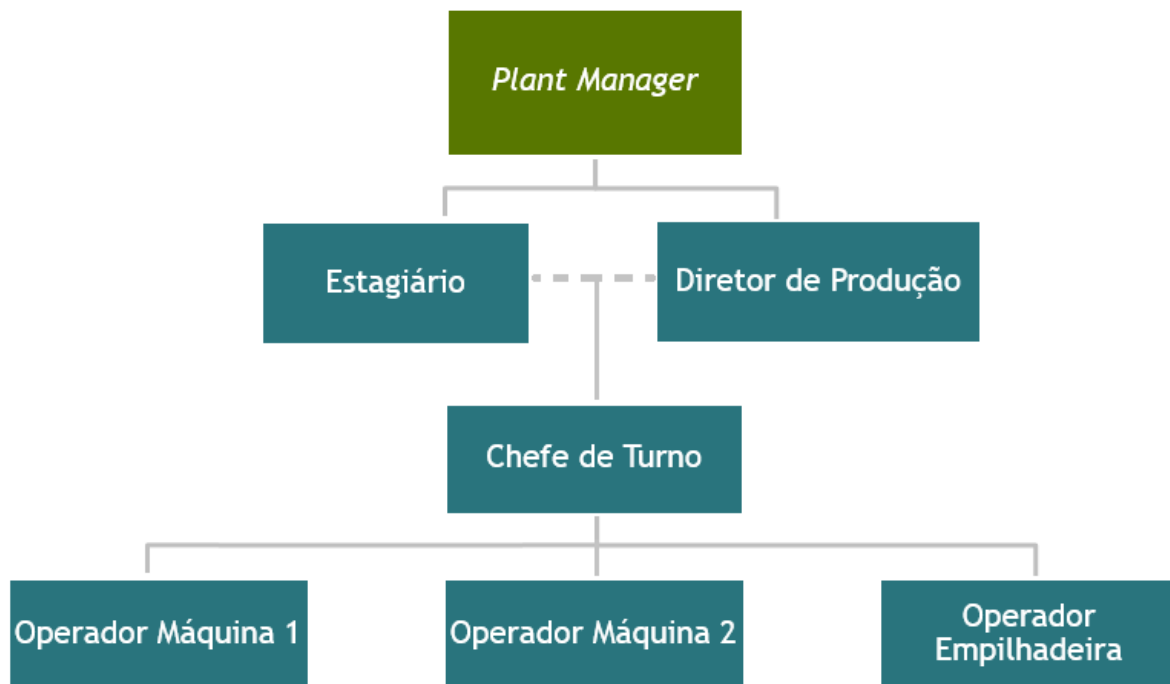


Figura 15 - Equipe do projeto piloto
Fonte: O autor

A função dos operadores geralmente restringe-se a operação de um equipamento em específico, podendo variar operando em outras máquinas semelhantes ou então realizando operações de suporte. O chefe de turno é quem precisa garantir o bom funcionamento das operações, dando suporte aos operadores; promove, por exemplo, o abastecimento de matéria prima na linha de produção. E por fim, o diretor de produção faz toda a gestão da equipe, gerindo os chefes de turnos e operadores. Para assuntos excepcionais, é feito o escalonamento para a *Plant Manager* sempre através do diretor de produção, seguindo a hierarquia.

3.4 Layout fabril

A planta da fábrica é subdividida em seções, de acordo com os setores, de acordo com a Figura 16. Na entrada principal fica o setor administrativo; logo a frente, tem-se o armazém de matéria prima e a área da manutenção; no pavilhão ao lado direito fica a qualidade, expedição, armazém de produtos acabados e armazém de moldes; por fim, no pavilhão esquerdo fica a área de produção.

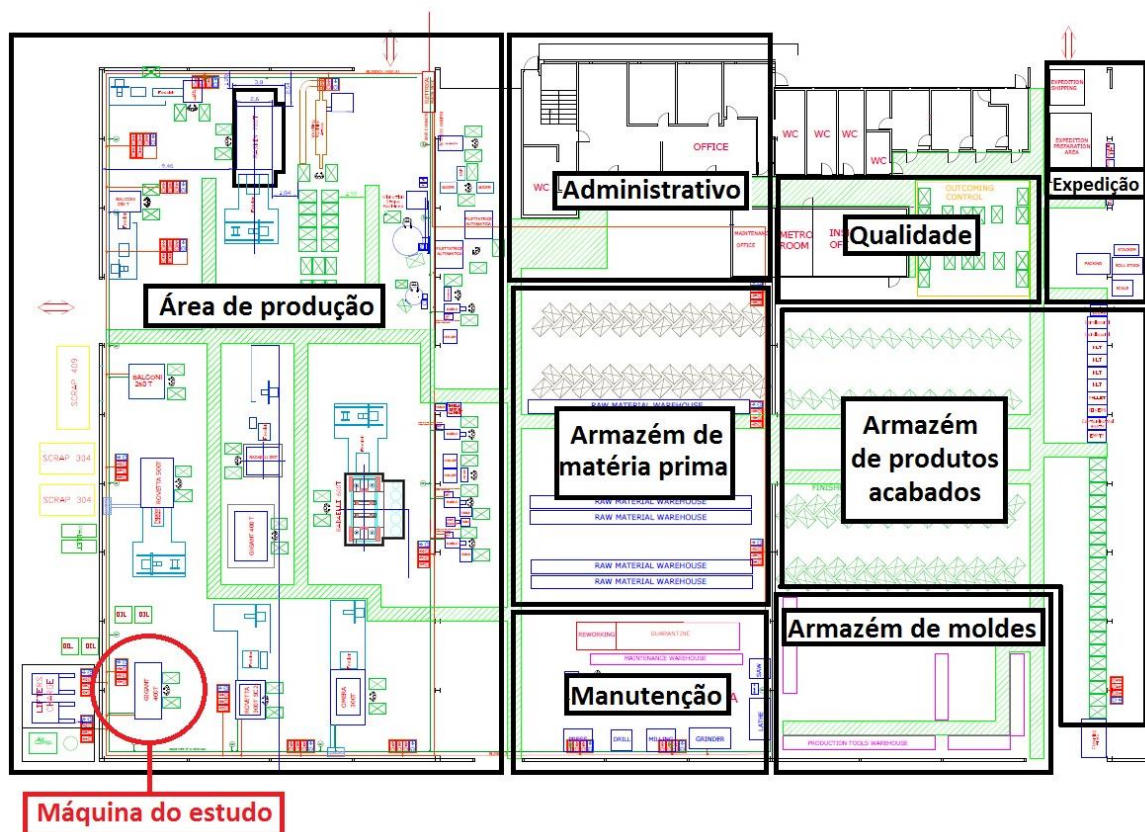


Figura 16 – Layout
Fonte: O autor

Na área da produção, os equipamentos ficam aglomerados conforme o seu tipo. As prensas de maiores capacidades ficam próximas em uma parte, na outra parte ficam as de menor capacidade junto com as lavadoras. Tem-se um corredor denominado o “Corredor da montagem”, no qual estão as apertadeiras, solda ponto e máquinas de roscagem.

Na Figura 16, observa-se no canto inferior esquerdo onde está localizada a Gigante 315T, máquina que, como já dito anteriormente, é o objeto de estudo do trabalho. É perceptível que há uma grande distância entre a Gigante 315T e o armazém de moldes, fator logístico que atualmente interfere consideravelmente nos *setups* realizados.

Por outro lado, o armazém de matérias primas está localizado no pavilhão ao lado da produção, o que favorece um rápido abastecimento da linha. No terceiro pavilhão tem-se posicionados em uma ordem lógica os produtos acabados, setor da qualidade e expedição, de modo que os produtos acabados possam passar pela inspeção final, serem embalados nos devidos contentores e por final serem despachados, já próximos ao portão de saída da fábrica.

4. Aplicação do SMED

4.1 Medição dos tempos

Devido ao fato de que a empresa não possui um registro dos tempos demandados para as trocas de ferramentas, como primeiro passo, foi necessário fazer a coleta desses dados. Durante um mês foi feito o acompanhamento dos processos de *setup*, e medidos os tempos ao decorrer de diversas trocas de diferentes moldes.

Um ponto crucial desse processo é não só a medição apropriada dos tempos, mas também o detalhamento completo das atividades. Com isso, tem-se uma designação da atividade para cada tempo demandado, de modo que posteriormente, seja possível fazer um agrupamento em categorias, facilitando a análise.

Como modelo padrão, foram relacionadas as atividades atualmente participantes do processo de troca de ferramenta de modo que dessa forma, essa lista fosse utilizada durante as medições para proporcionar uma aquisição de dados mais consistente. Observa-se abaixo as principais tarefas divididas em dois grupos, no qual um é o grupo das atividades realizadas pelos operadores da máquina e o outro refere-se a atividades realizadas pelo suporte da produção (chefe de turno e operador de empilhadeira).

Tabela 3 – Roteiro das medições
Fonte: O autor

Atividades realizadas pelo(s) operador(es):	Tempo (s)
Comunicar paragem	
Anotações na ficha de produção	
Descer a máquina	
Buscar ferramenta	
Desapertar o molde	
Subir a prensa	
Limpar o equipamento	
Apertar o novo molde	
Deslocar-se para descartar os resíduos	
Realizar setup	
Produzir a primeira amostra	
Validação e anotações	
Organizar posto de trabalho	
Produzir a primeira peça OK	
Atividades realizadas pelo apoio da produção	
Retirar molde antigo	
Armazenar molde antigo no estoque e trazer o novo	
Posicionar o novo molde na prensa	
Posicionar contentor para as novas peças produzidas	
Posicionar contentor de matéria prima	

Essas atividades encontram-se agrupadas de acordo com os responsáveis pela realização. Eventualmente, algumas delas são executadas em paralelo, ou seja, ao mesmo tempo que uma parte da equipe trabalha em uma tarefa, a outra parte já realiza uma etapa diferente do processo, a fim de aproveitar melhor o recurso de mão de obra e reduzir o tempo necessário para realizar a troca de ferramenta.

Por outro lado, há atividades que necessitam cuidado redobrado durante a execução e, portanto, é preferível que sejam executadas isoladamente, como por exemplo a movimentação dos contentores e moldes utilizando a empilhadeira. Em alguns casos, há moldes e contentores que pesam toneladas, sendo assim altamente levado em consideração o risco de ocorrer acidentes durante o processo, como por exemplo esmagamentos.

Um ponto sempre supervisionado e cobrado durante a execução dessas tarefas, é a utilização de equipamentos de segurança individual e equipamentos de segurança coletiva, popularmente conhecidos como EPI e EPC, respectivamente. É extremamente importante o contínuo controle sobre o seguimento das normas de segurança da empresa, para que durante o estudo não ocorra imprevistos indesejados prejudicando as partes envolvidas.

Durante o processo de integração da empresa, é aplicado um treinamento específico de segurança, orientando os colaboradores de modo possam estar dentro do ambiente de produção seguros e protegidos com relações a acidentes de trabalho. A empresa possui também uma política de treinamento de primeiros socorros, e *kits* para pronto atendimento em caso de ocorrer algum tipo de acidente nas instalações. Dessa forma, com as devidas orientações de saúde e segurança, foi possível iniciar o processo das medições de tempo.

Devido ao fato de que a duração do estágio conta com apenas 54 dias úteis de trabalho na empresa, foram reservados para as medições por volta de 1/3 do tempo total. Portanto, durante 20 dias de trabalho acompanhou-se os processos de troca de ferramenta na Gigant 315T, realizando as medições dos tempos.

Para fins de aquisição de dados, foram realizados registros diários nos quais eram detalhados cada passo do procedimento, com a designação de quem realizou a atividade e quanto tempo durou. Atividades realizadas em paralelo também foram distinguidas, como por exemplo a limpeza da prensa sendo realizada enquanto o apoio da produção armazena o molde antigo. Evidenciou-se também a presença de atividades que possuem interdependência entre elas, ou seja, só podem ser iniciadas quando a anterior se encontra concluída, como por exemplo o aperto do molde após o molde ter sido posicionado na prensa.

Com a finalidade de apresentar um apanhado geral sobre as medições realizadas durante os 20 dias, foi confeccionada a Tabela 4, na qual contém: a data da medição; o tempo total registrado referente a troca de ferramenta ocorrida no dia; a média dos tempos totais; e a variação do tempo do dia com relação ao tempo médio.

Tabela 4 - Registro das medições

Fonte: O autor

Data da medição	Tempo total de troca de ferramenta registrado (min)	Variação do tempo total no dia com relação ao tempo médio
15/04/2019	27	-4%
16/04/2019	29	4%
17/04/2019	28	0%
18/04/2019	24	-14%
22/04/2019	26	-7%
23/04/2019	27	-4%
24/04/2019	26	-7%
26/04/2019	28	0%
29/04/2019	30	7%
30/04/2019	28	0%
02/05/2019	28	0%
03/05/2019	27	-4%
06/05/2019	25	-11%
07/05/2019	28	0%
08/05/2019	30	7%
09/05/2019	32	14%
10/05/2019	29	4%
13/05/2019	31	11%
14/05/2019	28	0%
15/05/2019	29	4%
Tempo médio	28	Máxima variação: +/- 14%

Como pode-se observar, tem-se que o tempo médio demandado para a realização da troca de ferramenta na Gigant 315T é de 28 minutos. Neste momento, temos o objetivo a ser alcançado de 14 minutos, visto que se almeja uma redução de no mínimo de 50%. Por se tratar de um processo complexo, a variação de 14% identificada durante o processo pode ser considerada plausível, visto que para essa máquina em específico, não foram identificados pontos de medição anormais.

A segunda compilação de dados a ser considerada durante o desenvolvimento trata-se do registro dos tempos médios de todas as atividades padrão realizadas durante a troca de ferramenta. Para isso, foi organizada uma sequência padrão das tarefas conforme as observações realizadas, atribuindo os tempos médios registrados. Como resultado configurou-se um gráfico temporal, conforme mostrado na Figura 17, no qual é ilustrado as tarefas seguindo uma cronologia.

As barras preenchidas com a cor azul referem-se as tarefas realizadas pelo(s) operador(es) da máquina, enquanto as barras em amarelo, representam as tarefas executadas pelos integrantes do apoio da produção. O registro de tempo se inicia quando é concluída a produção da última peça conforme (peça OK) da referência antiga, e posteriormente é findado quando é concluída a produção da primeira peça conforme da nova referência.

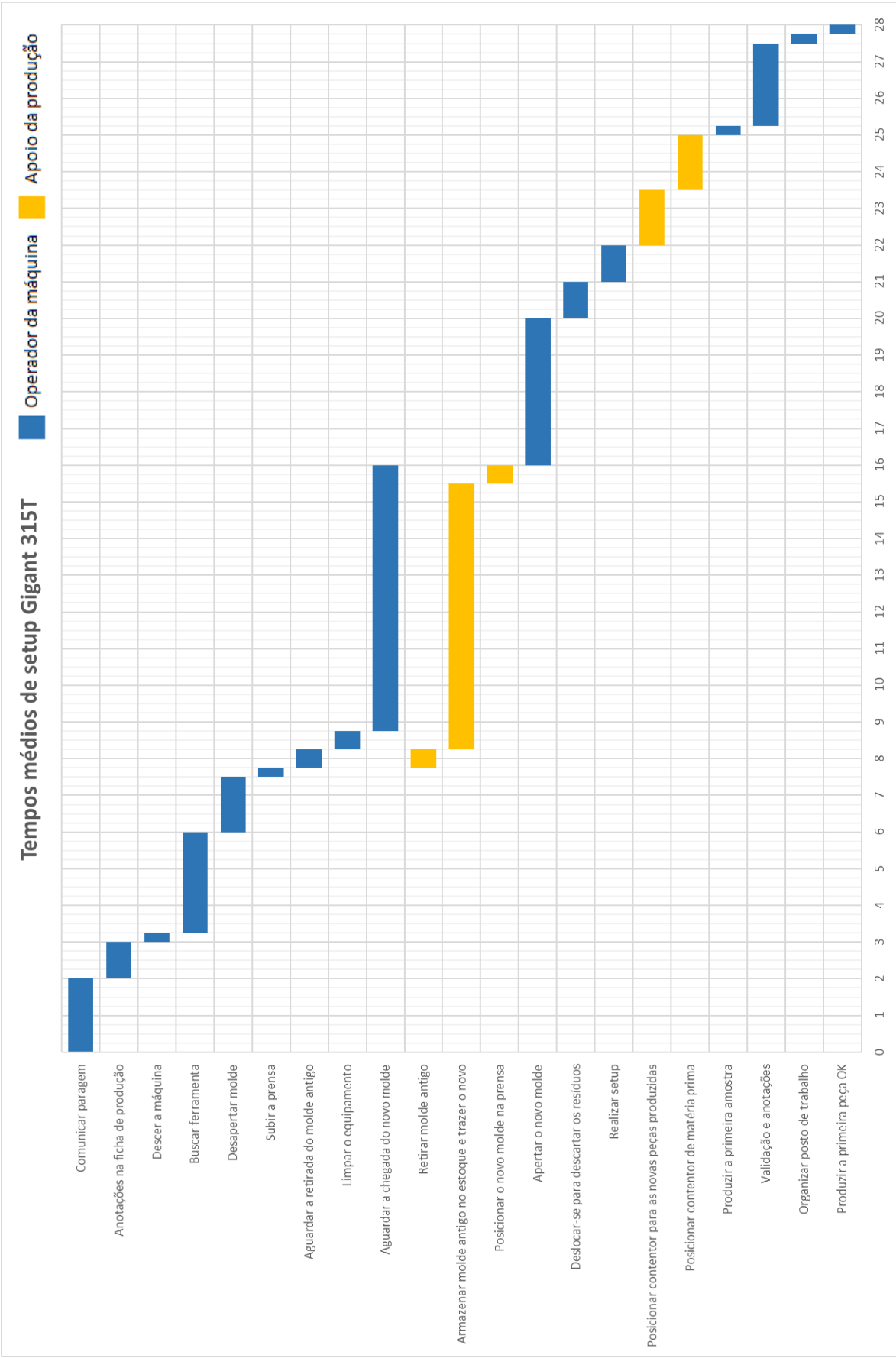


Figura 17 - Medição dos tempos
Fonte: O autor

Tem-se então concluída a primeira etapa da metodologia SMED, na qual foi feita a aquisição de dados necessários para o estudo do projeto piloto. É a partir desses registros que se desenvolve todo o trabalho, por isso é importante a dedicação de tempo e atenção para essa parte. Todo esse detalhamento de atividades juntamente com a captação dos tempos, promovem o sequenciamento do estudo a fim de identificar os possíveis pontos de melhorias para a otimização do processo de troca de ferramenta.

4.2 Identificação e exclusão de processos desnecessários

Entende-se por processos desnecessários, as atividades que não agregam valor ao produto final. São os chamados desperdícios de processo, que podem estar presentes de várias formas dentro do meio produtivo, conforme abordado na seção 2.3.

Tem-se como objetivo durante a etapa corrente, identificar dentre as atividades atualmente realizadas, quais se tratam de desperdícios de processo, para que na sequência, sejam tomadas ações a fim de eliminá-las. Com isso, a somatória dos tempos dessas atividades transforma-se em uma redução direta de tempo de máquina parada.

Após a análise da listagem de tarefas presentes na Figura 17, com a finalidade de identificar e promover a exclusão de possíveis processos desnecessários presentes atualmente durante o processo, foram identificadas 3 atividades que se enquadram nesse contexto. A seguir, encontra-se os três tópicos referidos:

1. Comunicar paragem – Atividade realizada pelo operador da prensa. Assim que o volume de produção é atingido, o operador para o processo de produção e vai ter com o chefe de turno para comunicar a paragem. Após feita a comunicação, o operador retorna ao posto de trabalho e então inicia as atividades de troca de molde.
2. Buscar ferramenta – Durante o processo de troca de ferramenta, antes de iniciar o desaperto do molde, o operador desloca-se pela fábrica em busca da chave necessária para realizar a atividade. Assim que a encontra, retorna ao posto de trabalho e então é dada a continuidade ao processo.
3. Deslocar-se para descartar resíduos – Uma das atividades realizadas durante a troca do molde é a limpeza do equipamento. Essa limpeza é realizada com papéis que absorvem os fluidos de lubrificação. Ao decorrer dessa tarefa, acumulam-se resíduos de papéis com óleo que precisam ser jogados no contentor de resíduos. Este contentor não está localizado próximo à prensa, o que promove um tempo desprendido no qual o operador necessita deslocar-se para realizar esse descarte.

Os desperdícios identificados no processo estudado são referentes a movimentações desnecessárias. Conforme apontado pela literatura base, esse tipo trata-se de uma das formas mais comuns presentes no meio produtivo. Muitas vezes ocorre de maneira que pareça ser uma etapa pertinente ao processo, o que dificulta sua identificação e, conseqüentemente, o seu devido tratamento, para que então seja eliminado.

A seguir, na Tabela 5, encontra-se a listagem das atividades atuais com os respectivos tempos demandados para a sua realização. Na coluna “Tempo (s)”, é contabilizada a contagem dos tempos referentes às atividades pertinentes ao processo, enquanto que na coluna “Redução (s)”, está a contagem dos tempos referentes às atividades desnecessárias identificadas.

As células destacadas em cinza referem-se a atividades realizadas com o auxílio do apoio da produção e/ou chefe de turno, enquanto as células com fundo branco, referem-se as atividades realizadas pelo (s) operador (es).

Tabela 5 - Identificação de tempos ociosos
Fonte: O autor

Atividades realizadas pelo(s) operador(es)	Tempo (s)	Redução (s)
Comunicar paragem		120
Anotações na ficha de produção	60	
Descer a máquina	15	
Buscar ferramenta		165
Desapertar o molde	90	
Subir a prensa	15	
Limpar o equipamento	30	
Retirar molde antigo	30	
Armazenar molde antigo no estoque e trazer o novo	405	
Posicionar o novo molde na prensa	30	
Apertar o novo molde	240	
Deslocar-se para descartar os resíduos		60
Realizar setup	60	
Posicionar contentor para as novas peças produzidas	90	
Posicionar contentor de matéria prima	90	
Produzir a primeira amostra	15	
Validação e anotações	135	
Organizar posto de trabalho	15	
Produzir primeira peça OK	15	
Total	1335	345
Total	22min15s	5min45s

Observa-se de primeiro momento que é possível realizar uma redução de 5 minutos e 45 segundos apenas com a eliminação dessas atividades desnecessárias, resultando em 20,5% a menos do montante total. Com isso, tem-se o tempo de troca de ferramenta sendo reduzido de 28 minutos para 22 minutos e 15 segundos.

Para que o ganho seja efetivo, é necessário implementar ações a fim de combater a causa desses tempos adicionais. Tem-se então 3 atividades que necessitam de uma proposta de correção. Observa-se na Tabela 6 a relação dessas atividades e suas respectivas medidas para eliminação.

Tabela 6 - Plano de ação para eliminação de atividades desnecessárias
Fonte: O autor

Atividade	Ação
1. Comunicar paragem	1. Chefe de turno realizar verificação periódica sobre o <i>status</i> da produção, de forma que identifique quando precisa ser realizada a troca de molde
2. Buscar ferramenta	2. Ferramenta necessária para a realização da troca ser posicionada ao lado da prensa junto ao molde da nova referência a ser produzida
3. Deslocar-se para descartar os resíduos	3. Posicionar um contentor de resíduos no posto de trabalho

Para a implementação da ação enumerada como 1, será necessário treinamento com o chefe de turno para que a constante verificação sobre o *status* da produção comece a fazer parte de sua rotina. Para a ação 2, o treinamento será com a equipe do apoio da produção, sendo que serão orientados a posicionar sempre a ferramenta para a troca junto ao molde da nova referência. Já para a ação 3, será solicitado à equipe de Segurança e Higiene da fábrica a colocação de um contentor de resíduos contaminados junto à prensa.

4.3 Classificação das atividades

Com mais uma etapa da metodologia SMED concluída, pretende-se agora realizar a classificação das atividades, diferenciando-as entre internas e externas. Como já visto na Revisão Bibliográfica, atividades externas tratam-se de procedimentos que podem ser realizados com o equipamento ainda em funcionamento, enquanto que as atividades internas, são aquelas que necessitam que o equipamento esteja parado para a sua realização.

Atualmente todas as atividades são elencadas como atividades internas, devido ao fato de que só é dado o início aos procedimentos pertinentes ao processo de troca de ferramenta, após a parada da máquina. Desta forma busca-se identificar, dentro das atuais atividades, quais podem ser realizadas de maneira externa.

O intuito dessa etapa é fazer com que os recursos disponíveis sejam aproveitados da maneira mais eficiente possível. Sendo assim, visa-se prioritariamente a extensão do tempo em que a máquina está disponível para produzir, enquanto o apoio da produção possa dar o devido suporte realizando as atividades externas ao processo.

A seguir, observa-se na Tabela 7 a divisão feita entre as atividades internas e externas ao processo. Nota-se que durante a listagem, já foram removidos os itens tratados na seção anterior. Pretende-se então continuar com a redução dos tempos de forma sequencial, etapa a etapa, para que facilite a compreensão e a organização das ideias. As cores das células seguem o mesmo padrão referenciado na Tabela 5.

Tabela 7 - Divisão entre atividades internas e externas

Fonte: O autor

Atividades realizadas pelo(s) operador(es)	Tempo (s)	Atividades internas	Atividades externas	Redução (s)
Anotações na ficha de produção	60	X		
Descer a máquina	15	X		
Desapertar o molde	90	X		
Subir a prensa	15	X		
Limpar o equipamento	30	X		
Retirar molde antigo	30	X		
Armazenar molde antigo no estoque e buscar o novo			X	405
Posicionar o novo molde na máquina	30	X		
Apertar o novo molde	240	X		
Realizar setup	60	X		
Posicionar contentor para as novas peças produzidas			X	90
Posicionar contentor de matéria prima			X	90
Produzir a primeira amostra	15	X		
Validação e anotações	135	X		
Organizar posto de trabalho	15	X		
Produzir primeira peça	15	X		
Total	750			585
Total	12min30s			9min45s

Após a análise das atividades seguida da devida classificação, conforme ilustrado pela Tabela 7, foram identificadas três principais atividades que atualmente são realizadas enquanto a máquina está parada, mas que podem ser convertidas e passar a serem realizadas ainda com a prensa em produção. Essas atividades são:

1. Armazenar molde antigo no estoque e buscar o novo – Essa atividade atualmente é realizada após a retirada do molde antigo da prensa. Ou seja, o molde é retirado, levado até o estoque de moldes e armazenado. Na sequência, o integrante da equipe de apoio da produção localiza o molde da nova referência no estoque, e o leva à prensa para que seja dada continuidade ao processo. Através da Figura 16 – Layout, pode-se observar que a Gigant 315T fica em um extremo da fábrica, e o armazém dos moldes no outro. No total, o empilhadorista tem que percorrer um trajeto de aproximadamente 220 metros durante esse deslocamento, fator que influencia no tempo elevado demandado por essa atividade. Além disso, atualmente o estoque dos moldes encontra-se desorganizado, o que faz com que o colaborador gaste muito tempo na procura do novo molde a ser utilizado. Para os devidos efeitos, nessa seção é abordada apenas a transformação dessa atividade de interna para externa. No capítulo 5, será tratado o problema referente à desorganização atual do estoque de moldes, o que possui uma grande parcela de contribuição para o demasiado tempo despendido durante a realização dessa tarefa.

2. Posicionar contentor para as novas peças produzidas – Após retirar o contentor antigo e armazená-lo no estoque, o empilhadorista necessita posicionar o novo contentor vazio no qual serão colocadas as peças produzidas da nova referência. Atualmente essa atividade inicia-se na mesma altura em que o operador da prensa está terminando de realizar o *setup*.
3. Posicionar contentor de matéria prima – Por fim, quando se finda o posicionamento do contentor vazio, o empilhadorista inicia o processo de posicionamento do contentor contendo a matéria prima necessária para a produção da nova referência.

Como pode-se observar, tratam-se de atividades exclusivas da equipe de apoio da produção, na qual consome o recurso de um colaborador e uma empilhadeira. Por não terem um envolvimento direto com a funcionalidade prensa, são classificadas como processos passivos de serem realizados externamente, não necessitando da máquina parada.

Da maneira como o processo é realizado atualmente, essas atividades causam a relação de interdependência com as suas atividades sucessoras, ou seja, para que a atividade seguinte comece, a anterior necessita ser findada. Tal fato faz com que haja momentos em que o operador da prensa é impossibilitado de dar continuidade as atividades dele.

Dessa forma, visando a redução desses tempos demandados, necessita-se novamente de uma implementação de ações que transformem esses procedimentos de internos para externos, tornando o ganho de tempo consolidado. Para isso, foram reunidas as medidas necessárias a serem tomadas e listadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Plano de ação para transformação de atividades internas para externas
Fonte: O autor

Atividade	Ação
1. Armazenar molde antigo no estoque e buscar o novo	Antes do início do processo de troca, posicionar o molde da nova referência ao lado da prensa; Após o novo molde estar posicionado na máquina, ir até o estoque e armazenar o molde antigo
2. Posicionar contentor para as novas peças produzidas	Realizar atividade previamente ou em paralelo com outras atividades durante a troca do molde
3. Posicionar contentor de matéria prima	Realizar atividade previamente ou em paralelo com outras atividades durante a troca do molde

Para a implementação das três ações apresentadas, será necessário treinamento aplicar um treinamento a equipe de apoio da produção juntamente com o chefe de turno, tendo como principal objetivo delegar as tarefas que cada um necessita realizar durante o processo. O apoio da produção é responsável pela

operacionalização do processo; já o chefe de turno, por sua vez, é responsável por garantir o bom andamento das atividades, fiscalizando e orientando a sua equipe.

Cada nova etapa da metodologia SMED que é aplicada, resulta em reduções de tempos, caminhando para o objetivo do projeto. Por outro lado, aumenta gradualmente o nível de exigência a nível de gestão. Portanto, é esperado que o planejamento demande a maior parte do tempo, para que posteriormente se obtenha o sucesso desejado nas ações.

Com a execução dessa etapa, tem-se a divisão entre atividades internas e externas ao processo. Dessa forma, menos atividades serão realizadas com máquina parada, o que representa uma expectativa de redução de tempo durante a troca de ferramenta de 9 minutos e 45 segundos, correspondendo a, aproximadamente, 35% do montante total de 28 minutos.

Quando realizada a contabilização das reduções referentes ao planejamento de ações até o momento, temos um total de 15 minutos e 30 segundos de máquina parada. Esse valor é bastante expressivo, pois já ultrapassa o objetivo de 50%, chegando a marca de 55%. Isso representa que o tempo total necessário para a realização do processo, passa de 28 minutos para 12 minutos e 30 segundos.

4.4 Gestão das atividades

O desafio de gerir uma equipe de forma eficiente está relacionado ao aproveitamento máximo dos recursos disponíveis. Quando se trabalha com pessoas, é importante fornecer o devido suporte para que as atividades sejam executadas da maneira esperada. Um gestor deve estar sempre acompanhando de perto a sua equipe, mostrando-se acessível para auxiliá-la, criando assim uma relação de reciprocidade.

Além disso, é de extrema importância que sejam passadas as devidas orientações para os colaboradores, como por exemplo informações a critério de segurança e também instruções de trabalho. A presença de um modelo a ser seguido favorece a padronização na execução dos procedimentos, que por sua vez contribui para que haja uma normalidade nos resultados, estabilizando os processos e agregando uma maior confiabilidade às produções.

Desta maneira, a presente seção tem o objetivo de tratar sobre a gestão de equipe no sentido de organização das atividades, e também na gestão de processos, com o foco na padronização. Inicia-se com uma análise do cenário atual, com base nas observações feitas no meio de produção, e posteriormente propõe-se ações que possam agir nas oportunidades de melhoria.

4.4.1 Organização das atividades

Durante o período de observação, notou-se que em algumas trocas as atividades eram realizadas em momentos diferentes do usual. Por exemplo, a tarefa de “Anotações na ficha de produção” que geralmente é realizada no início, em algumas situações foi realizado enquanto o empilhadorista realizava a troca dos moldes na prensa. Neste caso, teve-se a presença de atividades paralelas.

Quando duas atividades são paralelas, significa que elas podem ser executadas simultaneamente. Quando se tem uma equipe para executar um procedimento, é importante identificar esse tipo de atividade, para que durante a maior parte do tempo os colaboradores estejam ocupados trabalhando.

A utilização desta técnica, permite um ganho de eficiência durante o procedimento, visto que favorece a melhor utilização da mão de obra. Em alguns casos, quando se reorganiza os processos, pode ser verificado que a quantidade que se utiliza de recurso é mais do que o necessário, permitindo assim com que seja realizada a realocação do mesmo.

Para a melhor verificação do estado atual do processo, confeccionou-se um diagrama temporal, já com a atualização das melhorias implementadas durante as seções anteriores, no qual é possível observar quais atividades são realizadas em paralelo entre o operador da prensa e o apoio da produção.

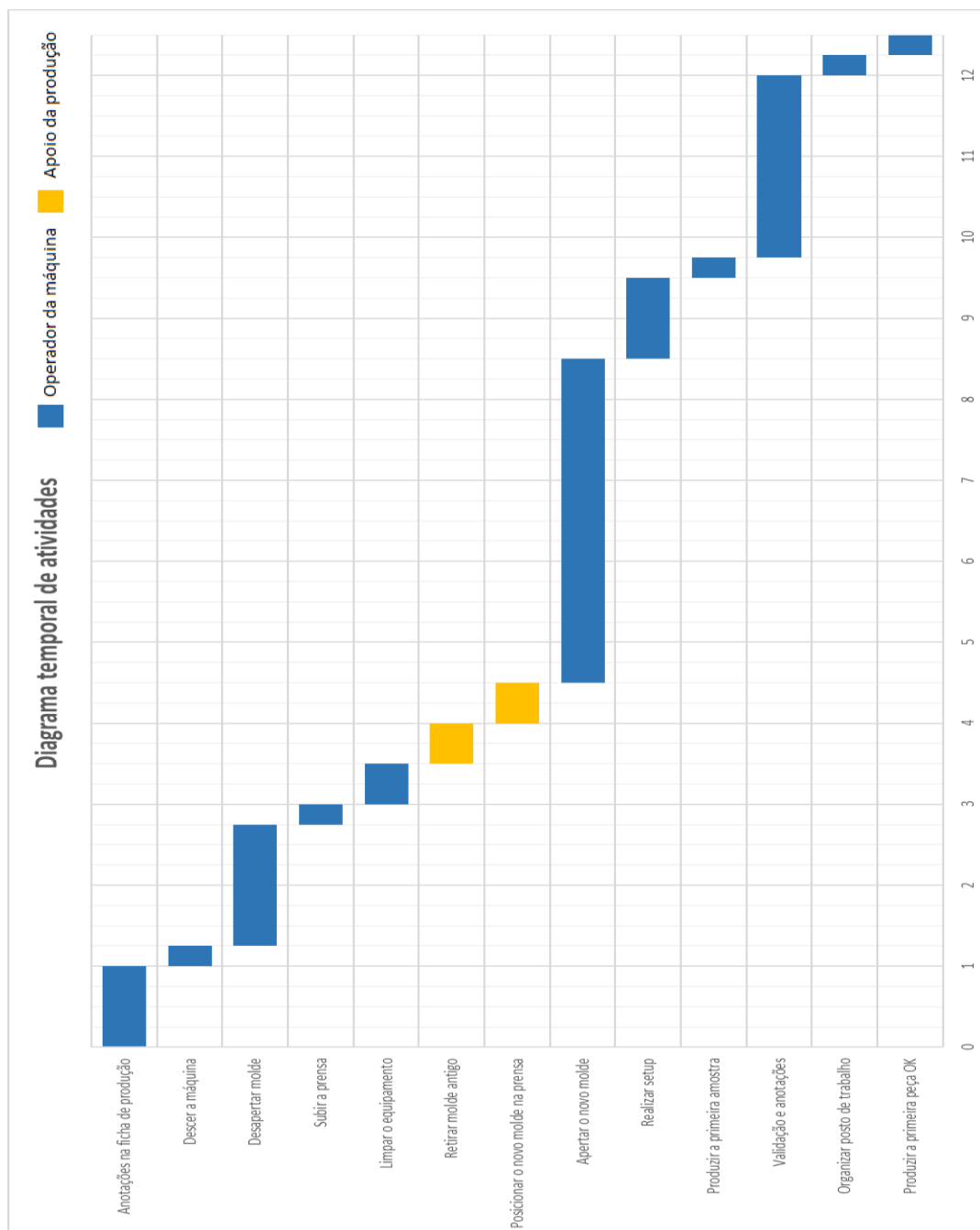


Figura 18 - Diagrama temporal de atividades
Fonte: O autor

Novamente, as barras em azul referem-se às atividades realizadas pelo operador, enquanto as em amarelo, às atividades realizadas pelo apoio da produção. Percebe-se que durante o processo, apesar de a equipe de apoio estar disponível o tempo todo, só é utilizado durante 1 minuto, enquanto realiza a retirada do molde antigo e o posicionamento do molde novo.

Isso demonstra que todas as outras atividades de movimentação dos contentores de peças e de matéria prima, como também o armazenamento do molde antigo no estoque, estão sendo executadas durante o período anterior ou logo após o processo de troca. Se por um lado, o tempo de máquina parada foi reduzido, por outro expandiu-se o tempo em que o apoio da produção necessita estar disponível para fornecer suporte.

Dessa forma, é interessante que a maior quantidade possível de atividades seja compilada dentro do menor espaço de tempo, fazendo assim com que seja reduzido não só o tempo de máquina parada, como também o tempo necessário que a equipe tem que estar disponível para o processo.

Conforme visto anteriormente, algumas tarefas necessitam ser realizadas antes da paragem para que posteriormente, o tempo da troca seja reduzido. Portanto, o posicionamento prévio próximo à prensa do novo molde, do contentor de peças vazio e do contentor de matéria prima, mantém-se como atividade para realizar antes do início do processo.

Após uma análise, verificou-se duas atividades que são realizadas externamente ao período de parada, que poderiam ser realizadas durante a troca de ferramenta pelo apoio da produção. Com isso torna-se a utilização dos recursos mais eficiente, com a equipe, trabalhando de maneira sincronizada. Verifica-se abaixo as atividades referidas.

1. Retirar contentor com peças – Atualmente, quando o processo está prestes a acabar o contentor cheio é retirado. O problema é que logo em seguida ocorre a paragem, momento no qual o empilhadorista ainda está no estoque armazenando o contentor cheio. Isso faz com que no começo do processo ele não esteja disponível, portanto essa atividade será realocada para que a situação seja revertida.
2. Liberar área para empilhadeira – Trata-se de outra atividade que se realiza anteriormente a parada do processo. Essa etapa precede a retirada do contentor com as peças, e também será realocada para que seja realizada durante a paragem, nos tempos livres do time de apoio da produção.

Com esse último ajuste, referente as tarefas que serão realizadas durante a troca de ferramenta, já é possível criar um roteiro que servirá como instrução de trabalho para o treinamento da equipe. O intuito é de disponibilizar um passo a passo para os colaboradores, de modo que facilite a compreensão do processo como um todo, visualizando em quais momentos devem ser realizadas as etapas correspondentes.

Como resultado, tem-se o roteiro de atividades presente na Figura 19. Nele é possível observar as atividades a serem realizadas pelo operador da prensa, no centro-esquerdo, e as atividades de responsabilidade do apoio de produção, no centro-direito. Além dessas informações, foram dispostas

linhas contendo os tempos nas laterais, para compreender em quais momentos estão sendo realizadas as etapas. A disposição lado a lado dos dois grupos de atividades promove a visualização do sincronismo das tarefas enquanto estão sendo executadas simultaneamente.

Tempo (min)	Atividades realizadas pelo operador da prensa	Atividades realizadas pelo apoio da produção	Tempo (min)
01:00	Descer a máquina	Retirar contentor com peças	01:00
	Desapertar molde		
02:00	Subir a máquina	Liberar área para empilhadeira	02:00
	Anotações de produção		
03:00	Limpar o equipamento	Retirar molde antigo	03:00
	Posicionar molde novo		
04:00	Descer a máquina	Posicionar contentor	04:00
05:00		Armazenar molde antigo	05:00
06:00			06:00
07:00	Apertar novo molde		07:00
08:00			08:00
09:00	Realizar setup		09:00
	Produzir primeira amostra		
10:00			10:00
	Verificações de qualidade		
11:00	Anotações de produção		11:00
12:00	Organizar posto de trabalho		12:00
	Produzir primeira peça OK		
13:00			13:00

Figura 19 - Roteiro de atividades

Fonte: O autor

Percebe-se que o tempo total de execução do processo mantém-se em 12 minutos e 30 segundos, conforme alcançado na seção anterior. Isso se deve ao fato de que neste momento, o trabalho está voltado a organização de atividades e gestão da equipe. Apesar de terem sido adicionados 7 minutos de atividades a serem realizadas com o equipamento parado, o tempo total do processo não sofre interferência pois as tarefas extras foram alocadas em paralelo com as já existentes.

Isso significa que houve uma redução de 7 minutos do tempo necessário de disponibilidade da equipe de apoio da produção. Tempo esse que anteriormente era gasto externamente ao processo, e atualmente está posicionado nos tempos internos livres.

Finaliza-se então a organização dos processos internos à troca de ferramenta. O planejamento das atividades encontra-se feito possibilitando a sequência no processo. Espera-se que ao seguir esse roteiro seja possível a realização das tarefas dentro dos tempos indicados, fazendo assim com que a redução de 55% seja consolidada.

4.4.2 Padronização do procedimento

Após a devida organização dos elementos internos ao processo na subseção anterior, pretende-se agora padronizar o procedimento de troca de ferramenta como um todo. Para isso, é necessário primeiramente dedicar uma atenção especial aos elementos externos, para que então juntamente com o trabalho já realizado, seja confeccionado um modelo de implementação para o projeto piloto.

No geral, atividades a serem realizadas pelos operadores devem ser especificadas de forma simples e de fácil entendimento. O intuito é de que não haja dúvidas sobre o que deve ser feito e como deve ser feito. Quando as informações são passadas de forma clara e coesa, utilizando sempre uma linguagem considerada acessível, a equipe se sente apta e segura para a realização dos procedimentos de maneira apropriada.

Dessa forma, é de extrema importância que durante a etapa de treinamento, a equipe seja bem orientada. Durante essa fase, o comprometimento da alta direção faz toda a diferença. Para o projeto em questão, desde o início buscou-se o alinhamento com o diretor de produção, para que fosse dado o apoio em momentos nos quais surgissem a necessidade de recursos extras para a execução das atividades, como por exemplo a disponibilidade para criação de um plano de padronização de troca de ferramenta, seguidamente de seu teste e validações.

Com o devido suporte dos gestores, iniciou-se uma reformulação dos processos de *setup* como um todo, envolvendo desde o *pré-setup* até o *pós-setup*. A maneira encontrada que mais facilitaria a padronização e implementação de tudo aquilo que foi proposto até o momento, foi a de criar um *checklist* para cada parte da equipe.

Assim sendo, tem-se um *checklist* dedicado ao pessoal do apoio da produção, no qual as ações a serem executadas dividem-se em dois grupos: Atividades de *pré-setup* e atividades de *setup*; e outro dedicado ao operador da prensa, no qual são dispostas sequencialmente o roteiro das atividades a serem realizadas durante o *setup*. A abordagem sobre a elaboração desses *checklists* será feita nas seções subsequentes.

4.4.2.1 Tarefas do apoio da produção

Como visto na revisão da literatura, dentro de um ciclo PDCA, o planejamento é o que mais leva tempo para ser concluído. Porém, quando realizado de maneira conforme, permite que as etapas seguintes sejam executadas assertivamente. Portanto, trata-se de uma fase crucial para a obtenção do sucesso no desfecho do projeto.

Com base nas ações propostas durante o desenvolvimento das seções 4.3 e 4.4, será feita uma compilação e sequenciamento das atividades, para seja aderida uma padronização ao procedimento realizado pela equipe de apoio da produção.

O responsável pela gestão e garantia do bom andamento dessas atividades é o chefe de turno. É através dele que são comunicadas todas as informações pertinentes ao processo. A recomendação é que pelo menos 30 minutos antes da parada, seja iniciada a distribuição das atividades para a equipe, de modo que tudo esteja preparado para quando a paragem ocorrer.

Abaixo, na Figura 20, encontra-se o *checklist* elaborado com as atividades que devem ser realizadas pelo apoio da produção. As atividades estão divididas em dois grupos (*pré-setup* e *setup*), contendo a descrição das mesmas e um campo à direita para que possa ser feito o *check* assim que a seja concluída.

	Procedimento de troca de ferramenta	
	Checklist da equipe de apoio da produção	

Pré-setup	
Descrição da atividade	Check
Identificar necessidade de parada	
Posicionar molde novo e ferramenta para troca ao lado da prensa	
Posicionar contentor vazio próximo à prensa	
Posicionar contentor de matéria prima próximo à prensa	

Setup	
Descrição da atividade	Check
Retirar contentor com peças	
Liberar área para empilhadeira	
Retirar molde antigo	
Posicionar molde novo	
Posicionar contentores	
Armazenar molde antigo no estoque	

Figura 20 - Checklist da equipe de apoio da produção

Fonte: O autor

A sequência das tarefas foi elaborada de uma maneira lógica, de modo que fosse reduzido o tempo necessário em que a equipe de apoio da produção se mostra disponível. Os processos externos agrupados no “Pré-setup”, possibilitam que assim que a máquina para, o operador já pode iniciar as suas atividades. Os processos internos reunidos no “Setup”, são realizados paralelamente com as atividades de *setup* do operador da prensa.

4.4.2.2 Tarefas do operador da prensa

A elaboração do *checklist* do operador da prensa, levou em consideração todas as atividades presentes no roteiro desenvolvido na seção 4.4. O modelo gráfico é o mesmo utilizado pelo *checklist* da equipe de apoio da produção. Na Figura 21 encontra-se o resultado dessa etapa de padronização das tarefas do operador.

	Procedimento de troca de ferramenta	
	Checklist do operador da prensa	

Setup	
Descrição da atividade	Check
Produção da última peça	
Descer a máquina	
Desapertar molde	
Subir a máquina	
Anotações de produção	
Limpar o equipamento	
Posicionar molde novo	
Descer a máquina	
Apertar novo molde	
Realizar setup	
Produzir primeira amostra	
Verificações de qualidade	
Anotações de produção	
Descartar resíduos	
Organizar posto de trabalho	
Produzir primeira peça OK	

Figura 21 - Checklist do operador da prensa
Fonte: O autor

Com a frequência diária de realização desse procedimento, é compreensível que os operadores se acostumem com o roteiro de atividades, podendo até memorizar a sequência de realização. De qualquer forma, é de extrema importância que os *checklists* estejam sempre acessíveis para consulta, pois apenas com a utilização deles, é que se garante que a equipe está devidamente orientada para o cumprimento do método.

Por fim, dispondo das instruções de trabalho, conclui-se a padronização do procedimento de troca de ferramenta. Com isso, é almejado que a variação nos tempos de troca de ferramenta seja reduzida, tendendo a uma normalização dos tempos totais. O seguimento de um padrão de procedimentos, geralmente tem como consequência uma tendência à normalidade dos resultados.

4.5 Teste de validação

Após todo o estudo de caso realizado, foi chegada a hora de realizar o teste para validação do estudo. Primeiramente foi necessário realizar um alinhamento com a direção sobre a utilização dos recursos. Foi solicitado disponibilidade da Prensa Gigant 315T e de uma empilhadeira, além da equipe participante composta pelo chefe de turno, operador da prensa e o operador da empilhadeira. Com a resposta positiva, foi avançado com o processo.

Em um primeiro momento, foi dado um treinamento à equipe sobre o novo procedimento, a fim de orientar e sanar possíveis dúvidas. Foi apresentada a sequência das atividades, evidenciando principalmente as que seriam executadas paralelamente, para que um operador não interferisse no processo do outro, focando em suas próprias tarefas. A equipe manifestou uma boa aceitação ao procedimento proposto, mostrando-se engajada perante ao projeto.

Após toda a explicação sobre a nova configuração do procedimento, deu-se início ao teste. Primeiramente, enquanto a máquina ainda estava em produção, o chefe de turno verificou o *status* da produção, e notou que a produção estava próxima a atingir a quantidade planejada. Dessa maneira, foi concluída a primeira etapa do processo, que é a identificação prévia da necessidade de troca de ferramenta.

A partir de então, foi feito o comunicado ao operador da empilhadeira para que o molde da nova referência a ser produzida, fosse retirado do estoque e posicionado ao lado da prensa. Dessa forma, a atividade foi concluída e anotado mais *check* na lista. A disposição do molde pode ser verificada na Figura 22. Nota-se que nessa área estão reservados dois paletes: um para acomodar o novo molde, e o outro para acomodar o molde antigo, quando ele for retirado da prensa.



Figura 22 - Posicionamento prévio do molde da nova referência ao lado da prensa
Fonte: O autor

Durante o processo verificou-se que seria mais adequado deixar a ferramenta utilizada para a troca na base da prensa. Verificou-se também que o ideal seria que o contentor de resíduos pertencesse à célula de trabalho, eliminando o deslocamento para descartes. Esses dois pontos, a alocação da ferramenta, e a posição do contentor de resíduos, podem ser respectivamente observados pelos destaques em amarelo e verde, na Figura 23.

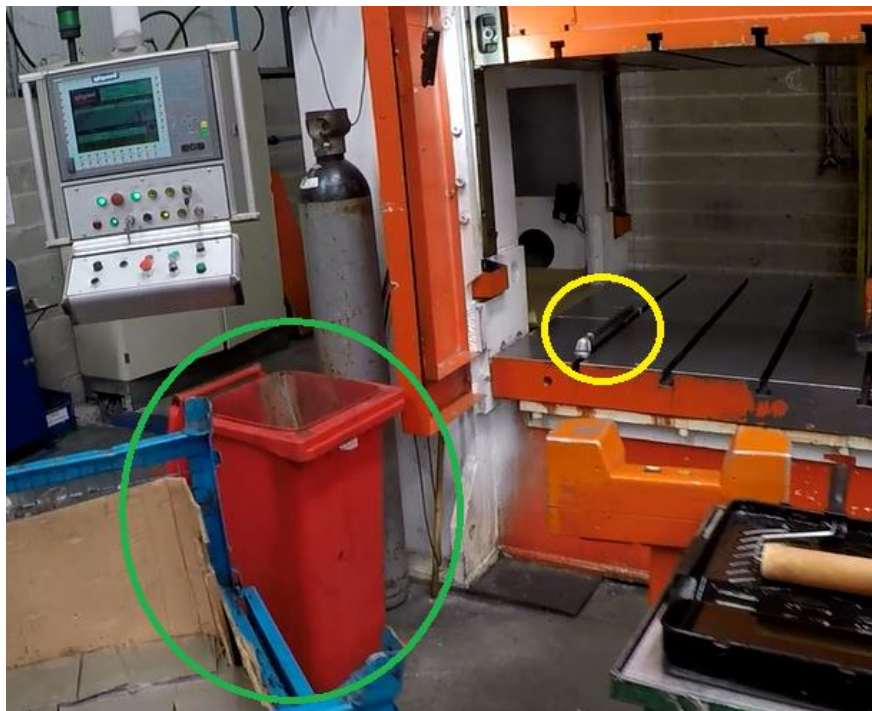


Figura 23 - Posicionamento do contentor de resíduos e da ferramenta do setup
 Fonte: O autor

A seguir, era preciso posicionar um contentor vazio para alocar as peças da nova referência a serem produzidas. Portanto, novamente o operador logístico foi quem realizou a atividade. Deslocou-se até a área onde havia os contentores livres, e utilizando a empilhadeira pegou um posicionando-o próximo à máquina. A sua acomodação pode ser verificada na Figura 24.

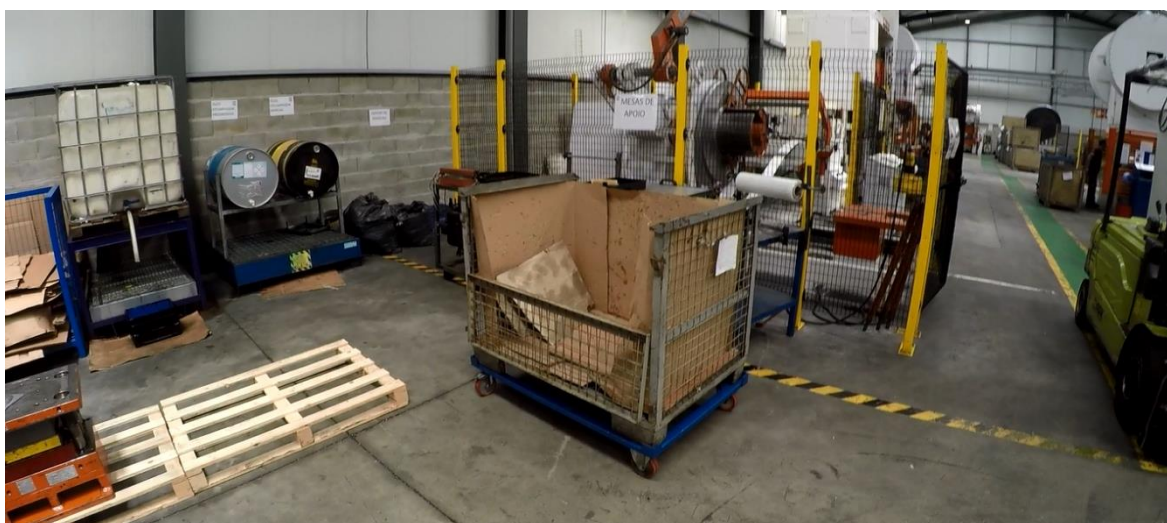


Figura 24 - Posicionamento prévio do contentor vazio
 Fonte: O autor

Na sequência, a última tarefa contida no pré-setup era justamente a de posicionar o contentor de matéria prima para a nova referência próximo à prensa. Novamente, o operador logístico se deslocou, dessa vez até o estoque de matéria prima, retirando e transportando o contentor, posicionando-o próximo a máquina, e na sequência retirando o vazio. A conclusão do pré-setup pode ser vista na Figura 25.

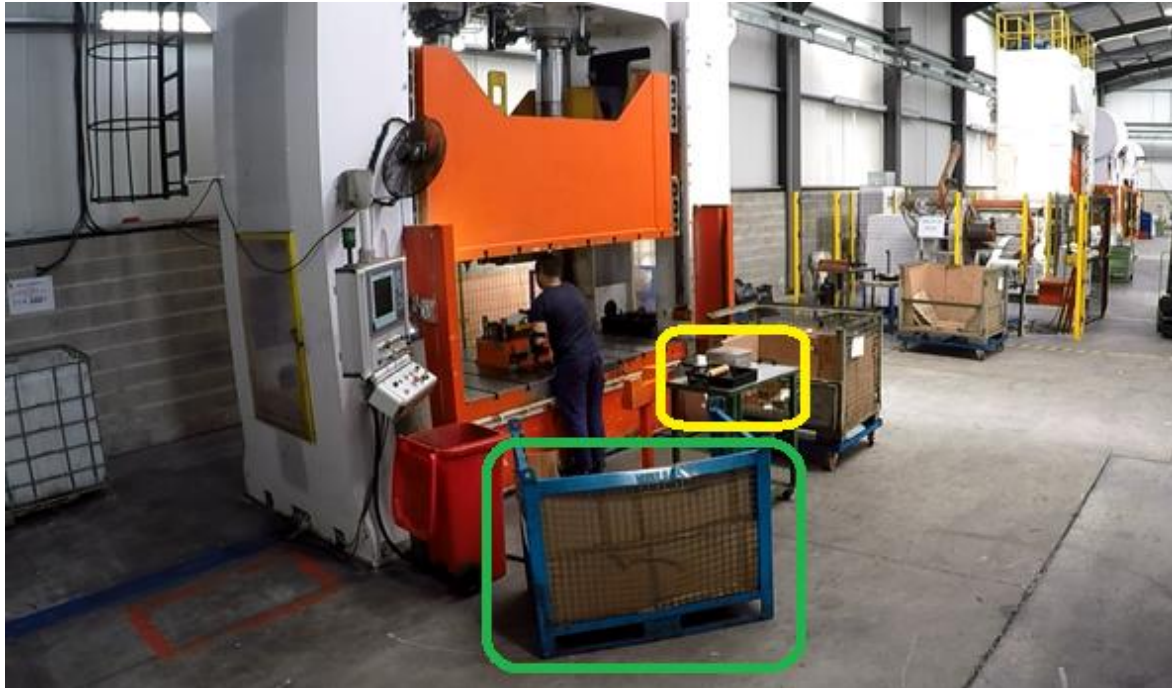


Figura 25 - Pré-setup concluído
Fonte: O autor

Como pode-se observar na Figura 25, mesmo com a matéria prima da nova referência já posicionada no posto de trabalho (destaque na cor verde), o operador continua a produção das últimas peças da referência antiga. Isso ocorre devido ao fato de as últimas unidades da matéria prima da referência antiga, estarem localizadas na mesa destacada pela cor amarela.

Com todo o pré-setup concluído, assim que se finaliza a produção da última peça conforme da referência antiga, inicia-se a contagem para verificação dos tempos gastos durante atividade de setup. Durante esse período foram acompanhadas todas as etapas, verificando o andamento e medindo os tempos, da mesma forma que foi realizado no início do estudo.

Ao longo do processo, pode-se perceber que as atividades estavam correndo conforme o esperado. A equipe realizava as tarefas na sequência correta, provendo um trabalho em sincronizado. Foi feito o desaperto, troca dos moldes, apertos, ajustes finais, produção da amostra, verificações e anotações, até que se produziu a primeira peça conforme, finalizando o processo de troca em apenas 11 minutos e 45 segundos.

A compilação dos dados detalhados de tempos coletados, será apresentada na seção de Resultados. Como consideração final referente à etapa de teste, pode-se dizer que o planejamento das ações foi eficaz, permitindo que o procedimento fosse executado de primeira sem ocorrer imprevistos que pudessem prejudicar o desempenho das atividades.

4.6 Resultados

Após todo o desenvolvimento do trabalho, durante o teste de validação da implementação do SMED realizado na linha de produção, foram captados os dados de medição de tempo para um posterior tratamento. Detalhando etapa por etapa do processo, é possível que seja feita uma análise crítica pontual, de modo que sejam identificados possíveis novos pontos de melhoria.

A presente seção tem o papel de apresentar o tratamento feito a esses dados, e consequentemente, apontar o que eles representam. Para essa representação, será utilizado o valor base de redução estipulado no início do estudo, e também o valor teórico encontrado no decorrer do desenvolvimento. A ideia é poder quantificar e responder duas questões principais:

1. O objetivo inicial foi alcançado?
2. O procedimento proposto foi validado pela prática?

Partindo do princípio que a proposta inicial estipulava o alcance dos 14 minutos de *setup*, e que o valor teórico encontrado foi de 12 minutos e 30 segundos, resta-nos o valor encontrado na prática. Como já dito na seção anterior, durante o teste de validação, a troca de ferramenta foi realizada em 11 minutos e 45 segundos.

Dessa forma, com cálculos matemáticos simples, é possível responder os dois questionamentos levantados:

1. O objetivo inicial além de alcançado, foi superado com uma redução extra de 2 minutos e 15 segundos.
2. Através de um cálculo utilizado para comparação de valores em experimentos, tem-se uma margem de 6% que distancia o valor real do valor teórico. Para o caso em questão, é um valor consideravelmente baixo, permitindo assim validar através da prática, o que foi do previsto pela teoria.

Do ponto de vista prático, além da redução de tempo significativa, pode-se observar que as tarefas estavam melhor distribuídas. Foi perceptível durante o processo de *setup*, que quase a todo momento os operadores trabalhavam em paralelo executando atividades diferentes. Esse fato, faz com que a ação da equipe seja mais eficiente, o que gera um melhor aproveitamento dos recursos.

Para facilitar a visualização desse fato, na Figura 26 foi ilustrado um diagrama temporal das atividades pós a aplicação do SMED. Quando é feita a comparação desse diagrama com o que foi confeccionado no início do projeto (ilustrado na Figura 17), durante o mapeamento do estado corrente, fica clara a percepção da evolução a nível de gestão de projeto que foi obtida.

Seguindo o mesmo padrão dos outros diagramas temporais apresentados ao decorrer do trabalho, tem-se no eixo horizontal a marcação do tempo em minutos, e no eixo vertical a descrição das atividades. As barras representam a duração das tarefas na linha do tempo, e ao mesmo tempo auxiliam visualmente a distinção dos responsáveis pelas atividades: quando a barra é azul, refere-se ao operador da prensa; quando é amarela, está relacionada a equipe de apoio da produção.

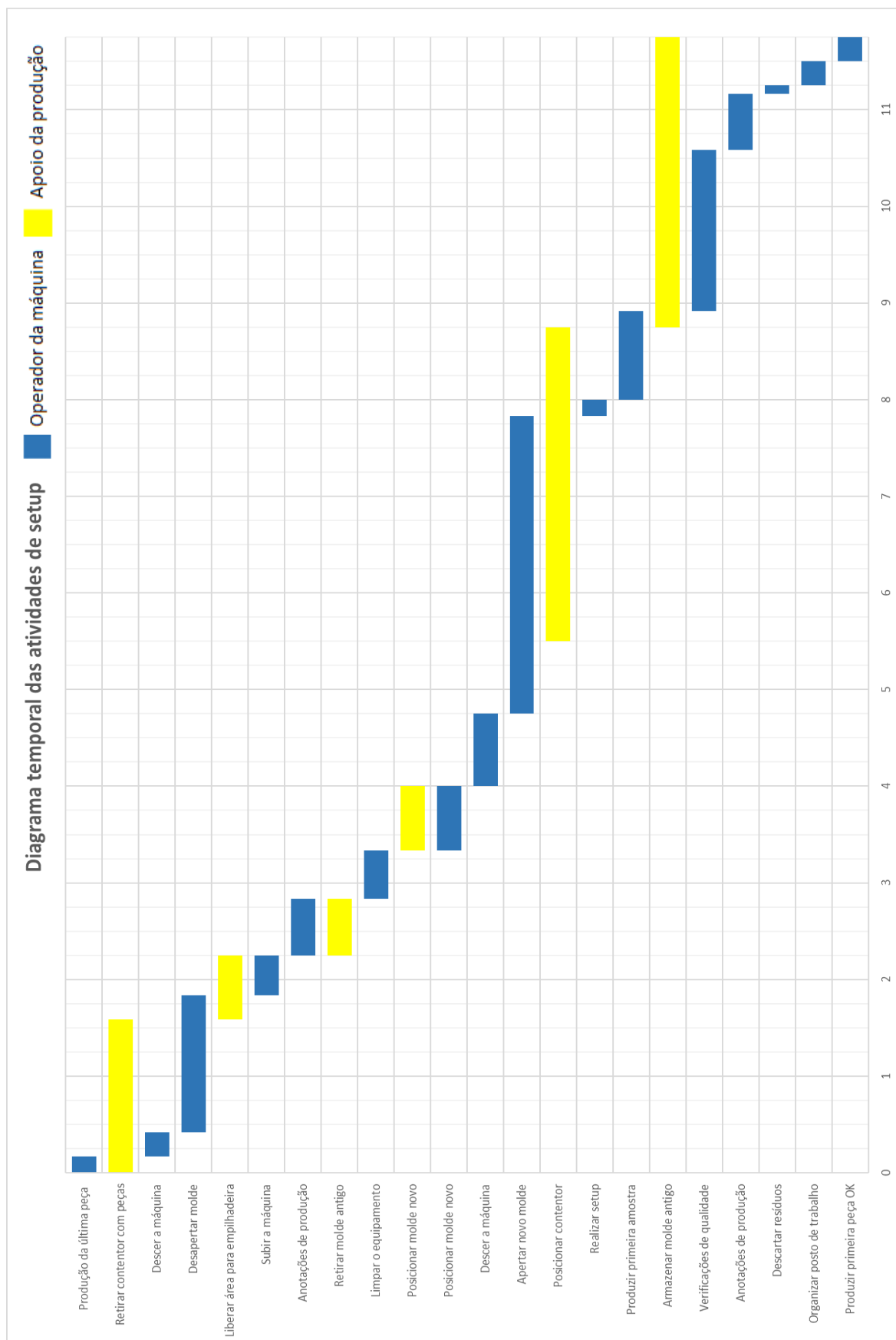


Figura 26 - Detalhamento das atividades de setup após aplicação do SMED
Fonte: O autor

5. Outras atividades desenvolvidas

Um trabalho extra realizado durante o estágio foi a organização do estoque de moldes. Era perceptível que se gastava um elevado tempo para armazenar ou até mesmo encontrar um molde de uma determinada referência. A forma como o *layout* era disposto, também contribuía para o demorado tempo de operação.

Dessa forma, visando reduzir os tempos de armazenamento e retirada de moldes do estoque, foram implementadas algumas melhorias para que o problema fosse corrigido. Iniciou-se com a reorganização do *layout*. Através da Figura 27, é possível observar como era a disposição no estoque de moldes.



Figura 27 - Estoque de moldes antes da implementação
Fonte: O autor

Nota-se que há um grande número de moldes posicionados no chão. Ou seja, não há nenhuma indicação de posição na qual o operador possa buscar por esse molde para agilizar o processo de procura. Isso reflete em tempo gasto a mais do que o necessário. Outra observação que pode ser feita é com relação ao espaço disponível para realizar as manobras com a empilhadeira. Percebe-se que é uma área reduzida, principalmente próximo à fileira central de moldes que estão no chão. Através da Figura 28 pode-se observar melhor esse fato.



Figura 28 - Área disponível para manobra com empilhadeira
Fonte: O autor

Portanto, após as análises feitas, foi proposto um novo *layout* para o armazém, visando não só o melhor aproveitamento do espaço disponível para facilitar as operações logísticas, como também a organização das posições dos moldes de modo que cada um tenha um lugar específico pré-determinado. Para isso, foi necessário o uso de mais duas prateleiras, visto que a quantidade atual não era suficiente para comportar todo o estoque. Na Figura 29, encontra-se a planta baixa representando a atualização proposta para a reorganização do armazém.

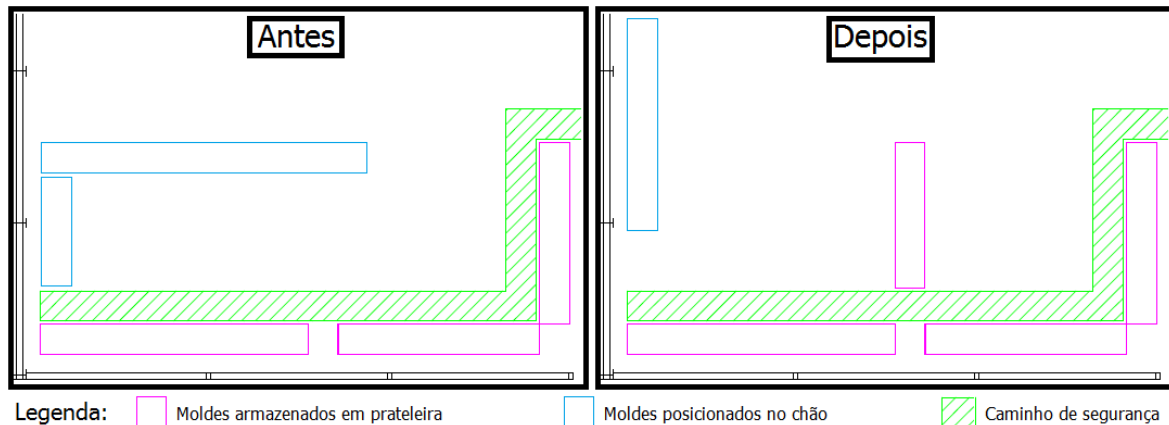


Figura 29 - Atualização do layout do armazém de moldes
Fonte: O autor

Após a aprovação por parte da direção, as medidas foram implementadas e o *layout* rearranjado. Além disso, foram postas etiquetas em todas as posições dos moldes, identificando o lugar exato onde devem ser armazenados. Algumas referências chegam a utilizar até 4 moldes diferentes para a produção da peça final. Por isso, na nova disposição buscou-se agrupar moldes participantes do processo de produção da mesma referência. A disposição final pode ser observada na Figura 30.



Figura 30 - Implementação do novo layout
Fonte: O autor

Conforme dito, pode-se ver a presença de duas novas prateleiras que dividem o armazém em duas zonas. Outra estratégia utilizada foi de que na zona de entrada do armazém fossem dispostos os moldes mais utilizados. Na segunda área, que olhando para a Figura 30 está localizada atrás das novas prateleiras, foi utilizada para alocar os moldes utilizados com menor frequência. Uma outra visão da segunda zona pode ser observada através da Figura 31, na qual é perceptível o ganho considerável de espaço para manobra que se teve após o rearranjo do *layout*.



Figura 31 - Área para manobra da empilhadeira
Fonte: O autor

Certos moldes são extremamente pesados, chegando em alguns casos a ultrapassar 5 toneladas. Levando isso em consideração, por questões de segurança optou-se por manter os moldes mais pesados em posições no chão. Entretanto dessa vez foram colocadas as devidas identificações. Com isso conclui-se a implementação do novo *layout* para o armazém de moldes.

6. Conclusão, considerações finais e passos futuros

De forma direta, para a conclusão apresentada nesta seção, será feita uma relação entre os objetivos previamente enunciados com os resultados obtidos no desenvolvimento. Como objetivo geral, foi levantada a padronização do procedimento de *setup* para Prensa Gigant 315T. Trata-se de um objetivo cumprido.

Como objetivos específicos foram elencados três. No primeiro tinha-se a meta de reduzir em 50% o tempo médio dos *setups* na Prensa Gigant 315T. Considerando que o tempo médio encontrado foi de 28 minutos, o objetivo era de então alcançar os 14 minutos, para que a redução fosse de 50%. Durante o teste realizado, alcançou-se 11 minutos e 45 segundos, o que representa uma redução de 58% do tempo médio de troca de ferramenta.

O segundo objetivo específico era de criar um modelo padrão para as trocas de ferramentas. Como podemos observar, durante o desenvolvimento do trabalho foram estudadas todas as atividades presentes no processo, sendo assim, ao final, confeccionado um roteiro com as atividades consideradas fundamentais. Esse roteiro levou em consideração o adequado sequenciamento das tarefas para que fosse um modelo padrão para todos os procedimentos de troca.

Por fim, visava-se promover o arranjo de *layouts* da fábrica de maneira que facilitasse as movimentações internas. Durante o período de estágio também foi desenvolvida essa atividade, quando identificou um ponto de melhoria no armazém de moldes. As soluções foram implementadas concluindo assim, o terceiro e último objetivo específico do presente trabalho.

Visto que o projeto apresentou resultados significativos para a empresa, de primeiro momento seria interessante focar na sua expansão para a fábrica toda. Considerando que o mesmo foi realizado apenas em uma prensa, a empresa dispõe ainda de outras nove máquinas passíveis de estudo e implementação das melhorias apresentadas.

Seguindo a metodologia *Lean Manufacturing*, com a redução dos tempos de *setup* é possível reduzir os lotes de produção a fim de promover uma maior flexibilização da linha de produção. Outro benefício consequente desse processo é o de redução dos lotes intermediários, o que gera uma redução de espaço ocupado e principalmente, uma diminuição do capital empatado em forma de estoque, o que é uma vantagem econômica direta para a organização.

Para um passo mais a frente, a fábrica de Portugal pode tornando-se referência em eficiência no processo produtivo, pode promover uma expansão das técnicas e conhecimentos para as demais filias, promovendo assim um ganho muito maior para o grupo Modulo.

Quanto mais se avança com implementações de melhorias, mais oportunidades se enxergam para serem melhoradas. Trata-se de um processo contínuo e evolutivo, que ao final, só tem a fortalecer a competitividade da organização no meio de negócios em que se encontra.

Referências Bibliográficas

- Almeida, A. (2018). *Nossa Gente*. Obtido de <https://www.nossagente.net/ciclo-pdca/>
- Bezerra, J. (08 de abril de 2019). *Significados*. Obtido de <https://www.significados.com.br/caracteristicas-toyotismo/>
- Campos, W. (2009). *Administradores*. Obtido de <https://administradores.com.br/artigos/qual-a-origem-do-5s>
- Casotti, B. P., & Goldenstein, M. (2008). Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil.
- CRW, C. e. (2017). *CRW Consultoria*. Obtido de <http://www.crwconsultoria.com.br/sistema-toyota-producao>
- Eaidgah, Y. e. (2016). *Visual management, performance management and continuous improvement: a lean manufacturing approach*. International Journal of Lean Six Sigma.
- Greif, M. (1989). *The Visual Factory - Building Participation through Shared*. Les Editions d'Organisation.
- Justa, M. (2010). *Marcelo Justa Blog*. Obtido de <http://marcelojusta.blogspot.com/2010/09/27-5s-housekeeping.html>
- Kaizen, I. (1985). *Kaizen Institute Portugal*. Obtido de <https://pt.kaizen.com/home.html>
- Lareau, W. (2002). *Office Kaizen : Transforming Office Operations into a Strategic Competitive Advantage*. ASQ Quality Press.
- Lean Enterprise Institute, I. (17 de maio de 2019). Obtido de <https://www.lean.org/lexicon/heiijunka>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Melton, T. (2005). *The Benefits of Lean Manufacturing - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Institution of Chemical Engineers.
- Moura, D. (2016). *Dionatan Moura*. Obtido de <https://dionatanmoura.com/o-mantra-da-produtividade/gestao-de-tarefas/gestao-visual-com-quadro-de-kanban/>
- Moura, D., & Alves, J. S. (2015). *Slideshare*. Obtido de <https://pt.slideshare.net/dionatanmoura/lean-thinking-mentalidade-enxuta-para-desenvolvimento-gil-de-software>
- Moura, R. (1989). *Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção*. São Paulo: Instituto IMAM.
- Ohno, T. (1998). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. Productivity Pr.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean - A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lidel.
- Pires, A. R. (2016). *Sistemas de Gestão da Qualidade*. Lisboa: Silabo.
- Ribeiro, H. (2018). *PDCA*. Obtido de <http://www.pdca.com.br/site/portal-5s.html>

- Rodrigues, M. V. (2016). *Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo - Sistema de Produção Lean Manufacturing - 2ªEd.* Campus.
- Sejzer, R. (2016). *Calidad Total*. Obtido de <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/06/de-que-se-trata-lean-manufacturing-el.html>
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Productivity Press.
- Singh, J. (19 de Janeiro de 2017). *KNect365*. Obtido de KNect365: <https://knect365.com/connected-cars/article/57361b7a-91c1-4fb3-9289-9830e1c89d60/you-must-be-kidding-when-you-mentioned-about-survival-in-fast-lane>
- SixSigma, W. i. (2018). *What is SixSigma*. Obtido de <https://www.whatissixsigma.net/implementing-smed/>
- Stoco, A. L. (29 de junho de 2019). *SMED – Simplicidade que traz grandes resultados*. Obtido de Engevolve: <http://engevolve.com.br/2018/06/>
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *São Carlos: Revista Gestão & Produção*.
- Womack, J. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Schuster Audio.