



Melhoria da Gestão de Produção de Remates

SOFIA PORFIRIO PIRES DE ARAÚJO

novembro de 2021

Melhoria da Gestão de Produção de Remates

Sofia Porfírio Pires de Araújo

2021

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Sofia Porfírio Pires de Araújo, Nº 1141260, 1141260@isep.ipp.pt

Orientação científica: Professor Paulo Ávila, psa@isep.ipp.pt

Empresa: IRMALEX

Supervisão: Miguel Martins, miguel.martins@IRMALEX.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço imenso ao meu orientador Eng. Paulo Ávila pelo estímulo, paciência e acompanhamento até ao final da realização da dissertação. Foi bastante importante neste projeto.

Agradeço aos meus pais e namorado pelas horas de ausências e compromissos que tive com este trabalho que foram bastantes e essenciais para a sua realização.

Essencial também agradecer à empresa, IRMALEX por me aceitar e deixar desenvolver o trabalho.

E um grande obrigado aos meus colegas de mestrado que me incentivaram e ajudaram a levar a cabo este projeto até ao final.

RESUMO

O presente trabalho procura introduzir novas abordagens que visem combater o decréscimo da rentabilidade na produção. Como se deve compreender no que foi exposto, o objetivo principal desta dissertação é propor e avaliar propostas de melhoria que visem o aumento da rentabilidade produtiva da empresa IRMALEX.

A estrutura definida nesta dissertação após a sua introdução no capítulo 1 centra-se no capítulo 2 na apresentação da empresa IRMALEX e do problema, com a descrição dos problemas levantados atendendo às vertentes mais críticas. Seguidamente, no capítulo 3, com o enquadramento teórico, ferramentas de análise de problemas, onde serão encontradas as causas da raiz destes problemas. Posteriormente no capítulo seguinte é realizada uma análise de desempenho da linha de produção onde finalmente serão criados planos de ações para a resolução das causas. Ações que serão implementadas e avaliadas para garantir a sua eficácia e eficiência. Por fim, o capítulo 5 são descritas as conclusões e os desenvolvimentos futuros enquadráveis com a melhoria continua na IRMALEX.

Esta dissertação com ligação direta à IRMALEX tem igualmente dados que podem ser extrapolados e adaptados a outras empresas do mesmo setor.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão da produção, desperdícios, Remates, Lean Thinking, filosofia Lean

ABSTRACT

This work seeks to introduce new approaches that aim to combat the decrease in profitability in production. As one must understand in what was exported, the main objective of this dissertation is to propose and evaluate proposals for improvement aimed at increasing the productive profitability of the IRMALEX company.

The structure defined in this dissertation after its introduction in chapter 1 focuses in chapter 2 on the presentation of the company IRMALEX and the problem, with a description of the problems raised in view of the most critical aspects. Then, in chapter 3, with the theoretical framework, problem analysis tools, where the root causes of these problems will be found. Later, in the next chapter, an analysis of the production line performance is performed, where finally action plans will be created to solve the causes. Actions that will be implemented and evaluated to ensure their effectiveness and efficiency. Finally, chapter 5 describes the conclusions and future developments framed by continuous improvement at IRMALEX.

This dissertation with direct connection to IRMALEX also has data that can be extrapolated and adapted to other companies in the same sector.

KEYWORDS

Production management, waste, Remates, Lean Thinking, Lean philosophy

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
PALAVRAS-CHAVE	III
ABSTRACT	V
KEYWORDS	V
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ACRÓNIMOS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. ENQUADRAMENTO	15
1.2. OBJETIVOS	16
1.3. METODOLOGIAS	17
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	17
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO PROBLEMA	19
2.1. A EMPRESA.....	19
2.1.1. <i>Produtos produzidos – Remates</i>	21
2.1.2. <i>Processo de Produção de Remates</i>	21
2.1.3. <i>Equipamento de apoio</i>	22
2.2. PROBLEMA.....	26
3. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	27
3.1. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	28
3.1.1. <i>Principais características da filosofia Lean</i>	32
3.1.2. <i>Os desperdícios</i>	37
4. ANÁLISE DO DESEMPENHO DA LINHA DE PRODUÇÃO	53
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	53

4.2. QUANTIFICAÇÃO DOS TEMPOS PRODUTIVOS DE FABRICO DE UMA PRODUÇÃO DE CUMIEIRAS (IRMACOOP) E REMATES GALVANIZADOS (PRUMOS DE VEDAÇÃO)	54
4.2.1. <i>Valeu Stream Mapping para a produção de Cumieiras (IRMACOOP)</i>	54
4.2.2. <i>Valeu Stream Mapping para a produção de Remates Galvanizados (Prumos de Vedação)</i>	57
4.2.1. <i>Breve síntese acerca da capacidade de produção da linha</i>	58
4.3. LEVANTAMENTO DOS DESPERDÍCIOS NO SISTEMA	59
4.3.1. <i>Diagrama de Causa-Efeito dos desperdícios</i>	59
4.3.2. <i>Relativizar desperdícios mais importantes</i>	63
4.4. PROPOSTA PARA A REDUÇÃO DOS DESPERDÍCIOS	67
5. CONCLUSÕES	71
5.1. FUTUROS DESENVOLVIMENTOS	72
BIBLIOGRAFIA	75
ANEXO 1 – CATÁLOGO REMATES	79
ANEXO 2 – CATÁLOGO PAINÉIS	83
ANEXO 3 – MÁQUINA DE CORTE A LASER TUBO POR FIBRA – SÉRIE NKT	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - REMATES.....	21
FIGURA 2 – DIAGRAMA DE PROCESSO DA PRODUÇÃO.....	22
FIGURA 3 - SELEÇÃO E INTRODUÇÃO DA BOBINE NA MÁQUINA.....	23
FIGURA 4 - SEÇÃO DE CORTE.....	23
FIGURA 5 – LINHA DE GUILHOTINA.....	24
FIGURA 6 – LINHA DE QUINAGEM AUTOMÁTICA.....	24
FIGURA 7 - LINHA DE QUINAR MANUAL.....	25
FIGURA 8 - LINHA DE ESTAMPAGEM.....	25
FIGURA 9 -PARQUE INTERNO.....	26
FIGURA 10 - AS 4 REGRAS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO TOYOTA.....	30
FIGURA 11 - BENEFÍCIOS DO <i>LEAN</i>	33
FIGURA 12 - ATIVIDADES QUE ACRESCENTAM E NÃO ACRESCENTAM VALOR.....	37
FIGURA 13 - AS OITO FONTES DE DESPERDÍCIO.....	39
FIGURA 14 - TPM (MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL).....	40
FIGURA 15 - JIT (JUST-IN-TIME).....	40
FIGURA 16 - 5S.....	41
FIGURA 17 - 5 <i>WHY?</i>	42
FIGURA 18 - <i>POKA-YOKE</i>	43
FIGURA 19 - SMED (SINGLE-MINUTE EXCHANGE OF DIE).....	43
FIGURA 20 - KANBAN.....	44
FIGURA 21 - VSM (VALUE STREAM MAPPING).....	45
FIGURA 22 - HEIJUNKA.....	45
FIGURA 23 - <i>KAIZEN</i>	46
FIGURA 24 - ONE-PIECE-FLOW VS BATCH FLOW.....	47
FIGURA 25 - <i>TAKT TIME</i>	47
FIGURA 26 - SISTEMA PUSH E PULL.....	48
FIGURA 27 - JIDOKA.....	48
FIGURA 28 - PDCA.....	49
FIGURA 29 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO.....	51
FIGURA 30 - EXEMPLO DE CUMEEIRA A PRODUZIR.....	55
FIGURA 31 - <i>VALUE STREAM MAPPING</i> (PRODUÇÃO DE CUMIEIRAS).....	56
FIGURA 32 - EXEMPLO DE PRUMO DE VEDAÇÃO.....	57

FIGURA 33 - VALEU <i>STREAM MAP</i> (PRODUÇÃO DE PRUMOS DE VEDAÇÃO)	58
FIGURA 34 - DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO: TRANSPORTE	61
FIGURA 35 - DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO: MOVIMENTAÇÕES DESNECESSÁRIAS	61
FIGURA 36 - DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO: TEMPO DE ESPERA	62
FIGURA 37 - PAINEL IRMATER	83
FIGURA 38 - PAINEL IRMAPENTA	83
FIGURA 39 - PAINEL IRMAGHE 1000N	83
FIGURA 40 - PAINEL IRMARIGHE 1000MN	84
FIGURA 41 - PAINEL IRMARIGHE 1000L	84
FIGURA 42 - PAINEL IRMAPF - 1000N	84
FIGURA 43 - PAINEL IRMAPF - 1000MN	84
FIGURA 44 - PAINEL IRMAPF - 1000L	84
FIGURA 45 - PAINEL IRMAPF - 600N	85
FIGURA 46 - PAINEL IRMAPF - 600MN	85
FIGURA 47 - PAINEL IRMAPF - 600L	85
FIGURA 48 - PAINEL IRMACOOP	85
FIGURA 49 - MEDIDAS PAINEL IRMACOOP	85
FIGURA 50 - MÁQUINA DE CORTE A LASER TUBO POR FIBRA – SÉRIE NKT (MAQFORT S.D.)	87

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO DE CUMIEIRAS.....	55
TABELA 2 - PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO DE PRUMOS DE VEDAÇÃO.....	57
TABELA 3 - TAXA DE OCUPAÇÃO DA LINHA DE PRODUÇÃO	59
TABELA 4 - LEVANTAMENTO DOS DESPERDÍCIOS.....	63
TABELA 5 - CARACTERIZAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS NO ESTADO ATUAL DA EMPRESA	64
TABELA 6 - PLANO DE AÇÃO (PDCA).....	67

ACRÓNIMOS

CLT	Comunidade Lean Thinking
CQZD	Controlo da qualidade zero defeito
FAW	First automobile works
JIT	Just-in-time
LM	Lean manufacturing
OPs	Ordens de operação
PDCA	Plan, do, check, act
PDP	Plano diretor de produção
SMED	Singles-minute exchange of die
SW	Standardized work
TMC	Toyota motors company
TPM	Total productive maintenance
TPS	Toyota production systems
VSM	Value stream mapping

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

Esta dissertação, no âmbito do mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na área de especialização de Sistemas e Planeamento Industrial, é desenvolvida na empresa IRMALEX, centro de Serviços Siderúrgicos SA, fábrica de diversificadas gamas de materiais de construção, dos quais painéis de sandwich, chapas lisas e perfiladas, madres e remates.

O ambiente económico atual conduz à adoção de iniciativas estratégicas de forma a garantir a sobrevivência das empresas. As empresas necessitam de dispor dos melhores recursos. Neste contexto a eliminação de desperdícios e a filosofia *Lean* que lhe está associada é um fator determinante de progresso organizacional.

Com o intuito de introduzir o pensamento *Lean* num ambiente de produção, este deve satisfazer simultaneamente a produtividade, a qualidade e os requisitos de custo, a filosofia baseia-se na identificação e eliminação de desperdício sendo um aspeto fundamental, que

tem de primeiro ser entendido, de modo a orientar e aplicar eficazmente as diferentes ferramentas *Lean*.

Cada vez é mais importante criar ferramentas para rentabilizar equipamentos e melhorar os procedimentos de forma a obter resultados com taxas de eficácia a subir progressivamente. As operações a executar nos remates têm muitas vezes que recuperar os tempos perdidos em fases de produção precedentes. Tem que haver um desempenho competitivo muito organizado tendo em conta a cada momento e as características pretendidas pelos clientes. Sempre que há estragos de produção nos remates os mesmos podem pôr em causa o trabalho realizado por todas as operações anteriores, sendo importante prever a possibilidade de produção defeituosa e corrigir processos incorretos antes da execução.

Esta linha de produção é composta por máquinas de corte, quinagem, linha automática de Remates/Cumeeiras, pesagem e embalagem. É conduzida por cinco a sete operadores, que têm qualificações para desempenhar funções nas mesmas. A principal função do equipamento é produzir remates.

1.2. OBJETIVOS

O principal objetivo desta dissertação é analisar a linha de produção e identificar onde se pode introduzir melhorias com a utilização de ferramentas específicas do Lean de forma a aumentar a sua qualidade e objetivando a eliminação de todas as atividades/informações que não sejam essenciais ao seu correto funcionamento.

Do ponto de vista da sua natureza, a investigação utilizada tem como objetivos definidos: análise e levantamento dos problemas, identificação de potenciais causas, formulação de ações de propostas de melhoria na gestão da produção e programação das ações e avaliação de resultados alcançados.

Através deste processo qualquer organização pode aplicar o conjunto metodológico proposto para melhorar a qualidade dos seus produtos alcançando assim o sucesso no mercado.

1.3. METODOLOGIAS

A classificação de uma pesquisa assume diferentes formas de acordo com a variável a considerar: i) objetivo, razão pela qual é feita a pesquisa; ii) natureza, dependendo da aplicação do conhecimento; iii) processo, o modo como os dados são analisados; iv) resultado, se foi encontrada solução para um determinado problema ou uma contribuição mais geral para o conhecimento. (HUSSEY 2009)

Para a realização do presente trabalho, a pesquisa utilizada insere-se no tipo exploratória devido à necessidade de pesquisa informativa para maior familiarização com o tema e elaboração de uma solução para o problema. Recorreu-se a análise e levantamento dos problemas com utilização de ferramentas Lean. O levantamento bibliográfico foi desenvolvido a partir de livros já publicados e artigos científicos, passando por todas as fases da leitura bibliográfica defendida, exploratória, seletiva, analítica e interpretativa.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

A presente dissertação está dividida em 5 capítulos. Para a definição de cada capítulo, foram tidos em conta o processo de elaboração do trabalho e a forma como se pretende mostrar os conteúdos.

No capítulo 1 procede-se à apresentação do trabalho e aos objetivos do mesmo, demonstrando as metodologias e como o relatório está organizado.

No capítulo 2 é feita uma descrição minuciosa do sistema empresarial em questão e o problema apresentado pela mesma, com uma breve apresentação da empresa, os produtos produzidos em estudo, processos de produção e equipamentos utilizados na empresa.

No capítulo 3 é apresentado o enquadramento teórico onde é realçada a parte teórica dos teoremas utilizados como o *Toyota System Production* e *Lean*, que são utilizados na indústria há décadas e têm apresentado resultados muito bons. São abordados diversos conceitos, ferramentas e desperdícios na indústria que têm sido um sucesso quando são bem implementados. Sendo estes os principais conceitos do projeto.

No capítulo 4 apresenta uma análise do desempenho da linha de produção, onde é caracterizado cada produto, as operações que são executadas, as cadências de produção e as inatividades. Tem duas simulações relativamente aos dois produtos que podem ser fabricados e uma exposição que informa quais os componentes do equipamento que deveriam ser atualizados. É também realizado um levantamento geral da empresa das anomalias no sistema produtivo, como os desperdícios no sistema demonstrando por fim uma proposta para a sua redução.

Por fim e não menos importante, a conclusão no capítulo 5, onde são descritas as conclusões e os desenvolvimentos futuros enquadráveis com a melhoria contínua da empresa.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DO PROBLEMA

2.1. A EMPRESA

A IRMALEX é um centro de Serviços Siderúrgicos SA fundada em 1992. Está sediada em Felgueiras onde possui uma área coberta de 20 000m².

IRMALEX fabrica uma gama diversificada de materiais de construção, dos quais se destacam os painéis de sandwich sendo atualmente líder nacional na sua produção e comercialização, bem como chapas lisas e perfiladas, madres e remates, utilizando sempre os mais altos níveis de qualidade nas matérias-primas que emprega, e privilegiando na sua produção a sua durabilidade e mais elevada conceção estética e funcional.

Ao longo dos últimos anos a empresa teve um crescimento exponencial fruto dos elevados padrões técnicos e humanos que a empresa detém e também do seu processo de Internacionalização. A empresa tem já instalações em Angola, Moçambique, Espanha e na China e pretende continuar a sua expansão sem, no entanto, comprometer a qualidade das matérias-primas, a eficiência do seu processo de produção, o cumprimento dos prazos e claro a relação de proximidade com os seus clientes.

A linha de produção de Remates, entrou em funcionamento em 1992. É composta por seis unidades principais, com três a quatro equipamentos de apoio dependendo do tipo de Remate.

A linha de produção labora de segunda a sexta-feira, das 8h30 às 18h30. O horário é executado em regime de diurno, com interrupções de duas em duas horas para intervalos de dez minutos e das 12h30 às 14h30 para almoçar.

Estão habilitados para desempenhar funções nos equipamentos catorze trabalhadores /operadores, havendo competências diferentes entre eles. Alguns trabalhadores possuem conhecimentos que lhes permitem operar em todos os equipamentos.

Para assegurar o funcionamento de todas as unidades e equipamentos de apoio, são construídas equipas com um a dois operadores. Cada equipa pode ser alterada ao longo do dia. Sempre que é constituída uma nova equipa, são tidos em consideração três fatores: a quantidade de equipamentos que têm que trabalhar em simultâneo, as características dos remates que vão estar em produção e as competências dos elementos da equipa.

Sempre que entram novos produtos na linha de produção, é elaborada uma instrução de trabalho com os procedimentos, operações e fluxograma. São ainda identificados os clientes das devidas encomendas e definidas todas as características necessárias e tolerâncias aceitáveis.

2.1.1. PRODUTOS PRODUZIDOS – REMATES

A IRMALEX produz todo o tipo de remates lacados e galvanizados. Os remates galvanizados estão disponíveis com ou sem furação. Os remates são os acabamentos na construção de um edifício /obra.

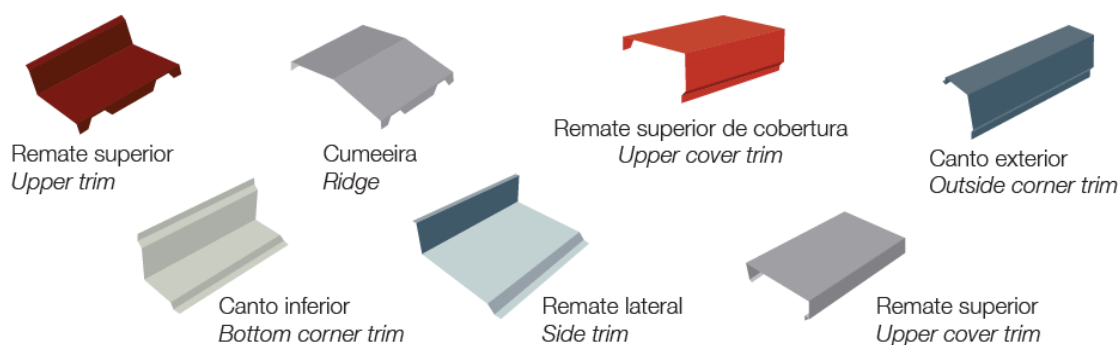


Figura 1 - Remates

2.1.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE REMATES

A matéria-prima é rececionada na forma de Bobines, sendo armazenada em função das suas características (Largura, espessura e RAL). A primeira Operação de transformação é a operação de corte. A secção de corte é composta por duas guilhotinas para o corte transversal e um mecanismo para o corte longitudinal (slitagem). Posteriormente à operação de corte, a chapa é sujeita a conformação de acordo com o desenho ou especificação solicitada. A conformação é realizada por operações de quinagem e estampagem. A quinagem é assegurada por 2 guilhotinas.

Para séries de produção mais elevadas, a conformação da chapa pode ocorrer numa linha automática dedicada. Nesta linha ocorrem operações de quinagem e estampagem de acordo com o produto a produzir.

Realizadas todas as operações de conformação é efetuado o registo da pesagem da chapa cortada e conformada. Posteriormente, os volumes de chapa conformada, são embalados com filme de proteção.

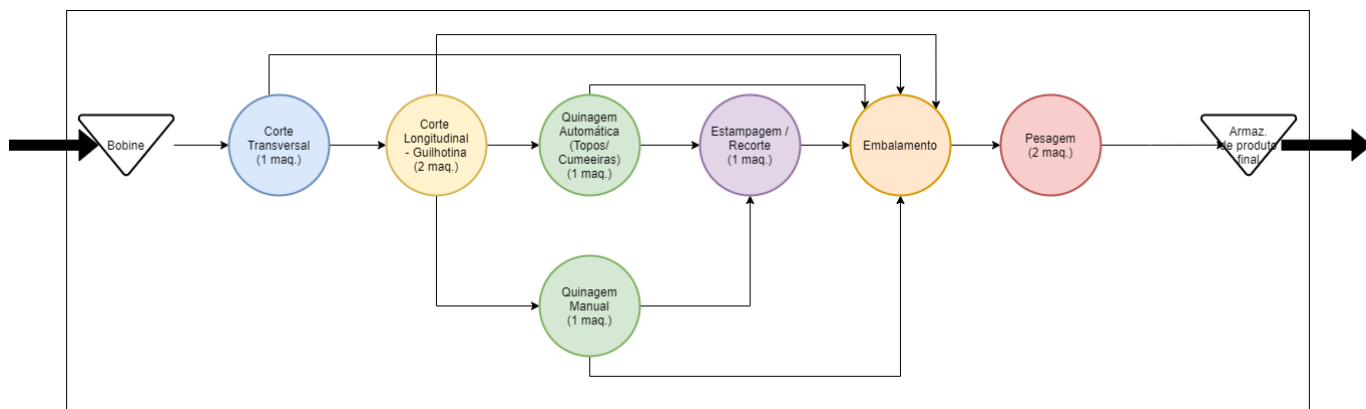


Figura 2 – Diagrama de Processo da Produção

2.1.3. EQUIPAMENTO DE APOIO

A IRMALEX é composta por seis unidades de trabalho onde cada uma tem no máximo dois operários a trabalhar em conjunto. Com o objetivo de aumentar as hipóteses de venda e manter um nível suficiente de negócio, a empresa possui equipamentos de utilização universal.

O sistema de produção considerada é por job-shop, ou seja, produzem as encomendas com base nos desenhos e especificações apresentados pelos clientes. O equipamento em movimentação de peças é bastante flexível, de forma a poder transportar as mais diversas formas e tamanhos de máquina para máquina, ao longo da fábrica. A flexibilidade é o requisito principal.

Cada encomenda transforma-se em várias ordens de produção (OPs) - uma para cada peça elementar. Cada OP especifica um conjunto particular de operações numa certa sequência – designando-se por “gama operatória” ou simplesmente “gama”, permitindo converter a matéria-prima (chapa) numa peça acabada (remate).

2.1.3.1. UNIDADE 1- LINHA DE CORTE E EMBALAMENTO

Inicialmente, nesta secção é a seleção de bobine, onde a empilhadora pega a bobine, insere-a na máquina para posteriormente a desenrolar para fazer cortes transversais nas medidas pretendidas, processo controlo por apenas um funcionário.

Perante as OPs requisitadas, este seleciona a bobine em questão (lacada ou galvanizada, RAL e espessura), introduz na máquina como demonstrado na Figura 3, desenrola-a nas medidas necessárias, faz o corte e amontoa com está representado na Figura 4.



Figura 3 - Seleção e introdução da bobine na máquina



Figura 4 - Seção de corte

Posteriormente a isto, dependendo do pedido do cliente, este é embalado e transportado para o parque interno ou é transportado diretamente para unidade 2 de produção.

2.1.3.2. UNIDADE 2 – LINHAS DE GUILHOTINA

A unidade da guilhotina é composta duas máquinas de corte, onde estão dois trabalhadores em cada uma. Aqui é realizado o corte de chapa longitudinal de dimensões específicas, em diversos cortes, para depois serem “desenhados” os remates finais.



Figura 5 – Linha de Guilhotina

2.1.3.3. UNIDADE 3 – LINHA DE QUINAGEM AUTOMÁTICA

Da unidade 2, a chapa passa diretamente para esta unidade de produção. É uma operação semiautomática, onde o operador apenas poussa a chapa na máquina e esta faz as viragens automaticamente. Viragens essas que são programadas no computador de apoio à máquina.



Figura 6 – Linha de Quinagem automática

2.1.3.4. UNIDADE 4 – LINHA DE QUINAGEM MANUAL

Dependendo do tipo de encomenda, mas esta unidade de produção faz o mesmo que a unidade 3, a única diferença é que esta é totalmente manual, desde a introdução da chapa, viragem da mesma e pressão dada para que seja feito a devida viragem de chapa.

O operador tem que segurar a peça e ser o próprio a mudar de direções.



Figura 7 - Linha de Quinar manual

2.1.3.5. UNIDADE 5 – LINHA DE ESTAMPAGEM / RECORTE

Na linha de estampagem é uma linha de produção bastante demorada, o trabalhador tem de fazer o recorte/desenho de peça em peça fazendo que demore demasiado tempo para a finalização do produto. Apenas é realizada por um trabalhador.



Figura 8 - Linha de estampagem

2.1.3.6. UNIDADE 6 – PARQUE INTERNO / ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

Depois de se produzir todo o tipo de remates, as encomendas são embaladas em filmes, pesadas, são introduzidos os dados no sistema interno e após estes processos todos são direcionadas para os diversos parques internos da fábrica. Os parques estão divididos por setor como cumieiras, prumos, irmacoop, caleiras, remates e madres.



Figura 9 -Parque interno

2.2. PROBLEMA

Atualmente a empresa depara-se com dilemas por não haver uma identificação dos problemas e sua priorização daqueles que são os problemas da produção.

A empresa querendo melhorar o seu desempenho produtivo, não tem elementos para avançar com essa melhoria. Neste caso de estudo será feito um levantamento dos principais problemas do sistema produtivo associadas aos desperdícios na linha de produção onde será essencial identificar e demonstrar esses desperdícios para indicar soluções para uma melhoria de rentabilidade de fabrico.

Após a implementação dos planos de melhoria deve-se verificar o resultado e garantir que os objetivos foram atingidos.

3. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O Sistema Toyota de Produção, também conhecido como *Toyotismo*, é um sistema de produção desenvolvido pela *Toyota* entre 1947 e 1975, que aumenta a produtividade e a eficiência, evitando o desperdício sem criar stock, como tempo de espera, superprodução, gargalos de transporte, inventário desnecessário, entre outros. Foi desenvolvido por *Taiichi Ohno*. O sistema integra o *Lean Manufacturing*, o *Just-in-time*, o *Kanban* e o Nivelamento de Produção ou *Heijunka*.

3.1. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

No início do século XX, Henry Ford introduziu as técnicas de produção em massa para o fabrico de automóveis, alterando os paradigmas do fabrico artesanal para o fabrico em série. A ênfase mudou: das pequenas oficinas, com pessoas altamente especializadas, passou-se para grandes áreas de trabalho, com equipamento especializado e de elevado custo. Os processos da organização passaram a orientar-se pelos princípios da produção em massa (ou série). A complexidade destes processos aumentou, resultando numa acumulação de stocks e aumentos dos tempos de processo ou lead time. O tempo para converter materiais em produtos finais aumentou, bem como o tempo de resposta a pedidos e reclamações de clientes, levando ao desenvolvimento de complexos e burocráticos processos de controlo e ao aumento de custos e stocks.

No final da Segunda Grande Mundial (1939-45), o Japão foi confrontado com enormes problemas e com a necessidade de reconstruir o país. A sua indústria automóvel teve de enfrentar enormes problemas, associados à reduzida disponibilidade de recursos (pessoas, espaço, materiais, etc.). Por outro lado, nessa época, as indústrias europeias e norte-americanas gozavam de enormes capacidades e recursos e dominavam os mercados.

Contudo, as indústrias ocidentais sofriam de graves problemas. Ofereciam pouca diversidade de produtos, eram muito rígidas, e recorriam a processos de fabrico e gestão muito complexos e pouco flexíveis, que limitavam a sua capacidade em se adaptarem às necessidades do mercado.

A *Toyota Motors Company* (TMC) descobriu que a única forma de sobreviver era disponibilizar automóveis com algo que os seus concorrentes ocidentais não tinham: variedade de produto, enquanto mantinham elevada qualidade e baixo custo. A TMC, sujeita a uma feroz competitividade em qualidade e preço, viu a oportunidade de ganhar mercado através da variedade de produtos, e, com poucos recursos, teve de desenvolver um sistema de fabrico totalmente novo para sobreviver. O resultado foi o sistema TPS, ou *Toyota Production System*, o qual metodicamente elimina o desperdício e orienta a sua atenção para a satisfação do cliente. O TPS revolucionou a indústria automóvel e foi gradualmente adotado por outras empresas japonesas durante as décadas seguintes. (Sebrosa 2008)

Apesar do sucesso do TPS, verificado por todos, não foi de um momento para o outro que a sua implementação passou a dar frutos, na verdade levou décadas a que a sua aprendizagem ficasse completamente compreendida. O sucesso do sistema *Toyota* centra-se na capacidade dinâmica de aprender. (Holweg 2006)

Nos anos 1990, o TPS deu lugar ao conceito *lean thinking*, que se começou a generalizar. Utiliza-se a palavra *lean* porque o princípio condutor sugere a utilização de “apenas o necessário, nem mais cedo, nem mais tarde”, o que se traduz em menos pessoas, menos espaço, menos materiais, menos energia, menos stocks, menos desvios, enquanto se reforçam a qualidade, a flexibilidade e o serviço ao cliente. (Sebrosa 2008)

Não se pode afirmar que é suficiente compreender o sucesso do sistema *Toyota*, para que se possa transformar qualquer organização introduzindo apenas os mesmos princípios. Qualquer empresa de produção que pretenda alcançar o sucesso a longo prazo, tem de aprender por si própria a escolher o seu caminho. A *Toyota* funciona, em parte, como fonte de inspiração para quem quer alcançar o êxito produtivo, e consegue demonstrar que todo o caminho a percorrer passa por um longo período de aprendizagem e de mudança de mentalidades dentro da organização.

O sistema de produção da *Toyota* é considerado melhor do que qualquer um dos seus concorrentes no controlo da variabilidade e criação de oportunidades de aprendizagem a partir dos seus processos (Richard B. Chase 2005). O conhecimento implícito a este sistema é representado através de quatro regras básicas identificadas por Bowen (1999). Estas regras, funcionam como um guia para o design, operações, melhoria de cada atividade, e o caminho a percorrer por qualquer produto ou serviço. As quatro regras requerem que qualquer atividade, conexão ou fluxo sejam testados de forma a detetar problemas desde o seu início, apresentadas na figura seguinte.

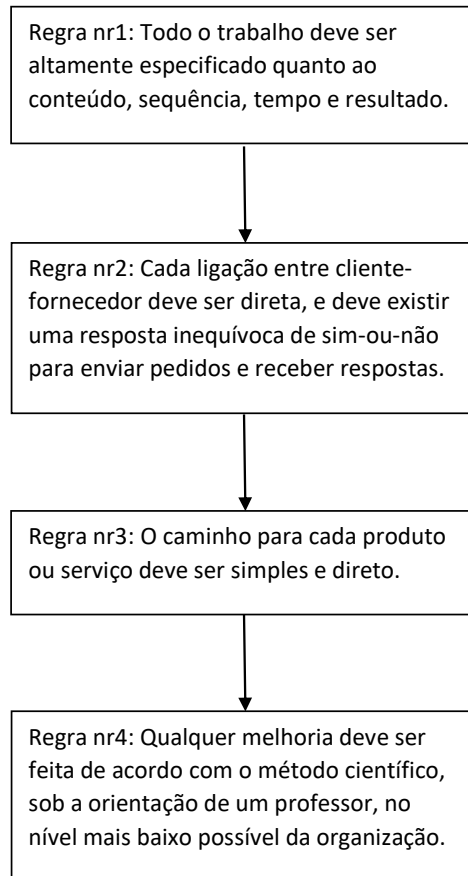


Figura 10 - As 4 regras do sistema de produção Toyota

Confirmando a falta de sucesso na aplicação deste sistema por parte de diversas organizações, pode relatar-se o caso de uma empresa chinesa do sector automóvel, a “*First Automobile Works*” (FAW). O caso apresentado por Meng (2010) ocorreu no início dos anos 80, quando a referida empresa decidiu enviar um grupo de colaboradores para a *Toyota*, no Japão, com o objetivo de aprenderem o seu sistema para o implementarem na FAW. Os resultados inicialmente positivos conduziram a que a metodologia fosse estendida a outras empresas chinesas que começaram a integrar o *Lean Manufacturing* (LM) nos seus processos produtivos. Contudo, os objetivos dessa integração nem sempre foram alcançados, mesmo na FAW que apesar de positivos ficaram aquém dos esperados.

No estudo de Mengo (2010) foram analisadas mais de vinte empresas chinesas que desde há dois anos estivessem a usar o LM, de forma a conseguir-se perceber a razão para a falta de sucesso neste tipo de implementação, e os resultados permitiram esclarecer que as causas para o fracasso que se verificava centravam-se no pensamento errado das empresas em causa, tanto pela falta de automação como também por colaboradores não

qualificados. Para além disso, o LM não era tido em conta como uma implementação a longo prazo, o que fazia com que o seu processo fosse realizado em muito pouco tempo tendo em conta os resultados esperados.

Para a grande maioria das organizações, a aplicação do LM fundamentava-se no uso de diferentes ferramentas e metodologias para se conseguir o sucesso. Os colaboradores acabavam por ficar com essa ideia, de que o LM era apenas um conjunto de técnicas a serem aplicadas, e quando uma dessas técnicas falhava, era logo posta outra em ação ignorando as razões e causas dessa falha.

Ainda no estudo de Mengo (2010) constatou-se que as empresas admitiam aplicar apenas as metodologias JIT (*Just-in-Time*) ou SW (*Standardized Work*) como forma de garantirem o sucesso desejado, no entanto não era alcançado. Como o objetivo era obter resultados num curto espaço de tempo, muitas vezes isso não acontecia, e a filosofia era imediatamente posta em causa acabando por desistirem da mesma. É de salientar que a *Toyota* levou cerca de quarenta anos para estabelecer o TPS e obter os resultados esperados, pelo que existe um grande processo de aprendizagem e de tentativa e erro, o qual se aplica também ao LM.

Nalguns casos, a implementação do LM acabava por trazer melhorias iniciais, mas que apenas eram verificadas nalguns pontos específicos, deixando de lado a melhoria contínua exigida por este sistema. Esta questão era claramente um indicador da falta de compreensão, por parte das empresas, da totalidade do conceito *Lean* e não conseguiam por isso alcançar o sucesso da *Toyota* (R. Mohanty 2007). O sucesso passa por cada um estabelecer as suas próprias práticas dentro da filosofia, ao invés de copiar as práticas de outros, e a consideração de fatores como a cultura e os diferentes modelos de produção de cada empresa acabam por se tornar extremamente importantes neste passo.

O constante insucesso e a persistente dificuldade na aplicação de um pensamento *Lean* devem-se essencialmente a uma falta de comprometimento por parte da gestão de topo. É fundamental que a mesma entenda a filosofia, se comprometa a disponibilizar os meios necessários e tenha a recetividade suficiente para se submeter à alteração de paradigmas internos. A falta de colaboradores qualificados bem como a falta de orientação para a implementação da filosofia, são dadas também como duas das principais causas para o insucesso do *Lean Manufacturing*.

3.1.1. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA FILOSOFIA *LEAN*

O pensamento *Lean* caracteriza-se por ser uma filosofia de liderança e gestão que tem por objetivo a identificação e redução gradual do desperdício presente em toda a organização criando valor para todas as partes interessadas, conseguido através do desenvolvimento de pessoas, processos e sistemas. O objetivo global deste pensamento passa por produzir com qualidade da forma mais eficiente (Ricky Smith 2004).

Um excelente exemplo de eficiência na eliminação de desperdícios e na flexibilização da produção é o sistema desenvolvido pela *Toyota*, que devido ao seu caso de sucesso despoletou uma metodologia que foi de encontro às necessidades e expectativas dos clientes, conhecida hoje como *Lean Manufacturing* ou produção magra (Meng 2010).

A produção magra é, tal como o nome indica, um tipo de produção que faz mais com menos. Menos tempo, menos existências, menos equipamentos, menos defeitos, em busca da perfeição na produção de acordo com as exigências do cliente. Alcançar todas estas características torna-se uma tarefa difícil por parte de uma organização *Lean*, no entanto essa busca pela perfeição continua a proporcionar melhorias surpreendentes (Daniel Markovitz 2007).

O *Lean* centra o seu principal foco nas pessoas, pois são o elemento essencial numa produção e com o qual está relacionado o sucesso ou insucesso da mesma. São os operários que melhor conhecem cada etapa dos processos, o que leva a que sejam os melhores a solucionarem qualquer problema que possa surgir. O objetivo é conseguir entregar ao cliente um produto ou serviço com a maior qualidade possível tendo um maior valor incorporado, sem haver a necessidade de perda por parte de qualquer outra entidade ligada direta ou indiretamente à atividade. O segredo reside no facto de que todo o valor que é acrescentado ao produto provém da eliminação de tudo o que não traz valor ao mesmo, o desperdício.

O LM traduz-se numa metodologia de integração de diferentes ferramentas direcionadas para uma produção de qualidade, procurando a satisfação do cliente e eliminando o desperdício (Marcello Braglia 2005). A sua implementação requer uma mudança de mentalidades na organização, a qual se deve centrar no desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua identificando e eliminando o desperdício em todos os processos. Os colaboradores são parte integrante deste procedimento tanto na implementação das

melhorias como na resolução de problemas. Quando se pretende implementar o LM, o respeito pelas pessoas, ser paciente e ter uma visão a longo prazo, são elementos essenciais (Arash Shahin 2010).

Redução do desperdício, foco no cliente, melhoria contínua, qualidade à primeira e resolução de problemas são as principais características nas quais se foca uma organização *Lean*. Para além de todos os princípios referidos, para uma entidade ser *Lean*, tem de apoiar-se numa constante aprendizagem e melhoria, nunca esquecendo a necessidade de inovação de modo a conseguir valorizar o produto ou serviço de forma a torná-lo atrativo e competitivo num mercado saturado de exigências. Conseguir acrescentar valor, significa conhecer a interpretação de valor por parte do cliente ou entidade interessada.

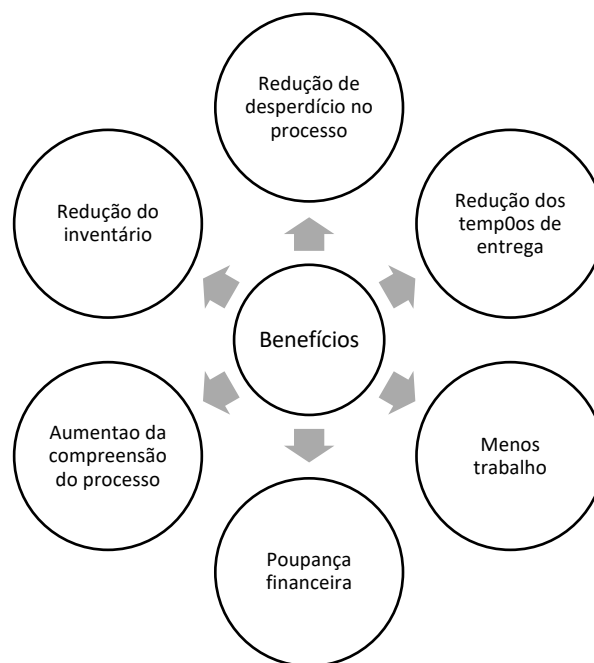


Figura 11 - Benefícios do *Lean*

Resumir a filosofia *Lean* à aplicação de um conjunto de ferramentas não se mostra suficiente para a sua correta aplicação, pois o seu nível de implementação não está relacionado com o número de ferramentas utilizadas, mas sim, com o grau de maturidade perante os problemas que surgem. É tão ou mais importante que haja uma relação de compromisso por parte da gestão, tornando-se assim um ambiente de negócio no qual os desperdícios são identificados e gradualmente eliminados, produzindo sem defeitos, o que significa um comprometimento e uma mudança de cultura por parte de toda a organização

(Bo 2010). Muito frequentemente, este lado do comprometimento e da mudança de atitude são deixados de lado, levando ao fracasso na aplicação do LM.

3.1.1.1. PILARES DO *LEAN*

Katsuaki Watanabe, CEO da *Toyota* refere: Existem dois pilares essenciais no processo da *Toyota* - a melhoria contínua e o respeito pelas pessoas. O respeito é necessário para trabalhar com pessoas. Por “pessoas” referimo-nos a empregados, fornecedores e clientes. Não nos referimos apenas ao cliente final; na linha de montagem a pessoa no posto de trabalho seguinte é também um cliente. Isso leva ao trabalho em equipa. Se é adotado esse princípio, vai continuar a analisar-se o que é feito de forma a ver se está a ser realizado na perfeição, não trazendo problemas para o nosso cliente. Isso nutre a habilidade para identificar problemas, e observando de perto, vai levar ao *kaizen* – melhoria contínua. O objetivo da *Toyota* é estar insatisfeita com a sua condição; sendo constantemente questionado, “Porque estamos a fazer isto?”. (Vodde 2009)

O primeiro pilar da filosofia *Lean*, respeito pelas pessoas, traduz-se numa cultura onde o trabalho não é desperdiçado nem é realizado desnecessariamente, havendo trabalho de equipa, e no qual existe orientação com o objetivo de desenvolver as capacidades de cada um. O ambiente de trabalho é humanizado através do respeito mútuo. São considerados seis pontos essenciais para alcançar os resultados esperados: (Vodde 2009)

- i. Não prejudicar os clientes, com trabalho desnecessário, esperas ou defeitos;
- ii. Desenvolver pessoas e só depois construir produtos, apostando na aprendizagem contínua para melhor solucionar problemas;
- iii. Gestores com ações e decisões com vista à eliminação de desperdício e melhoria contínua;
- iv. Desenvolvimento de equipas, fomentando o trabalho em equipa;
- v. Estabelecer parceiros, criando relações de confiança;
- vi. Envolver as suas próprias práticas e melhorias, em equipa ou individualmente.
- vii. Outro pilar fundamental deste pensamento é a melhoria contínua, que assenta em quatro ideias principais, ver por si mesmo, *kaizen*, desafiar a perfeição e trabalhar no sentido do fluxo. Ver por si mesmo significa não ficar à espera de informações de terceiros, mas sim descobrir as respostas nos locais onde decorre o problema. Para saber o que se passa e ajudar a melhorar (eliminando informação indireta e

distorcida), a gestão deve frequentemente ir ao verdadeiro local de trabalho para ver e perceber por si mesma (Vodde 2009). *Kaizen* caracteriza-se por ser tanto uma mentalidade através da constante melhoria do trabalho pessoal, como uma prática de técnicas até à sua completa compreensão por parte de todos os colaboradores. No mesmo sentido, o próprio trabalho deve ser desafiado para objetivos cada vez mais estimulantes a nível individual com vista à perfeição e à criação de valor.

3.1.1.2. PRINCÍPIOS *LEAN*

O sistema de produção *Lean* é dos mais influentes paradigmas da produção dos últimos tempos, e a correta compreensão dos seus principais conceitos e princípios orientadores, deve ocorrer antes da utilização de ferramentas e técnicas necessárias à sua aplicação.

Os princípios do pensamento *Lean* e em particular a eliminação de desperdício e procura pela perfeição podem ser aplicados a qualquer sistema no qual os produtos fluem para satisfazer a procura do cliente, usuário ou consumidor (Hicks 2007).

Em Daniel Markovitz (2003) as ideias fundamentais do *Lean* são consideradas universais e de possível aplicação em qualquer lugar e por qualquer pessoa. Classificam esse modo de gerir a produção da seguinte forma:

- i. Um sistema produtivo integrado, onde a produção de pequenos lotes se baseia no JIT (*just-in-time*) e em existências reduzidas;
- ii. Proporciona uma ação preventiva em vez de corretiva perante os defeitos;
- iii. É utilizada a produção *pull* no lugar de uma produção *push* devido às previsões de procura;
- iv. É flexível, constituída por equipas de trabalho polivalentes;
- v. Leva ao empenho na resolução de problemas;
- vi. Pratica um forte relacionamento desde o fornecedor até ao cliente final.

Para maximizar a eliminação do desperdício numa organização, Daniel Markovitz (2003) definiu cinco princípios *Lean*, que são:

- i. Especificar valor, percebendo o que é considerado valor para o cliente final de modo a corresponder às suas necessidades a um preço e tempo específicos;

- ii. Identificar a cadeia de valor, reconhecendo toda e qualquer ação necessária ao produto ou serviço para que o mesmo seja entregue ao cliente da forma mais eficiente, eliminando as atividades que não agreguem valor às partes interessadas;
- iii. Otimizar o fluxo, sincronizando todas as atividades envolvidas na criação de valor para o produto num fluxo contínuo de materiais, pessoas, informação e capital;
- iv. Criar um sistema pull, em que todo e qualquer processo é puxado pelo cliente para que não seja produzido o que se pensa ser necessário (*just-in-case*) mas apenas o que realmente é pedido pelo cliente, na quantidade e momento exato (*just-in-time*);
- v. Procura pela perfeição, passa por reconhecer os interesses, as necessidades e as expectativas das partes interessadas através de um esforço contínuo para a melhoria dos produtos e redução dos desperdícios, objetivando a perfeição.

Os princípios identificados por Daniel Markovitz (2003) foram mais tarde revistos pela Comunidade *Lean Thinking* (CLT, 2010), o que resultou na adição de mais dois princípios aos restantes cinco já descritos anteriormente com o objetivo de facilitar e auxiliar o caminho a ser percorrido pelas organizações.

“Conhecer os *stakeholders*” permite saber a quem servimos, as partes interessadas na atividade da organização, que se consideram desde os fornecedores até ao cliente final. Este aspeto torna-se uma mais-valia na altura de acrescentar valor ao produto e de eliminar o desperdício, pois é conhecido o destinatário assim como as suas exigências. O segundo novo princípio trata-se de “inovar sempre”, o qual transmite a necessidade de uma constante melhoria e inovação na criação de novos produtos e serviços criando valor, com o objetivo de manter o gosto e o interesse por parte do cliente.

No livro “*The Toyota Way*” estão registados ainda outros princípios, que Jeffrey K. Liker afirma que sejam de prática diária e consistente para uma organização ser *Lean*. Depois de décadas de investigação necessárias para a realização deste livro, Liker (2004) apresenta os 14 princípios da seguinte forma:

- i. As decisões de gestão têm de ser baseadas numa filosofia a longo prazo, mesmo se necessárias despesas financeiras a curto prazo;
- ii. Criar um processo de fluxo contínuo conseguindo demonstrar os problemas existentes;
- iii. Evitar uma produção desnecessária através de um sistema *pull*;

- iv. Nivelar a carga de trabalho (*heijunka*);
- v. Interromper o processo assim que sejam detetados problemas e proceder à sua resolução, objetivando a qualidade logo à primeira;
- vi. Uniformizar as tarefas como base de uma melhoria contínua e de aproximação dos colaboradores;
- vii. Utilizar o controlo visual na deteção de problemas;
- viii. Utilizar apenas tecnologia confiável e testada para servir pessoas e serviços;
- ix. Desenvolver líderes empenhados na filosofia e no seu trabalho, capazes de ensinar os restantes colaboradores;
- x. Criar equipas de trabalho capazes de seguirem a filosofia da organização;
- xi. Respeitar e auxiliar na melhoria da rede de parceiros e fornecedores;
- xii. Ver por si mesmo as situações para as conseguir perceber completamente;
- xiii. Considerar com calma todas as possibilidades antes de tomar decisões, e aplicá-las rapidamente;
- xiv. Tornar-se uma organização de aprendizagem através da reflexão e da melhoria contínua.

3.1.2. OS DESPERDÍCIOS

Quando referimos que existem fontes de desperdício na cadeia de valor, focamo-nos nas operações ou procedimentos que não acrescentam valor ao serviço ou bem produzido.

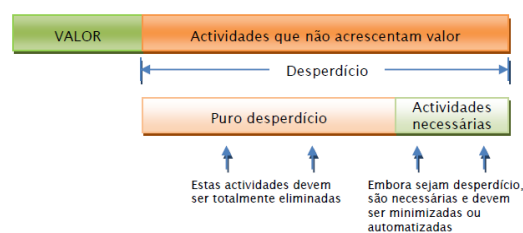


Figura 12 - Atividades que acrescentam e não acrescentam valor

Taiichi Ohno da *Toyota* definiu desperdício como sendo qualquer atividade que não adiciona valor a um produto ou serviço. “Valor” é aquilo que um cliente bem informado estará disposto a pagar por um produto perfeito entregue no momento pretendido. Como tal, qualquer coisa num processo que não contribua para a criação de um produto perfeito na data definida é considerado desperdício. (Jackson 1996)

O desperdício pode representar 95 % do tempo total. Tradicionalmente, as organizações orientam o seu esforço de aumentos de produtividade para a componente que acrescenta valor (5 %), ignorando o potencial de ganho que poderiam ter se orientassem o seu esforço para as catividades que não acrescentam valor.

3.1.2.1. PRINCIPAIS FONTES DE DESPERDÍCIO

Inicialmente identificadas por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo para o TPS, as sete fontes de desperdício:

- i. **EXCESSO DE PRODUÇÃO:** ocorre quando continuamos a produzir mesmo depois de satisfeita a ordem de fabrico, existindo uma diferença entre o pedido do cliente e a capacidade do sistema de produção em executar apenas a quantidade solicitada. Este tipo de atividade acaba por ocultar outros desperdícios e algumas imperfeições (eventuais e/ou naturais) de um processo. Portanto, este tipo de desperdício deve ser completamente eliminado.
- ii. **EXCESSO DE STOCKS:** demasiado espaço de armazenamento, falta de informação, resultando em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente.
- iii. **TRANSPORTES:** deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação, resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia.
- iv. **MOVIMENTAÇÃO DESNECESSÁRIA:** desorganização dos locais de trabalho, resultando em mau desempenho, despreocupação por aspetos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho.
- v. **TEMPOS DE ESPERA:** refere-se aos tempos em que os produtos estão prontos a serem transformados, mas aguardam a entrada em produção, porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão disponíveis.
- vi. **DEFEITOS (QUALIDADE):** materiais que têm de voltar a ser trabalhados ou eliminados por estarem fora das especificações de qualidade. É muito importante conhecer este tipo de custo, pois as organizações devem procurar a excelência no processo de produção. Aumentar os cuidados em relação aos produtos defeituosos é o primeiro passo importante para reduzir outros custos com desperdícios.

- vii. **PROCESSOS INADEQUADOS:** Utilização incorreta do equipamento e ferramentas, aplicação de recursos e processos inadequados às funções, aplicação de procedimentos complexos e incorretos ou sem a informação e formação necessária.

Além das sete fontes de desperdício referidas, Daniel Markovitz (2007) acrescenta uma oitava fonte de desperdício.

- viii. **DESIGN INADEQUADO:** Design de produtos e serviços que não vão ao encontro das necessidades do cliente. (Sebrosa 2008)

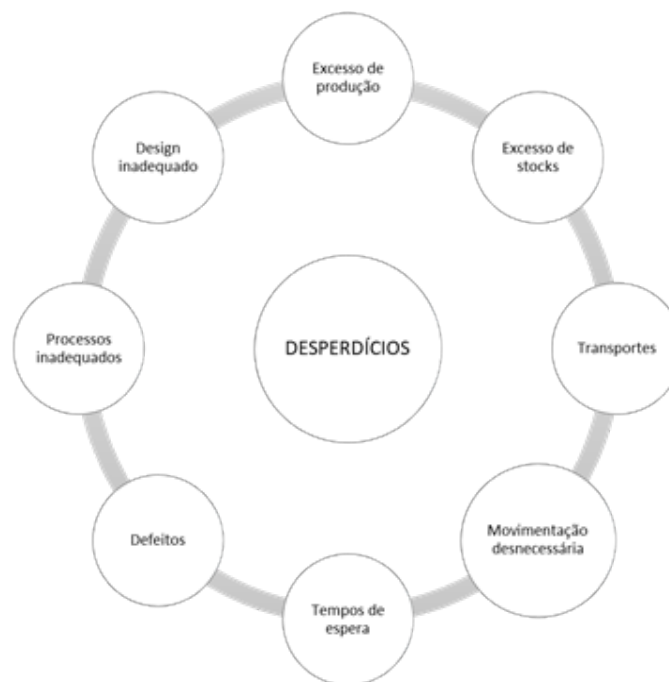


Figura 13 - As oito fontes de desperdício

3.1.2.2. FERRAMENTAS E METODOLOGIAS LEAN

Lean é uma filosofia e não uma ferramenta em si. Diversas ferramentas e técnicas (...) podem apoiar a transformação *Lean* de forma a identificar, medir e remover desperdício, variabilidade e proporcionar melhorias em áreas específicas (Johannes Cottyn 2012).

Para a implementação da filosofia *Lean*, e com o intuito de reduzir todas as formas de desperdício, diversas metodologias foram estudadas e desenvolvidas. Algumas dessas ferramentas são por exemplo o TPM, “*Kaizen*”, 5’S, “*5 Whys*”, “*Poka-yoke*”, “*Standardized Work*” (SW), “*Single-minute Exchange of Die*” (SMED), “*Value Stream Mapping*” (VSM), “*Heijunka*”, “*Kanban*”, “*one-piece-flow*”, “*Takt-time*”, “*Pull-system*”, “*Jidoka*”, gestão visual, diagrama de causa e efeito, e ciclo de *Deming* ou PDCA.

O TPM, que em português significa manutenção produtiva total, consiste numa metodologia que objetiva a eficácia global do sistema produtivo, focando-se na redução de avarias, acidentes e defeitos através da manutenção preventiva e de intervenções em momentos que revelem necessidade do mesmo.

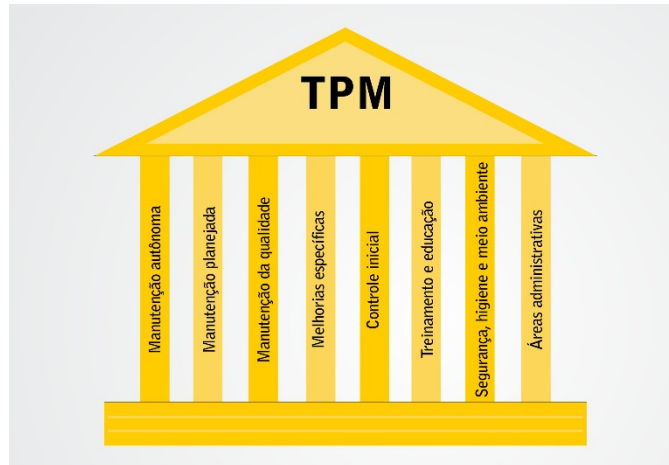


Figura 14 - TPM (manutenção produtiva total)

O princípio do *Just-in-time* (JIT) no seu significado mais básico implica que cada processo deve ser provido com as componentes certas, na quantidade exata e no tempo indicado (Ahlström 1996). Para Ghinato (1995) JIT significa que cada processo deve ser suprido com os itens e quantidades certas, no tempo e lugar certos. Traduz-se numa técnica para alcançar o TPS aumentando os lucros através da completa eliminação do desperdício, e na qual os processos são iniciados quando são necessários.

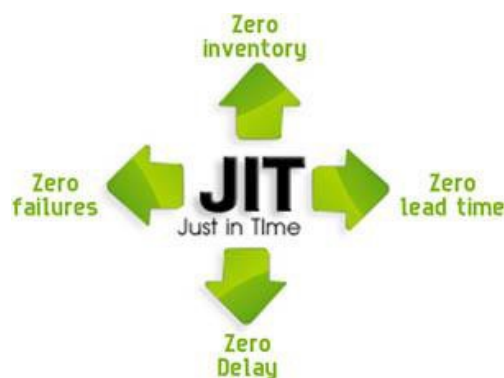


Figura 15 - JIT (Just-in-time)

A ferramenta 5'S é geralmente a primeira a ser utilizada na implementação do LM, muito devido ao seu carácter disciplinar e educacional. A sua designação deriva da utilização de

cinco palavras japonesas, todas elas iniciadas pela letra “S”, para descrever o seu modo de atuação:

- i. Seiri – seleção;
- ii. Seiton – organização;
- iii. Seisō – limpeza;
- iv. Seiketsu – padronização;
- v. Shitsuke – autodisciplina.

Caracteriza-se por ser um método de organização de todo o espaço de trabalho com vista à eficácia e eficiência dos processos. O objetivo passa por uma limpeza, organização e identificação do que é realmente necessário nos postos de trabalho (Simmons 2010).



Figura 16 - 5S

Definida por Taiichi Ohno como a base da abordagem científica da *Toyota*, a técnica dos 5 porquês resume-se a um método de pergunta-resposta que tem por objetivo determinar a causa de um defeito ou problema. Passa por perguntar “porquê” as vezes necessárias até a solução se tornar clara e o problema ser resolvido, na maioria das vezes cinco repetições são suficientes. O ponto importante dos 5 Porquês não é a técnica nem o número cinco, mas sim o “parar e arranjar” a causa-raiz na mentalidade e cultura da resolução de problemas inserida na *Toyota* (Vodde 2009).

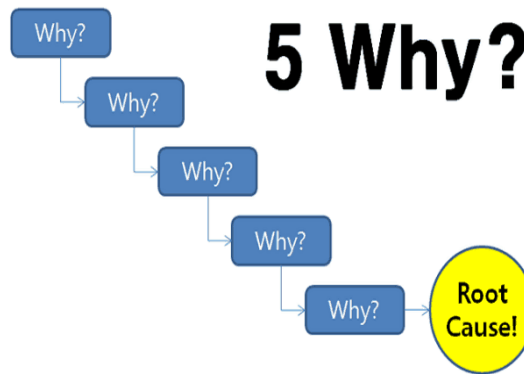


Figura 17 - 5 Why?

Os métodos “*poka-yoke*” referem-se a atividades de identificação e prevenção de causas prováveis de erros ou defeitos nos processos (Abel Pinto 2009). O termo “*Poka-yoke*”, de origem japonesa, significa mecanismo anti erro e pretende eliminar problemas associados a defeitos e erros nas operações, sem necessitar de supervisão permanente por parte do operário. O objetivo do “*poka-yoke*” passa por interromper o processo assim que seja detetado um erro para que o mesmo não passe para o processo seguinte (Suzaki 2010). A qualidade no produto, desde a sua origem, mostra-se extremamente importante, eliminando o tempo desperdiçado na procura e deteção de defeitos, que acarretam custos desnecessários às entidades. Quanto mais tempo for necessário para detetar um erro, maior será o custo associado à sua reparação. A maior responsabilidade está entregue os operários, que têm de entregar produtos sem defeitos ao processo seguinte, ou quando identificados, procederem à sua reparação imediata. A chave para atingir 100% de qualidade é evitar os defeitos na origem e não entregar um produto defeituoso ao processo seguinte (Suzaki 2010). De acordo com Abel Pinto (2009) a ferramenta “*Poka-yoke*” envolve três passos:

- i. identificação do que pode correr mal;
- ii. determinação dos modos de prevenção ou deteção do que pode correr mal;
- iii. identificação e seleção das ações a serem tomadas quando um erro ou falha é detetado.

Os mecanismos e ideias “*poka-yoke*” devem ser divulgados o mais rápido possível e tidos em consideração na compra de novas máquinas e no desenvolvimento de novos produtos (Suzaki 2010).

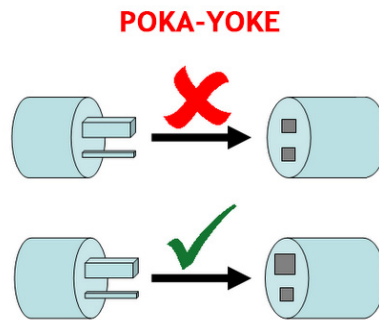


Figura 18 - *poka-yoke*

O “controlo da qualidade zero defeitos” (CQZD) na *Toyota* não é um programa, mas um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controlo das causas (Ghinato 1995). Esta ferramenta assenta em quatro pontos essenciais:

- i. utilização de inspeção na fonte – inspeção de carácter preventivo que elimina a ocorrência de defeitos na origem e não apenas nos resultados;
- ii. utilização de inspeção 100% em vez de inspeção por amostra;
- iii. redução do tempo decorrido entre a deteção do erro e a aplicação da ação corretiva;
- iv. reconhecer que os trabalhadores não são infalíveis – utilizando dispositivos *poka-yokes*.

“*Single-minute Exchange of Die*”, conhecido abreviadamente por SMED, trata-se de uma troca rápida entre ferramentas, o que permite que a máquina mude facilmente de produto aumentando a produtividade.

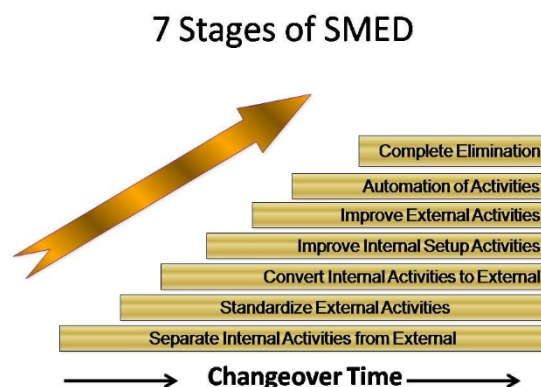


Figura 19 - SMED (single-minute exchange of die)

O SW – “*Standardized Work*”, em português Trabalho Padronizado, tem por objetivo a padronização das atividades de produção na qual a mesma operação deve ser realizada da mesma forma por todos os operários. Desta forma reduzem-se os defeitos de produção, estabilizando a mesma, assim como também se diminui a variabilidade dos processos, sendo considerada por Taiichi Ohno uma ferramenta fundamental para a melhoria contínua.

A metodologia “*Kanban*” baseia-se num sistema de gestão visual simples no qual se controlam os fluxos e as existências garantindo que se produz apenas o que é pedido pelo cliente no momento e quantidades requeridas. O resultado da utilização desta ferramenta passa pela redução do planeamento da produção e das estimativas associadas, pois apenas se vai produzir a pedido do cliente, evitando a acumulação de existências inutilizadas.

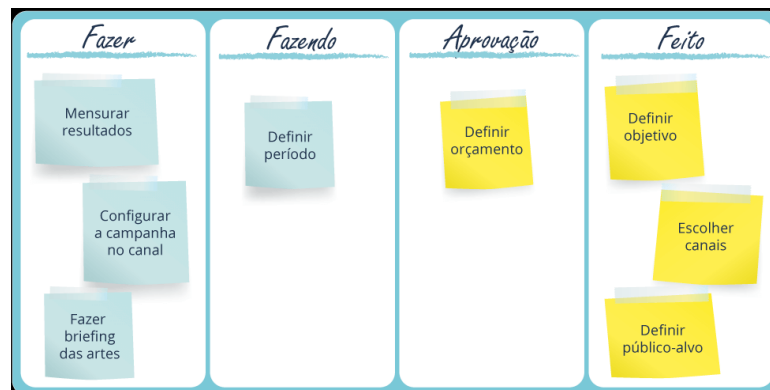


Figura 20 - kanban

VSM, “*Value-Stream-Mapping*”, permite visualizar o percurso de um produto ao longo de todas as atividades desde o seu pedido até à sua entrega, que representam a cadeia de valor do produto. Através desta ferramenta é possível aprender a identificar as fontes de desperdício, ver e perceber o fluxo ao longo de todo o processo. Esta metodologia, segundo Mark e Nash (2008), divide-se em três sectores:

- i. fluxo do processo ou produção;
- ii. fluxo de informação ou comunicação;
- iii. tempos e distâncias dos transportes.

Os mesmos autores identificam três etapas principais durante o VSM: o mapa do estado atual, para perceber como a cadeia de valor está a operar atualmente, identificando-se assim o desperdício e procedendo à resolução dos problemas na cadeia de valor; o mapa

do estado futuro desejado, que representa a cadeia de valor no futuro após a implementação das melhorias; e o plano de implementação, aponta as etapas necessárias para alcançar o estado futuro, apresentando os prazos e os objetivos das mesmas. O VSM é mais do que uma ferramenta, é uma forma prática de ensinar o pensamento *Lean* e de como este se aplica a qualquer processo (Locher 2008).

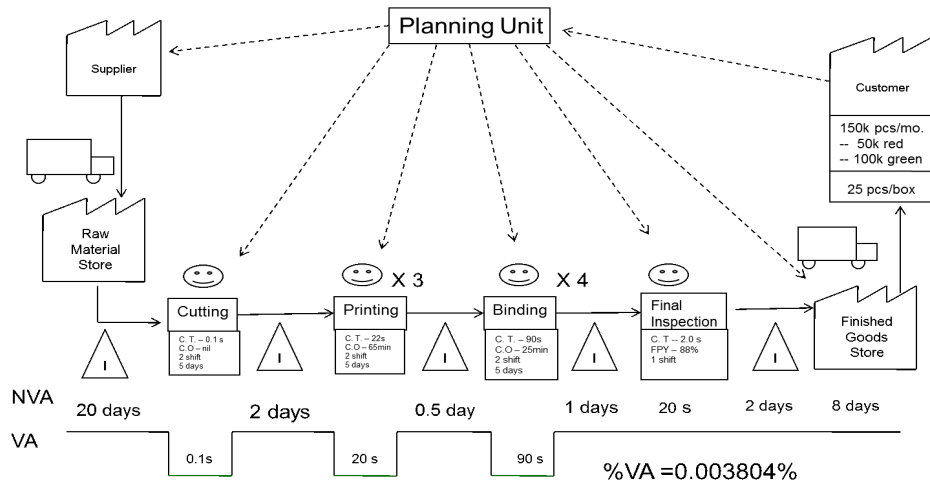


Figura 21 - VSM (value stream mapping)

“*Heijunka*” resume-se a um método de produção no qual os produtos são distribuídos de forma sequencial seguindo a ordem de pedido do cliente, reduzindo o tempo de espera por parte dos equipamentos e dos colaboradores. A sua origem é japonesa e é a tradução para “programação nivelada”, a qual expressa os três objetivos deste processo, nivelar o volume de produção, nivelar os tipos de produtos e nivelar o tempo de produção. Através da realização destes objetivos, o sistema “*Heijunka*” consegue produzir peça a peça de acordo com um tempo padrão previamente definido e nem mais nem menos do que a quantidade solicitada (Abel Pinto 2009).

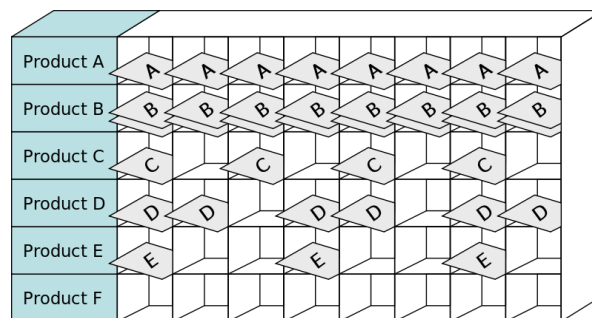


Figura 22 - Heijunka

Por seu turno, a ferramenta “Kaizen”, consiste na criação de um grupo de trabalho constituído por colaboradores de diferentes áreas da empresa de modo a conseguirem solucionar qualquer problema que possa surgir. A melhoria contínua é uma metodologia segundo a qual as pessoas trabalham em conjunto para melhorar o desempenho dos seus processos, aproximar o desempenho aos valores de referência e, continuamente, acompanhar e responder às necessidades e expectativas dos clientes (Abel Pinto 2009).



Figura 23 - Kaizen

Um dos principais objetivos do pensamento *Lean* é o desenvolvimento de fluxo no ambiente produtivo, que se traduz pelo movimento dos materiais ao longo do sistema sem interrupções e de acordo com o pedido do cliente. A informação e os materiais adequados são entregues ao sistema de produção no momento, quantidade e local corretos. Para isso, o necessário seria um sistema “*one-piece-flow*” onde não existem inventários e os produtos são produzidos quando solicitados pelos clientes. Neste campo a *Toyota* conseguiu desenvolver células “*one-piece-flow*” que produzem por encomenda quando a mesma é necessária. Segundo Liker (2004), as vantagens na aplicação deste sistema passam por:

- i. produzir com qualidade, havendo inspeção por parte de cada colaborador impedindo o aparecimento de defeitos nos postos seguintes;
- ii. criar verdadeira flexibilidade, como o prazo de produção é menor, existe maior flexibilidade na resposta ao cliente;
- iii. aumentar a produtividade, calculando o valor do trabalho acrescentado e sabendo quantos colaboradores são necessários para uma determinada taxa de produção;
- iv. libertar espaço, as células são aproveitadas ao máximo sendo gasto muito pouco espaço com inventários;

- v. melhorar a segurança, a movimentação dos materiais é feita em pequenos lotes e assim tornam-se desnecessárias as empilhadoras que são grande causa dos acidentes;
- vi. melhorar a moral, os operadores conseguem ver o resultado do seu trabalho ficando com um sentimento de satisfação e dever cumprido;
- vii. reduzir custos de inventários, o capital é investido em qualquer outro lugar ao invés de ser aplicado em existências desnecessárias.

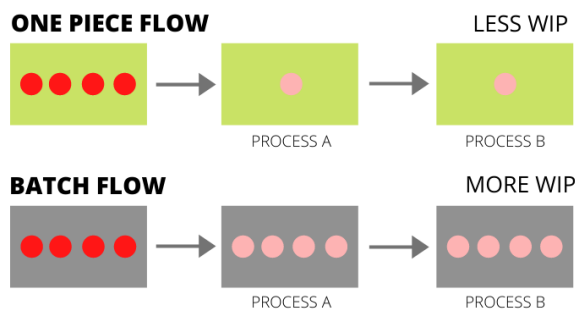


Figura 24 - One-piece-flow VS Batch Flow

Ser *Lean* significa também fazer as coisas ao ritmo certo e o ritmo certo é estabelecido pela taxa de procura (consumo) do cliente (Abel Pinto 2009). O termo “*Takt-time*” é utilizado para designar o ritmo de pedidos dos clientes em relação a um determinado produto. O seu cálculo é feito através da divisão do tempo de operação pela quantidade pedida pelo cliente. O objetivo é uma produção constante de acordo com um tempo de ciclo planeado, o mais aproximado possível do “*takt-time*”. Esse tempo de ciclo não pode ser superior ao “*takt-time*” para evitarem atrasos nas entregas, e por outro lado, não pode ser muito inferior para que não haja desperdícios no processo. O “*takt-time*” pode ser usado para marcar o ritmo da produção e alertar os operadores sempre que estejam atrasados ou avançados (Liker 2004).

$$\text{TAKT TIME} = \frac{\text{Tempo Disponível de Produção}}{\text{Demanda}}$$

Figura 25 - Takt Time

Num sistema de operações *Lean*, cada sequência de trabalho só é desencadeada quando a que está imediatamente a seguir o autoriza. O sistema de fabrico é gerido por um sistema “*pull*” em que cada estação “puxa os materiais” da estação anterior na presença de um pedido da estação seguinte (Abel Pinto 2009). Num sistema “*pull*” (puxar) apenas é produzido o que o cliente pretende no momento e quantidade certa, diminuindo o desperdício com armazenamento, reparações e manuseamentos. O contrário deste método é o sistema “*push*” (empurrar), no qual a produção é baseada em estimativas de procura quer venham ou não a ser necessárias. As operações são realizadas “*just-in-case*”, o oposto de “*just-in-time*” praticado pelo sistema “*pull*”.

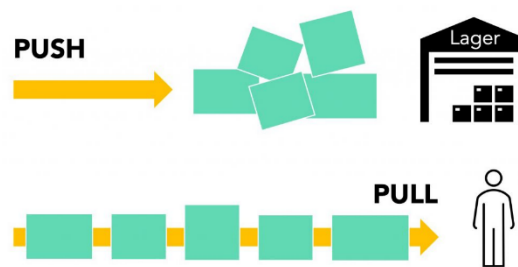


Figura 26 - Sistema push e pull

A ferramenta “*Jidoka*” possibilita que qualquer defeito seja detetado e resolvido no posto onde se deu a ocorrência. O objetivo é possibilitar que qualquer anomalia seja detetada quer pela máquina quer pelo operador, tendo autonomia para parar a produção procedendo à respetiva reparação. A automeação (“*jidoka*”) consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processo sempre que for detetada qualquer anormalidade no mesmo, o que provoca uma concentração de esforços para identificar a causa-raiz do problema e eliminá-la, sem que aconteça a propagação do problema (Ghinato 1995).

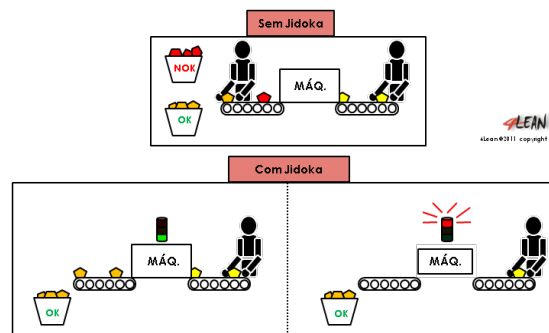


Figura 27 - Jidoka

A gestão visual é um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando tudo mais visível, lógico e intuitivo. Torna os processos mais simples e menos dependentes de sistemas informáticos e procedimentos formais (Abel Pinto 2009). Formoso (2002) identifica quatro formas básicas de implementação da gestão visual:

- i. uso de dispositivos visuais, como por exemplo placas de sinalização e segurança;
- ii. utilização da ferramenta 5'S;
- iii. seleção e divulgação de indicadores de desempenho;
- iv. remoção de obstáculos visuais que dificultem a comunicação entre operadores.

Outra das metodologias utilizadas na aplicação do *Lean* é o ciclo PDCA ou ciclo de *Deming* que também vem potenciar a melhoria contínua. Este método consiste em utilizar os conceitos de ciclos anteriores para melhorar os ciclos seguintes, estabelecendo objetivos (“*plan*”), conduzir a implementação (“*do*”), verificar o progresso (“*check*”) e tomar as ações corretas se necessárias (“*act*”). De acordo com Abel Pinto (2009), desenvolve-se em 4 fases:

- P (*plan*) – Planear, estabelece os objetivos necessários para alcançar os resultados consoante os requisitos do cliente;
- D (*do*) – Executar, implementação dos processos;
- C (*check*) – Verificar, controlar os processos segundo políticas, objetivos e requisitos para o produto;
- A (*act*) – Agir, executar ações de melhoria contínua dos processos, verificando se o sistema funciona e está atualizado e adequado.

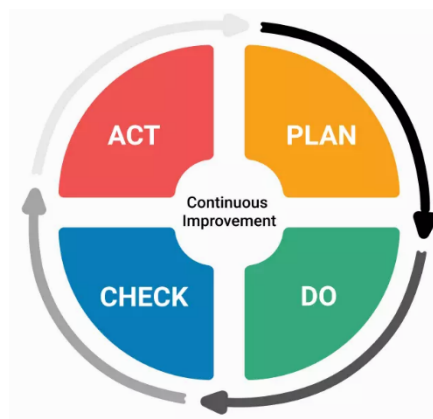


Figura 28 - PDCA

Este ciclo encontra-se diretamente relacionado com os cinco princípios *Lean* estabelecidos por Daniel Markovitz (2003), e que segundo Haque (2010) a primeira fase

(“*plan*”) refere-se ao primeiro princípio *Lean* “especificar valor”, enquanto os princípios “identificar a cadeia de valor”, “otimizar o fluxo” e “criar um sistema *pull*” se enquadram na segunda fase do ciclo, por último a “procura pela perfeição” está relacionada com as duas últimas fases, “*check*” e “*act*”.

O Diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de peixe, é um gráfico cuja finalidade é organizar o raciocínio em discussões de um problema prioritário, em processos diversos, especialmente na produção industrial. Originalmente proposto pelo engenheiro químico *Kaoru Ishikawa* em 1943 e aperfeiçoado nos anos seguintes. O diagrama foi desenvolvido com o objetivo de representar a relação entre um “efeito” e suas possíveis “causas”. Esta técnica é utilizada para descobrir, organizar e resumir conhecimento de um grupo a respeito das possíveis causas que contribuem para um determinado efeito.

Em sua estrutura, as prováveis causas dos problemas (efeitos) podem ser classificadas como sendo de seis tipos diferentes quando aplicada a metodologia 6M:

- Método: toda a causa envolvendo o método que estava sendo executado o trabalho;
- Material: toda causa que envolve o material que estava sendo utilizado no trabalho;
- Mão-de-obra: toda causa que envolve uma atitude do colaborador (ex.: procedimento inadequado, pressa, imprudência, ato inseguro, etc.)
- Máquina: toda causa envolvendo a máquina que estava a ser operada;
- Medida: toda causa que envolve os instrumentos de medida, sua calibração, a efetividade de indicadores em mostrar as variações de resultado, se o acompanhamento está a ser realizado, se ocorre na frequência necessária, etc.
- Meio ambiente: toda causa que envolve o meio ambiente em si (poluição, calor, poeira, etc.) e, o ambiente de trabalho (layout, falta de espaço, dimensionamento inadequado dos equipamentos, etc.).

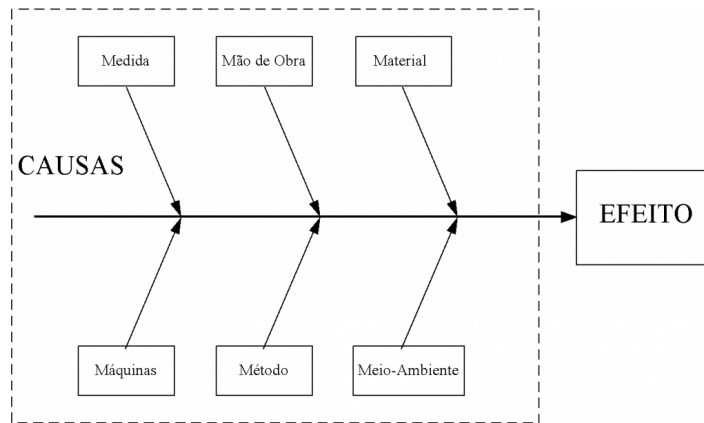


Figura 29 - Diagrama de Causa e Efeito

O Sistema permite estruturar hierarquicamente as causas potenciais de determinado problema ou oportunidade de melhoria, bem como seus efeitos sobre a qualidade dos produtos. Permite também estruturar qualquer sistema que necessite de resposta de forma gráfica e sintética (isto é, com melhor visualização). (Wikipédia 2020)

O domínio destas ferramentas não garante o sucesso da implementação do pensamento *Lean*, dado que a essência desta filosofia de gestão não está nas soluções que preconiza, mas sim em aspetos menos tangíveis, como a cultura empresarial, a liderança de pessoas e a gestão de processos (Abel Pinto 2009).

4. ANÁLISE DO DESEMPENHO DA LINHA DE PRODUÇÃO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

Neste capítulo é desenvolvida a caracterização da produção, utilizando os principais produtos fabricados, sendo identificadas as principais anomalias, o estado geral do equipamento e os fluxos de trabalho.

A linha de produção em estudo é a produção de Remates, elementos metálicos feitos para se conseguir um acabamento perfeito nas construções. São frequentes as solicitações de remates com uma grande diversidade no tipo de chapa (lacada ou galvanizada), nomeadamente a cor e a espessura com medidas muito particulares. O produto é feito de

acordo com os parâmetros definidos pelo cliente, tendo em conta as limitações dos equipamentos. Os remates poderão ser simples ou complexos dependendo sempre das medidas solicitadas pelo cliente.

4.2. QUANTIFICAÇÃO DOS TEMPOS PRODUTIVOS DE FABRICO DE UMA PRODUÇÃO DE CUMIEIRAS (IRMACOOP) E REMATES GALVANIZADOS (PRUMOS DE VEDAÇÃO)

Nesta fase foi feito um levantamento de diversos fatores a ter em consideração para fazer uma previsão do tempo necessário para produção de 2 000 unidades de cumieiras (IRMACOOP) e remates galvanizados (prumos de vedação). Os fatores identificados foram as matérias-primas, o tempo médio de entrega das mesmas e as cadências dos equipamentos de produção.

As cumieiras (IRMACOOP) e os remates galvanizados (prumos de vedação) são rececionados na forma de Bobines, sendo armazenada em função das suas características (Largura, Espessura e RAL). A diferença é notória na quinagem e no recorte de ambos. Prumos são bastante trabalhoso na unidade de quinagem e a unidade de recorte final das cumieiras é demorado por ser bastante pormenorizado.

Os objetivos de reunir estes dados são determinar o tempo de ocupação dos equipamentos, prever prazos de entrega, melhorar o seu cumprimento e ocupação de linha de produção da forma mais adequada.

Para cada produto foi considerado uma produção de 2 020 unidades, atendendo à possibilidade de 1% de estragos no decorrer do processo produtivo, perdas que não são críticas. É necessário considerar também que há um *delay* de 2 a 3 meses para a entrega da chapa na fábrica, desde que a encomenda foi feita até à sua chegada à IRMALEX.

4.2.1. VALEU *STREAM MAPPING* PARA A PRODUÇÃO DE CUMIEIRAS (IRMACOOP)

As cumieiras pertencem à parte superior de um telhado, como exemplificado na Figura 30. Para esta fase estão consideradas as operações da linha de produção de cumieiras. São sete fluxos de trabalho, representados na Tabela 1.

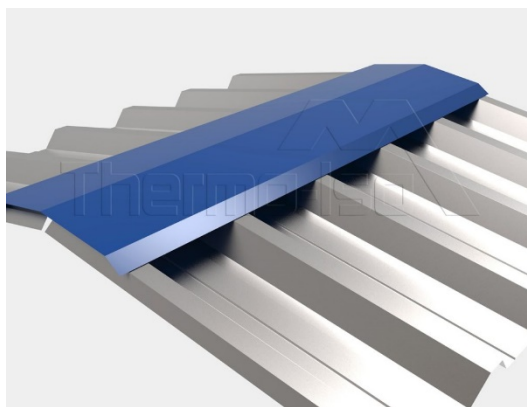


Figura 30 - Exemplo de cumeeira a produzir

A Tabela 1 representa as operações e o tempo necessário para executar a produção de 2.000 cumieiras.

Tabela 1 - Planeamento de produção de Cumieiras

Operação	Designação	Duração (h)	Precedentes	Tempo Produção/Peça (min)
1	Receção de bobine	0,25	-	15
2	Unidade 1 – Linha de Corte	11,10	1	0,333
3	Unidade 2 – Linha de Guilhotina	16,67	2	0,5
4	Unidade 3 – Linha de Quinagem	16,67	3	0,5
5	Unidade 4 – Linha de estampagem / recorte	16,67	4	0,5
6	Embalamento	3,33	5	5
7	Unidade 6 - Parque interno	6,67	6	10

Como se pode verificar na Tabela 1 em todo o fluxo de produção de cumieiras, a unidade de produção em estudo com o processo mais demorado são as operações 3, 4 e 5 com um total de tempo de 16,67 horas para cada operação.

Na operação de embalamento, apenas são embaladas 50 unidade de cada vez manualmente, perfazendo num total de 40 conjuntos das 2 000 peças, em que cada conjunto necessita de 5 minutos de embalamento. Na operação 7 são introduzidas as funções de pesagem, introdução dos dados no programa interno e só depois é que é levado para o parque interno da fábrica.

Todas as melhorias que sejam feitas na linha para aumentar a cadências de produção tornam a mesma mais balanceada relativamente aos equipamentos de apoio. Neste produto os balanceamentos entre as sete operações estão sincronizados.

A Tabela 1 sintetiza todas as operações necessárias para a produção de Cumieiras IRMACOOP, com 7 operações consegue-se concluir o processo, mencionando o tempo total de cada operação e de todos os precedentes em cada fase da produção. Tem atribuído um código a cada uma delas para as identificar de uma forma mais rápida, como é o caso das operações precedentes.

Para este caso específico, ajustou-se o tempo de início das unidades de modo que todas começassem perto da mesma data e finalizassem também juntas.

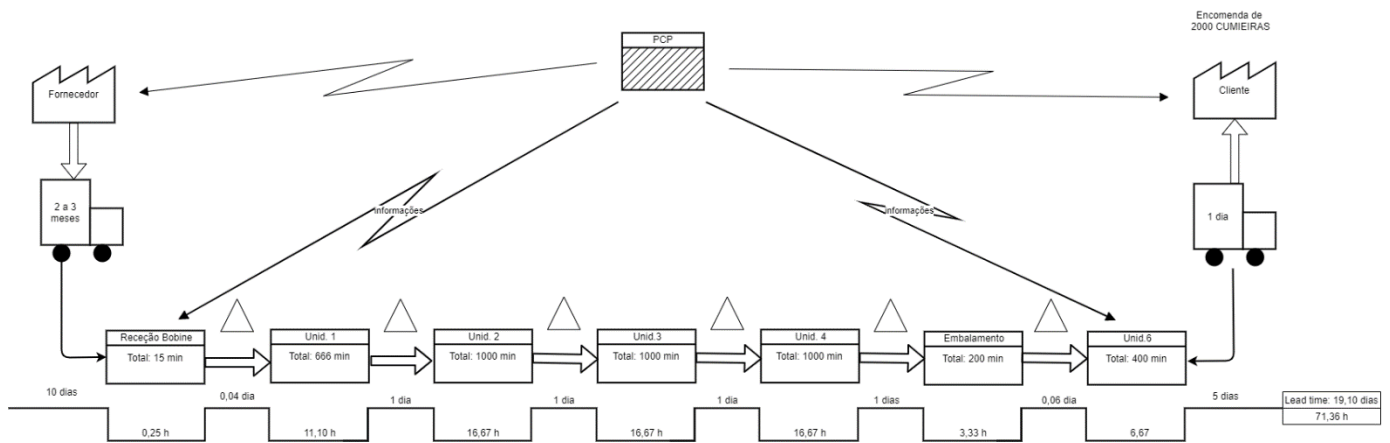


Figura 31 - Value Stream Mapping (produção de Cumieiras)

Ao realizar o Value Stream Mapping é possível verificar que o Lead Time é bastante superior ao tempo de produção. Ao comparar os tempos expostos confirma-se que há perdas de tempo em que são considerados desperdícios como esperas, movimentações, transportes, etc. O Lead Time corresponde a 19,10 dias enquanto o tempo de processamento corresponde aproximadamente a 9 dias, o que significa que a encomenda só está com o cliente no final deste processo todo 28 dias após encomenda feita, cerca de 1 mês para a produção e entrega de 2 000 cumeeiras.

Este processo todo corresponde desde que a encomenda é encaminhada ao departamento de gestão de produção até ser entregue ao cliente.

4.2.2. VALEU STREAM MAPPING PARA A PRODUÇÃO DE REMATES GALVANIZADOS (PRUMOS DE VEDAÇÃO)

Os remates galvanizados, exemplo na

Figura 32, têm o mesmo tempo de espera para que a bobine chegue na fábrica. Dado que a bobine é específica para cada trabalho, seria ótimo conseguir um fornecedor que tivesse prazos de entrega mais curtos.



Figura 32 - Exemplo de Prumo de vedação

A Tabela 2 engloba todas as operações necessárias para a produção de 2.000 unidades de remates galvanizados, denominados como prumos de vedação.

Na fase de produção, a unidade de produção 3 tem o tempo de fabrico mais demorado e crítico para esta produção, porque requer bastante manuseamento com a pesa. É uma peça bastante pormenorizada em viragens e isso requer mais tempo na máquina em relação aos outros produtos.

Na Tabela 2 estão sintetizadas todas as operações, o tempo de produção por peça em horas e minutos, as operações precedentes e a duração total da produção das 2.000 unidades.

Tabela 2 - Planeamento de produção de Prumos de Vedação

Operação	Designação	Duração (h)	Precedentes	Tempo Produção/Peça (min)
1	Receção de bobine	0,25	-	15
2	Unidade 1 – Linha de Corte	11,10	1	0,333
3	Unidade 2 – Linha de Guilhotina	16,67	2	0,5
4	Unidade 3 – Linha de Quinagem	50	3	1,5
5	Unidade 4 – Linha de estampagem / recorte	16,67	4	0,5
6	Embalar	3,33	5	5

7	Unidade 6 - Parque interno	6,67	6	10
---	----------------------------	------	---	----

A tabela acima, referente à produção de remates galvanizados, é visível que o fluxo de produção é exatamente igual ao fluxo de produção das cumeeiras com a diferença na operação da linha de quinagem dos remates galvanizados com o triplo do tempo relativamente às cumeeiras.

O processo de controlo de qualidade é feito a 100 %, contudo o processo de produção é feito de unidade em unidade, torna muito demorado e dispendioso.

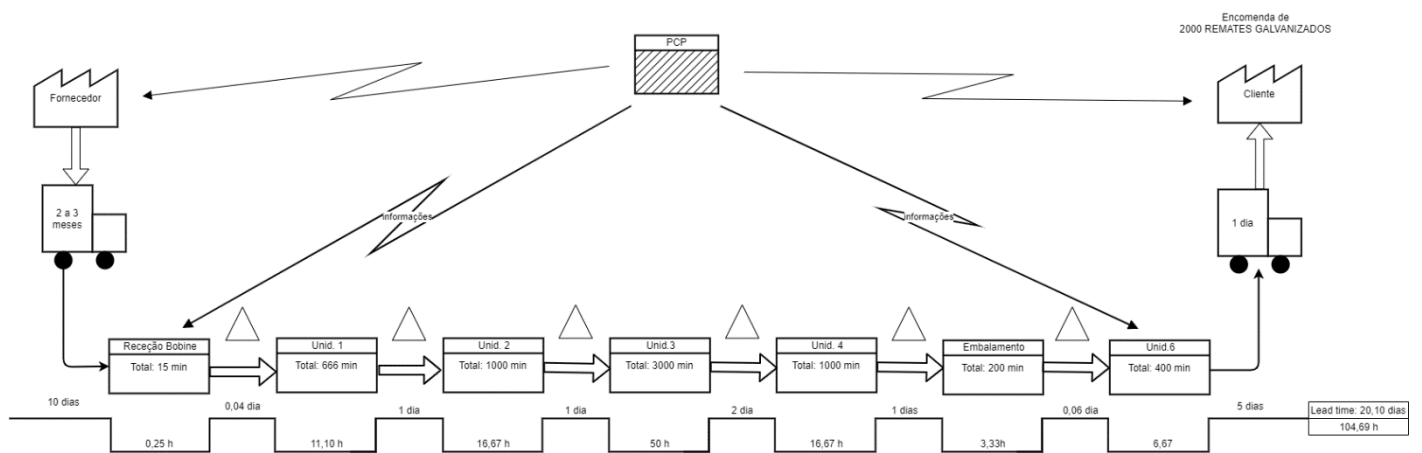


Figura 33 - Valeu Stream Map (Produção de Prumos de Vedação)

O Value Stream Mapping dos prumos não diferencia muito do VSM das cumeeiras, mas continua-se a verificar que o *Lead Time* é bastante superior ao tempo de produção. Ao comparar os tempos expostos confirma-se que há perdas de tempo em que são considerados desperdícios como esperas, movimentações, transportes, etc. O *Lead Time* corresponde a 20,10 dias enquanto o tempo de processamento corresponde aproximadamente a 13 dias, o que significa que a encomenda só está com cliente no final deste processo todo depois de 33 dias úteis, 1 mês e uns dias para a produção e entrega ao cliente de 2 000 cumeeiras.

4.2.1. BREVE SÍNTESE ACERCA DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DA LINHA

De acordo com os dados registados ao longo do capítulo 4.2, existe capacidade da linha de produção em estudo para produzir 2.000 cumeeiras (IRMACOOP) em 28 dias úteis e a mesma quantidade de remates galvanizados (prumos de vedação) em 33 dias úteis

considerando todas as máquinas produzem o mesmo produto diferenciando o tempo de utilização.

No entanto, relacionando as necessidades dos nossos clientes com a nossa capacidade produtiva, pode-se concluir que a produção está abaixo do *takt time*, sendo previsível ruptura de stock e não serão satisfeitas as atuais necessidades dos nossos clientes no lead time pretendido.

A Tabela 3 foi construída tendo em conta da produção diária de 50 de cumeeiras e 50 remates galvanizados por dia, exemplo de quantidade diária produzida.

Tabela 3 - Taxa de ocupação da linha de produção

Necessidades dos Cliente (dia)		Ocupação da Linha de Produção				
		Unid. 1	Unid. 2	Unid. 3	Unid. 4	Unid. 6
Cumeeiras	50	3%	4%	4%	4%	85%
Remates Galvanizados	50	3%	4%	12%	4%	78%
Total		5%	8%	16%	8%	162%

Ao realizar apenas 50 produtos de cada, a unidade de produção mais sobrecarregada é sem dúvida a unidade 6, parque interno, e posteriormente a unidade 3 – Linhas de quinagem automática. Por ser uma operação automática continua a ser bastante demorosa e necessitar constantemente do operador para manusear a peça.

4.3. LEVANTAMENTO DOS DESPERDÍCIOS NO SISTEMA

Com base no que foi exposto, deduz-se que a identificação e a mitigação de fatores de desperdício (de tempo, de atividades desnecessárias, de retrabalho, etc.) no processo de desenvolvimento de produtos podem reduzir o *lead time* neste processo, podendo trazer uma vantagem competitiva para uma organização. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que poderia atuar nesta análise, pela identificação das atividades que agregam e que não agregam valor ao processo.

4.3.1. DIAGRAMA DE CAUSA-EFEITO DOS DESPERDÍCIOS

Seguindo as fontes de desperdício descritas no enquadramento teórico, foram identificadas as principais fontes de desperdício na produção e foram realizados os

diagramas de causa-efeito identificando a vermelho as constatações mais críticas nesta situação.

Foi realizada uma priorização qualitativa, isto é, como não há dados específicos, um número a dizer que uma constatação custa mais que outra, foi realizada uma ordenação, tendo algum pendor subjetivo, não sendo suportável por dados, mas com o consenso em reunião com as chefias da produção e enquadrada com os objetivos da organização. A priorização foi na melhoria do transporte, movimentações desnecessárias e tempo de espera.

TRANSPORTE

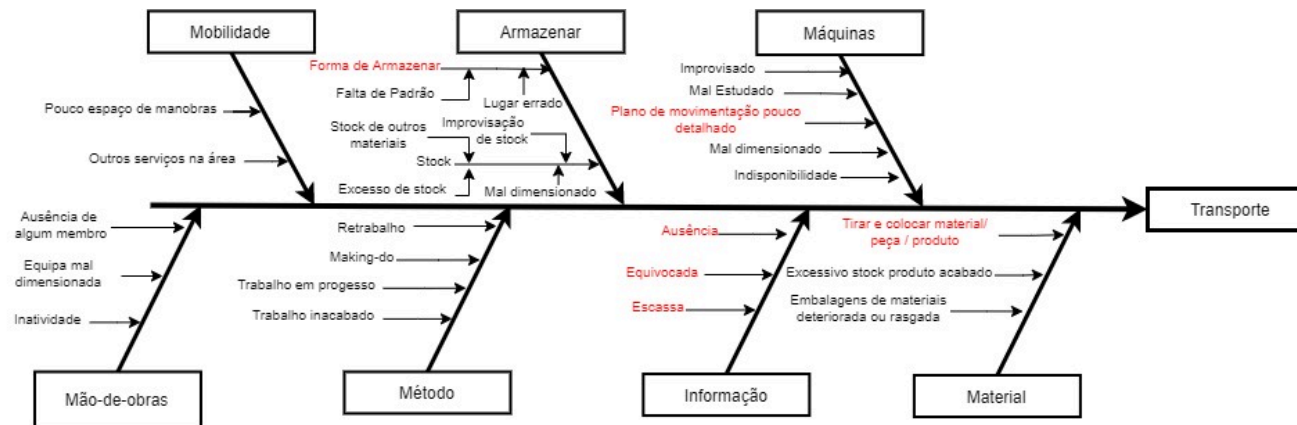


Figura 34 - Diagrama de Causa-Efeito: Transporte

MOVIMENTAÇÕES DESNECESSÁRIAS



Figura 35 - Diagrama de Causa-Efeito: Movimentações desnecessárias

TEMPO DE ESPERA

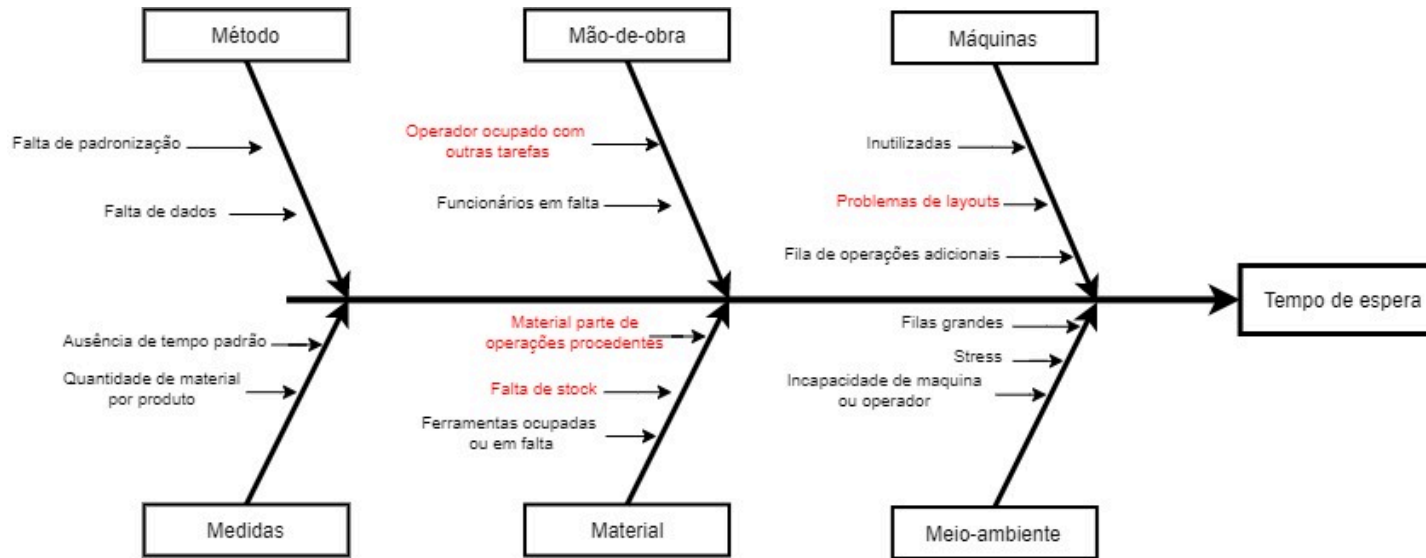


Figura 36 - Diagrama de Causa-Efeito: Tempo de espera

Como referido no capítulo 3.1.2.1, existem oito tipologias de desperdício e na Tabela 4 foi executado um levantamento das devidas constatações retiradas em todo o processo produtivo. Com base nos Diagramas de Causa-Efeito representados acima, as principais fontes de desperdício, transporte, movimentações desnecessárias e tempo de espera, são as constatações mais alarmantes neste projeto e serão estas a serem estudadas.

Tabela 4 - Levantamento dos desperdícios

Desperdícios	
Tipologia de desperdício	Constatações
Excesso de Produção	1. Produzir a mais do que o pedido pelo cliente. 2. Produzir antes da solicitação do cliente.
Excesso de Stock	3. Excessivo stock de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados comparados com a encomenda do cliente. 4. Stock entre operações
Transporte	5. Ir e vir das tarefas/ tarefas interrompidas 6. Movimento excessivo de peças, materiais e produtos. 7. Movimentação para armazenamento 8. Tirar e colocar o material/ peça/ produto.
Movimentações desnecessárias	9. Deslocamento físico dos funcionários
Tempo de espera	10. Espera de aprovação do projeto 11. Materiais e parte de operações procedentes 12. Bobines pendentes
Defeitos (qualidade)	13. Retrabalho – informação errada do projeto
Processos inadequados	14. Sem acesso real de stock de produtos.
Design inadequado	15. Reutilização pobre do conhecimento 16. Problemas de incompatibilidade

4.3.2. RELATIVIZAR DESPERDÍCIOS MAIS IMPORTANTES

O mapeamento do fluxo de valor do macroprocesso de desenvolvimento de produto foi realizado a partir de informações coletadas em entrevistas com os encarregados e funcionários da empresa, análise de documentos e observação direta dos processos. Por meio desse mecanismo de recolha de dados foram levantados os tempos para o mapeamento do fluxo de valor. A recolha de dados consumiu um mês. Os informadores-chave entrevistados foram: o gestor de produção, o diretor de linha de produção, a responsável da área de vendas e o responsável pela área de desenho (projetista).

Durante a realização do mapeamento do fluxo de valor atual foi possível identificar os seguintes desperdícios no PDP da empresa: tarefas interrompidas, deslocamento físico dos funcionários, sem acesso real de stock de produtos, espera de aprovação do projeto,

bobines pendentes, retrabalho – informação errada do projeto, reutilização pobre do conhecimento e problemas de incompatibilidade.

A Tabela 5 apresenta cada desperdício identificado na empresa, com as devidas causas relevantes aos desperdícios e como é feita a recolha dos dados.

Tabela 5 - Caracterização dos desperdícios identificados no estado atual da empresa

Desperdícios		Causas	Recolha de dados		
Tipologia de desperdício	Constatações		Entrevista	Obs.	Análise documental
Excesso de Produção	Produzir a mais do que o pedido pelo cliente.	Baixa sincronização do tempo, conteúdo considerado e a capacidade.	X	X	X
	Produzir antes da solicitação do cliente.	Excesso de disseminação de informação. Redundância das tarefas.	X	X	X
Excesso de Stock	Excessivo stock de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos acabados comparados com a encomenda do cliente.	Excessivo armazenamento de dados. Testes desnecessários de equipamentos e protótipos.	X	X	X
	Stock entre operações.	Filas no caminho crítico.	X	X	-
Transporte	Ir e vir das tarefas/ tarefas interrompidas	Ocorre quando o setor de produção tem dúvidas em relação ao produto do projeto e desloca-se ao setor do PDP, interrompendo a atividade do projetista. (ausência, equivocada e escassa de informação) Grande parte da comunicação é direta, apesar de existência de outros meios (registos, documentos, telefone, e-mail, etc.). Por ser uma empresa de pequeno porte,	X	X	-

		prefere-se a comunicação direta.			
	Movimento excessivo de peças, materiais e produtos. Movimentação para armazenamento. Tirar e colocar o material/ peça/ produto.	Excessivo tráfego de dados. Plano de movimentações pouco detalhado. Comunicação ineficiente.	X	X	-
Movimentações desnecessárias	Deslocamento físico dos funcionários.	Todos os funcionários de cada secção da produção movimentam-se para repor e transportar material.	X	-	-
Tempo de espera	Espera de aprovação do projeto.	Ordens de serviço incompletas (especificações da encomenda), má especificação das medidas dos remates pedidos.	X	X	x
	Materiais e parte de operações procedentes.	Capacidade indisponível do homem ou máquina. Espera por dados, respostas, requisitos, especificações resultados de testes, aprovação, decisões, eventos de inspeção, assinaturas. Manutenção. Filas para operações adicionais.	X	X	-
	Bobines pendentes	Demasiado tempo de espera para repor stock de bobines.	X	-	-
Defeitos (qualidade)	Retrabalho – informação errada do projeto	Retrabalho devido a informações erradas como grossura da chapa, dimensões da chapa, RAL e quantidades. Componentes, materiais, sub-montagens ou produtos que não	X	X	X

		possuem a qualidade requerida. Defeitos internos na produção. Defeitos com fornecedores. Testes e verificações pobres.			
Processos inadequados	Sem acesso real de stock de produtos.	Diversas bobines não estão inseridas no programa interno na secção de stock interno e isso prejudica os funcionários das vendas. Não sabem se podem vender ou não certo produto.	X	X	-
Design inadequado	Reutilização pobre do conhecimento	Apenas uma pessoa é que está encarregue de desenhar os remates encomendados. Porém, o mecanismo corporativo de gestão do conhecimento é restrito aos registos dos projetos havendo posteriormente diversos erros na entrega das Ops.	X	X	X
	Problemas de compatibilidade	Receção de arquivos de clientes de má visibilidade (diversos clientes enviam desenhos feitos à mão) para posteriormente serem desenhados pelo projetista.	X	X	X

O desenvolvimento do produto é realizado sob encomenda. Nesse tipo de desenvolvimento acontecem mudanças mais profundas nas fases iniciais do processo. Nesse caso, tenta-se não se desenvolver produtos para cliente final (B2C), mas sim para clientes específicos (B2B).

4.4. PROPOSTA PARA A REDUÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

As ações definidas para a correção dos problemas estão definidas na tabela PDCA apresentada abaixo. Esta ferramenta de trabalho permite-nos acompanhar o estado da implementação das ações definidas.

Tabela 6 - Plano de ação (PDCA)

Problema	Análise	PLAN						DO	CHECK	ACT
Efeito	Causas	Ações	Custos Anuais (€)	Ferramentas de gestão a usar	Potenciais benefícios anuais	Resp.	Data	Data	*Results (%)	Ref.
Transporte	Equipa mal dimensionada	Adquirir mais um operário para fazer apenas as movimentações dentro da fábrica	10 371,62	5'S	Menor sobrecarga de outros funcionários					
	Plano de movimentações pouco detalhado	Apostar em acrescentar plano de movimentações fabris no programa interno	740,43	Value-stream-mapping	Maior organização empresarial					
	Ausência de informação	No departamento de gestão de produção dispor de toda a informação de produtos e produção no sistema interno	0	KANBAN	Maior organização na área da produção					

	Tirar e colocar material/ peça / produto	Criar um espaço no armazenamento para cada tipo de produto acabado ou ainda em procedimento	1 100	5'S	Maior organização sem haver produtos "perdidos" durante ou final da produção					
Movimentações Desnecessárias	Perda de tempo em mover-se de setor em setor	Adquirir máquina remota que faça as movimentações todas dos produtos de setor em setor. Linha automática de todo o processo (Anexo 3)	23 000	Jidoka	Menor tempo de produção					
	Erros nas OPs	Adquirir projetista qualificado	21 551,88	5S	OPs sem erros					
	Diversas entregas por encomenda	Sempre que um cliente fizer o levantamento da encomenda, terá de levar tudo de uma só vez	0	One-piece-flow	Maior espaço em parque interno e menor stock de produto acabado					
	Falta de organização	Gestor de produção deve criar equipa de colaboradores de diferentes áreas de modo a conseguirem solucionar qualquer	0	Kaizen	Menores movimentações de funcionários e material durante a sua produção					

		problema que possa surgir								
Tempo de Esperas	Operador ocupado com diversas tarefas	Adquirir operador para que outros não façam funções para além das que são recomendadas	10 371,62	JIT	Tempo de procedimento menor					
	Problemas de layouts	Adquirir projetista qualificado e apostar em formações	21 551,88	SW	Envio sem erros de OPs para produção					
	Material parte de operações procedentes	Melhor sequenciação das ordens de produção	0	Value-stream-mapping	Não ficar com material parado em parque interno de encomendas antigas					
	Falta de stock	Encomendar material com devida antecedência	0	JIT	Sem rotura de stock e melhoria de vendas					

5. CONCLUSÕES

A dissertação apresentada desenvolve um trabalho que faz um estudo e uma análise à gestão de produção da IRMALEX, com a utilização de ferramentas estratégicas de qualidade que abordam algumas ações como oportunidade de melhoria para a gestão da empresa. Atendendo aos objetivos intercalares a que nos propusemos, foi feito: um levantamento quantificado dos problemas e umas eventuais causas; definidas ações de melhoria estratégicas e operacionais, quantificadas em custo e proveitos. Em suma, o objetivo principal, aumento da rentabilidade da produção da IRMALEX está em curso e espera-se melhorias.

Com toda a firmeza da gerência da IRMALEX que é essencial aumentar o número de encomendas na produção para melhorar e viabilizar o trabalho desenvolvido. O estudo

feito e apresentado possui muitas potencialidades, podendo ser aplicado e desenvolvido na generalidade das empresas deste setor de atividade.

No desenvolvimento deste estudo que serviu para aprofundar o conhecimento e controlo da gestão de produção com aplicação de ferramentas adequadas, conclui-se que há muito trabalho a desenvolver principalmente na relação com os clientes “para manter e adquirir novos”, aumentar produtividade (organização, funcionários, gestão e equipamento), diversificar a atividade e aumentar a competitividade para a rentabilização da empresa. Neste sentido, são apresentados no subcapítulo seguinte as mais prementes ações a implementar no futuro.

5.1. FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

Com base nos indicadores operativos da empresa na Tabela 6 - Plano de ação (PDCA), será necessário acompanhar e implementar ações que apresentem melhorias e benefícios no desempenho das principais tarefas nas “reparações” a realizar e que ainda não foram implementadas, mas cujo agendamento será feito pela empresa para quando esta desejar implementar. Considerando uma sequência cronológica, as ações a ponderar são:

- Adquirir mais um operário para fazer apenas as movimentações dentro da fábrica;
- Apostar em acrescentar plano de movimentações fabris no programa interno;
- No departamento de gestão de produção dispor de toda a informação de produtos e produção no sistema interno;
- Criar um espaço no armazenamento para cada tipo de produto acabado ou ainda em procedimento;
- Adquirir máquina remota que faça as movimentações todas dos produtos de setor em setor;
- Linha automática de todo o processo (Anexo 3);
- Adquirir projetista qualificado;
- Sempre que um cliente fizer o levantamento da encomenda, terá de levar tudo de uma só vez;

- Gestor de produção deve criar equipa de colaboradores de diferentes áreas de modo a conseguirem solucionar qualquer problema que possa surgir;
- Adquirir operador para que outros não façam funções para além das que são recomendadas;
- Adquirir projetista qualificado e apostar em formações;
- Melhor sequenciação das ordens de produção;
- Encomendar material com devida antecedência.

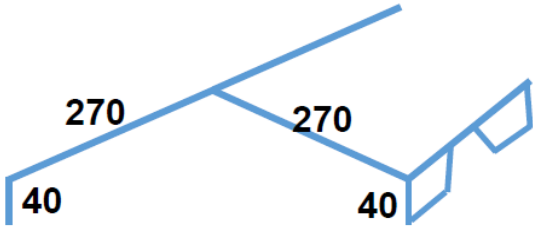
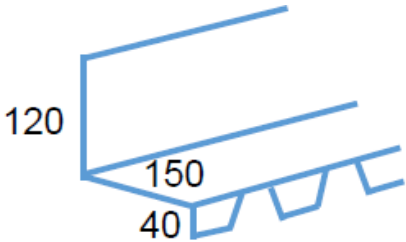
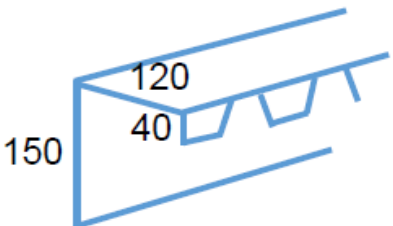
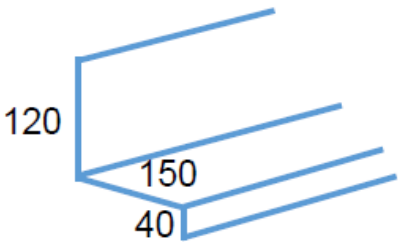
BIBLIOGRAFIA

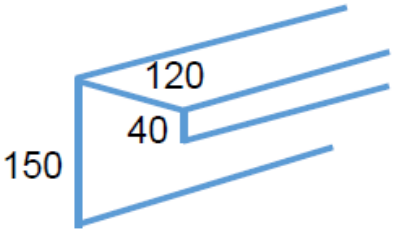
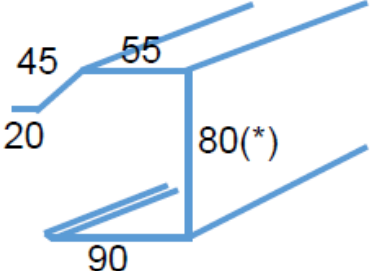
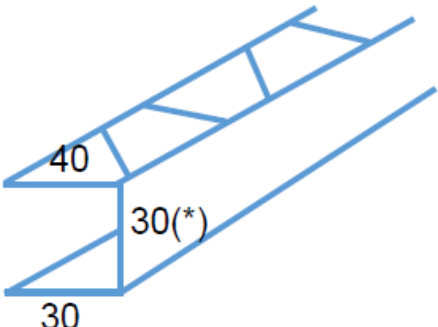
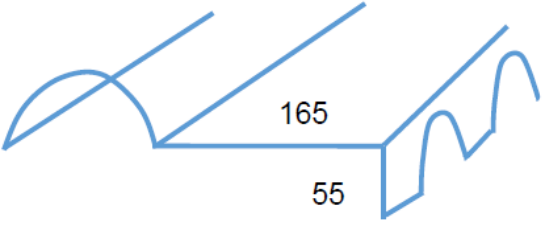
- Abel Pinto, Iolanda Soares. *SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE - Guia para a sua implementação*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda., 2009.
- Ahlström, Christer Karlsson e Pär. "The difficult path to lean product development." *Journal of Product Innovation Management*, 1996.
- Arash Shahin, Nassibeh Janatyan. "Group Technology (GT) and Lean Production: A Conceptual Model for Enhancing Productivity." *International Business Research*, 2010.
- Bo, Chen Lixia e Meng. "Research on the five-stage method for Chinese enterprises to implement lean production." *2010 International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management (ICLSIM)*, 2010.
- Bowen, Steven J. Spear and H. Kent. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review, 1999.
- Daniel Markovitz, Daniel Ross, Daniel T Jones, James P Womack. *Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your*. Simon & Schuster, 2003.
- . *The Machine that Changed the World - How* . Harper Collins, 2007.
- Formoso, CT, Santos, AD and Powell, JA. "An exploratory study on the applicability of processtransparency in construction sites." *Journal of Construction Research*, 2002.
- Ghinato, Paulo. "Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time." *Division of Systems Science* , 1995.
- Haque, Mike James-moore e Bard. "Applying lean thinking to new product introduction." *Journal of Engineering Design* , 2010.

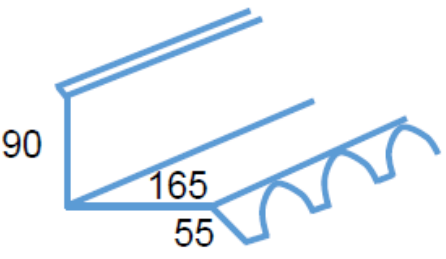
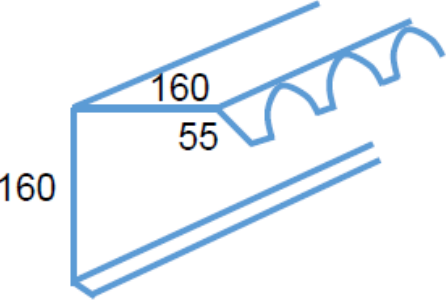
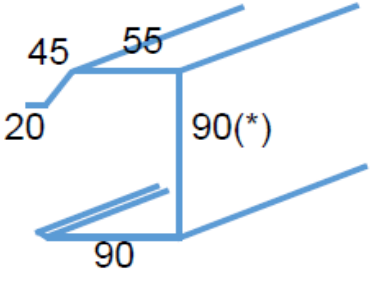
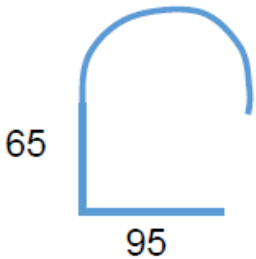

- Hicks, B.J. "Lean information management: Understanding and eliminating waste." *Science Direct*, 2007.
- Holweg, Matthias. "The genealogy of lean production." *The genealogy of lean production*, 8 de Maio de 2006.
- HUSSEY, JILL COLLIS & ROGER. *Business Research: a practical guide for undergraduate and* . Palgrave Macmillan, 2009.
- Jackson, Thomas L. *A lean management system*. Portland, Oregon: Productivity Press, 1996.
- Johannes Cottyn, Hendrik van Landeghem, Kurt Stockman, Stijn. "A Method to Align a Manufacturing Execution System with Lean Objectives." *International Journal of Production Research*, 2012.
- Liker, J.K. *The Toyota Way, 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill, 2004.
- Locher, Drew A. *Value Stream Mapping for Lean Development - A How-To Guide for Streamlining Time to Market*. Productivity Press, 2008.
- maqfort. *maqfort*. s.d. <https://www.maqfort.com/produtos/maquina-corte-laser-tubo-nkt/> (acedido em 06 de 10 de 2021).
- Marcello Braglia, Gionata Carmignani, Francesco Zammori. "A new value stream mapping approach ." *International Journal of Production Research*, 2005.
- Mark A. Nash, Sheila R. Poling. *Mapping the Total Value Stream - A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*. Productivity Press, 2008.
- Meng, Lixia Chen & Bo. "The Application of Value Stream Mapping Based Lean Production System." *Based Lean Production System*, Junho de 2010.
- Muhammad S. Khan, Ahmed Al-Ashaab, Essam Shehab, Badr Haque, Paul Ewers, Mikel Sorlid and Amaia Sopelanad. "Towards lean product and process development." *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2013.

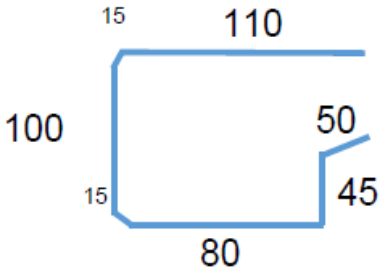
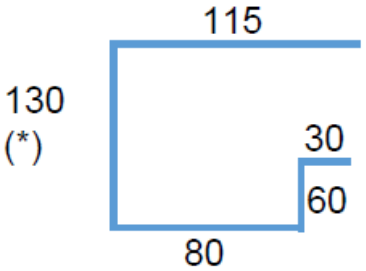

- R. Mohanty, O. Yadav and R. Jain. "Implementation of lean manufacturing principles ." *Vilakshan–XIMB Journal of Management*, 2007.
- Richard B. Chase, Nicholas. *Operations Management for Competitive Advantage*. McGraw-Hill Higher Education, 2005.
- Ricky Smith, Bruce Hawkins. *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*. Elsevier Butterworth-Heibemann, 2004.
- Sebrosa, Rui. "MODELO DE AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAGRA." Dissertação de Mestrado, 2008.
- Suzaki, Kiyoshi. *Gestão de Operações Lean - Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. Mansores: LeanOp Press, 2010.
- Vodde, Craig Larman e Bas. "LEAN PRIMER." *Scaling Lean & Agile Development*, 2009.
- Wikipédia*. 17 de março de 2020. https://pt.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa (acedido em 29 de Julho de 2021).

ANEXO 1 – CATÁLOGO REMATES

Desenhos	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> - Cumeeira recortada para painel IRMAPENTA e IRMATER. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate superior de encosto 120X150mm para IRMAPENTA IRMATER c/recortes. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate superior de descida 150X120m para IRMAPENTA e IRMATER c/recortes. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate superior de encosto 120X150mm para IRMAPENTA IRMATER s/recortes. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido ao metro linear.

	<ul style="list-style-type: none"> - Remate superior de descida 150X120mm para IRMAPENTA e IRMATER s/recortes. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate lateral para IRMAPENTA e IRMATER. - Comprimento máximo de 6000mm. - (*) Esta medida aumenta 10mm por cada 10mm de aumento na espessura do painel. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate de topo para IRMAPENTA e IRMATER. - Comprimento máximo de 1000mm. - (*) Esta medida aumenta 10mm por cada 10mm de aumento na espessura do painel. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate de cumeeira para IRMACOOP. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido em peças duplas e ao metro linear.

	<ul style="list-style-type: none"> - Remate superior de encosto 90X165mm para IRMACOOP c/recortes. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate superior de descida 160X160 para IRMACOOP c/recortes. - Comprimento standard 3150mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate lateral para IRMACOOP. - Comprimento standard 6000mm. - (*) Esta medida aumenta 10mm por cada 10mm de aumento na espessura do painel. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate lateral para IRMACOOP redondo. - Comprimento standard 6000mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Remate de topo para IRMACOOP. - Comprimento standard 1000mm. - Material vendido ao metro linear.

	<ul style="list-style-type: none"> - Caleiro para IRMACOOP. - Comprimento standard 6000mm. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Caleiro para IRMAPENTA e IRMATER. - Comprimento standard 6000mm. - (*) Esta medida aumenta 10mm por cada 10mm de aumento na espessura do painel. - Material vendido ao metro linear.
	<ul style="list-style-type: none"> - Cumeeira inferior p/ IRMATER, IRMAPENTA, IRMACOOP. - Comprimento standard 6000mm. - Material vendido ao metro linear.

ANEXO 2 – CATÁLOGO PAINÉIS

IRMATER – Painel para coberturas com 3 ondas.

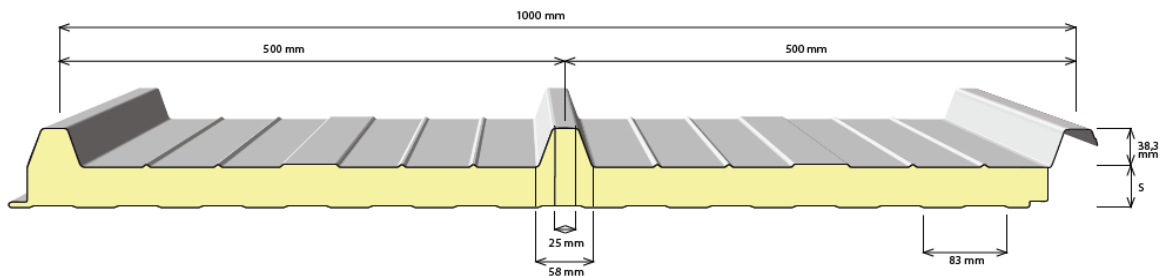


Figura 37 - Painel IRMATER

IRMAPENTA – Painel para cobertura com 5 ondas.

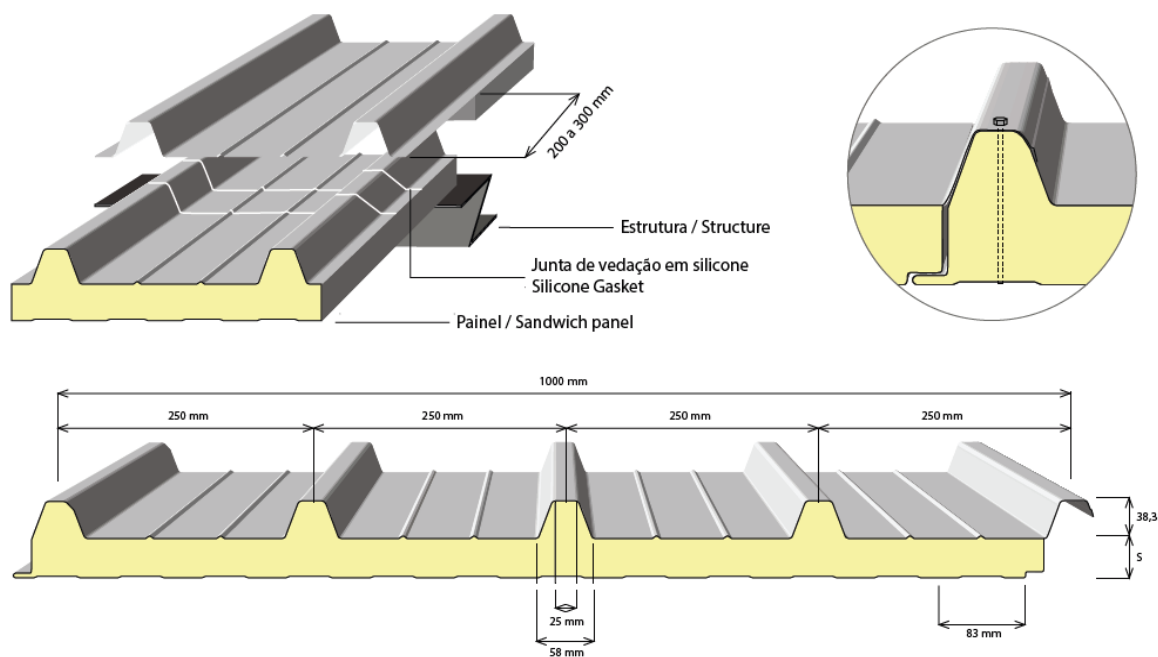


Figura 38 - Painel IRMAPENTA

IRMARIGHE 1000N – Painel para fachadas com parafusos à vista.

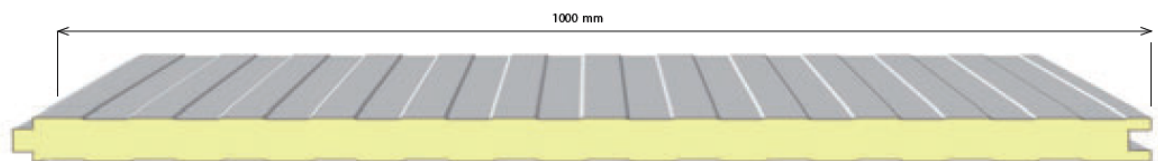


Figura 39 - Painel IRMAGHE 1000N

IRMARIGHE 1000MN – Painel para fachadas com parafusos à vista.

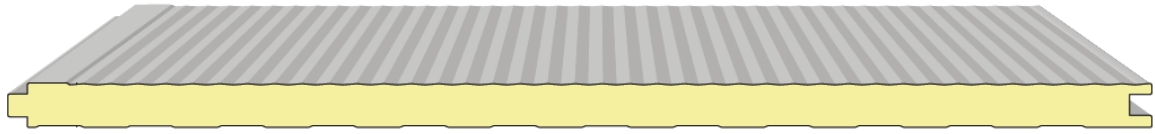


Figura 40 - Painel IRMARIGHE 1000MN

IRMARIGHE 1000L – Painel para fachadas com parafusos à vista.



Figura 41 - Painel IRMARIGHE 1000L

IRMAPF -1000N – Painel para fachadas com parafuso oculto.

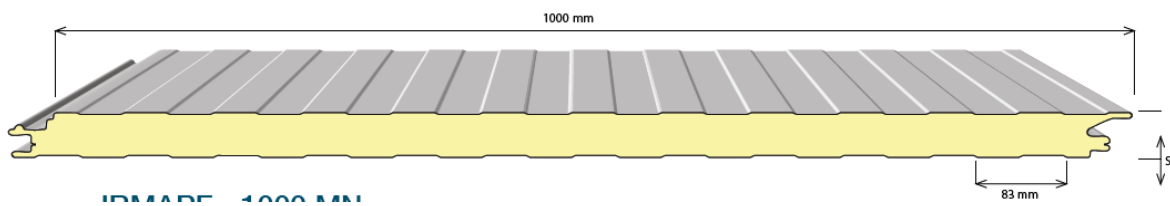


Figura 42 - Painel IRMAPF - 1000N

IRMAPF -1000MN – Painel para fachadas com parafuso oculto.

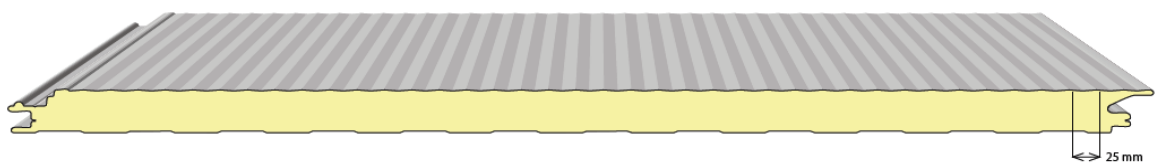


Figura 43 - Painel IRMAPF - 1000MN

IRMAPF -1000L – Painel para fachadas com parafuso oculto.



Figura 44 - Painel IRMAPF - 1000L

IRMAPF - 600N – Painel para fachadas com parafuso oculto.

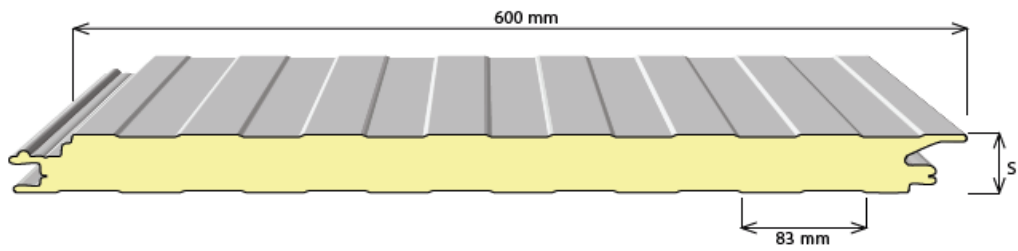


Figura 45 - Painel IRMAPF - 600N

IRMAPF – 600MN – Painel para fachadas com parafuso oculto.



Figura 46 - Painel IRMAPF - 600MN

IRMAPF – 600L – Painel para fachadas com parafuso oculto.



Figura 47 - Painel IRMAPF – 600L

IRMACOOP – Painel para coberturas imitação de telha.



Figura 48 - Painel IRMACOOP

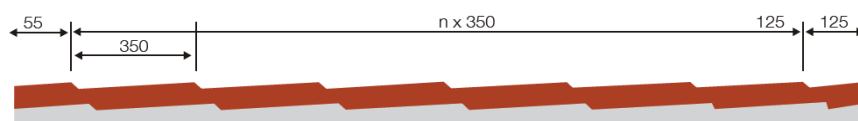


Figura 49 - Medidas Painel IRMACOOP

ANEXO 3 – MÁQUINA DE CORTE A LASER TUBO POR FIBRA – SÉRIE NKT



Figura 50 - Máquina de Corte a Laser Tubo por Fibra – Série NKT (maqfort s.d.)