



Universidades Lusíada

Dias, Ana Catarina Azevedo

Implementação de ferramentas lean numa empresa de transformação de vidro

<http://hdl.handle.net/11067/7943>

Metadados

Data de Publicação

2024

Resumo

O presente estudo tinha como objetivo demonstrar que a aplicação de ferramentas Lean, como a Gestão visual e a melhoria contínua, numa empresa de transformação de vidro isolante, podia levar a benefícios. Identificaram-se gargalos na produção, com setup elevado especialmente em processos com uma elevada intervenção humana, como na entrada da linha de montagem e na reprodução de vidros não conformes. Inicialmente os vidros eram transportados, em carrinhos, do corte para a montagem sendo colocados...

The aim of this study was to demonstrate that the application of Lean tools, such as Visual Management and continuous improvement, in an insulating glass processing company could lead to benefits. Bottlenecks in production were identified, with high setup especially in processes with a high level of human intervention, such as at the entrance to the assembly line and in the reproduction of non-conforming glass. Initially, the glass that went on trolleys from cutting to assembly was placed random...

Palavras Chave

Produção lean, Desperdício

Tipo

masterThesis

Revisão de Pares

no

Coleções

[ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2025-04-07T06:56:32Z com informação proveniente do Repositório



UNIVERSIDADE LUSÍADA
CAMPUS DE VILA NOVA DE FAMALICÃO

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

Ana Catarina Azevedo Dias

Dissertação de mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Vila Nova de Famalicão - julho 2024



UNIVERSIDADE LUSÍADA
CAMPUS DE VILA NOVA DE FAMALICÃO

**Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação
de vidro**

Ana Catarina Azevedo Dias

Docente: Professora Doutora Ana Cecília Dias Ferreira Ribeiro

Dissertação de mestrado
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha mais profunda gratidão a todos os que contribuíram para a realização deste projeto. Primeiramente, agradeço a todos os operadores da ACWIN-VID, cuja disponibilidade e dedicação foram fundamentais para o sucesso do projeto.

O meu sincero agradecimento ao chefe de produção, Carlos Sequeira, por proporcionar um ambiente de trabalho produtivo e colaborativo entre todos, e especial ajuda no cumprimento dos objetivos propostos.

À Engenheira Elsa Gonçalves, sou extremamente grata pela orientação técnica e pelo suporte inestimável ao longo do projeto. Os seus conselhos foram essenciais para o desenvolvimento do estudo.

Também quero agradecer ao Diretor de fábrica, Christophe Tardy pelo apoio, confiança no meu trabalho e disponibilidade para o seguimento deste projeto.

Por fim, expresso a minha imensa gratidão à minha orientadora, Professora Doutora Ana Cecília Dias Ferreira Ribeiro, pelo constante apoio, orientação e motivação. O seu compromisso durante o meu desenvolvimento profissional e pessoal fez toda a diferença.

A todos vocês, o meu mais sincero obrigada.

Resumo

O presente estudo tinha como objetivo demonstrar que a aplicação de ferramentas *Lean*, como a Gestão visual e a melhoria contínua, numa empresa de transformação de vidro isolante, podia levar a benefícios.

Identificaram-se gargalos na produção, com *setup* elevado especialmente em processos com uma elevada intervenção humana, como na entrada da linha de montagem e na reprodução de vidros não conformes.

Inicialmente os vidros eram transportados, em carrinhos, do corte para a montagem sendo colocados aleatoriamente numa área específica, resultando em demoras na procura dos vidros corretos para o fluxo produtivo. Com a implementação das melhorias, que consistiu na reorganização do *layout* dos carrinhos e a implementação da gestão visual, o tempo de *setup* inicial na linha de montagem foi reduzido 28,57%, o equivalente a 6 240 unidades anuais a mais na produção, resultando numa melhoria da eficiência da linha de montagem e destacando a importância de melhorar os processos.

Os vidros que apresentam defeitos, não tinham um procedimento normalizado de execução, pelo que foram analisados diferentes cenários de produção de relances, destacando-se que o método de produção mais adequado era a cada quatro horas realizar a sua produção. Este método equilibrou as interrupções na produção e o cumprimento de prazos de entrega, melhorando o fluxo produtivo e reduzindo desperdícios.

Assim, os objetivos do projeto foram cumpridos e demonstrou-se que aplicação de ferramentas *Lean* na ACWIN trouxe benefícios como identificação e eliminação de gargalos, redução de desperdícios, aumento do desempenho dos colaboradores, e melhoria na qualidade e eficiência da produção. A Gestão *Lean* provou ser uma estratégia poderosa para a empresa que procura marcar a diferença pela eficiência e satisfação do cliente, permitindo uma maior flexibilidade e qualidade na produção.

Palavras-chave: *Lean*, desperdício, melhoria contínua, Gestão Visual.

Abstract

The aim of this study was to demonstrate that the application of Lean tools, such as Visual Management and continuous improvement, in an insulating glass processing company could lead to benefits.

Bottlenecks in production were identified, with high setup especially in processes with a high level of human intervention, such as at the entrance to the assembly line and in the reproduction of non-conforming glass.

Initially, the glass that went on trolleys from cutting to assembly was placed randomly in a specific area, resulting in delays in finding the right glass for the production flow. With the implementation of the improvements, which consisted of reorganizing the layout of the trolleys and implementing visual management, the initial setup time on the assembly line was reduced by 28,57%, the equivalent of 6 240 more units per year in production, resulting in an improvement in the efficiency of the assembly line and highlighting the importance of improving processes.

There was no standardized procedure for producing glass with defects, so different glazing production scenarios were analyzed, and the most suitable production method was to produce glazing every four hours. This method balanced production interruptions and meeting delivery deadlines, improving the production flow and reducing waste.

Thus, the project's objectives have been met and it has been shown that applying Lean tools at ACWIN has brought benefits such as identifying and eliminating bottlenecks, reducing waste, increasing employee performance, and improving production quality and efficiency. Lean Management has proved to be a powerful strategy for a company looking to make a difference through efficiency and customer satisfaction, allowing for greater flexibility and quality in production.

Keywords: Lean, waste, continuous improvement, Visual Management.

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	iv
Índice de figuras	viii
Índice de tabelas	x
Lista de abreviaturas	xii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e motivação.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologias de investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação	4
2. Enquadramento Teórico	6
2.1. Gestão <i>Lean</i>	6
2.1.1. Conceito <i>Lean Thinking</i>	6
2.1.2. A origem do <i>Lean Thinking – Toyota Production System</i>	8
2.1.3. Princípios do <i>Lean Thinking</i>	9
2.1.4. Desperdícios <i>Lean</i>	11
2.2 Ferramentas e técnicas <i>Lean</i>	14
2.2.1 Ciclo <i>Plan Do Check and Act</i>	15
2.2.2 Os 5S.....	16
2.2.3 <i>Kanban</i>	18
2.2.4 Gestão Visual	20
2.2.5 <i>Value Stream Mapping</i>	21
2.3. Melhoria contínua.....	24
2.4 Indústria 4.0	25
2.4.1 A origem	25

2.4.2 Fatores que contribuíram para a Indústria 4.0.....	26
2.4.3 Obstáculos à implementação da Indústria 4.0.....	27
3. Caracterização da empresa	28
3.1 Apresentação da empresa	28
3.2 Estrutura organizacional	28
3.3 Gama de produtos	30
3.4 Clientes	31
3.5 Fornecedores.....	32
4. Análise da situação atual	34
4.1 Processo produtivo da ACWIN-VID.....	34
4.2 Registo de tempos do processo produtivo da ACWIN-VID	41
4.2.1 Corte.....	41
4.2.2 Entrada de linha	42
4.2.3 Produção de relances.....	46
4.3 Resumo dos problemas identificados nos processos	50
5. Propostas de melhoria.....	52
5.1 Aplicação do ciclo PDCA para implementação das propostas.....	52
5.2 Reorganização do <i>layout</i> dos carrinhos	53
5.3 Estudo de três casos na produção de relances	55
5.3.1 Produção de relances de duas em duas horas.....	56
5.3.2 Produção de relances de quatro em quatro horas	56
5.3.3 Produção de relances no final de cada turno de trabalho	57
6. Implementação e análise das propostas de melhorias	58
6.1 Reorganização do <i>layout</i> dos carrinhos	58
6.2 Estudo de 3 cenários na produção de relances.....	64
6.2.1 Produção de relances de duas em duas horas.....	64
6.2.2 Produção de relances de quatro em quatro horas	67
6.2.3 Produção de relances no final de cada turno.....	69

7. Conclusões, limitações e propostas de trabalho futuro.....	73
7.1 Conclusão dos resultados.....	73
7.2 Dificuldades e limitações do estudo	75
7.3 Propostas de trabalho futuro	76
Referências bibliográficas	78
Apêndice 1	82

Índice de figuras

Figura 1 - Casa do TPS. Adaptado de Pinto (2022).	8
Figura 2 - Os 7 desperdícios do TPS (Pienkowski, 2014).	12
Figura 3 - Representação dos 5S (Patel e Thakkar, 2014).	16
Figura 4 - Representação do sistema de produção push.	19
Figura 5 - Representação do sistema de produção pull.	19
Figura 6 - Representação de um VSM de uma empresa de produção de guias (Pinto, 2022).	22
Figura 7 - Guarda-chuva Kaizen (Singh & Singh, 2009)).	24
Figura 8 - Os 4 valores da empresa ACWIN.	28
Figura 9 - Layout da ACWIN-VID.	29
Figura 10 - Relações entre a ACWIN-VID e os clientes.	31
Figura 11 - Planos de corte enviados para as mesas de corte.	34
Figura 12 - Ponte do armazém automático que alimenta as mesas de corte.	35
Figura 13 - Vidro laminado (à esquerda) e vidro monolítico (à direita).	35
Figura 14 - Remaster das mesas de corte.	36
Figura 15 - Carrinhos provenientes do corte.	36
Figura 16 - Entrada da linha de montagem de vidro duplo e triplo.	36
Figura 17 – Robô KSA (exterior e interior da máquina de arestas).	37
Figura 18 - Lavadora.	38
Figura 19 - Posto de controlo visual de qualidade do produto.	38
Figura 20 - Colocação do TS (1ª selagem).	39
Figura 21 - Final de linha de montagem.	40
Figura 22 - Passagem do rolo para aperfeiçoar mastic.	40
Figura 23 - Cavaletes de PA.	40
Figura 24 - Fluxograma das medições efetuadas.	41
Figura 25 - Percentagem do tempo por processo.	46
Figura 26 - VSM do processo produtivo da ACWIN-VID.	49
Figura 27 - Representação do ciclo PDCA.	52
Figura 28 - Layout do chão de fábrica com a aplicação da melhoria proposta.	54
Figura 29 - Produção de relances de duas em duas horas (turno da manhã).	56
Figura 30 - Produção de relances de duas em duas horas (turno da tarde).	56

Figura 31 - Produção de relances de quatro em quatro horas (turno da manhã).	57
Figura 32 - Produção de relances de quatro em quatro horas (turno da tarde).....	57
Figura 33 - Novo layout dos carrinhos.	59
Figura 34 - Marcação do layout com fita.....	60
Figura 35 - Exemplos de identificação da tipologia de vidro.....	60
Figura 36 - Organização dos carrinhos conforme o layout definido.	61
Figura 37 - Folha de registo das horas de produção de relances.	64
Figura 38 - Evolução da produção (24/05/2024).....	66
Figura 39 - Evolução da produção (29/05/2024).....	66
Figura 40 - Evolução da produção (07/06/2024).....	68
Figura 41 - Evolução da produção (19/06/2024).....	69
Figura 42 - Evolução da produção (25/06/2024).....	70
Figura 43 - Evolução da produção (26/06/2024).....	71
Figura 44 - Comparação dos tempos médios dos 3 cenários.....	72

Índice de tabelas

Tabela 1 - Apresentação das gamas de produtos da empresa ACWIN.	30
Tabela 2 - Tempos de corte monolítico.	41
Tabela 3 - Tempos de corte laminado.....	42
Tabela 4 - Setup antes de ordenação dos carrinhos.	43
Tabela 5 - Tempos do processo de entrada de linha.	44
Tabela 6 – Tempos médios e percentagem por processo.	45
Tabela 7 - Tempos de produção de relances.....	46
Tabela 8 - Tabela resumo dos problemas identificados.....	51
Tabela 9 – Área por tipologia de vidro vendidos (até dia 24/05/24).	58
Tabela 10 - Setup depois da ordenação dos carrinhos.	61
Tabela 11 - Comparação do setup antes e depois da implementação da melhoria.....	61
Tabela 12 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (1º turno em estudo – 24/05/2024).....	64
Tabela 13 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (2º turno em estudo – 24/05/2024).....	65
Tabela 14 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (3º turno em estudo – 28/05/2024).....	65
Tabela 15 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (4º turno em estudo – 29/05/2024).....	65
Tabela 16 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (5º turno em estudo – 03/06/2024).....	65
Tabela 17 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (1º turno em estudo – 05/06/2024).....	67
Tabela 18 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (2º turno em estudo – 07/06/2024).....	67
Tabela 19 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (3º turno em estudo – 07/06/2024).....	67
Tabela 20 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (4º turno em estudo – 17/06/2024).....	68
Tabela 21 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (5º turno em estudo – 19/06/2024).....	68

Tabela 22 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (1º turno em estudo – 24/06/2024).....	69
Tabela 23 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (2º turno em estudo – 25/06/2024).....	69
Tabela 24 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (3º turno em estudo – 25/06/2024).....	69
Tabela 25 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (4º turno em estudo – 26/06/2024).....	70
Tabela 26 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (5º turno em estudo – 26/06/2024).....	70
Tabela 27 - Comparação de tempos médios dos 3 estudos realizados.	71
Tabela 28 - Tempos por processo (segundos).	82

Lista de abreviaturas

ERP – *Enterprise Resource Planning*

JIT – *Just in Time*

LED – *Light-emitting diode*

MP – Matéria-prima

PA – Produto acabado

PDCA – *Plan Do Check Act*

PME – Pequenas e médias empresas

PVC – Policloreto de vinila

TPS – *Toyota Production System*

TS - *Thermoplastic Spacer*

UE – União Europeia

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work in Process*

1. Introdução

Neste capítulo, são abordados vários aspetos relacionados com o presente projeto, desde o enquadramento e motivação do tema, os principais objetivos da investigação, as metodologias de investigação utilizadas e a estrutura do relatório que se procede.

1.1 Enquadramento e motivação

Atualmente, a concorrência global é o principal motivo da indústria se encontrar em evolução. Para que a taxa de serviço das empresas esteja no topo, é necessário inovar e implementar novas técnicas. Estas podem ser muito simples em termos de aplicação, mas delas, podem resultar grandes mudanças com impactos positivos.

A concorrência atualmente nas empresas, caracteriza-se pelos custos reduzidos, por uma gama de produtos mais extensa e conseqüente melhor qualidade de serviço, e dos produtos. Estes três aspetos devem ser considerados, em simultâneo, na satisfação do cliente final (Upadhye et al., 2010). Para que as empresas atinjam os seus objetivos, e para que se posicionem favoravelmente no mercado competitivo, é importante que estas se foquem num conjunto de metodologias. Estas, permitem que as organizações procurem oportunidades de redução ou até mesmo eliminação de todo o tipo de atividades que não acrescentam qualquer valor ao produto e à empresa.

Através da mitigação de processos sem valor acrescentado, as organizações terão uma maior facilidade em aumentar a flexibilidade da produção e conseqüente qualidade do serviço e do produto final (Cabrita et al., 2015). Para suavizar o fluxo produtivo, eliminando os desperdícios, pode-se recorrer à Gestão *Lean*. Com a implementação de ferramentas associadas a esta área, as organizações conseguem aumentar o valor das atividades produtivas. Este, é o ponto de partida para que tenham um novo olhar e uma nova perspetiva sobre os seus métodos fabris que utilizam atualmente.

O *Lean Thinking*, em conjunto com várias metodologias, conduz a ambientes simplificados e organizados, traduzindo um pensamento de “menos é melhor”, ou seja, com menos desperdícios e uma maior sistematização dos processos, consegue-se obter resultados com maior valor para a empresa (Htun et al., 2019).

Nas empresas onde as implementações são de facto, bem-sucedidas, a Gestão *Lean* pode ser sustentada num ambiente empresarial competitivo (Sundar et al., 2014).

Atualmente, é cada vez mais difícil as empresas posicionarem-se num patamar avançado quanto à concorrência existente no mercado competitivo global. É importante que estas delineiem os principais pontos a melhorar no decorrer dos seus negócios. Para isso, é crucial que as organizações se foquem nos processos que lhes causem perdas, a nível de tempo, movimentos, sobreprocessamento, entre outros. Sabendo onde poderão aplicar os seus projetos de melhoria, é cada vez mais notória a aplicação de ferramentas associadas à Gestão *Lean*.

1.2 Objetivos

O projeto de dissertação tem como principal objetivo, a implementação de ferramentas *Lean* em processos produtivos e atividades subjacentes, numa empresa que se dedica à transformação de vidro isolante, podendo ser duplo ou triplo.

Foi proposto pela empresa que se aplicassem ferramentas, com vista à melhoria dos processos e ao aumento da sua eficiência, como a Gestão visual, que será aplicada em diferentes vertentes relacionadas com a produção e organização.

Foi também proposto um estudo sobre um dos processos incluídos na produção, especificamente a reprodução de vidros em que algum dos componentes apresentou não conformidades. Estes retrabalhos, chamam-se relances, e representam um dos gargalos do fluxo produtivo. Através da comparação de várias hipóteses de produção de relances, o objetivo é verificar qual delas é mais benéfica para a empresa.

O projeto tem como pergunta de investigação: Qual é o impacto da aplicação de ferramentas *Lean* numa linha de montagem de vidro duplo? De acordo com esta questão, existem algumas tarefas a realizar, tais como:

- Perceber onde existem gargalos na produção e consequentes desperdícios associados, através da implementação do *Value Stream Mapping* (VSM);
- Identificar, de acordo com os problemas existentes, quais e onde podem ser alocadas as ferramentas *Lean*;
- Verificar como podem as ferramentas *Lean* ser implementadas nos processos em estudo;
- Reduzir os desperdícios em atividades que podem ser aprimoradas, numa produção em linha;

- Aumentar o tempo útil e desempenho dos colaboradores, para melhorar o processo produtivo, e conseqüentemente a sua motivação;
- Quantificar o impacto da implementação das ferramentas nos postos de trabalho, produção e organização da empresa.

1.3 Metodologias de investigação

Num projeto de investigação é importante definir um conjunto de abordagens, estratégias, métodos e técnicas que faça sentido para o investigador. Iniciando pela abordagem, e dependendo do contexto em que o projeto se encontra, esta pode ser dedutiva onde se tem uma teoria que depois pode ser testada e comprovada através de dados; indutiva que consiste em possuir um conjunto de dados, e no seu decorrer, chegar a um conjunto de hipóteses e conclusões; e combinada que reúne a dedução e indução no mesmo projeto, sendo muitas vezes benéfico para os resultados deste (Saunders et al., 2019).

O projeto, possui uma componente teórica e uma prática, aplicadas em contexto industrial, e uma abordagem indutiva, visto que se pretende, ao longo do estudo, analisar um conjunto de dados, para no final, chegar a um conjunto de resultados. Durante a investigação, são recolhidos e analisados, os dados concedidos pela empresa, os dados levantados ao longo de um estudo de caso, a realização da sua interpretação e conseqüente conclusão dos objetivos propostos, num período temporal.

Relativamente à natureza de investigação, podem ser projetos de natureza explicativa, que têm como objetivo estabelecer relações causais entre variáveis, sendo aplicados em trabalhos teóricos assentes em teorias fundamentais e desenvolvimento de modelos. Finalmente, podem ainda ser descritivos, caracterizando as situações e acontecimentos. Esta natureza pode coexistir em projetos exploratórios e em projetos explicativos (Saunders et al., 2019). No projeto optou-se por uma natureza exploratória aplicada em trabalhos práticos em contexto industrial. O objetivo é analisar o que está a acontecer através de diferentes pontos de vista.

Os projetos de investigação podem seguir estratégias como: a experimentação que envolve a definição de hipóteses e é aplicado em trabalhos práticos em contexto empresarial, o estudo de caso que consiste no desenvolvimento de conhecimento detalhado acerca de um caso, a teoria fundamental que envolve pesquisas bibliográficas, a investigação documental que corresponde à análise de documentos e dados pré-existentes, e por último a investigação-ação que consiste em projetos exploratórios em contexto industrial (Saunders et al., 2019).

Numa etapa mais teórica, este projeto recorre à teoria fundamentada, envolvendo inúmeras pesquisas. Através destas abordagens e estratégias, e consequente compreensão dos dados, apresentam-se os resultados esperados, com base na aplicação das melhores técnicas relacionadas com o objeto e tema de estudo. Por esse motivo, a metodologia do projeto enquadra-se sobretudo numa estratégia de investigação-ação.

De acordo com Saunders et al. (2019), a investigação-ação é uma metodologia cíclica que incorpora em cada ciclo, cinco fases. Devido ao limite temporal do projeto, apenas foi possível a implementação de um ciclo.

A primeira fase é o diagnóstico realizado para apurar e analisar factos. Nesta fase, apresentaram-se os factos sobre o estudo realizado do estado atual dos processos produtivos da ACWIN, através da observação do processo, recolha de tempos por cronometragem e dados existentes no ERP da empresa e mapeamento do fluxo. Seguidamente, realizou-se o planeamento das ações de melhoria a implementar. Aqui, delineiam-se os focos da implementação das ferramentas selecionadas para o estudo, como o ciclo *Plan Do Check and Act* (PDCA), Gestão Visual, VSM, entre outras. Numa fase posterior da investigação, implementaram-se as ações planeadas, em contexto industrial. Nesta fase, explicou-se a implementação das ferramentas *Lean*, passo a passo. A quinta fase das etapas cíclicas da metodologia investigação-ação, corresponde à avaliação das ações, tais como a reorganização do *layout* dos carrinhos de vidro cortado na entrada da linha de montagem e estudo da programação da produção de relances. Neste processo, retiraram-se as conclusões consoante os resultados obtidos com as implementações propostas, na ACWIN, analisando o impacto do estudo.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente investigação divide-se em sete capítulos distintos. O primeiro, corresponde à introdução, identificação dos principais objetivos com o enquadramento do tema, a metodologia aplicada e a própria estrutura do relatório. O segundo capítulo apresenta o enquadramento teórico relativamente à Gestão *Lean* e tópicos associados e ferramentas *Lean*, assim como a identificação da indústria 4.0. O terceiro capítulo apresenta a descrição da empresa onde o projeto foi implementado, com a sua gama de produtos, clientes e fornecedores. O quarto capítulo, faz uma análise da situação atual da empresa, identificando-se os problemas existentes e, que devem ser o foco para implementação de melhorias.

O quinto capítulo apresenta as propostas de melhoria, conforme os problemas previamente identificados. O sexto capítulo apresenta todos os resultados e as suas interpretações. O sétimo capítulo apresenta as conclusões retiradas do projeto, dificuldades sentidas e propostas de trabalho futuro.

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo apresentam-se algumas perspetivas de vários autores sobre os assuntos mais pertinentes do projeto de dissertação, concretamente sobre a gestão *Lean*, as suas ferramentas e técnicas, e a melhoria contínua.

2.1. Gestão *Lean*

Existem vários aspetos importantes sobre a Gestão *Lean*, como a sua origem, os seus princípios e desperdícios que podem estar associados a diferentes processos produtivos.

2.1.1. Conceito *Lean Thinking*

O conceito do pensamento *Lean*, é conhecido pelas empresas há bastante tempo, referindo-se à filosofia responsável pela minimização de desperdícios e criação de valor. Uma das melhores maneiras de aumentar a eficiência, dos processos e do produto, é recorrer à aplicação do *Lean Thinking* (Pinto, 2022).

As Indústrias têm vindo a implementar esta metodologia para produzirem os seus melhores produtos, com o menor número de recursos possíveis, como o tempo e esforço (Dave, 2020).

De acordo com Gupta e Jain (2013), existem muitos estudos e pesquisas que mostram que, numa empresa, as pessoas apenas acrescentam valor a 5% do tempo ao longo de todas as operações. Os restantes 95% correspondem a desperdícios. Por esse motivo, nos dias de hoje, compreende-se que a Gestão *Lean* e todas as suas ferramentas, são essenciais para as organizações. É esperado que o esforço de inovação e redução de atividades que não acrescentam valor resultem num grande impacto na situação posicional das empresas no mercado competitivo.

A aplicação desta metodologia também tem impactos indiretos, que não podem ser ignorados, como a melhoria na qualidade e segurança, a alteração da cultura da empresa, redução da fadiga e *stress* do trabalho, entre outros (Gupta & Jain, 2013).

De acordo com o estudo realizado por Sundar *et al.* (2014), a implementação bem-sucedida da Gestão *Lean*, determina a necessidade de uma implementação simultânea dos elementos *Lean* com uma sequência correta. Se isso suceder, a estrutura de execução proposta reduz a sua duração e as divergências existentes nos sistemas produtivos.

A introdução do *Lean Thinking* em qualquer indústria tem impacto direto e positivo nos processos e atividades produtivas. Com este novo termo, é possível pensar nas operações de forma diferente. Agora, há uma perspectiva distinta relativamente ao valor de um produto. Inicialmente, pensavam que o valor seria criado no ponto de vista do fabrico interno da empresa. Atualmente, e com este novo conceito, o valor de um produto está no ponto de vista do cliente (Gupta & Jain, 2013).

De acordo com Pinto (2022), a filosofia *Lean Thinking* teve alcance mundial, e é aplicada em praticamente todos os setores de atividade económica. Além do seu impacto, é um conceito em constante evolução, devido às entidades que contribuem para o seu desenvolvimento. Para este autor, o *Lean Thinking* inclui inúmeras ferramentas desenvolvidas a nível das operações.

O *Lean Thinking*, tem como principal objetivo, tornar o fluxo produtivo mais eficiente, através da eliminação de atividades sem qualquer tipo de valor acrescentado para as empresas (Htun et al., 2019).

Atualmente, o mercado está cada vez mais exigente para as empresas, e por esse motivo, estas tentam encontrar novas maneiras de gerir a cadeia de abastecimento. Este conceito tem vindo a ser cada vez mais, um foco para as organizações, na sincronização entre o cliente final e as inúmeras soluções tecnológicas que estão disponíveis (Pinto, 2022).

O principal objetivo do *Lean Thinking* numa cadeia de abastecimento, é satisfazer cinco pontos relacionados com a Logística (Pinto, 2022):

- Fornecer o material certo;
- Na altura certa;
- Em condições certas;
- No local certo;
- No tempo certo.

Segundo o autor Weigel (2000), no livro intitulado de “*Lean Thinking*”, autores afirmam que o valor se define como a “capacidade fornecida ao cliente no momento certo a um preço adequado”. Ou seja, é dada ao cliente, a possibilidade de usufruir de um produto ou serviço e de tirar as suas próprias conclusões sobre as características e valor do produto ou serviço.

Segundo Pinto (2022), o valor é a recompensa que se recebe em troca de algo que é pago. No entanto, explica ainda que o valor não corresponde apenas a isso, pois apenas nessa vertente, não seria possível valorizar produtos e serviços sem qualquer tipo de custo. Assim, o autor cita “*Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo*” (p.7, Pinto, 2022). Isto significa que tudo que vale a pena, merece atenção. Caso contrário, não tem qualquer valor para o utilizador.

Para iniciar o *Lean Thinking* numa empresa, é necessário ter em conta que o valor definido pelo cliente final será um ponto de partida. Ou seja, para aplicar esta filosofia, é importante saber o porquê da implementação, e onde será o foco (Weigel, 2000).

2.1.2. A origem do *Lean Thinking* – *Toyota Production System*

O *Lean Thinking* de acordo com Dave (2020), teve origem entre os séculos XIX e XX. Um dos grandes intervenientes desta evolução foi a Toyota, que no final dos anos 50, devido à escassez de capital e recursos, foi contra o desperdício e tudo o que não acrescentava valor aos seus processos e produto (Lodgaard et al., 2016).

Conforme Kumar et al. (2022) afirma, o *Lean Thinking* é uma filosofia de melhoria contínua, semelhante ao *Kaizen* com origem no *Toyota Production System* (TPS). Atualmente, este termo é conhecido por *Lean Manufacturing*, ou *Lean Thinking*. Normalmente, quando se define e apresenta o TPS, recorre-se à estrutura de um edifício (normalmente uma casa), que inclui várias divisões relacionadas entre si (Figura 1).

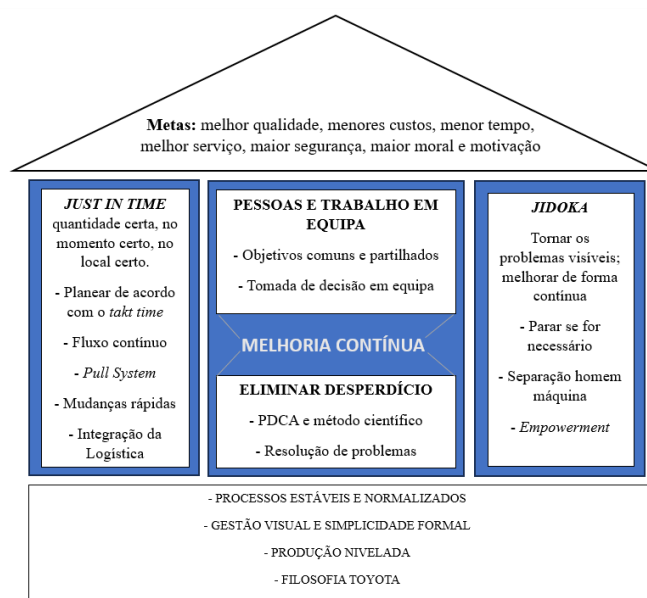


Figura 1 - Casa do TPS. Adaptado de Pinto (2022).

De acordo com Pinto (2022), a base e os alicerces da casa do TPS, identificam aspetos importantes, como a filosofia *Toyota*, a gestão visual e a estabilização e normalização dos processos, tentando assim manter o nivelamento da produção.

Hall (2004), afirma que a casa do TPS é um desenvolvimento a nível humano. Esse mesmo nível, a aprendizagem de novos métodos de trabalho e o pensamento, são de facto, os maiores obstáculos. O TPS inicia-se no chão de fábrica, de forma a desenvolver e treinar as pessoas para resolverem os problemas existentes. As ferramentas da casa de TPS são utilizadas apenas para alterar o método e a cultura de trabalho.

Adicionalmente, Pinto (2022), afirma que apenas as ferramentas da casa de TPS não são a chave para o sucesso de um negócio, a contínua utilização de ferramentas e soluções, resulta do verdadeiro conhecimento dos trabalhadores e dos seus níveis de motivação. O grande sucesso é obtido através de vários fatores, tais como: a liderança, a motivação, o trabalho em equipa, a cultura da empresa, as fortes relações entre os *stakeholders* da cadeia de abastecimento, e a contínua aprendizagem e polivalência.

O *Lean Thinking* tende a ser implementado mais pelas pessoas do que pelo TPS (Hall, 2004). A cadeia de abastecimento é um dos grandes blocos do TPS, visto que é preciso haver sincronização entre os *stakeholders* e maximização de valor ao longo de toda a cadeia. O serviço ao cliente é outro aspeto muito importante neste sistema, porque o próprio cliente é a verdadeira razão para uma empresa existir, e por isso, cada vez mais, as organizações valorizam o cliente final e as suas necessidades. O conceito *Lean Thinking* foi revolucionário ao ponto de interferir no comportamento das empresas, levando à mudança, melhoria contínua e à correta aplicação de boas práticas (Pinto, 2022).

2.1.3. Princípios do *Lean Thinking*

Para que as empresas façam as melhores escolhas, sem nunca se esquecerem dos seus valores, existe um conjunto de princípios que o *Lean Thinking* deve seguir. Segundo Koskela (2004), que cita Womack e Jones (1996), existem cinco princípios do *Lean Thinking*:

1. Precisar o valor de cada produto específico;
2. Identificar o fluxo de valor;
3. Fazer com que o valor flua sem qualquer interrupção;
4. Deixar o cliente extrair o valor do produto;
5. Pura perfeição.

O primeiro princípio retrata o valor, que é o ponto de partida para o *Lean Thinking* e só pode ser definido pelo cliente. O segundo, relaciona todas as atividades específicas que são necessárias para uma organização fornecer um produto específico, desde o momento de encomenda de Matéria-Prima (MP), até à receção do produto final pelo cliente. O terceiro princípio, permite a conceção do produto, sem qualquer paragem ou interrupção durante o fluxo. O quarto princípio, representa o sistema *pull*, que traduz a entrega de jusante para montante, em que nada é produzido sem que haja uma necessidade, ao contrário do sistema *push* que não responde à necessidade do cliente, mas à acumulação de *stock* desnecessariamente. Por último, o quinto princípio, retrata a perfeição através da eliminação de todas as atividades que não acrescentam valor (Weigel, 2000).

Ao longo dos anos estes cinco princípios não foram suficientes e apresentam algumas lacunas, como por exemplo, a tendência que leva as empresas a reduzir desperdícios durante um ciclo sem fim. De acordo com Pinto (2022), para que as organizações evitem erros, foi proposta a revisão do conjunto de conceitos apresentados, adicionando mais dois princípios à lista.

1. Conhecer os *stakeholders*, ou seja, os intervenientes que vão ser servidos pelas empresas, para que estas se concentrem apenas na sua satisfação;
2. Definir os valores. Aqui, releva-se o facto de as empresas, por vezes apenas se focam no cliente final, esquecendo-se das restantes partes interessadas da cadeia de abastecimento. Muitas das atividades que poderiam ser um “desperdício” para a empresa, numa perspetiva de cliente final, poderão ser atividades de valor acrescentado para qualquer outra parte interessada;
3. Definir as cadeias de valor, como sendo os campos de intervenção das empresas. Se uma empresa tiver de servir várias partes interessadas ao mesmo tempo, tem de definir uma cadeia de valor para cada uma delas;
4. Otimizar o fluxo. Definem-se os meios a utilizar pela empresa, para a criação de valor;
5. Aplica-se o sistema *pull*, sempre que possível, de forma a ser o cliente liderar o processo, produzindo apenas o que é pedido;
6. Procurar a perfeição. É crucial as empresas ouvirem o cliente, para que possam melhorar os seus processos de forma a responderem mais rápido às suas necessidades;

7. Inovar constantemente. Para que as empresas criem valor, também é necessário criar produtos, serviços e processos novos.

É também importante ter cuidado com a constante eliminação dos desperdícios nas empresas. Além de minimizarem atividades sem valor acrescentado, também devem criar valor durante os seus processos (Pinto, 2022).

2.1.4. Desperdícios *Lean*

Segundo Nihlah e Immawan (2018), o principal fundamento do conceito *Lean Thinking* é minimizar ou até mesmo eliminar o desperdício existente ao longo dos processos.

Como já referido, o desperdício engloba todas as atividades que não acrescentam valor durante o fluxo de processos das empresas.

Pinto (2022) explica a distinção entre o desperdício puro ou necessário. O desperdício puro, considera todas as atividades sem valor acrescentado para os fluxos das empresas. Já o desperdício necessário, corresponde a ações que não acrescentam qualquer valor para as empresas, mas são inevitáveis, ou seja, têm de ser realizadas, como é o caso de *setups*. No entanto, é preciso haver uma distinção entre o que é ou não realmente necessário.

Outros autores, como Hines e Rich (1997), referem, que o desperdício puro envolve ações e atividades desnecessárias que, sempre que possível, devem ser eliminadas, como os tempos de espera, o *stock* de *Work in Process* (WIP) em excesso, movimentos desnecessários, entre outros.

Há três tipos de desperdícios diferentes, segundo designações japonesas, o MUDA, o MURA e o MURI (Pinto, 2022):

- **MUDA**

Refere-se especificamente, ao desperdício que não acrescenta valor, e por isso, deve ser minimizado ou eliminado (Pinto, 2022). De acordo com Pienkowski (2014), o MUDA caracteriza-se pela utilização de dinheiro, tempo ou qualquer outro recurso, sem acrescentar valor aos processos e, conseqüentemente, para o cliente final. O objetivo do *Lean* é verificar onde deverá ser o foco, e quais são as atividades que devem ser reduzidas ou eliminadas.

- **MURA**

Corresponde a tudo o que não é regular e consistente. Um dos grandes problemas, centra-se na produção excessiva (mais unidades do que aquilo que é realmente necessário). Para

tentar compensar a variação da procura de um determinado produto, as empresas tendem a produzir de forma mais irregular, criando um efeito conhecido como “efeito chicote”, ou seja, de uma pequena diferença na procura do cliente final, pode levar a grandes variações nos volumes de produção dos fornecedores ao longo da cadeia de abastecimento (Pienkowski, 2014).

O *Lean* para eliminar o MURA, ou reduzir o máximo possível, adota o sistema *pull*, com o *Just in Time* (JIT), produzindo apenas o que o cliente encomenda para entregar quando ele pretende (Pinto, 2022).

- **MURI**

Está associado ao desperdício de sobrecarga de equipamentos, instalações e outros recursos das empresas, provocando longos períodos de inatividade. O facto de haver um excesso de *stress* desnecessário, para os trabalhadores e máquinas, existe uma menor capacidade de desempenho (Pienkowski, 2014).

O *Lean* pretende a sua eliminação através da uniformização do trabalho, oferecendo os mesmos procedimentos aos trabalhadores, de forma a tornar os processos mais previsíveis (Pinto, 2022). Conforme Hines e Rich (1997), sabe-se que, no sistema TPS, existem sete desperdícios aceites (Figura 2).

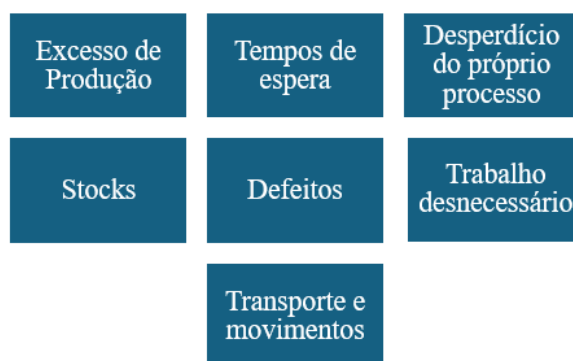


Figura 2 - Os 7 desperdícios do TPS (Pienkowski, 2014).

Explicando cada desperdício sucintamente, o **excesso de produção** retrata a produção antes do que é efetivamente necessário para a próxima etapa produtiva ou cliente (Pienkowski, 2014). Este desperdício é considerado um dos piores, visto que influencia nos fluxos, inibindo a qualidade e produtividade. Algumas consequências, são: a utilização de recursos desnecessária, a compra de matérias de forma antecipada, aumentos nos *stocks* e inexistência de um planeamento flexível (Pinto, 2022).

Relativamente aos **tempos de espera**, o tempo é utilizado de forma ineficaz. Este desperdício ocorre quando os materiais não estão a ser utilizados e trabalhados (Hines & Rich, 1997).

Algumas das causas para este desperdício surgir, são a paragem dos trabalhadores enquanto as máquinas estão em ciclo, quando os equipamentos falham, quando os materiais necessários não estão disponíveis, entre outras (Pienkowski, 2014).

Existem várias formas de minimizar ou eliminar este desperdício, através de, por exemplo, definição e implementação de um *layout* específico para um determinado produto ou serviço, realização de alterações nos *setups*, equilibrar e balancear os postos de trabalhos (Pinto, 2022).

O **desperdício do próprio processo** ou de **sobreprocessamento**, realça-se o facto de haver processos desnecessários e que não acrescentam valor. Por exemplo, quando se adotam processos errados, a probabilidade de existirem mais defeitos na produção, é maior (Pinto, 2022). Neste tipo de desperdício, algumas das operações são inapropriadas, visto que são demasiado complexas para procedimentos simples (Hines & Rich, 1997).

Qualquer processo origina perdas, e estas devem ser minimizadas ao máximo, através de por exemplo, da formação aos trabalhadores, a troca de processos ineficientes por outros mais eficientes e de aumentos na automatização da produção das empresas (Pinto, 2022).

Em relação aos *stocks*, Pienkowski (2014) envolveu a existência de *stocks* desnecessários, fazendo com que existam, conseqüentemente, outros desperdícios. Pinto (p.15, 2022) defende que os *stocks* “são a mãe de todos os males”. Para este autor, a melhor forma de encontrar desperdícios nas empresas, é procurar pontos com tendência a existir *stocks*. Na origem deste desperdício, pode estar uma produção antecipada, tempos de mudanças de ferramentas (*setup*) elevados, a existência de *bottlenecks* nos processos, e os *layouts* definidos e organizados de forma inacessível. As melhores formas de eliminar este desperdício, é, por exemplo, a adoção do sistema *pull*, melhorar a qualidade dos processos, aperfeiçoar os tempos de *setup*, entre outras.

Quanto aos **defeitos**, pode-se afirmar que estes são dos desperdícios mais importantes, visto que são considerados custos diretos para as empresas. Nos defeitos, estão incluídos, todos os custos relacionados com inspeções, reclamações e queixas dos clientes relativamente ao produto final, e também, reparações realizadas, sempre que necessário. As principais causas da existência de defeitos são: a inexistência de padrões de inspeção, o transporte de materiais e a existência de erros humanos.

Através da eliminação da necessidade de movimentar materiais, a automatização de certos processos e a implementação de atividades padrão, é possível minimizar este desperdício (Pinto, 2022).

Sobre o **trabalho desnecessário**, este inclui tarefas desnecessárias, por exemplo, a procura de ferramentas (Pienkowski, 2014).

O trabalho desnecessário pode ser “muito lento, ou muito rápido ou excessivo”. A existência de *layouts* definidos e implementados de forma incorreta, de pessoas desmotivadas no trabalho, a falta de formação nos trabalhadores, a instabilidade das operações, são as principais causas para a existência de trabalho desnecessário ao longo dos processos nas empresas. Para que estas falhas sejam minimizadas, pode-se recorrer à uniformização dos trabalhos de forma que estes sejam realizados sempre da mesma maneira, e à aposta nas formações para o pessoal envolvido nas atividades (Pinto, 2022).

Relativamente ao desperdício do **transporte e movimentos**, refere-se a qualquer deslocação realizada durante as operações, que poderia ser evitada. Quanto maior for a deslocação e movimentos de materiais, maior é a probabilidade de haver danos e deterioração (Hines & Rich, 1997). Para que seja viável pensar na minimização de movimentos, é importante focar nas correções de *layouts*, na adoção de um sistema de produção *pull*, nas operações flexíveis, entre outras (Pinto, 2022).

Pinto (2022), explicita que atualmente, não existem apenas sete desperdícios, existindo novas formas de desperdício. Dessas, o mais destacado é a **desvalorização/desaproveitamento do talento humano**. De acordo com este autor, ao longo dos anos, as empresas dispensaram muito dinheiro para retirar pessoas dos postos de trabalho, esquecendo-se do facto de que estas são o “principal recurso de qualquer organização”. Quando as suas capacidades mentais são utilizadas, existe um aumento de criatividade e envolvimento. As pessoas precisam de ser ouvidas e compreendidas, de forma a promover um melhor desenvolvimento das organizações.

2.2 Ferramentas e técnicas *Lean*

Dada a relevância do *Lean Thinking*, existem inúmeras ferramentas e técnicas de melhoria contínua, neste capítulo abordam-se algumas dessas técnicas e ferramentas, relevantes na aplicação do projeto. Concretamente, os que foram considerados são: ciclo PDCA, os 5S, o *Kanban*, o VSM e a Gestão visual.

2.2.1 Ciclo *Plan Do Check and Act*

Patel e Deshpande (2017) afirmam que o ciclo PDCA corresponde a uma das técnicas de melhoria contínua, e é utilizado de forma gradual e ciclicamente através de uma sequência de etapas. Quando se chega à fase do *Act*, é pretendido que as pessoas responsáveis prossigam com outro plano, para aperfeiçoar o que foi desenvolvido (Nguyen et al., 2020). Serve para auxiliar as pessoas a terem um maior sentido de responsabilidade e consequentemente fazer diferença na melhoria contínua global. Relativamente à sua origem, foi criado entre 1891 e 1967, e posteriormente popularizado, no Japão, entre 1900 e 1003 (Pinto, 2022).

De uma forma geral, o ciclo PDCA, tem início com a etapa do “*Plan*”, onde se identificam os problemas, objetivos e formulação de teorias. Numa segunda fase, “*Do*”, implementam-se as ações que foram definidas na etapa anterior. Posteriormente passa-se à fase de verificação e validade do plano, “*Check*”. Na última etapa, “*Act*”, o objetivo é agir, de maneira a atingir os objetivos definidos Clique ou toque aqui para introduzir texto.

- ***Plan***

Definem-se os problemas existentes e recolhem-se todos os dados relevantes para o processo. O objetivo é definir e desenvolver um plano de ação. Esta fase é a mais morosa, dada a dificuldade em clarificar cuidadosamente o problema e ao desenvolver um conjunto de soluções (Nguyen et al., 2020), esta fase do ciclo PDCA, inclui etapas como: os 5 Porquês, a identificação das causas-raiz através do diagrama de *Ishikawa*, e o desenvolvimento de *brainstormings*, para a criação e organização de hipóteses.

- ***Do***

Nesta fase do ciclo, o propósito é colocar em prática o que foi definido no *Plan*. Incluem-se as seguintes etapas: aplicação dos métodos científicos, em vez de se esperar pela solução perfeita, tomar partido com pequenos avanços, e depois de realizar o que foi definido anteriormente, recolhem-se todos os dados relevantes para o estudo, através da observação (Pinto, 2022).

- ***Check***

Numa terceira fase, os resultados e dados obtidos na etapa *Do*, são analisados. Aqui, verifica-se se realmente, o que foi definido e implementado, é ou não viável, através de estudos (Realyvásquez-Vargas et al., 2018). As pessoas responsáveis, comparam os resultados da experiência realizada com os objetivos definidos numa fase inicial do processo.

Esta parte do ciclo PDCA é essencialmente importante para o processo de tomada de decisões e definição das tarefas seguintes (Nguyen et al., 2020). Nesta fase, podem-se incluir as etapas: comparação de resultados com o que foi planeado, determinação dos desvios e verificar a sua origem, perceber o que correu bem e o que correu mal e enfrentar os factos (Pinto, 2022).

- **Act**

Na última fase do ciclo PDCA, o objetivo é documentar os resultados e tomar decisões, podendo ou não aplicar certas alterações. Deve ter em consideração, as seguintes etapas: verificar se o plano é eficaz, e se for, criar um padrão e definir boas práticas através desse; registar tudo o que foi apreendido e partilhar essa informação; e se o plano não for eficaz, deve-se iniciar um novo ciclo PDCA, começando novamente pelo *Plan* (Pinto, 2022).

2.2.2 Os 5S

O segredo de sobrevivência de qualquer empresa é ser cada vez mais competitiva. O facto de o mundo estar cada vez mais tecnológico, faz com que os gestores se sintam na obrigação de tomar as melhores decisões para seleccionarem os melhores métodos, de forma a atingirem o maior nível de eficiência dos processos. Os 5S correspondem a uma das ferramentas para melhorar o desempenho das organizações (Singh *et al.*, 2014).

Osada (1991), citado por Ghodrati e Zulkifli (2012), afirma que os 5S são utilizados para minimizar o desperdício e melhorar a qualidade e a produtividade, num ambiente organizado, cultivando técnicas visuais.

Os 5S correspondem a um acrónimo de cinco palavras japonesas (Figura 3).

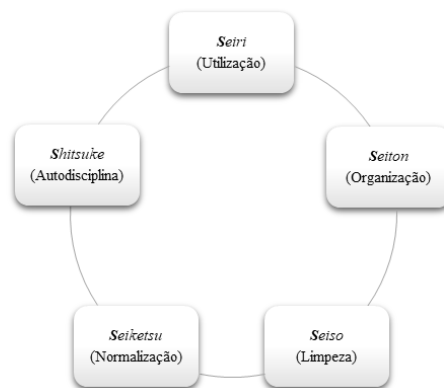


Figura 3 - Representação dos 5S (Patel e Thakkar, 2014).

Conforme Patel e Thakkar (2014), que citam ShahryarSorooshian *et al.* (2012) referem o primeiro termo, o *Seiri*, que corresponde à separação, consiste na seleção e separação de tudo o que não é necessário num local de trabalho. Este processo é bastante útil para determinar o que é apenas pertinente fazer parte de um posto. Normalmente, o que não é útil só prejudica o processo.

De acordo com Singh et al. (2014), que cita Saricoban (2006) explicam que este primeiro “S” corresponde a um princípio básico, e quando é corretamente aplicado, os problemas existentes no fluxo de trabalho tendem a diminuir.

O segundo termo, *Seiton*, consiste na definição de um local para cada coisa. Cada coisa deverá estar no seu local. Os materiais que são utilizados com mais frequência devem estar em locais de fácil acesso. Uma das formas de ajudar a identificar o lugar de cada uma das coisas é a utilização de ajudas visuais, como etiquetas (Pinto, 2022). O facto de o material se encontrar organizado e no seu local específico, faz com que exista um local de trabalho regularizado, evitando perdas de tempo e movimentos desnecessários na procura de materiais (Patel & Thakkar (2014).

Uma das coisas mais importantes num local de trabalho, é a sua limpeza e higiene. Por esse motivo, existe o terceiro termo, o *Seiso*. A existência de sujidade e resíduos num posto de trabalho, traduz uma verdadeira fonte de desarrumação e indisciplina, diminuindo os processos eficientes. Além disso, pode haver consequências relacionadas com este desleixo, como o surgimento de produções defeituosas e até mesmo o aumento de risco de acidentes de trabalho (Singh et al. (2014). Para tornar o processo mais fácil e menos consumista, é proposto por Pinto (2022) que este trabalho seja efetuado em equipa, havendo uma divisão de tarefas por cada elemento.

O quarto termo japonês, o *Seiketsu*, corresponde à normalização. Depois de haver organização e limpeza, é necessário manter estas práticas ao longo do tempo. Para isso é necessário desenvolver procedimentos padronizados e regras, para criar processos consistentes (Cooper et al. (2007) citado por Agrahari et al. (2015)). Conforme Patel e Thakkar (2014), entende-se que, o que foi anteriormente alcançado tem de ser uniformizado, para toda a gente contribua para a limpeza diária do posto de trabalho.

As quatro etapas apresentadas anteriormente têm demasiado poder, visualização e facilidade de aplicação. No entanto, se os trabalhadores não tiverem autodisciplina, o sucesso da técnica dos 5S não tem o resultado esperado, e no final, tudo poderá voltar ao início (Agrahari et al., 2015).

Os principais objetivos deste termo japonês, o *Shitsuke*, são os seguintes (Pinto, 2022):

- Praticar os princípios de organização;
- Sistematizar os processos e limpeza;
- Eliminar a variabilidade, fazendo sempre as coisas bem, à primeira;
- Verificar se está tudo no devido lugar;
- Desenvolver procedimentos visuais;
- Verificar se as ações estão realmente a ser feitas, através de uma *checklist*, por exemplo.

Conforme o mesmo autor explica, muitas das empresas, têm vindo a implementar um sexto “S”. Este corresponde à segurança, e está presente em todas as etapas explicadas anteriormente. Todas estas atividades, são muito importantes para as rotinas de uma empresa, visto que encorajam os trabalhadores a melhorarem os seus locais de trabalho, minimizando assim os desperdícios.

2.2.3 *Kanban*

De acordo com Arbulu et al. (2016), o *Kanban*, é uma ferramenta da abordagem *Lean*, com o objetivo de criar um fluxo de materiais bom base no JIT. Conforme o mesmo autor, a *The Productivity Press Development* afirma que a palavra *Kanban*, corresponde a um vocábulo japonês, que significa “cartão” ou até mesmo “sinal”, normalmente utilizado num sistema de produção *pull*, para apenas produzir apenas o que é necessário, quando necessário e nas quantidades certas, de forma a controlar o processo.

Esta ferramenta desempenha um papel muito importante da produção JIT. O “cartão” inclui toda a informação necessária para a produção de um certo produto ao longo de cada uma das fases durante o processo. A implementação desta ferramenta permite haver um elevado volume de produção, e ao mesmo tempo uma melhor utilização da capacidade com um tempo e trabalho mais reduzidos (Kumar & Panneerselvam, 2007).

Como já referido, o *Kanban* é utilizado para controlar o processo produtivo. Isto acontece de forma que o “cartão” seja visto como um meio de comunicação para iniciar a produção de uma fase seguinte da produção (Khusairy Azim, 2018).

Para entender melhor a aplicação desta ferramenta, é importante saber a diferença entre o sistema *pull* e sistema *push*, representados na Figura 4 e na Figura 5.



Figura 4 - Representação do sistema de produção *push*.

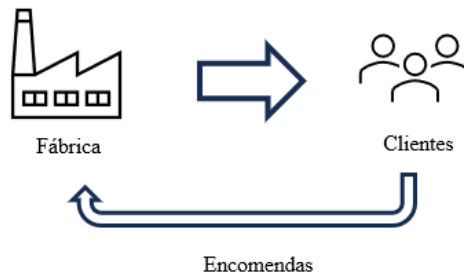


Figura 5 - Representação do sistema de produção *pull*.

De acordo com Kumar e Panneerselvam (2007), o sistema de produção *push*, é utilizado em empresas que necessitam de armazenamento de produto. Aqui, o trabalho é “empurrado” para a fase produtiva seguinte. Uma das principais desvantagens deste sistema, é a variação da procura. O facto de esta ter alterações constantes, faz com que muitas das vezes as empresas acumulem *stock*. O sistema *push*, é o sistema mais convencional.

O sistema de produção *pull*, consiste numa sequência de fases produtivas que acrescentam valor ao processo. Neste caso, o trabalho é “puxado” pelo posto de trabalho sucessivo, em vez de ser “empurrado” pelo anterior (Kumar & Panneerselvam, 2007). Por outras palavras, e de conforme Pinto (2022) explica, durante um sistema de produção *pull*, as sequências de trabalho são desencadeadas quando a próxima autorizar, ou seja, este sistema apenas permite dar seguimento aos trabalhos, se realmente existir um pedido, tal como é representado na Figura 5. Tal como refere Kumar e Panneerselvam (2007), a principal vantagem deste sistema é a redução de inventário e custos associados.

Relativamente ao funcionamento do *Kanban*, pode-se dizer que é um sistema de produção de lotes de pequena dimensão. Aqui, estes são armazenados de forma uniformizada, incluindo um número definido de peças. Para cada um destes lotes, existe um “cartão”. As peças que pertencem aos lotes são sempre acompanhadas por um *Kanban*, sendo movimentadas ao longo dos processos, até ao momento da obtenção do Produto Acabado (PA) (Pinto, 2022).

Resumidamente, Rahman et al. (2013) afirmaram que o *Kanban* é uma ferramenta de sistemas de produção melhoradas, que possibilita as empresas obterem um mínimo *stock* em qualquer altura. De acordo com o mesmo autor, a utilização desta ferramenta é uma decisão operacional e estratégica, que é utilizada nas linhas de produção, oferecendo muitas vantagens nas operações e negócios da empresa. O *Kanban* requer que uma organização produza apenas quando a procura de produtos está disponível.

2.2.4 Gestão Visual

A gestão visual está diretamente ligada à ferramenta dos 5S, de maneira a ajudar a manter o local de trabalho organizado. Qualquer sinal, linhas, etiquetas, listas, códigos de cores, podem minimizar o tempo e movimentos perdidos na procura de informação e material. Por este motivo, a gestão visual permite haver um fluxo mais organizado e fluído, no sentido de que qualquer trabalhador pode simplesmente observar o que se está a passar no momento e o que devem resolver sem intervir no trabalho dos restantes funcionários (Machado & Leitner, 2010).

Com o objetivo de aumentar o valor acrescentado das atividades produtivas, os desperdícios devem ser identificados e minimizados em cada posto de trabalho. A gestão visual auxilia bastante neste aspeto, visto que torna qualquer informação visível por toda a gente, facilitando a compreensão desta por parte de todos os trabalhadores e outros intervenientes. A informação que consta na gestão visual de um posto de trabalho, deve ser rapidamente absorvida e comunicável entre as partes envolvidas no processo, de forma a aumentar a eficiência (Singh & Kumar, 2021). Assim, quando uma empresa adota a ferramenta de gestão visual, aumenta a capacidade de comunicação da informação relativa ao processo, entre todos os envolvidos, de forma que todos estejam em sintonia no que toca a certos aspetos importantes que devem todos ter em consideração (Tezel & Aziz, 2017).

Conforme os mesmos autores explicam (Tezel & Aziz, 2017), as várias ferramentas utilizadas na gestão visual, podem ser classificadas da seguinte forma:

- Sinais visuais: a existência de sinais visuais ao longo do processo permite que as pessoas visualizem ou ouçam a mensagem transmitida. As pessoas devem estar atentas a este tipo de sinais, caso contrário, poderão surgir consequências graves.

- Controlos visuais: os controlos visuais ajudam a regularizar e orientar as informações, relativamente a quantidades, direções, tempo, entre outros aspetos. A desobediência humana, é um dos pontos mais difíceis de controlar.
- Garantias visuais: as garantias visuais têm como objetivo, transmitir avisos de forma explícita às pessoas envolvidas no processo. Mais uma vez é complicado controlar a desobediência humana.

A gestão visual é uma das melhores ferramentas para estudar e encontrar desperdícios ao longo dos processos produtivos, através da visualização e discussão em equipa, questionando o “porquê” de certa situação estar a acontecer, de forma a encontrar as causas e problemas que bloqueiam certos processos. A partir disso, a equipa deve proceder à elaboração de planos que sejam realistas e possivelmente acionados (Hildebrandt et al., 2022).

Para relevar ainda mais a importância da gestão visual, pode-se dizer que o ser humano interpreta tudo o que faz, através da visão. Cerca de 75% da informação, é retida e apreendida através do mundo visual. Por este motivo, e apesar de ser uma ferramenta acessível em termos de aplicação, a gestão visual é de facto, algo inovador e imprescindível para o funcionamento dos processos da maioria das empresas. Toda a informação deve estar disponível, de forma que não haja margens para dúvidas sobre o que se está efetivamente a observar (Pinto, 2022).

Conforme o mesmo autor, o *genba* é aplicado em qualquer local, como escritórios, refeitórios, chão de fábrica, armazém, entre outros, os sinais visuais podem surgir de variadas formas, como linhas marcadas no chão ou nas paredes, semáforos, as próprias roupas dos trabalhadores, utilizando cores diferentes, os próprios cartões *Kanban*, já explicados anteriormente, entre muitos outros elementos.

Através da informação apresentada sobre a gestão visual, é possível constatar que realmente esta ferramenta está em praticamente tudo, e esse facto permite de certa forma aplicá-la e aperfeiçoá-la à medida que encontram certos problemas e se planeiam ações que posteriormente podem ser aplicadas em equipa.

2.2.5 Value Stream Mapping

De acordo com Haefner et al. (2014), é possível afirmar que para lidar com certas contradições existentes nas empresas, é importante saber selecionar as melhores soluções, de forma a integrar os processos na cadeia de processos, da melhor forma.

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

Para isto ser possível, é necessário adotar certas técnicas de planeamento para facilitar a análise e conceção de uma cadeia de conjunto de processos. É aqui que o VSM surge nas organizações. O VSM é mais uma das ferramentas da produção *Lean*. Este consiste, sobretudo, numa adequada ferramenta para a visualização, análise e conceção de medidas que garantem a qualidade dos processos em cadeia.

O VSM corresponde a uma ferramenta visual, que mapeia a linha de produção de um certo produto e informações de cada posto de trabalho, desde o momento da encomenda e chegada de MP, até à entrega do produto ao cliente final. Este mapa é útil no sentido de haver a possibilidade de ter uma visão global da cadeia, de forma a resolver problemas a esse nível, e não apenas individual (Nihlah & Immawan, 2018).

Esta ferramenta, apresenta o estado atual de uma cadeia de valor de uma organização, representando os processos, sendo possível concluir onde e quais as atividades mais dispendiosas e que não acrescentam valor para a empresa. Através da Figura 6, é possível observar a representação de um VSM de uma empresa de produção de gruas.

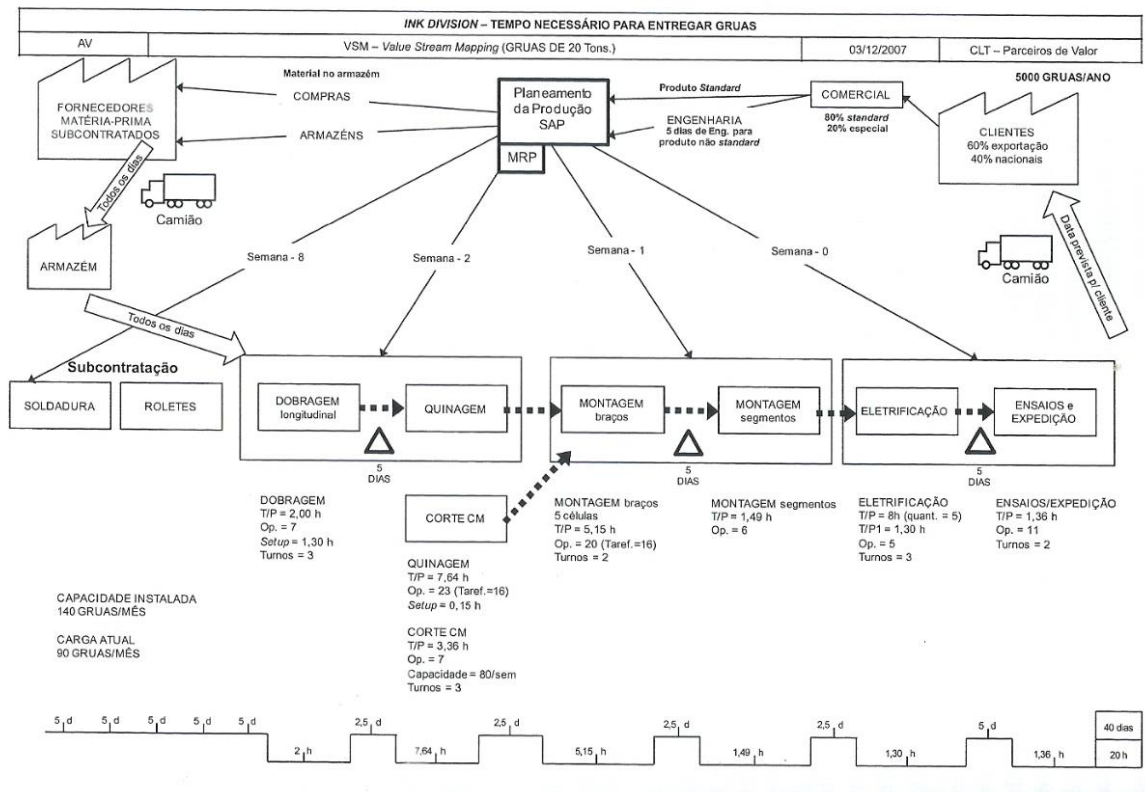


Figura 6 - Representação de um VSM de uma empresa de produção de gruas (Pinto, 2022).

Pinto (2022), explica que para mapear um fluxo destes, é necessário, primeiramente, obter informações através de fotos, registos, tempos, entre outros. Cada símbolo do VSM fornece uma linguagem comum e bastante simples, de forma a facilitar a compreensão do estado atual, de todos que o observam. É importante decidir qual é o produto que se vai representar através do mapa e possíveis intervenientes e departamentos relacionados. Além disso, representam-se todas as atividades envolvidas, com os tempos associados. Depois de se obter um verdadeiro mapa de cadeia de valor, procede-se à análise dos processos, tendo como objetivo, encontrar desperdícios e pontos que devem ser melhorados. O estado ideal de um VSM é a ausência de desperdícios.

De uma forma simples, pode-se explicar que a conceção de um VSM inclui um conjunto de passos, incluindo a identificação do fluxo de valor específico que estará em análise e a troca de ideias com os gestores do fluxo de valor, identificar os desperdícios existentes, que creiam que possam ser eliminados (Hines & Rich, 1997).

Através do artigo elaborado por Zwolińska (2016), é possível afirmar, mais especificamente, que o processo de mapeamento do VSM, pode ser dividido em quatro etapas:

- 1- Análise do fluxo de valor dos processos;
- 2- Conceção do fluxo de valor;
- 3- Planeamento do trabalho do fluxo de valor;
- 4- Análise dos efeitos.

De acordo com Pinto (2022), o VSM é um verdadeiro ponto de partida para que as empresas iniciem a implementação da produção *Lean* nos seus processos, visto que permite uma visão de toda a cadeia de valor, possibilita identificar os desperdícios e as suas origens, fornece uma linguagem simples e compreensível e demonstra a ligação entre vários fluxos (material, capital e informação).

Depois de apreender a informação apresentada, é necessário ter bastante atenção e esforço na conceção de uma ferramenta tão complexa como esta. Todos os processos, tempos e intervenientes, devem ser descritos e apresentados. Apesar disso, entende-se que o VSM é uma técnica bastante poderosa, que fornece informação sobre o fluxo atual de uma empresa, e as possibilidades de os gestores se focarem naquilo que realmente importa e que deve ser aperfeiçoado, ou até mesmo eliminado. A partir dessas análises, é possível aplicar melhorias relacionadas com a produção *Lean*, de forma a obter uma cadeia de valor ideal.

2.3. Melhoria contínua

Atualmente, as empresas têm de simplificar os seus processos para aumentar a produtividade e melhorar a sua posição no mercado competitivo, respondendo às necessidades dos seus clientes. Para isso, recorrem ao *Kaizen*, isto é, melhoria contínua.

De acordo com Singh & Singh (2009), o *Kaizen* teve a sua origem no Japão, quando se depararam com um problema no seu sistema de gestão e escassez de mão de obra.

O ponto de partida da melhoria contínua, foi na origem do TPS. Conforme os mesmos autores, o *Kaizen* pode ser comparado a um guarda-chuva, uma vez que abrange um conjunto de técnicas e ferramentas, como o *six-sigma*, o JIT, o *Kanban*, entre outras (Figura 7).

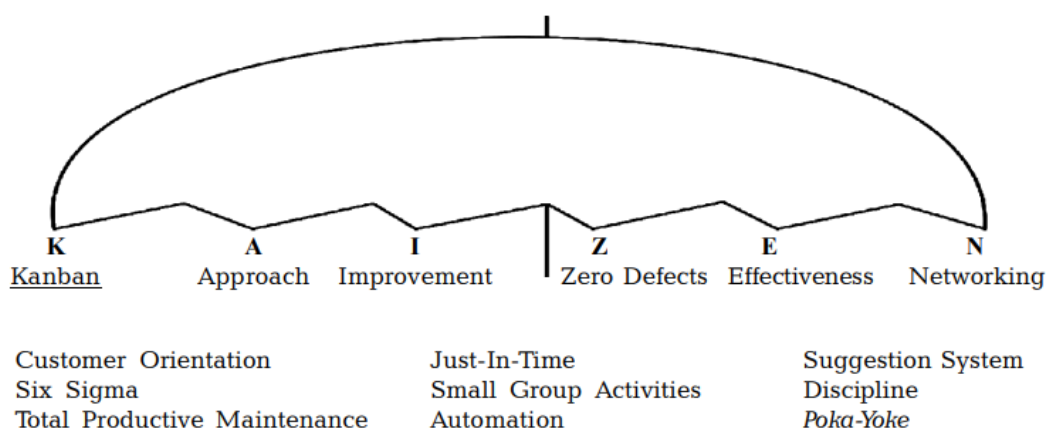


Figura 7 - Guarda-chuva *Kaizen* (Singh & Singh, 2009)).

A filosofia *Kaizen* centra-se no facto de que, a vida profissional, social e familiar, devem ser alvo de melhorias de forma constante, da mesma maneira que deve ser aplicada nas empresas, ao longo dos seus processos (Rahmanian & Rahmatinejad, 2013).

Para Pinto (2022), a melhoria contínua ajuda a assegurar a qualidade dos produtos e serviços, e a implementação de culturas de melhoria constante. É importante referir, que para que as empresas implementem esta filosofia nos seus processos, têm, primeiro, de perceber o porquê da sua aplicação e o que devem fazer. Como qualquer outra mudança, é preciso que as pessoas tenham abertura para enfrentar novos desafios. O mesmo autor define que a melhoria contínua tem três componentes importantes: encorajar as pessoas a cometerem erros, de forma que estas entendam que falhar não é um total fracasso e que isso se pode repetir; incentivar e recompensar as pessoas que conseguem identificar problemas, e posteriormente, solucioná-los; e encorajar as pessoas a fazerem sempre melhor.

2.4 Indústria 4.0

A ACWIN, empresa onde se realizou o projeto, possui uma indústria altamente tecnológica e inovadora, podendo-se afirmar que utiliza métodos, equipamentos e processos da Indústria 4.0. Neste subcapítulo, explicam-se aspetos importantes a considerar sobre a quarta revolução Industrial designada por *Indústria 4.0*, como foi a sua origem e evolução, os fatores que contribuíram para o seu surgimento e os obstáculos à sua implementação.

2.4.1 A origem

Ao longo do tempo, os clientes têm vindo a ser cada vez mais exigentes, e esse nível de exigência, aumenta a necessidade de as empresas terem sistemas produtivos cada vez mais eficientes, para uma resposta mais rápida (Saucedo-Martínez et al., 2018).

Antes da primeira revolução industrial, e a partir do século XVIII, os recursos utilizados eram apenas a água, a energia proveniente de animais e a madeira, o principal material de combustão. O desenvolvimento da sociedade industrial foi observado em três momentos. Na Primeira Revolução Industrial, que durou até às últimas décadas do século XIX foi impulsionada pela criação da máquina a vapor. Após uma grande expansão desta indústria, assistiu-se à revolução dos transportes e das comunicações. Em meados do século XIX, surgiu a Segunda Revolução Industrial, incluindo desenvolvimentos nas indústrias química, elétrica, petrolífera, siderúrgica e do aço. A transição entre a Primeira e Segunda Revolução Industrial, traduz a inclusão de novas fontes primárias, como a eletricidade e o petróleo. No início da década de 1970, surgiu a Terceira Revolução Industrial, caracterizada pela estruturação do capitalismo. Além disso, apresentou uma forma diferente de gerir a economia, tornando as negociações mais flexíveis, de forma que as empresas se unissem para conseguirem uma ação económica consolidada. Nesta Revolução, foi proporcionado o desenvolvimento acelerado dos meios de comunicação e dos transportes, sendo assim denominada por economia de mercado (Carvalho et al., 2020).

Os conceitos da Indústria 4.0 foram anunciados pela primeira vez, em 2011. Desde então, a quarta revolução industrial cresceu e expandiu os termos teóricos de forma a aplicar em situações do mundo real. A Indústria 4.0 interliga as inovações, os avanços técnicos, as políticas governamentais e os mercados (Yang & Gu, 2021). Os mesmos autores explicam que, atualmente, os governos adaptam os seus esforços em conformidade, e as indústrias impulsionam essas grandes mudanças.

A Indústria 4.0 corresponde a um recente modelo que caracteriza a quarta revolução industrial. Este modelo surge como uma rutura das três grandes revoluções anteriores. Representa-se por desempenhos inteligentes, virtuais e digitais, integra várias áreas de atividade da indústria, assegurando o desempenho inovador em cada uma delas (Carvalho et al., 2020).

Esta nova fase industrial ajuda as empresas a obterem um melhor desempenho, integrando processos de fabrico verticais e horizontais. No entanto, não é totalmente reconhecida, a forma como as indústrias encaram o potencial contributo das tecnologias relacionadas com a Indústria 4.0 (Dalenogare et al., 2018).

2.4.2 Fatores que contribuíram para a Indústria 4.0

Existem três aspetos fundamentais que contribuíram para o surgimento da Indústria 4.0: o conhecimento, a experiência e a inovação empresarial. O primeiro aspeto, corresponde ao conjunto de perceções dos investigadores anteriores, que estudavam as grandes descobertas da época, aumentando a compreensão e assimilação dos conteúdos. A experiência, é o processo de explicitar o conhecimento dos investigadores, com o objetivo de comprovar inviabilidades. O último aspeto, a inovação empresarial, trata-se da confiança das empresas da época em novas descobertas (Carvalho et al., 2020).

Lasi et al. (2014) explicaram que, por um lado existe uma necessidade de haver mudanças, devido às alterações das condições de funcionamento das empresas. Por outro, existem fatores que desencadeiam esta situação, como as mudanças sociais, económicas e políticas. Entre eles, existe a elevada capacidade de inovação, tornando-se um fator essencial para o sucesso das empresas; a individualização dos mercados, de forma que estes possam definir as condições de comércio; a flexibilidade, que devido ao surgimento de novos requisitos de trabalho, deverá existir em maior escala no desenvolvimento de produtos e especialmente na produção; a descentralização, incluindo decisões rápidas para lidar com condições mais específicas; e a eficiência dos recursos, que com o aumento da sua escassez e conseqüente aumento do preço, existe uma maior exigência sobre a sustentabilidade em contextos industriais.

2.4.3 Obstáculos à implementação da Indústria 4.0

Apesar dos benefícios, a adoção da Indústria 4.0, apresenta alguns obstáculos, uma vez que os sistemas produtivos ainda são alvo de muitas investigações. Entre eles, está a proteção de dados, uma vez que aumentando os métodos e técnicas inteligentes, eleva-se o risco relacionado com a segurança de dados; a padronização, pois para uma implementação eficaz da Indústria 4.0, é necessário que a informação seja compreendida entre todos os intervenientes; a organização do trabalho, que é afetada com a introdução da Indústria 4.0 na produção; a capacidade cognitiva das pessoas, uma vez que as empresas têm de desenvolver novas ferramentas de forma a possibilitar a sua utilização por parte de todos os trabalhadores; e por último, o nível de eficiência das Pequenas e Médias Empresas (PME), uma vez que as atividades de produção fornecem a percentagem de 20% dos postos de trabalho das Indústrias na União Europeia (UE) (Santos et al., 2018).

3. Caracterização da empresa

Neste capítulo apresenta-se a empresa onde se realizou o projeto de dissertação. A empresa designa-se ACWIN. O projeto incidiu no departamento/secção de vidro duplo e triplo. Inicialmente realiza-se uma apresentação da empresa, depois demonstra-se a gama de produtos da organização, os clientes e fornecedores envolvidos na cadeia de abastecimento.

3.1 Apresentação da empresa

A ACWIN foi fundada em 2019, criada através de um projeto de alta tecnologia. Este projeto, dirigido pela Tryba Portugal, consiste na produção inteligente de portas e janelas com elevados níveis de desempenho em termos de economia energética e barreiras térmicas contínuas. O objetivo do seu projeto de criação, é reforçar a área de investigação, desenvolvimento tecnológico, e sobretudo, a inovação.

A ACWIN nasceu de uma parceria entre uma empresa, já existente há 35 anos, a Caixiave, o Grupo ATRYA e a AT PARTNER, resultando de uma estratégia de desenvolvimento a nível europeu.

A ACWIN possui uma indústria altamente tecnológica e inovadora, podendo-se afirmar que utiliza métodos, equipamentos e processos da Indústria 4.0.

É uma empresa que se define em quatro valores principais (Figura 8). Além disso, acompanha o lema da oferta de produtos e serviços de alta qualidade.



Figura 8 - Os 4 valores da empresa ACWIN.

3.2 Estrutura organizacional

A ACWIN-VID e os restantes setores da empresa ACWIN, têm estruturas organizacionais constituídas de forma a maximizar a eficiência e produtividade das operações. Na Figura 9 está representado o *layout*, sendo possível detalhar o espaço físico, divisões de trabalho, o fluxo produtivo e equipamentos do setor onde se realiza o projeto.

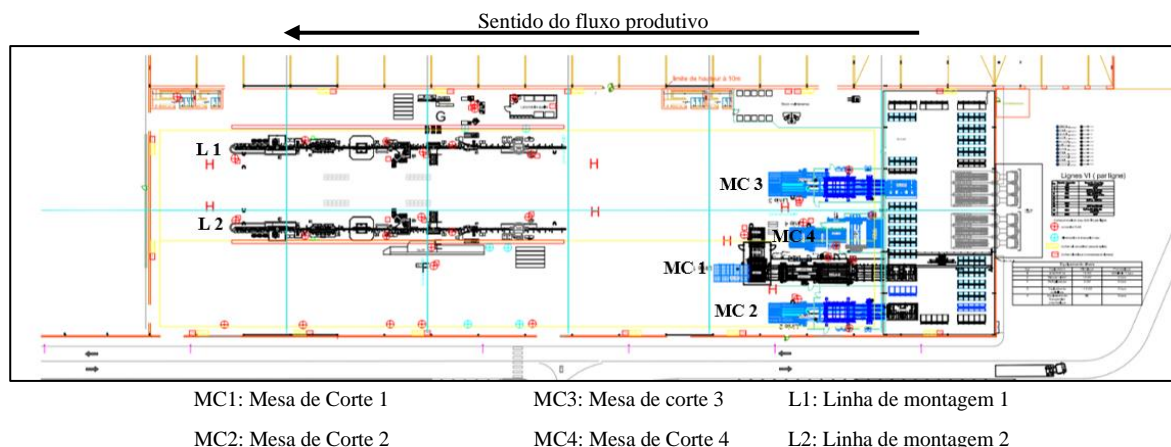


Figura 9 - *Layout* da ACWIN-VID.

O *layout* do setor de transformação de vidro da ACWIN, é constituído por variados equipamentos automatizados. No lado direito da Figura 9, observa-se o armazém automático, onde são armazenadas as placas de vidro com medidas *standard* de 6000 mm por 3210 mm, descarregadas pelos camiões dos fornecedores.

Quando o processo produtivo é iniciado, recolhem-se placas de vidro do armazém automático, com a ajuda de uma ponte automática, de acordo com as necessidades de cada uma das mesas de corte. Até ao momento, apenas existe uma ponte automática para a alimentação de quatro mesas de corte. A ponte trabalha por ordem de chegada do pedido de cada uma das mesas de corte. A numeração das mesas de corte está definida como se repara na figura, de um a quatro (MC1, MC2, MC3 e MC4).

Após o corte, o vidro passa para a próxima fase, a montagem de vidro duplo e triplo. Existem duas linhas de montagem. Apesar disso, apenas uma se encontra em funcionamento durante dois turnos de trabalho por dia. Em cada uma das linhas de montagem existe um conjunto de equipamentos automatizados, que dependem uns dos outros, à medida que se avança na produção. Deste grupo de processos, resulta o produto final, que é armazenado em cavaletes de PA. O *layout* da ACWIN-VID foi estipulado desta forma para que a produção flua num só sentido, dando entrada de MP de um lado, e saída do produto final, do lado oposto.

3.3 Gama de produtos

Através dos seus produtos e serviços de alta qualidade, a ACWIN apoia os profissionais nos projetos de marcenaria, adaptando-se, sempre, às suas necessidades específicas. Para tal, dispõe de três principais gamas diferentes de produtos na indústria de caixilharia (Tabela 1).

Tabela 1 - Apresentação das gamas de produtos da empresa ACWIN.

Setor	ACWIN-PVC	ACWIN-ALU	ACWIN-VID
Gama de produtos de caixilharias			

A primeira corresponde à gama de produtos em policloreto de vinila (PVC) (ACWIN-PVC), material reciclado, sobretudo de janelas e portas. O exemplo de produto na Tabela 1, corresponde a uma referência no mercado de janelas em PVC. Este material apresenta algumas vantagens, tais como a alta durabilidade e o isolamento térmico e acústico.

A segunda gama de produtos, corresponde às janelas e portas em alumínio, fabricados com os materiais de qualidade e máquinas avançadas. As principais vantagens desta gama, são a durabilidade e alta qualidade do produto, tal como a sua elegância e desempenho.

No setor do alumínio (ACWIN-ALU), existem vários modelos, como janelas de alumínio com um elevado isolamento térmico e acústico, sendo possível economizar os custos de energia de um edifício; as janelas de alumínio de batente, tendo como objetivo, fornecer o máximo de luz natural; as janelas deslizantes, fabricada em diversas soluções, de maneira a atender as necessidades personalizadas do cliente; as janelas de alumínio deslizante de excelência, com um vidro muito específico de isolamento térmico, sendo a melhor janela de correr do mercado; e as portas de alumínio, sendo possível a fabricação de um produto mais clássico ou moderno.

No setor da fabricação de vidro duplo e triplo (ACWIN-VID), existe uma inovação tecnológica, permitindo uma produção de vidro com um elevado isolamento, sendo possível oferecer um maior conforto ao cliente final. Este setor é o fornecedor central de vidro, quer dos clientes internos, como os setores do PVC e Alumínio da ACWIN, quer dos clientes externos, como a Caixiave.

3.4 Clientes

Como clientes internos, a ACWIN-VID tem a ACWIN-PVC e a ACWIN-ALU. A Caixiave corresponde ao cliente externo da ACWIN-VID. Na Figura 10 observa-se os 3 clientes da ACWIN-VID, 2 internos e 1 externo. Entre os vários intervenientes existem relações, como as encomendas de vidro realizadas pelos clientes e as entregas de produto final por parte da ACWIN-VID.

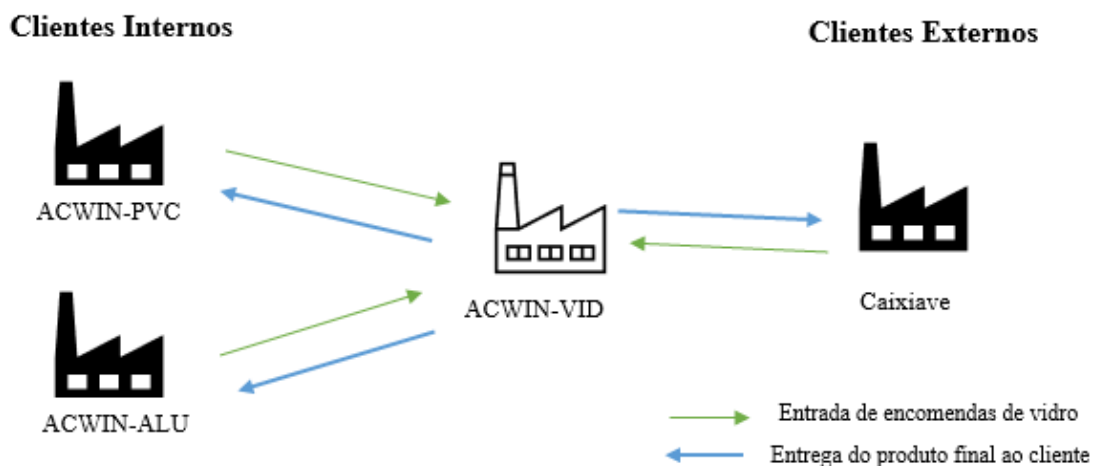


Figura 10 - Relações entre a ACWIN-VID e os clientes.

Assim como a ACWIN-PVC, a Caixiave fabrica portas e janelas com material em PVC. Os três principais clientes (Figura 10) fabricam produtos que contêm vidro duplo, e por isso, necessitam de vidro. Por esse motivo, e fazendo parte do mesmo grupo, realizam a maioria das suas encomendas de vidro à ACWIN-VID.

A ACWIN-VID dispõe de variadas tipologias de vidro, tais como: vidros com isolamento duplo, vidros duplos laminados, vidros com redução de ruído e vidros duplos com controlo solar. O vidro duplo é constituído por 3 elementos principais: 2 vidros simples e o intercalar: Vidro 1 + Intercalar + Vidro 2 = **Vidro duplo**.

O vidro duplo é constituído por 2 vidros simples, que podem ser de variadas espessuras e apresentar diferentes características, como a proteção de ruído, isolamento térmico, entre outros. O intercalar pode ser em material de alumínio, *Warm edge*, *Thermoplastic Spacer* (TS), entre outros.

Na ACWIN-VID, até ao momento, apenas se produzem vidros duplos com o intercalar em TS. O TS corresponde a um produto inovador tecnológico. A ACWIN é a empresa pioneira, a nível nacional, na produção de vidros duplos com o intercalar em TS. Este material surgiu no mercado com o objetivo de substituir outros componentes, como o aço inoxidável, que por ser um material resistente, pode rachar ou deformar ao longo do tempo. O TS minimiza estes problemas, uma vez que apresenta uma maior flexibilidade no *design* da janela ou porta, e maior resistência à deformação. Além disso, melhora a eficiência energética dos imóveis, minimiza as perdas de calor e ruídos e melhora a durabilidade da janela ou porta a longo prazo.

A diferença entre o vidro duplo e o vidro triplo, é a quantidade de vidros simples que os constituem. Enquanto o vidro duplo, como já mencionado, é constituído por 2 vidros simples e 1 intercalar, o vidro triplo, é constituído por 3 vidros simples e 2 intercalares: Vidro 1 + Intercalar + Vidro 2 + Intercalar + Vidro 3 = **Vidro triplo**.

Além destas diferenças, a nível da composição, os vidros podem ainda possuir um gás no seu interior, neste caso o *Árgon*, para melhorar o isolamento da porta ou janela.

Apesar dos 3 setores fazerem parte da ACWIN, e os 3 serem importantes para o seu funcionamento, no projeto de dissertação, o foco está no setor do vidro (ACWIN-VID). Ou seja, os estudos de processos, aplicação de melhorias e interpretação de resultados, são efetuados no setor de produção de vidro duplo e triplo.

É de salientar que a maior parte da produção da ACWIN-VID recai sobre os vidros duplos. A produção de vidros triplos corresponde a uma percentagem mínima, inferior a 1%. Por esse motivo, o projeto foca-se sobretudo no vidro duplo, como PA.

3.5 Fornecedores

Tal como todas as cadeias de abastecimento, a ACWIN-VID apresenta um conjunto de intervenientes e relações, para que seja possível atingir os seus objetivos e satisfazer as necessidades dos clientes finais. Essas ligações iniciam-se com os fornecedores de vidro que têm como principal função fornecer e abastecer o armazém de MP da ACWIN-VID.

Esse material é utilizado para alimentar, automaticamente, as mesas de corte que posteriormente fornecem o vidro, já cortado, à linha de montagem de vidro duplo e triplo.

Consoante as necessidades dos 3 clientes, a ACWIN-VID consegue ter uma previsão do *stock* de MP de vidro. Na ACWIN-PVC os vidros seguem sempre as mesmas tipologias relativamente à sua composição. Por isso, é previsível a necessidade dos tipos de vidro deste cliente, tornando acessível e expectável o pedido ao fornecedor. Na ACWIN-ALU e na Caixiave, são utilizadas variadas tipologias de vidro. Inicialmente, foi feito um levantamento dos tipos de vidro que a Caixiave mais utiliza na sua caixilharia, consoante as necessidades dos seus clientes. A partir dessa informação, foi possível gerar uma lista de artigos existentes na ACWIN-VID. Quando os clientes requisitam um tipo de vidro que não existe em *stock*, a ACWIN-VID procede à sua encomenda ao fornecedor, depois de verificar se se trata de uma venda rentável.

A lista de fornecedores da ACWIN-VID foi realizada consoante o que está estabelecido nas restantes empresas do grupo Tryba. No entanto, e à medida que ocorrem alterações no mercado dos diferentes países, pode ser necessário atualizar a lista inicial.

Quando a ACWIN-VID realiza uma encomenda de vidro, obtém prazos de entrega mais curtos nos tipos de vidro *standard* dos fornecedores. Se se tratar de tipologias que não são *standard*, o prazo de entrega é mais alargado. Os clientes têm a informação dos artigos existentes no *stock* de MP da ACWIN-VID. Portanto, conhecem a existência e ausência de artigos. Quando as encomendas incluem tipos de vidro que a ACWIN-VID não tem em *stock*, avalia-se as condições da encomenda, para poder viabilizar o pedido de vidro ao fornecedor, tendo em conta prazos de entrega mais extensos.

Com isto, na ACWIN-VID existem encomendas ao fornecedor para *stock*, no caso de tipologias de vidro que a empresa prevê a sua utilização, e encomendas que são despoletadas por pedidos mais específicos dos clientes.

4. Análise da situação atual

Neste capítulo apresenta-se a situação inicial da empresa no que se refere ao processo produtivo de vidro duplo, identificando alguns problemas à medida que é explicado, com recurso a imagens, medições de tempos e dados registados no *Enterprise Resource Planning* (ERP) do setor.

4.1 Processo produtivo da ACWIN-VID

Atualmente, o setor de vidro da ACWIN tem um processo produtivo dividido em duas fases principais. A primeira fase trata do corte, onde existem 4 mesas de corte que recebem os planos de corte com as notas de produção, correspondentes a um conjunto de encomendas, previamente criadas pelo departamento de planeamento, de acordo com as encomendas e datas enviadas pelos clientes. Os planos de corte correspondem às otimizações de planos de corte que o ERP consegue realizar por tipo de vidro de cada nota de produção criada. Os planos de corte otimizados pelo *software* (Figura 11) são enviados para as mesas de corte. Depois, o operador inicia o processo, ligando a mesa de corte, sendo a informação transmitida ao armazém automático, para se realizar a recolha da placa de vidro a ser cortada.



Figura 11 - Planos de corte enviados para as mesas de corte.

A ponte do armazém automático, (Figura 12), é responsável por alimentar as mesas de corte, com placas de vidro com dimensões *standard* de 3210 x 6000 mm. O *robot* do armazém automático pega numa placa de vidro com as especificações de espessura (tipologia de vidro) pretendidas e coloca-a em cima da mesa de corte para se proceder ao corte dos respetivos planos com as dimensões pretendidas pelos clientes.



Figura 12 - Ponte do armazém automático que alimenta as mesas de corte.

Após a colocação da placa de vidro nas mesas de corte, esta é cortada através do *robô* com ponta de diamante mediante os planos de corte definidos.

Duas das mesas de corte (mesas de corte 2 e 3) podem cortar todo o tipo de vidro, monolítico e laminado. A diferença entre o vidro laminado e o monolítico é que o vidro laminado é constituído por 2 vidros simples separados por uma película (PVB), enquanto o vidro monolítico corresponde a um vidro simples. (Figura 13).

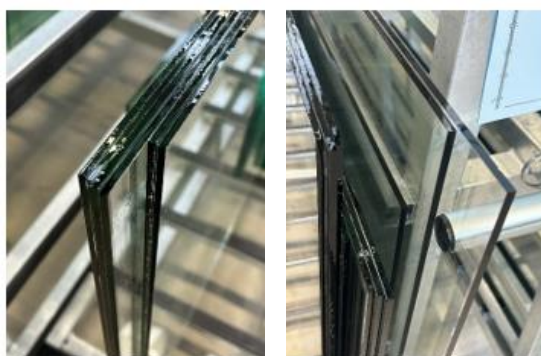


Figura 13 - Vidro laminado (à esquerda) e vidro monolítico (à direita).

A mesa de corte 1, apenas corta vidro monolítico, e a mesa de corte 4 é responsável por cortes manuais de placas residuais, que são placas sem as dimensões *standard*, por serem sobras de planos de corte, mas que podem ainda ser aproveitadas. Todas as mesas de corte possuem um armazém de placas residuais designado por *remaster* (Figura 14). Para que o *remaster* possa armazenar os desperdícios, é obrigatório, que as sobras de placa tenham uma medida mínima específica. As sobras sem essas medidas mínimas, podem ser guardadas na mesa de corte 4.



Figura 14 - *Remaster* das mesas de corte.

Depois do corte de vidro de acordo com os planos de corte enviados, o *WIP*, é enviado para a segunda fase produtiva, ou seja, para as linhas de montagem de vidro duplo e triplo, através de carrinhos (Figura 15).



Figura 15 - Carrinhos provenientes do corte.

O primeiro passo, é manter os carrinhos com vidro cortado junto da entrada da linha de montagem automática de vidro duplo e triplo (Figura 16).



Figura 16 - Entrada da linha de montagem de vidro duplo e triplo.

Na entrada da linha de montagem do vidro, existe um *setup* para recolher e organizar os carrinhos com vidro provenientes da fase de corte, de acordo com o que está pedido na

nota de produção, onde constam as tipologias de vidro, quantidades e cliente, mediante datas de produção.

Não existe uma organização normalizada dos carrinhos com vidro provenientes do corte. Estes carrinhos são colocados aleatoriamente numa zona próxima à entrada da linha de montagem.

Efetuada o *setup*, os carrinhos são reordenados e organizados conforme a sequência a abastecer a linha de produção de acordo com a nota de produção que vai ser iniciada.

O *setup* realizado existe porque é necessário os operadores procurarem os carrinhos com o respetivo vidro para uma nota de produção específica, o que se traduz num desperdício a nível de tempo e movimentos.

Depois dos operadores terem verificado a existência, na entrada da linha de montagem, de todos os carrinhos necessários, iniciam a produção da respetiva nota a ser produzida e começam por colocar um vidro de cada vez sequencialmente na linha de montagem.

O processo de montagem inicia-se com o processo responsável por limar as arestas do vidro através de um *robô* KSA (Figura 17), para diminuir o risco de lesões nos operadores e de quebras do material.

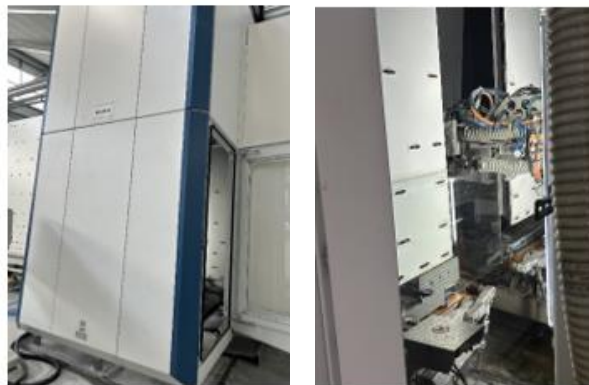


Figura 17 – Robô KSA (exterior e interior da máquina de arestas).

De seguida, na mesma linha automática, os vidros passam na lavadora (Figura 18), para serem lavados e secos.



Figura 18 - Lavadora.

Seguidamente, o produto segue para uma estação de controlo de qualidade, onde são detetados defeitos. Caso existam, através de um *scanner* de qualidade, e posteriormente há um controlo visual humano (Figura 19). Depois do controlo, os vidros podem ser “rejeitados” ou não. Independentemente da existência de algum vidro com não conformidades, todos os vidros seguem sempre de forma automática na linha. No entanto, quando há não conformidades em algum dos vidros que compõem o vidro duplo ou triplo, passam pela fase da montagem, mas não são montados, no final da linha, são separados, para depois de retrabalhados iniciarem novamente o processo, até serem considerados produtos conformes. Este retrabalho implica a substituição do vidro não conforme por outro (corte de novo vidro com características iguais) a juntar ao conjunto, aproveitando apenas os que estão conformes.



Figura 19 - Posto de controlo visual de qualidade do produto.

A produção de vidro duplo e triplo, retrata um dos maiores gargalos na produção da ACWIN-VID. A repetição do processo, implica que os operadores utilizem parte do seu tempo a voltar a cortar o vidro, abrir novamente a nota de produção dos vidros na linha de montagem, e voltar a produzir o vidro.

Cortar e montar o vidro duplo ou triplo na linha de montagem, correspondem a atividades automáticas que não podem ser alteradas. Por isso, o foco de algum problema pode estar na abertura da nota de produção correspondente aos vidros a serem reproduzidos e na frequência/sequência com que os operadores devem produzir os vidros relançados.

Caso não exista qualquer tipo de não conformidade, o par de vidros passa pela primeira estação de selagem, onde é colocado o TS num dos vidros (Figura 20). O intercalar TS pode ser de variadas espessuras. Essa informação é transmitida pelo ficheiro criado no ERP, que é carregado inicialmente, na primeira máquina da linha de montagem.



Figura 20 - Colocação do TS (1ª selagem).

Os vidros podem ser de variadas tipologias. Existem vidros com “capa”, para controlo de luz solar, por exemplo. Estes, têm uma orientação e posição específica quando entram na linha de montagem. De acordo com o que é definido e realizado no início da linha de montagem, uma das máquinas, o inversor, é responsável por fazer a inversão dos vidros para que estes sejam montados com a orientação correta.

Depois de ficarem com a orientação correta de montagem, o par de vidros passa por um processo de prensagem, onde os dois vidros simples se juntam através do intercalar colocado anteriormente, formando assim um vidro duplo ou triplo. Na prensa, e de acordo com o que o cliente solicita, os vidros podem ser preenchidos com *Árgon*.

Depois da prensa, os vidros passam por uma estação, onde são colocadas pequenas cortiças, protegendo-os de possíveis contactos dos restantes vidros, nos cavaletes de PA.

Numa fase final, os vidros duplos e triplos, passam pela segunda estação de selagem onde é colocado, o *mastic*, através de um *robô*, à volta do vidro.

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

Posteriormente, os vidros são retirados da linha de montagem, manualmente, através de ventosas manuais ou automáticas, dependendo do peso e dimensão do vidro duplo e triplo (Figura 21).



Figura 21 - Final de linha de montagem.

Neste posto, os vidros têm uma intervenção humana, uma vez que é necessário passar um rolo à volta do vidro, para aperfeiçoar o *mastic* (Figura 22).



Figura 22 - Passagem do rolo para aperfeiçoar *mastic*.

Depois dessa manobra, colocam-se os vidros em cavaletes de PA (Figura 23).



Figura 23 - Cavaletes de PA.

4.2 Registo de tempos do processo produtivo da ACWIN-VID

No presente subcapítulo são apresentados os tempos do processo produtivo da ACWIN-VID. A ACWIN-VID, neste momento, opera 8 horas de trabalho, numa linha de produção. Os tempos registados, correspondem aos dois processos principais da transformação de vidro duplo e triplo, a fase de corte e a montagem.

Estes registos são efetuados, para definir o tempo fluxo de uma unidade, desde o momento em que é cortado, até à montagem do vidro isolante. Com estes valores, o objetivo é construir o VSM e identificar atividades que ao longo do processo produtivo, despendem mais tempo. Na Figura 24 é apresentado um fluxograma que representa a ordem da medição de tempos ao longo do presente capítulo, referente ao fluxo produtivo.

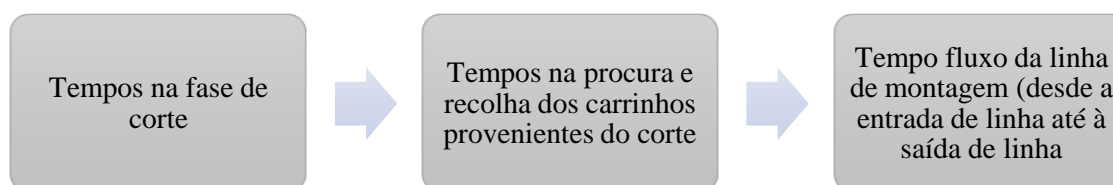


Figura 24 - Fluxograma das medições efetuadas.

4.2.1 Corte

Os processos de corte de vidro monolítico e de vidro laminado são diferentes. Por esse motivo, podem ser tratados de forma diferentes. A Tabela 2 e a Tabela 3, mostram as durações de corte dos dois tipos de vidro, recolhidos através da cronometragem.

Tabela 2 - Tempos de corte monolítico.

Nº teste	Qt.	m ²	Hora início	Hora fim	Duração	
1	356	246,6	16:55:10	20:35:00	3 h 39 min 50 seg	1,001 min/ m ²
2	533	381,1	19:35:20	21:15:14	1 h 39 min 54 seg	0,244 min/ m ²
3	354	176,7	18:29:38	20:49:29	2 h 19 min 51 seg	0,791 min/ m ²
4	511	301,8	16:43:37	21:12:01	4 h 28 min 24 seg	0,889 min/ m ²
5	132	145,4	16:10:36	17:11:39	1 h 1 min 3 seg	0,420 min/ m ²
6	63	40,5	16:20:22	16:53:46	33 min 24 seg	0,825 min/ m ²
Média						0,695 min/ m ²

Tabela 3 - Tempos de corte laminado.

Nº teste	Qt.	m ²	Hora início	Hora fim	Duração	
1	10	26,71	18:35:40	19:08:58	33 min 18 seg	1,247 min/ m ²
2	39	23,2	16:35:35	17:32:47	57 min 12 seg	2,466 min/ m ²
3	61	47,8	16:59:04	20:16:25	3 h 17 min 21 seg	4,129 min/ m ²
4	38	23,1	15:19:34	16:15:02	55 min 28 seg	1,460 min/ m ²
5	48	27,7	18:43:41	20:28:03	1 h 44 min 22 seg	3,768 min/ m ²
Média						2,614 min / m ²

Através dos registos da Tabela 3 verifica-se que a duração média do corte monolítico por metro quadrado é menor do que a do corte laminado, ou seja, para o corte de vidro monolítico são necessários, em média, cerca de 0,695 minutos por metro quadrado, enquanto no corte de vidro laminado, depende-se cerca de 2,614 minutos por metro quadrado. Assim, o tempo necessário para corte de vidro laminado é, cerca de 3,7 vezes maior do que o tempo necessário para corte de vidro monolítico. Os registos da duração média de corte de vidro monolítico e laminado é efetuado separadamente, uma vez que se trata de dois processos distintos. Como o vidro monolítico corresponde à maior parte da percentagem de corte na ACWIN-VID, o número de registos é superior ao do corte de vidro laminado. Estes servem apenas para apresentar o tempo gasto nesta primeira fase, no VSM.

4.2.2 Entrada de linha

Antes do início da montagem de vidro duplo na linha de produção, os operadores procuram, recolhem e organizam os carrinhos provenientes do corte, perto da entrada da linha de montagem.

Tempo de procura e recolha dos carrinhos provenientes do corte

Atualmente, os operadores têm um computador disponível, da outra linha de montagem, que não está em funcionamento em simultâneo com a atual. Por isso, é possível que estes vejam no ERP qual é a próxima nota a produzir. Se não tivessem o computador disponível, não conseguiriam visualizar o próximo lote de produção, de forma a saberem as composições e carrinhos a recolher.

Foram realizadas 3 medições, cada uma delas, inclui o tempo gasto na procura dos carrinhos necessários para a nota de produção a entrar na linha de montagem, recolhido através da cronometragem. A quantidade de vidros simples corresponde ao número de vidros

a entrar na linha de montagem. Por exemplo, para 116 vidros duplos, são necessários 232 vidros simples. As diferentes tipologias de vidro podem fazer parte do grupo dos monolíticos e dos laminados. Depois de alguns testes, obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 4).

Tabela 4 - *Setup* antes de ordenação dos carrinhos.

Nº teste	Quantidade vidros simples	Qt. de diferentes tipos de vidro	Tempo (min)
1	232	9	16 min
2	170	6	14 min
3	268	9	12 min
Média			14 min

De acordo com os dados representados na Tabela 4, o *setup* médio para a procura dos carrinhos provenientes do corte, corresponde a cerca de 14 minutos por nota de produção. Se num turno de trabalho, os operadores organizarem os carrinhos para entrar na linha de produção, de 6 notas diferentes, despendem cerca de $14 \times 6 = 84$ minutos. Num dia de trabalho, com 2 turnos, para este *setup*, seriam necessários $84 \times 2 = 168$ minutos.

Normalmente, quanto maior for a quantidade de diferentes tipos de vidros numa nota de produção, mais tempo é gasto nesta atividade, pois os vidros estão distribuídos por um maior número de carrinhos. No entanto, é relevante referir que os carrinhos provenientes do corte de uma nota com menor quantidade de diferentes tipos de vidro, podem estar mais espalhados e menos visíveis ao operador, dado a menor quantidade de vidros no carrinho, podendo despende mais tempo e mais deslocações. Isto acontece, porque os operadores responsáveis pelo corte de vidro, deixam os carrinhos na zona da entrada de linha de montagem, sem qualquer organização, ou seja, são colocados de forma aleatória. Apesar de poderem ser poucos carrinhos a organizar, no meio de tantos, podem estar mais espalhados, sendo mais difícil encontrar o que os trabalhadores pretendem recolher.

Para encontrar o tempo fluxo de uma unidade de produto, realizaram-se medições de tempos, através da cronometragem e dados registados no ERP da ACWIN-VID.

Inicialmente, mediu-se o tempo, através da cronometragem, que os operadores demoram a pegar nos vidros dos carrinhos provenientes do corte, e a colocá-los na linha de montagem. Adicionalmente, e através dos registos do ERP, é possível saber os tempos fluxo, de acordo com a hora de entrada e hora de saída de uma unidade. Na Tabela 5, observam-se os tempos do processo na entrada de linha, recolhidos através da cronometragem, de um total de 139 vidros simples, podendo ser monolíticos ou laminados. Este processo manual consiste em pegar no vidro dos carrinhos – colocar os vidros na linha de montagem.

Tabela 5 - Tempos do processo de entrada de linha.

Quantidade Vidros simples	Início a pegar no vidro	Fim, quando coloca vidro na máquina	Duração processo	Duração (min/uni)
60	17:58:00	18:19:30	21 min 30 seg	0,358 min / uni
7	14:21:28	14:24:00	2 min 32 seg	0,362 min / uni
45	14:27:50	14:45:00	17 min 10 seg	0,381 min / uni
8	17:34:19	17:37:20	3 min 1 seg	0,377 min / uni
8	17:41:13	17:44:10	2 min 57 seg	0,369 min / uni
11	17:46:10	17:50:40	4 min 30 seg	0,409 min / uni
Média				0,376 min / uni

Através dos dados representados na Tabela 5, verifica-se que os operadores demoram cerca de 0,376 min a colocar 1 vidro simples na primeira máquina da linha de montagem. Ou seja, para colocarem 2 vidros simples, correspondentes a 1 vidro duplo, gastam cerca de $0,376 \times 2 = 0,752$ min.

Através do ERP da empresa, foi possível verificar que, desde a primeira máquina da linha de montagem, até ao momento em que o PA é retirado da última máquina, gasta-se cerca de 1,57 min.

Tempo de fluxo da linha de montagem

Para calcular o tempo de cada processo da linha de montagem e transporte, recorreu-se mais uma vez à cronometragem, pretendendo calcular o tempo responsável por cada um destes processos no tempo de ciclo de uma unidade produzida (Apêndice 1).

Através dos dados apresentados na Tabela 28, do Apêndice 1, constata-se que os processos: entrada de linha, posto de controlo e saída de linha, são os que apresentam tempos irregulares, visto que têm intervenção humana. Os restantes, como são realizados automaticamente, apresentam tempos regulares entre os 2 vidros simples, que constituem o vidro duplo. É importante referir que os processos: KSA (robô de fazer arestas), TS (colocação de TS) e *mastic* (colocação de *mastic*), dependem do tamanho do vidro, pois a máquina nesses processos, percorrem o perímetro do vidro. Assim, quanto maior for o vidro, maior será a duração destas atividades. Processos como: lavadora e prensa, no geral, não dependem do tamanho do vidro. O tempo da prensa apenas é interferido se o vidro duplo tiver gás (Árgon) no interior.

A Tabela 6, apresenta o tempo médio por processo, sem a contabilização do transporte ao longo da linha de produção. Além disso, é possível obter resultados percentuais de cada processo, sobre o tempo de ciclo de uma unidade.

Tabela 6 – Tempos médios e percentagem por processo.

	Entrada de linha	KSA	Lavadora	Posto controlo	TS (1ª selagem)	Prensa	Mastic (2ª selagem)	Saída de linha
Segundos	18,87	37,95	44,16	39,50	23,44	29,30	21,17	21,97
Percentagem	3,6%	7,2%	8,4%	7,5%	4,5%	5,6%	4%	4,2%

De acordo com os tempos da Tabela 6, constata-se que sobre o tempo fluxo de uma unidade, cerca de 3,6% corresponde ao tempo do processo de entrada de linha (processo manual); aproximadamente 7,2% diz respeito à KSA onde são feitas as arestas de cada um dos vidros simples; 8,4% para a lavadora; 7,5% para o posto de controlo (processo manual), onde os vidros passam por uma inspeção; 4,5%, aproximadamente correspondem ao processo de colocação do primeiro selagem, o TS; 5,6% para a prensa, onde pode haver inclusão de gás (Árgon), ou não; cerca de 4% para a colocação da segunda selagem, o *mastic*; e por fim, cerca de 4,2% para a saída de linha (processo manual), onde os operadores retiram o vidro da máquina e colocam-no no cavalete de produto final.

Até à colocação do TS, os tempos são contabilizados por vidro simples, ou seja, o tempo obtido por cada vidro foi multiplicado por 2, uma vez que um vidro duplo é constituído por 2 simples. A partir daí, o tempo só é contabilizado uma vez, dado que se trata de um vidro duplo.

Além disso, é ainda possível concluir, que no total, este conjunto de processos (Tabela 6) corresponde a cerca de 45% do tempo de ciclo de uma unidade. Os restantes 55% dizem respeito ao transporte dos vidros ao longo da linha de produção. De forma a parcelar os tempos de cada processo, elaborou-se um gráfico circular (Figura 25).

Através do gráfico da Figura 25, é possível constatar que os processos: KSA, lavadora, posto de controlo e a prensa correspondem a mais de metade dos 45% do tempo de ciclo. Os restantes representam uma percentagem menor, sendo assim, responsáveis por menos tempo ao longo da produção de vidro duplo.

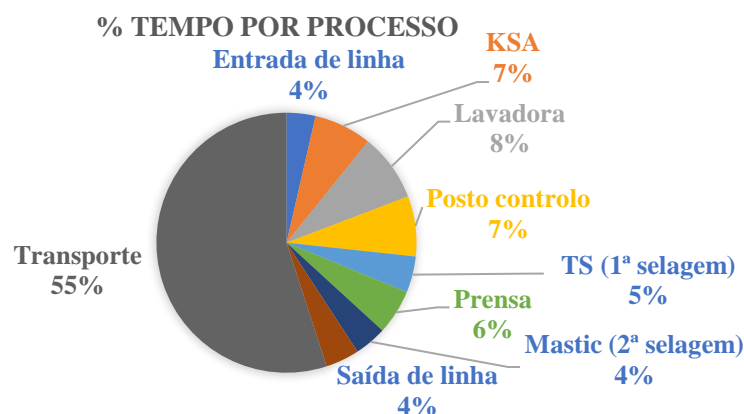


Figura 25 - Percentagem do tempo por processo.

Além da produção normal de vidro duplo, existe a reprodução de vidros que apresentaram não conformidades ao longo do processo produtivo, designados de relances. Estes vidros têm de voltar à fase inicial. Ou seja, aqui, existe desperdício de tempo, resultante de defeitos na produção.

4.2.3 Produção de relances

A produção de relances corresponde a um retrabalho na produção corrente diária. Para a obtenção de dados sobre a duração de produção de relances, foram realizadas 6 cronometragens, tal como se observa na Tabela 7.

Tabela 7 - Tempos de produção de relances.

Nº teste	Quantidade (uni)	Duração (min)	Duração (uni /min)
1	14	30 min	2,14 uni /min
2	10	25 min	2,50 uni /min
3	29	40 min	1,38 uni /min
4	15	31 min	2,06 uni /min
5	30	42 min	1,4 uni /min
6	18	35 min	1,94 uni /min
Média			1,90 uni /min

Na Tabela 7, observa-se que a produção de relances é de facto um processo dispendioso. Em média, um relance ocupa cerca de 1,90 min. Comparando este valor com a duração média de uma unidade produzida, entende-se que de facto um relance demora mais tempo a ser produzido. Ou seja, enquanto uma unidade produzida demora cerca de 1,57 min, um relance demora 1,90 min, o que traduz um aumento de aproximadamente de 21,02%.

O processo da ACWIN-VID pode ser representado por um VSM onde se representam as relações entre intervenientes como os fornecedores, os clientes internos e os clientes externos.

A cadeia de abastecimento inicia-se com a encomenda da MP aos fornecedores. A ACWIN-VID, no início da sua atividade, realizava as suas encomendas de MP de acordo com as previsões de necessidades dos 3 clientes (2 clientes internos e 1 externo). Essas necessidades eram conhecidas conforme as encomendas dos clientes a outros fornecedores. Ou seja, o que os clientes compravam a concorrentes, a ACWIN-VID comprava, prevendo que receberia encomendas desses artigos em específico. Além disso, a ACWIN-VID teve acesso ao histórico de encomendas recebidas pela empresa do grupo em França, a Tryba.

Com o arranque da produção de vidros duplos e triplos, foi possível criar uma estimativa sobre os *stocks* mínimos de cada tipo de vidro. Atualmente, existem tipos de vidro com *stock*, uma vez que as previsões da sua utilização são elevadas, num curto espaço de tempo.

Há tipos de vidro que não existem em *stock*, uma vez que a previsão da procura desse material é praticamente nula. Nestes casos, quando surge uma encomenda é dado um prazo de entrega maior aos clientes, uma vez que é necessário encomendar MP aos fornecedores e considerar o seu prazo de entrega.

A partir do momento que as placas são carregadas nas mesas de corte, o processo é praticamente igual para todos os tipos de vidro utilizados. A diferença essencialmente está no corte entre o vidro monolítico, e no vidro laminado, como já foi referido anteriormente.

Depois de o vidro estar cortado, permanece em carrinhos até que sejam necessários para a montagem na linha de produção. Este tempo de espera do WIP pode corresponder a várias horas ou até mesmo dias, entre a fase de corte e montagem de vidro duplo e triplo.

Os vidros com capa têm uma validade inferior relativamente aos restantes, uma vez que, com a humidade e manuseio humano podem apresentar manchas e marcas ao longo do tempo, o que invalida a conformidade do produto. Isto, pode levar à rejeição do vidro na linha de montagem, caso não seja perceptível antes. Os vidros com capa estão presentes em praticamente todos os vidros duplos e triplos produzidos na ACWIN-VID. Por esse facto, é recomendado que, até cerca de 48 horas, os vidros devem passar à fase de montagem, de forma a minimizar o risco de defeito e consequentemente, o prejuízo para a empresa. Este aspeto deve ser considerado por quem planeia a produção, uma vez que existem, no mínimo

2 dias de descanso por semana. Ou seja, se uma nota de produção apenas entrar na linha de montagem numa terça-feira, os vidros com capa deverão ser cortados no dia anterior.

Exceto estas situações, quando os vidros entram na linha de montagem, os processos são os mesmos para todos os vidros, uma vez que se trata de uma linha de produção com um sentido.

Uma forma de representar o conjunto de interações entre os intervenientes e processos produtivos, é a elaboração de um VSM, permitindo que o processo seja perceptível como um todo (Figura 26).

Através da Figura 26, verifica-se que a ACWIN-VID apresenta um conjunto de processos diversificados e muitos deles dependentes entre si, de forma direta. No final, existem as entregas diárias realizadas pela expedição, e de seguida a faturação emitida ao cliente.

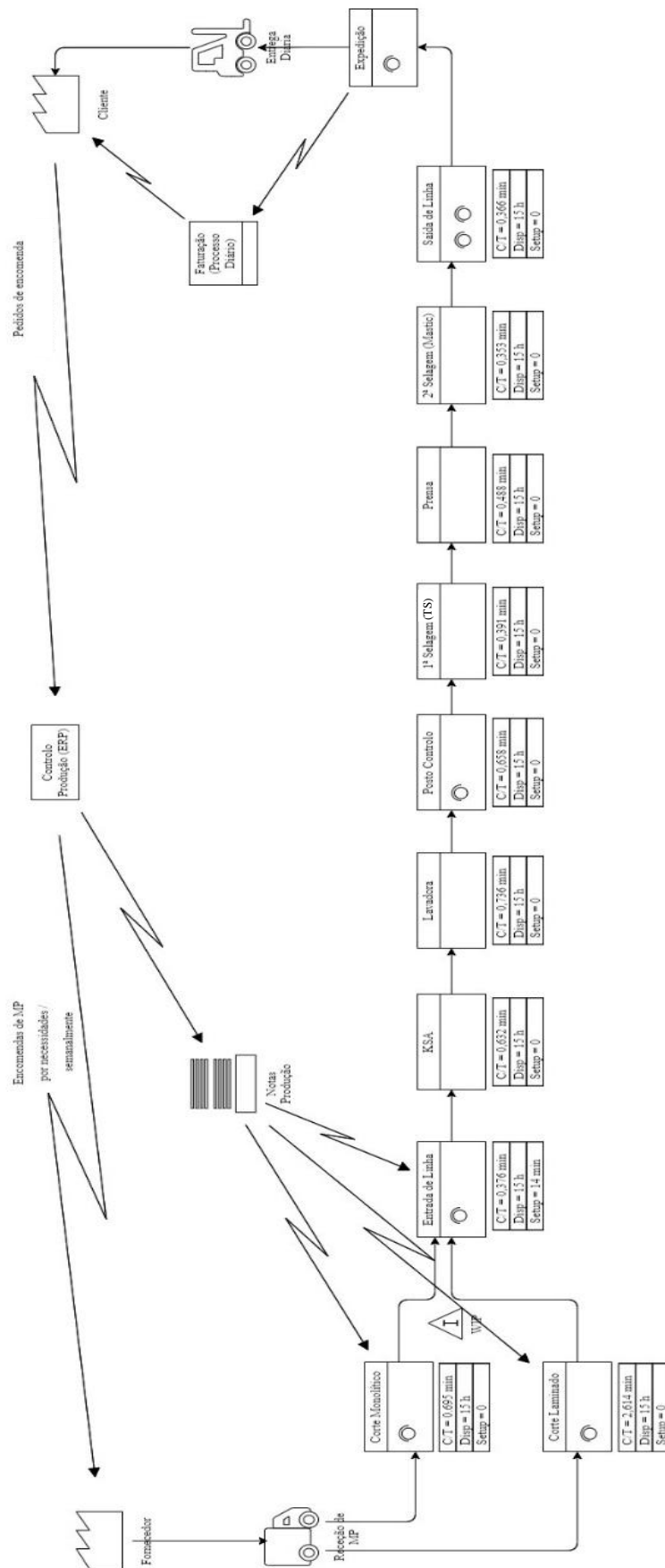


Figura 26 - VSM do processo produtivo da ACWIN-VID.

Na Figura 26, é possível verificar que de facto, apenas na entrada da linha de montagem existe um *setup* de cerca de 14 min. Um dos focos do presente estudo está precisamente nesta atividade, de forma a minimizá-la para um melhor fluxo produtivo. Além disso, observa-se que o gargalo presente no VSM da ACWIN-VID é atividade de corte laminado. No entanto, neste processo não é possível aplicar qualquer tipo de melhoria, uma vez que se trata de uma atividade morosa, devido ao tipo de vidro (laminado) que é cortado.

A soma dos tempos das atividades da linha de montagem, desde o momento da entrada de linha até à saída, é igual a 4 min. Os restantes minutos, correspondem ao tempo de transporte entre cada processo, que representa cerca de 55% do tempo total de fluxo.

4.3 Resumo dos problemas identificados nos processos

O principal objetivo com a elaboração do projeto de dissertação é estudar e explorar os processos produtivos, de forma a encontrar possíveis melhorias na ACWIN-VID.

Depois da análise do conjunto de atividades e medidas associadas, e através dos tempos apresentados, constata-se que os processos mais dispendiosos, em termos de tempo e consequentemente, produção, são na sua maioria os que têm intervenção humana. Na entrada da linha de montagem, existe um *setup* elevado (Figura 26) como consequência do manuseio manual e o facto dos operadores terem de procurar os carrinhos para a nota de encomenda seguinte que se encontra disperso entre um conjunto de carrinhos de forma aleatória, para entrar na linha, efetuando assim um elevado número de movimentações (deslocações e manuseio de carrinhos a afastar do trajeto para aproximar os necessários do início da linha).

Além disso, outro problema existente ao longo da produção, corresponde à reprodução de vidros que apresentam defeito. Ou seja, a partir do momento que o produto apresenta uma não conformidade, terá de ser novamente produzido (os defeitos podem surgir num dos vidros simples, ou nos dois, que constituem o vidro duplo, tendo de ser novamente cortado, podem aparecer no material intercalar (TS) ou já no produto finalizado), necessitando por isso, de reiniciar o processo, seguindo normalmente na linha de produção como qualquer outro vidro. Quando estes vidros são novamente produzidos, intitulam-se de relances. A produção de relances é um processo moroso, uma vez que podem ser vidros de diferentes notas de produção, fazendo perder tempo com a procura da nota de produção de cada relance por produzir.

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

Por exemplo, se produzirem 10 relances seguidos, de 10 notas diferentes, têm de abrir cada uma das notas individualmente, criando um gargalo na produção de vidro na ACWIN-VID.

O foco do projeto está na redução do *setup* antes da entrada do vidro na linha de produção, e na reprodução de vidros que apresentam defeito.

Ao longo do processo produtivo da ACWIN-VID são identificados alguns problemas, representados na Tabela 8. Neste estudo, o foco está apenas em dois dos problemas identificados, o *setup* inicial na entrada de linha e a produção de relances.

Tabela 8 - Tabela resumo dos problemas identificados.

Processo	Causa	Problema identificado
Entrada de linha	Intervenção humana, difere consoante o tamanho e peso do vidro.	Falta de ligação automatizada, entre a fase de corte e a linha de montagem.
Controlo Qualidade	Intervenção humana, difere consoante o aparecimento de não conformidades.	Necessidade de controlo visual, além do <i>scanner</i> de qualidade.
Saída de linha	Intervenção humana, difere consoante o tamanho, peso do vidro e acessibilidade dos cavaletes de PA.	Aperfeiçoamento manual do <i>mastic</i> demorada, e transporte manual do vidro, da linha de montagem até ao cavalete demorado.
Setup inicial (antes da entrada)	Atividade morosa, uma vez que os operadores têm de procurar os carrinhos manualmente, para a nota de produção.	Demoras na procura de carrinhos provenientes do corte.
Produção de relances	Processo que traduz várias paragens na produção, uma vez que os operadores têm de alterar a nota de produção no computador, consoante o que vão reproduzir. Quanto maior o número de relances de diferentes notas de produção, maior o número de paragens.	Retrabalhos que interferem com a sequência de produção normal. Não existe um método específico para tal processo.

5. Propostas de melhoria

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhorias, consoante os problemas identificados na situação atual.

5.1 Aplicação do ciclo PDCA para implementação das propostas

Para atingir os objetivos pretendidos, o procedimento para a aplicação de melhorias, identificou-se um ciclo PDCA (Figura 27). Este ciclo apresenta de forma cíclica, as etapas desenvolvidas ao longo do projeto.

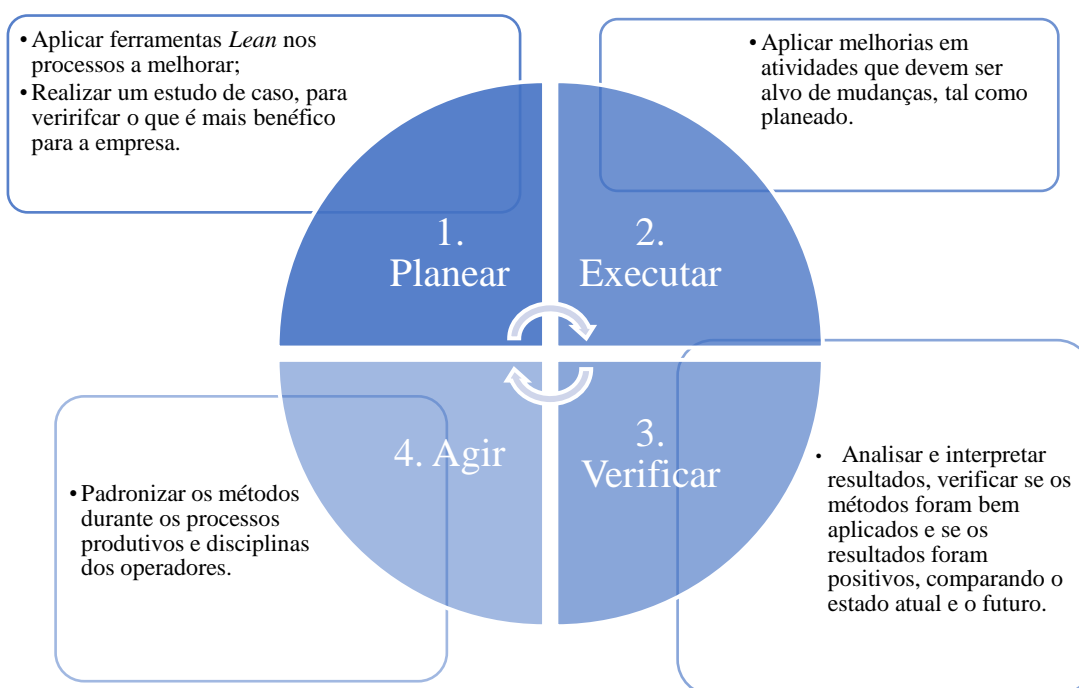


Figura 27 - Representação do ciclo PDCA.

O ciclo PDCA inicia-se com uma primeira fase, o planeamento. Nesta etapa, o objetivo é delinear os estudos que são abordados e os métodos que são aplicados. A etapa “Planear” incide sobre a aplicação das ferramentas *Lean* nos processos identificados como atividades críticas e que dependem um maior tempo durante a produção. Além disso, efetuou-se um estudo sobre 3 casos diferentes, com o objetivo de verificar qual é o mais benéfico para a empresa, a apresentar posteriormente.

A segunda etapa corresponde à execução do que foi planeado. Efetuaram-se as aplicações das ferramentas *Lean*, como a Gestão Visual e o *Kanban*. Além disso, com o

estudo dos 3 casos, através das medições e dos testes para cada um, para se concluir o que melhor define uma redução dos desperdícios existentes ao longo da produção.

Na terceira etapa do ciclo, o objetivo foi verificar se os métodos foram aplicados da maneira correta. Para isso, recolheu-se os dados depois da implementação das ferramentas e estudos realizados, de forma a obter resultados e conclusões relativamente a esses elementos. Através da interpretação dos resultados, verifica-se se estes influenciaram de forma positiva ou negativa, comparando o estado do processo antes e depois das implementações.

A última fase do ciclo PDCA, e sendo a mais difícil de implementar, corresponde à ação. Nesta etapa, o objetivo era padronizar a aplicação dos métodos e consciencialização para a disciplina dos operadores. Se estes não forem disciplinados de forma consciente e aplicada, as implementações não seriam realizadas, e consequentemente, não haveria influências e resultados positivos ao longo dos processos.

Depois da análise dos problemas enfrentados no processo produtivo da ACWIN-VID, apresentam-se as melhorias com o objetivo de os superar. Neste capítulo, são abordadas soluções, que posteriormente poderão ou não, contribuir para a resolução dos problemas identificados.

Relativamente ao *setup* inicial da linha de montagem, sugere-se a reorganização do *layout* dos carrinhos provenientes da fase de corte, para uma melhor e rápida seleção destes, quando necessários.

Em relação ao tempo gasto na produção de relances, propõe-se um estudo de três casos diferentes na frequência da reprodução desses produtos ao longo de um dia de trabalho, de forma a verificar qual destes é mais benéfico para a empresa.

5.2 Reorganização do *layout* dos carrinhos

De acordo com os dados das tabelas apresentados no capítulo 4, verificou-se que a seleção e recolha de carrinhos com vidro cortado, é uma atividade que despende muito tempo ao final de um dia de trabalho, equivalente a dois turnos de oito horas. Neste processo, os operadores têm de saber quais os carrinhos a recolher, de acordo com as composições necessárias para uma certa nota de produção, correspondendo a uma atividade de *setup* do fluxo produtivo. Cada nota de produção tem um número de referência específico. No entanto, os carrinhos identificados, estão espalhados aleatoriamente e de difícil acesso para a sua seleção e movimentação.

Atualmente, os carrinhos com vidro provenientes das mesas de corte, são distribuídos de forma desorganizada, sem qualquer método específico. A única distinção, é feita entre os carrinhos necessários para a linha de montagem um e para linha de montagem dois. É demasiado moroso para os operadores procurarem os carrinhos necessários sem qualquer orientação prévia.

Para facilitar a visualização, seleção e recolha dos carrinhos com vidro cortado, para a produção de uma nota de produção, sugere-se a reorganização do *layout* dos carrinhos na entrada da linha de montagem.

Esta solução consiste na disposição dos carrinhos, de acordo com o tipo de vidro. Ou seja, o objetivo é marcar zonas específicas no chão, para que através da gestão visual, seja possível identificar cada tipo de vidro em cada carrinho.

Com esta melhoria, pretende-se marcar zonas para os carrinhos que transportam vidro monolíticos com e sem capa, outras para vidro laminado sem capa e outras diversidades de laminados, e duas áreas para outras tipologias de vidro, que normalmente são pouco utilizadas, como o monolítico *sablé* e o *granité* (Figura 28).

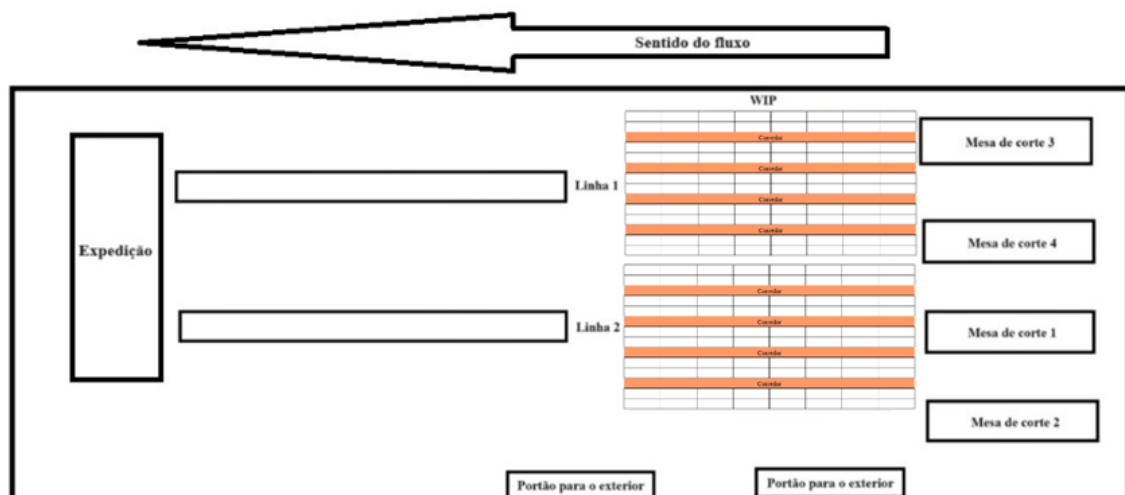


Figura 28 - *Layout* do chão de fábrica com a aplicação da melhoria proposta.

Assim, com a nova proposta de *layout* do chão de fábrica da ACWIN-VID, é possível efetuar uma reorganização dos carrinhos provenientes da fase de corte, reduzindo o tempo de procura dos operários.

Com a reorganização do *layout* dos carrinhos com vidro cortado, o principal objetivo é ajudar os operadores a encontrarem o que necessitam para a produção de uma nota de produção específica. Como é exemplificado (Figura 28), sugere-se que cada tipo de vidro

tenha a sua própria zona definida, para que se torne a procura de carrinhos específicos seja mais acessível. Como o *layout* terá uma zona específica para cada tipologia de vidro, se o operador necessitar de encontrar um carrinho com vidro monolítico sem capa, deverá dirigir-se à zona especificada para esse vidro, e assim sucessivamente.

A diferente disposição de vidros com e sem capa, deve-se ao facto dos vidros com capa terem uma perecibilidade maior relativamente aos que não têm capa, quando expostos a certos agentes. Por esse motivo, estes vidros devem ser dispostos com uma maior distância em relação ao portão com acesso ao exterior da fábrica, se possível, estando menos expostos à humidade. As restantes tipologias de vidro, como vidros com textura/ relevo, devem ser dispostos numa zona específica, separada das restantes.

Os vidros monolíticos, com e sem capa, são os mais utilizados no processo produtivo da ACWIN-VID. Por isso, no *layout* proposto são disponibilizados em zonas mais próximas na entrada da linha de montagem, para que os operadores percorram menos distâncias para a recolha dos carrinhos com vidro cortado. De seguida, os mais utilizados, são os vidros laminados, e por fim, sendo as tipologias de vidro menos recorridas, estão dispostas numa zona mais afastada do início da linha de montagem.

A sugestão de melhoria para o problema descrito, foi proposta e posteriormente implementada, para que os operadores despendessem menos tempo e efetuassem um menor número de deslocações, durante a procura dos carrinhos com o vidro, necessários para dar entrada na linha de montagem. O objetivo é minimizar os desperdícios relacionados com esta atividade, melhorando o fluxo do processo produtivo.

Além disso, esta atividade é alvo de melhorias, porque é necessário criar métodos de gestão visual para organizar o *layout* dos carrinhos provenientes do corte, de forma a criar um melhor fluxo para a preparação dos carrinhos das notas de produção a entrar na linha de produção.

5.3 Estudo de três casos na produção de relances

A produção de relances é uma atividade que quebra o fluxo produtivo, na medida em que, os operadores têm de abrir cada uma das notas de produção com vidros que têm de ser produzidos novamente. Mas são produções que não podem ser excluídas, pois os vidros que apresentaram algum defeito e não finalizaram a produção têm de ser retrabalhados para completar as encomendas.

Assim, para decidir qual a melhor frequência de retrabalho para decidir proposta de melhoria para os relances para que a interrupção do fluxo produtivo tenha o menor impacto possível na produção.

A análise passa pela realização desta atividade de três horários diferentes. Estes estudos diferem na frequência com que os relances são produzidos, concretamente, as opções são de duas em duas horas, de quatro em quatro horas ou no final do turno de trabalho. Estes horários foram escolhidos de forma que os diferentes turnos produzam relances no mesmo número de vezes. A escolha da periodicidade dos 3 estudos baseia-se na possibilidade de se conseguir juntar ao máximo, relances do mesmo tipo de vidro, para que a otimização do processo de corte causem o menor desperdício possível.

5.3.1 Produção de relances de duas em duas horas

O primeiro estudo passa pela produção dos relances de duas em duas horas, onde os operadores têm de reproduzir os vidros que apresentaram defeito e foram acumulados durante duas horas. Neste caso, os trabalhadores apenas têm de abrir as notas de produção uma vez por cada duas horas, ou seja, quatro vezes ao longo de um turno da manhã de trabalho (Figura 29).

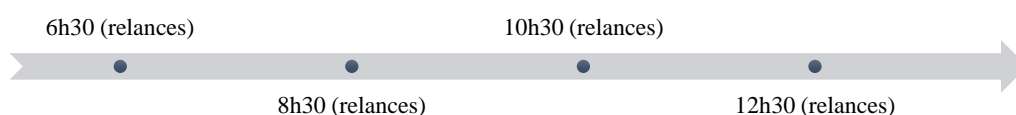


Figura 29 - Produção de relances de duas em duas horas (turno da manhã).

O mesmo acontece durante o turno da tarde, ou seja mais quatro vezes ao longo do turno da tarde (Figura 30).

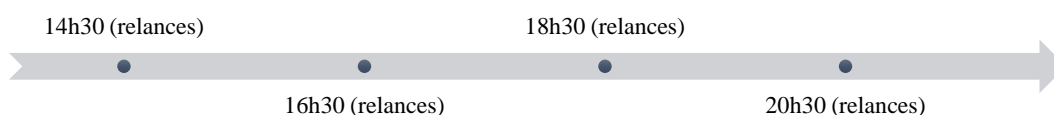


Figura 30 - Produção de relances de duas em duas horas (turno da tarde).

5.3.2 Produção de relances de quatro em quatro horas

O segundo estudo corresponde à produção de relances de quatro em quatro horas. Isto quer dizer que os trabalhadores reproduzem os vidros que apresentaram defeito e foram acumulados durante quatro horas, sendo da sua responsabilidade quando inserir na produção

os relances. Neste estudo, os operadores abrem as notas de produção apenas duas vezes ao longo do turno da manhã (Figura 31).



Figura 31 - Produção de relances de quatro em quatro horas (turno da manhã).

O mesmo acontece durante o turno da tarde, abrem notas de produção duas vezes no turno da tarde (Figura 32).



Figura 32 - Produção de relances de quatro em quatro horas (turno da tarde).

5.3.3 Produção de relances no final de cada turno de trabalho

Numa terceira alternativa, a produção de relances é efetuada na última hora de cada um dos turnos de trabalho. Ou seja, sendo que o turno da manhã trabalha das 6h às 14h, a produção de relances é efetuada às 13h. O turno da tarde trabalha das 14h às 22h, logo a produção de relances ocorre às 21h. Ao longo do turno de trabalho, os relances acumulam-se sendo produzidos apenas, no final, do horário de trabalho.

O objetivo dos três estudos é entender se a junção de um maior número de relances é benéfica para o fluxo produtivo, minimizando as quebras na produção. Ou seja, o propósito é verificar se o facto de existir um maior ou menor número de relances a produzir, influencia no ritmo de produção de vidro duplo e depois decidir qual a melhor proposta de melhoria.

6. Implementação e análise das propostas de melhorias

Neste capítulo, são apresentadas as implementações de algumas das propostas de melhoria definidas no capítulo 5, como a reorganização do *layout* dos carrinhos, a gestão visual e o estudo de cenários na produção de relances. Além disso, explica-se de forma detalhada como foram aplicadas.

6.1 Reorganização do *layout* dos carrinhos

O objetivo desta melhoria era criar uma zona específica para os carrinhos provenientes do corte, na entrada da linha de montagem. Com o novo *layout* pretende-se um trabalho mais fluído, de forma a economizar tempo e deslocações nessa atividade.

Para a implementação desta melhoria seguiu-se um conjunto de etapas:

Etapa 1 - Elaborou-se um esboço do novo *layout* a ser implementado. O *layout* definido tem 21 metros de comprimento e 19 metros de largura. Cada carrinho tem 2 por 1,2 metros. Com estas medidas, é possível organizar 8 carrinhos por fila, com um pequeno espaço de manobra entre cada um. O objetivo era colocar um corredor por cada duas filas de carrinhos, para que os operadores os pudessem deslocar sem constrangimentos, dos dois lados, ou seja, para qualquer uma das filas, havia a possibilidade de recolher um carrinho, sem ser necessário mexer nos restantes. Com os 19 metros de largura, foi possível organizar 10 filas de carrinhos e 4 corredores entre eles (Figura 33). Para a divisão da tipologia de vidro por cada fila, utilizaram-se dados históricos das vendas dos artigos em área. De acordo com a Tabela 9, sabe-se os m² vendidos por cada tipologia de vidro, desde o início da atividade da empresa. Esta informação é importante para a determinação do número de filas por cada tipologia.

Tabela 9 – Área por tipologia de vidro vendidos (até dia 24/05/24).

Tipologia de vidro	Área de vidro vendida	Percentagem relativa da área de vidro vendida
Monolíticos sem capa	93 338,14 m ²	39,2 %
Monolíticos com capa	109 382,91 m ²	45,9 %
Laminados sem capa	21 699,85 m ²	9,1 %
Laminados com capa	892,25 m ²	0,4 %
Outros	12 752,09 m ²	5,4 %
Total	238 065,24 m ²	100 %

Conforme a Tabela 9, os vidros monolíticos com e sem capa, são os artigos com maior historial de vendas. Desta forma, estas duas tipologias requerem um maior número de filas de carrinhos. Os vidros monolíticos com capa representam a maior percentagem de m2 vendidos. No entanto, os vidros monolíticos sem capa necessitam de um maior número de filas de carrinhos, porque o corte deste tipo de vidro é realizado com uma semana de antecedência (maior quantidade de vidros cortados preparados para serem montados) em relação aos vidros monolíticos com capa, uma vez que se trata de uma tipologia de vidro que não se estraga. Cada uma das restantes tipologias apenas necessita de uma fila de 8 carrinhos. A disposição das tipologias de vidro é ilustrada na Figura 33.

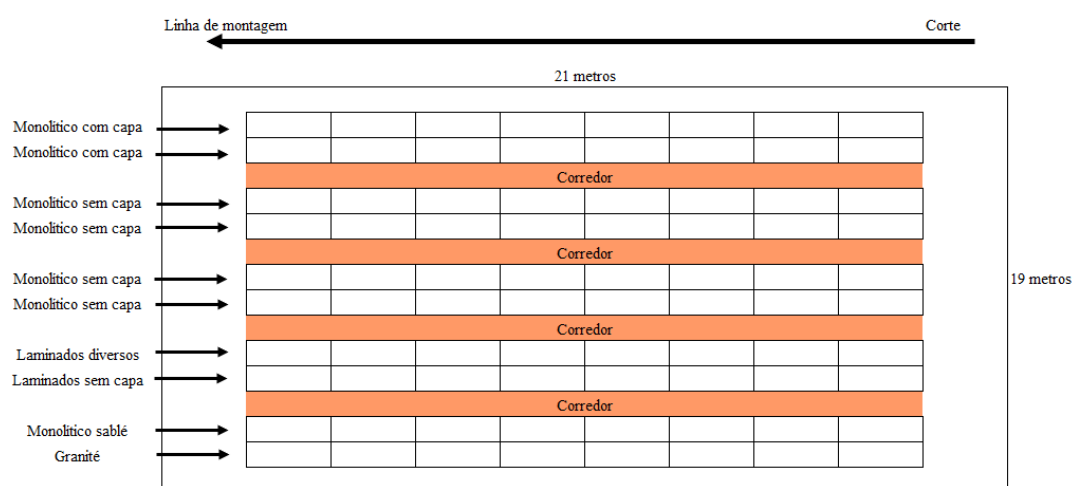


Figura 33 - Novo layout dos carrinhos.

A organização do *layout* foi efetuada de forma a facilitar a recolha dos carrinhos, respeitando as condições de percibibilidade do material. Ou seja, todas as tipologias com capa são organizadas no *layout* o mais distanciado possível, e quando possível, dos portões exteriores.

Etapa 2 - Depois de decidir o projeto, agendou-se a implementação do novo *layout* dos carrinhos provenientes do corte.

Etapa 3 - Iniciando o projeto, para definir o lugar de cada um dos carrinhos, recorreu-se à gestão visual. Efetuaram-se marcações no chão, com fitas apenas amarelas e fitas amarelas e pretas, de forma a delinear corredores e as áreas específicas de cada tipologia de vidro (Figura 34).



Figura 34 - Marcação do *layout* com fita.

O objetivo desta marcação era que qualquer trabalhador conseguisse perceber onde colocar e encontrar os carrinhos provenientes do corte. Ou seja, para qualquer operador do corte que precisasse colocar um carrinho no local definido de acordo com a tipologia de vidro, e no caso da linha de montagem, para os trabalhadores que necessitassem de encontrar um carrinho com um tipo de vidro específico, tinham de ser fácil e acessível encontrar.

Etapa 4 – Com a marcação das linhas no chão, identificaram-se os espaços para cada tipologia de vidro, tal como foi decidido no projeto (Figura 35). Estas identificações foram colocadas nos dois sentidos, do corte para a linha de montagem, para que os operadores soubessem onde colocar o carrinho, e da linha de montagem para o corte, para que conseguissem encontrar um carrinho específico.

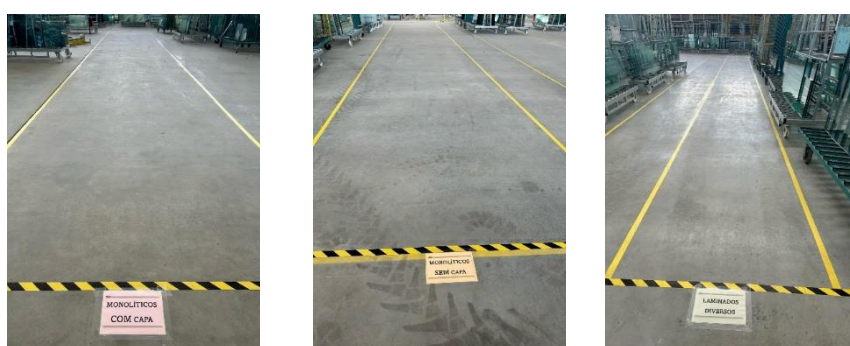


Figura 35 - Exemplos de identificação da tipologia de vidro.

Etapa 5 – Já com o *layout* definido, organizaram-se os carrinhos conforme o planeado e sítios identificados (Figura 36).

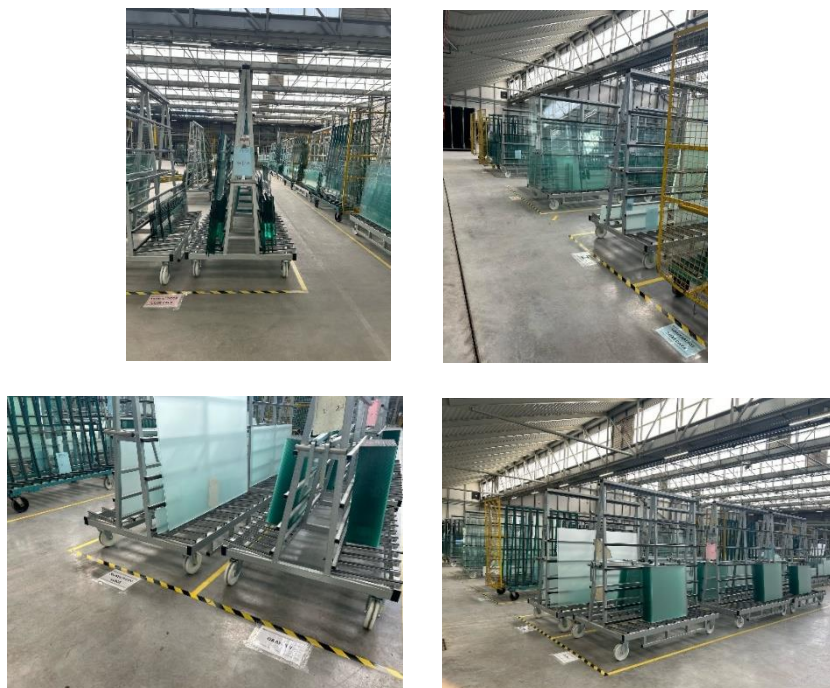


Figura 36 - Organização dos carrinhos conforme o *layout* definido.

Depois da implementação do novo *layout* para os carrinhos provenientes do corte, o objetivo era saber quanto tempo os operadores demoravam a organizar os carrinhos para a produção de uma determinada nota de produção, na linha de montagem. Semelhante às cronometragens anteriores, mediu-se o tempo necessário para se realizar esta tarefa, de modo a entender se existem melhorias em relação às primeiras medições (Tabela 10).

Tabela 10 - *Setup* depois da ordenação dos carrinhos.

Quantidade vidros simples	Qt. de diferentes tipos de vidro	Tempo médio (min)
488	8	11 min
436	10	10 min
398	2	8 min
	Média	10 min

Depois de vários estudos do *setup*, antes e depois da implementação da melhoria, é possível comparar os valores (Tabela 11).

Tabela 11 - Comparação do *setup* antes e depois da implementação da melhoria.

Tempo médio de <i>Setup</i> antes da implementação da melhoria	Tempo médio de <i>Setup</i> depois da implementação da melhoria
14 minutos	10 minutos

Inicialmente, para esta atividade, era necessário despender cerca de 14 minutos por cada nota de produção iniciada na linha de montagem. Além disso, realizava-se um maior número de movimentos, enquanto os operadores procuravam os carrinhos, devido à falta de organização do *layout*. Atualmente, e com a melhoria implementada e estudada, apenas são necessários cerca de 10 minutos, uma vez que com a implementação do novo *layout*, os trabalhadores sabem onde encontrar os carrinhos com vidro. Por exemplo, se durante um turno de trabalho, os operadores iniciassem 5 notas de produção diferentes, em vez de despenderem 70 min (14 min x 5), apenas precisam de 50 min (10 min x 5).

É importante realçar que, com o novo *layout* dos carrinhos provenientes do corte, as medições de tempos foram realizadas com notas de produção com maiores quantidades, e mesmo assim, o tempo do *setup* é menor.

Através da equação (1) é possível calcular a taxa de variação entre os dois valores obtidos, antes e depois da implementação do novo *layout*:

$$\left(\frac{\text{setup antes da implementação} - \text{setup depois da implementação}}{\text{setup antes da implementação}} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Ou seja, neste caso: } \left(\frac{14-10}{14} \right) \times 100 = 28,57 \%$$

Obeve-se uma variação de 28,57%, entre os dois valores. Ou seja, com a implementação do novo *layout*, obteve-se uma redução de 28,57% do tempo despendido no *setup* inicial da linha de montagem.

Para uma melhor perceção de influência da redução percentual do tempo gasto nesta atividade, procedeu-se ao recálculo do tempo de produção de uma unidade, na linha de montagem. No início, foi demonstrado que para uma unidade de produto, o tempo de produção na linha de montagem era 1,57 min, desde a entrada do vidro na linha de montagem, até à obtenção do produto final. Tal como referido na Tabela 4, foram realizados 3 estudos relativamente ao *setup* da recolha de carrinhos. As medições focaram-se em 670 vidros simples, ou seja, 335 vidros duplos. Isto quer dizer que, na primeira observação, por exemplo, mediu-se o tempo de 232 vidros simples, sendo equivalente a 116 vidros duplos, e assim sucessivamente. Nesse estudo, concluiu-se que eram necessários em média 14 minutos. De acordo com os dados da Tabela 4, é possível calcular o tempo médio gasto por cada vidro duplo, durante a procura dos carrinhos através da equação (2):

$$\left(\sum \frac{\text{tempo gasto no } \textit{setup} \textit{ antes da melhoria}}{\text{quantidade de vidros duplos}} \right) / n^{\circ} \text{ de observações} \quad (2)$$

Ou seja, $\left(\frac{16}{116} + \frac{14}{85} + \frac{12}{134} \right) / 3 = (0,138 + 0,165 + 0,089) / 3 = 0,392 / 3 = 0,131 \text{ min}$

Para esta atividade era necessário despende, em média, cerca de 0,131 minutos, por vidro duplo. No total, desde o *setup* da recolha dos carrinhos até à obtenção do PA, eram necessários 1,701 min por vidro duplo, ou seja, 1,57 min (tempo de produção na linha de montagem por vidro) + 0,131 min (tempo médio gasto por vidro no *setup* inicial antes da melhoria).

Depois da implementação da melhoria, é possível constatar que para a produção de uma unidade, são necessários os 1,57 min, mais o tempo do *setup*, explicado na equação (3):

$$\left(\sum \frac{\text{tempo gasto no } \textit{setup} \textit{ depois da melhoria}}{\text{quantidade de vidros duplos}} \right) / n^{\circ} \text{ de observações} \quad (3)$$

Ou seja, $\left(\frac{11}{244} + \frac{10}{218} + \frac{8}{199} \right) / 3 = (0,05 + 0,05 + 0,04) / 3 = 0,14 / 3 = 0,05 \text{ min.}$

Isto quer dizer que, uma unidade será finalizada em 1,620 min, ou seja, 1,57 min (tempo de produção na linha de montagem por vidro) + 0,05 min (tempo médio gasto por vidro no *setup* inicial depois da melhoria). A diferença parece mínima. No entanto, percebe-se que na produção de vidro duplo, todos os segundos são importantes, uma vez que se trata de um produto de rápida conceção.

Um dia de trabalho, com dois turnos de 8h, tendo em conta os 30 min de pausa por turno, corresponde, idealmente, a 900 min de trabalho. Antes da implementação da melhoria, era possível produzir, idealmente, $900 / 1,701 = 529$ unidades, com as medições realizadas. Depois da implementação, e com as medições realizadas, é possível produzir $900 / 1,62 = 555$ unidades. Ou seja, produzem-se mais 26 unidades por dia, ou seja, 130 por semana. No final de um ano, assumindo 48 semanas de trabalho obtém-se 6 240 vidros a mais, apenas com esta melhoria.

O facto de o *setup* diminuir, vai diminuir o tempo de produção de um vidro. Por isso, será possível produzir mais vidros, e assim aumentar o lucro da empresa. Com este estudo, foi possível reduzir cerca de 28,57% do tempo do *setup*, resultando no aumento de unidades produzidas num dia de trabalho.

6.2 Estudo de 3 cenários na produção de relances

Para a realização do estudo dos 3 cenários definidos, para a produção de relances, elaboraram-se folhas de registo, para os operadores registarem os dados necessários para o estudo (Figura 37).

Produção de relances – Registo de tempos (de duas em duas horas) – Turno da manhã

Data: ___ / ___ / ___

Hora estipulada	Hora início	Hora fim	Quantidade de relances produzidos
06:30h			
08:30h			
10:30h			
12:30h			

Figura 37 - Folha de registo das horas de produção de relances.

Estas folhas de registo incluem informação sobre o turno de trabalho (manhã ou tarde), o dia em que o registo foi realizado, as horas estipuladas para a produção de relances, podendo ou não ser respeitada, em função do ritmo de produção do momento, a hora em que os operadores iniciaram e terminaram o processo e a quantidade de vidros reproduzidos.

6.2.1 Produção de relances de duas em duas horas

No primeiro cenário, efetuou-se a medição dos tempos na produção de relances de duas em duas horas. Estes registos foram realizados em 5 turnos (da Tabela 12 à Tabela 16).

Tabela 12 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (1º turno em estudo – 24/05/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
06:30 h	06:36 h	07:54 h	11	78 min	7,09 min
08:30 h	08:37 h	09:08 h	12	31 min	2,53 min
10:30 h	10:14 h	11:03 h	14	49 min	3,50 min
12:30 h	12:24 h	13:01 h	11	37 min	3,36 min

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

Tabela 13 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (2º turno em estudo – 24/05/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
14:30 h	—	—	0	0 min	0,00 min
16:30 h	16:33 h	16:50 h	6	17 min	2,83 min
18:30 h	—	—	0	0 min	0,00 min
20:30 h	20:33 h	20:45 h	4	12 min	3,00 min

Tabela 14 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (3º turno em estudo – 28/05/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
14:30 h	14:32 h	15:24 h	48	52 min	1,08 min
16:30 h	16:30 h	16:35 h	2	5 min	2,5 min
18:30 h	—	—	0	0 min	0,00 min
20:30 h	—	—	0	0 min	0,00 min

Tabela 15 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (4º turno em estudo – 29/05/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
06:30 h	06:30 h	06:36 h	3	6 min	2,00 min
08:30 h	08:26 h	08:33 h	4	7 min	1,75 min
10:30 h	10:21 h	10:34 h	9	13 min	1,44 min
12:30 h	12:29 h	12:40 h	6	11 min	1,83 min

Tabela 16 - Registo de tempos na produção de relances de 2 em 2 horas (5º turno em estudo – 03/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
06:30 h	—	—	0	0 min	0,00 min
08:30 h	08:49 h	10:30 h	50	101 min	2,02 min
10:30 h	10:30 h	10:45 h	6	15 min	2,50 min
12:30 h	11:30 h	11:56 h	10	26 min	2,60 min

De acordo com as tabelas, é possível observar que existem horas sem produção de relances. O facto de a produção de relances ser de duas em duas horas, implica que os vidros com defeito, sejam rapidamente cortados, para a reprodução do produto final. Esse processo interfere na atividade das mesas de corte, ou seja, têm de parar quatro vezes o seu trabalho, para cortarem os vidros necessários para este método de produção de relances. A produção nas mesas de corte é bastante fluída e automática. Parar a produção de duas em duas horas, para cortar vidros relançados, acaba por atrasar o corte de vidro, quebrando o ritmo de trabalho. Além disso, as otimizações das placas de vidro teriam uma maior taxa de desperdício, uma vez que apenas acumulam um menor número de vidros para serem cortados na mesma otimização. A produção de relances de duas em duas horas demonstrou que duas horas é pouco tempo para os operadores conseguirem agrupar vidros cortados para a produção de relances. Além disso, é possível ainda afirmar que este método traduz a presença de um maior número de quebras na produção, visto que esta é interrompida quatro vezes por turno, tal como se observa nos gráficos obtidos através do ERP da empresa (Figura 38 e Figura 39).

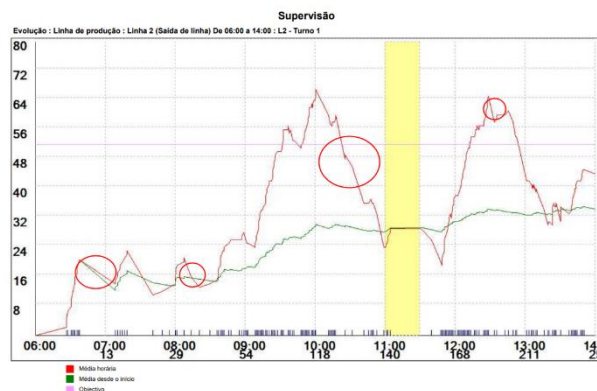


Figura 38 - Evolução da produção (24/05/2024).

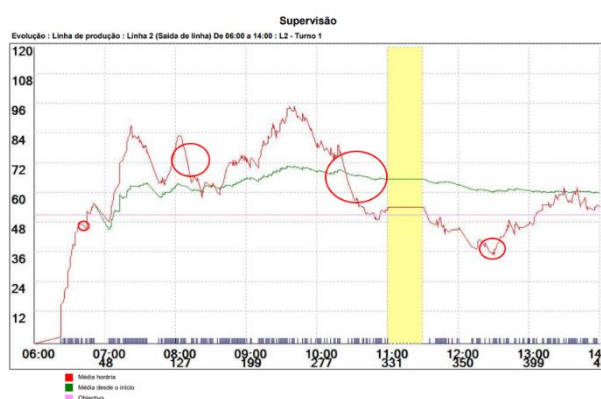


Figura 39 - Evolução da produção (29/05/2024).

Conforme exemplificam os gráficos da Figura 38 e da Figura 39, com a aplicação do método da produção de relances de 2 em 2 horas, é possível observar que ao longo de um turno de produção, existem no mínimo 4 quebras no ritmo produtivo (destacado nas imagens a vermelho), correspondentes às horas estipuladas para a produção de relances.

Em contrapartida, o método de produção de relances de duas em duas horas, permite que a produção não acumule demasiados relances, havendo a possibilidade de completar as notas de produção de forma mais rápida, cumprindo assim com os prazos de entrega.

6.2.2 Produção de relances de quatro em quatro horas

No segundo cenário, com a produção de relances de quatro em quatro horas, mediram-se os tempos desse processo durante 5 turnos (da Tabela 17 à Tabela 21).

Tabela 17 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (1º turno em estudo – 05/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
07:30 h	06:10 h	06:50 h	28	40 min	1,42 min
11:30 h	10:08 h	10:37 h	21	29 min	1,38 min

Tabela 18 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (2º turno em estudo – 07/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
07:30 h	07:30 h	08:00 h	19	30 min	1,57 min
11:30 h	11:30 h	11:47 h	5	17 min	3,40 min

Tabela 19 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (3º turno em estudo – 07/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
07:30 h	07:30 h	07:55 h	11	25 min	2,27 min
11:30 h	11:30 h	11:50 h	6	20 min	3,33 min

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

Tabela 20 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (4º turno em estudo – 17/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
07:30 h	—	—	—	0 min	0 min
11:30 h	10:20 h	11:00 h	34	40 min	1,18 min

Tabela 21 - Registo de tempos na produção de relances de 4 em 4 horas (5º turno em estudo – 19/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
07:30 h	07:33 h	08:00 h	21	27 min	1,28 min
11:30 h	11:40 h	11:55 h	9	15 min	1,66 min

Existem horários em que não há relances a realizar, no entanto, e comparando com cenário de 2 em 2 horas, isso ocorre menos vezes. A produção de relances é realizada de quatro em quatro horas, havendo mais tempo para as mesas de corte procederem ao corte dos vidros que apresentaram uma não conformidade. Este facto possibilita a produção de relances nas horas estipuladas. Além disso, é plausível uma melhor otimização das placas de vidros, quando se acumula um maior número de vidros. O facto de haver mais vidros em grupo para serem cortados, traduz uma menor taxa de desperdício, uma vez que é possível juntar os vários vidros por tipologia, de uma vez só.

A produção de relances de quatro em quatro horas aumenta o número de vidros acumulados a serem produzidos novamente. Por outro lado, diminui o número de quebras ao longo da produção, visto que a produção de relances acontece duas vezes por turno (Figura 40 e Figura 41).

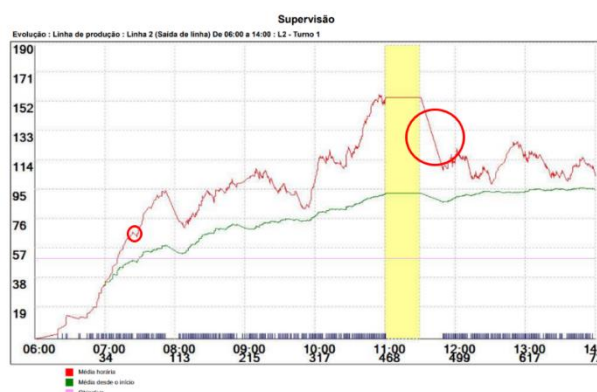


Figura 40 - Evolução da produção (07/06/2024).

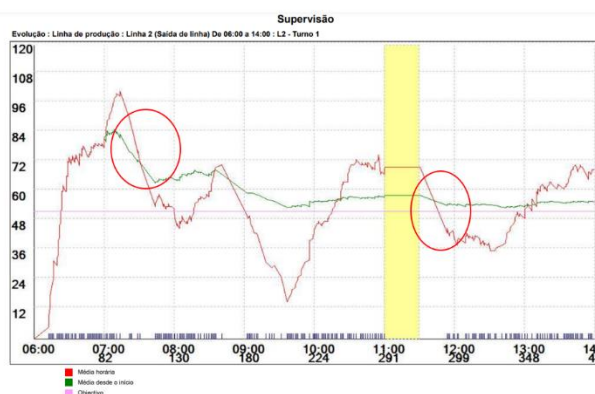


Figura 41 - Evolução da produção (19/06/2024).

Através dos gráficos da Figura 40 e da Figura 41, constata-se que efetivamente existe uma quebra de produção nas duas horas estipuladas para a produção de relances. É importante referir que a segunda hora estipulada corresponde ao arranque da produção depois do intervalo dos operadores. Assim, a segunda quebra de produção representada nos gráficos, é influenciada pelo arranque de produção depois de uma pausa de 30 min.

6.2.3 Produção de relances no final de cada turno

No terceiro cenário, com a produção de relances no final de cada turno. Para tal, mediram-se os tempos desse processo durante 5 turnos (da Tabela 22 à Tabela 26).

Tabela 22 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (1º turno em estudo – 24/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
13 h	13:10 h	13:52 h	24	42 min	1,75 min

Tabela 23 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (2º turno em estudo – 25/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
13 h	13:40 h	14:00 h	11	20 min	1,82 min

Tabela 24 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (3º turno em estudo – 25/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
21 h	20:45 h	21:25 h	23	40 min	1,74 min

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

Tabela 25 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (4º turno em estudo – 26/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
13 h	13:05 h	13:40 h	24	35 min	1,46 min

Tabela 26 - Registo de tempos na produção de relances no final do turno (5º turno em estudo – 26/06/2024).

Hora estipulada	Início prod. relances	Fim prod. relances	Unidades produzidas	Tempo gasto na prod. de relances (min)	Tempo gasto por unidade (min)
21 h	21:00 h	21:20 h	8	20 min	2,5 min

Nas tabelas, observa-se que em todas as medições existem relances a efetuar. O facto de haver apenas uma hora estipulada para a produção de relances, permite que esta seja totalmente respeitada.

Produzir relances no final de cada turno permite uma maior acumulação de vidros a reproduzir, diminuindo as quebras de produção ao longo do horário de trabalho. Além disso, as mesas de corte terão de parar a sua atividade apenas uma vez para esse efeito. As otimizações terão uma menor taxa de desperdício, relativamente aos cenários anteriores. Ou seja, quanto maior o número de vidros por tipologia, menor será o desperdício de corte. No geral, quer as mesas de corte, quer a linha de montagem, apenas têm de interromper a atividade uma vez por turno (Figura 42 e Figura 43).

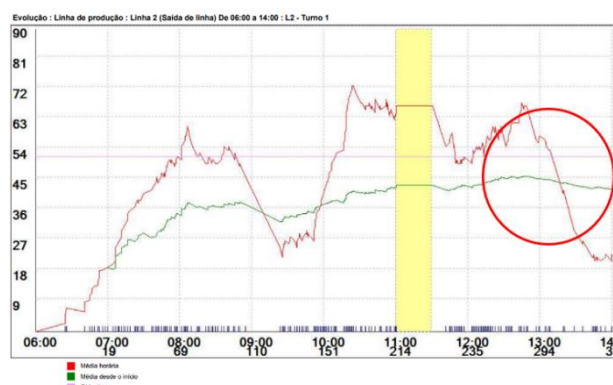


Figura 42 - Evolução da produção (25/06/2024).

Implementação de ferramentas *Lean* numa empresa de transformação de vidro

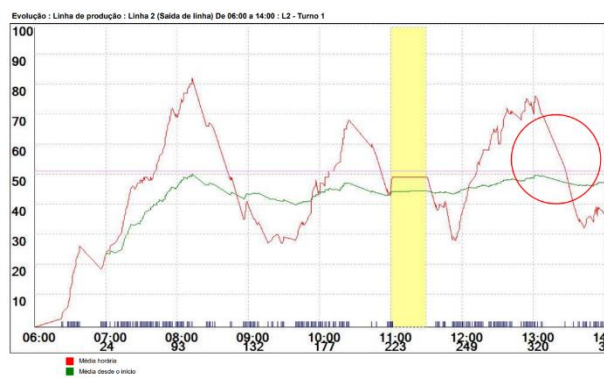


Figura 43 - Evolução da produção (26/06/2024).

Não obstante, nem sempre é possível manter a produção adiantada. Quando existem vidros em atraso, ou de carácter de urgência, este método interfere negativamente com os prazos de entrega. Ou seja, se existirem vidros que têm de ser entregues no próprio dia, e se estes apresentarem não conformidades, os relances apenas serão produzidos às 13h ou às 21h, tornando-se um pouco difícil gerir as entregas atempadamente, e correndo o risco de não entregar o produto final no dia proposto, ao cliente. Este facto apresenta um ponto negativo da produção de relances apenas no final de cada turno.

Depois das medições apresentadas, realizou-se um resumo dos tempos obtidos e respetivos tempos médios, para que possam ser comparados entre si, e finalmente perceber qual das opções é a melhor para a empresa (Tabela 27).

Tabela 27 - Comparação de tempos médios dos 3 estudos realizados.

Turno em estudo	Tempo médio na produção de relances de 2 em 2 horas (min)	Tempo médio na produção de relances de 4 em 4 horas (min)	Tempo gasto na produção de relances no final de cada turno (min)
1º turno	4,12 min	1,40 min	1,75 min
2º turno	2,91 min	2,49 min	1,82 min
3º turno	1,79 min	2,80 min	1,74 min
4º turno	1,75 min	1,18 min	1,45 min
5º turno	4,0 min	1,47 min	2,5 min
Tempo médio/ uni	2,91 min	1,87 min	1,85 min

Conforme é possível verificar na Tabela 27, pode-se dizer que a produção de relances de 4 em 4 horas e no final do turno correspondem aos menores tempos médios de produção

de relances. A diferença entre os 2 cenários é reduzida, tal como se observa nos valores da Tabela 27 e no gráfico da Figura 44.

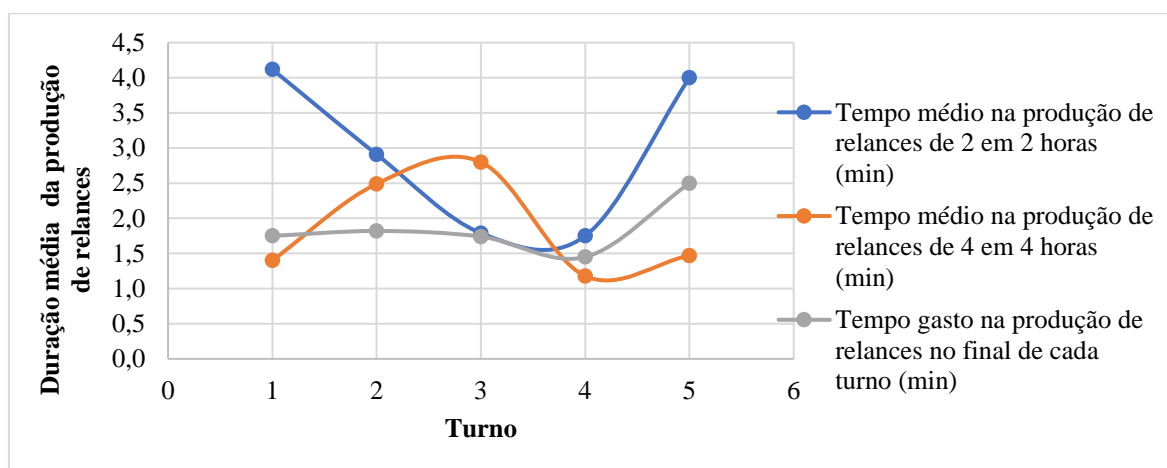


Figura 44 - Comparação dos tempos médios dos 3 cenários.

O primeiro cenário é descartado, uma vez que apresenta um tempo médio muito superior e um conjunto de desvantagens explícitas anteriormente. O estudo da produção de relances de 4 em 4 horas apresenta um maior número de vantagens, relativamente ao cenário de produção de relances no final do turno, uma vez que, apesar de interferir mais vezes na produção, garante a entrega do produto final, conforme os prazos estipulados. Já no outro estudo, o número de quebras na produção é menor, mas não há garantias de cumprimento de prazos de entrega. Além disso, e comparando com o tempo de produção de relances inicial apresentado na Tabela 7, verifica-se que o tempo de relances manteve praticamente o valor. A diferença da produção de relances com e sem a aplicação do estudo, está na frequência das quebras de produção ao longo de um turno de trabalho. Inicialmente não existia um método específico para a produção de relances. Com a implementação do estudo, passam a existir menos quebras durante a produção, melhorando o ritmo e fluxo de trabalho.

Depois das análises dos resultados dos estudos implementados, definiu-se que a melhor opção para o setor de produção de vidro da ACWIN, é a produção de relances de 4 em 4 horas, uma vez que reúne um conjunto de vantagens relativamente aos restantes e apresenta um tempo médio de produção relativamente ao inicial. Com a aplicação deste cenário durante os turnos de trabalho, prevê-se um melhor fluxo produtivo, aumentando assim o número de unidades produzidas.

7. Conclusões, limitações e propostas de trabalho futuro

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões finais dos resultados obtidos ao longo da implementação das melhorias, as limitações presentes ao longo do estudo e uma proposta de trabalho futuro.

7.1 Conclusão dos resultados

Atualmente, a concorrência global obriga as empresas a adaptarem-se e evoluírem constantemente, de forma a melhorar a sua taxa de serviço através da inovação e da implementação de novas técnicas. Neste contexto, a Gestão *Lean*, ao longo da presente dissertação destacou-se como uma abordagem eficaz para aumentar a eficiência e a qualidade dos processos produtivos, ao reduzir atividades que não agregam valor ao produto e à empresa ACWIN.

O estudo demonstrou que a aplicação de ferramentas *Lean*, como a Gestão Visual e a melhoria contínua, numa empresa de transformação de vidro isolante, pode levar a melhorias. A análise revelou que os principais gargalos na produção estão associados a processos que envolvem alta intervenção humana e *setups* elevados, especialmente na entrada da linha de montagem e na reprodução de vidros não conformes (relances).

Com a implementação da melhoria através da reorganização do *layout* dos carrinhos e a implementação da gestão visual resultaram numa melhoria na eficiência da linha de montagem, ondeantes da melhoria, o *setup* inicial na entrada da linha de montagem demorava cerca de 14 minutos por nota de produção. Após a implementação, o tempo de *setup* reduziu para 10 minutos, resultando numa diminuição de 28,57% no tempo utilizado. Esta redução permitiu aumentar a produção diária em pelo menos 26 unidades por dia o que equivale a 6240 unidades por ano.

A análise dos diferentes cenários de produção de relances destacou a importância de melhorar a alocação de operadores para manter a eficiência operacional.

No primeiro cenário, com relances a cada duas horas os resultados apresentavam períodos sem produção de relances. Além disso, relances a cada duas horas interfere muito na atividade das mesas de corte, causando paragens frequentes interrompendo o fluxo de trabalho e aumentando o desperdício, pois era pouco tempo para acumular vidros em número

suficiente para cortar placas. Apesar dessas interrupções, e embora a eficiência global seja prejudicada, este método permite completar as notas de produção de forma mais rápida, cumprindo os prazos de entrega. No cenário, de relances de quatro em quatro horas, houve menos períodos sem produção de relances, comparativamente com o cenário de 2 em 2 horas. Esta estratégia proporciona mais tempo para as mesas cortarem os vidros defeituosos e permite que o *software* otimize melhor as placas de vidro, resultando num menor desperdício. Com menos quebras na produção, este cenário melhora o fluxo produtivo e acumula mais vidros para a produção de relances, diminuindo o número de interrupções por turno. O terceiro cenário envolveu a produção de relances no final de cada turno. As medições indicaram que este método permite uma maior acumulação de vidros para a produção de relances, minimizando as quebras de produção. As mesas de corte precisam de parar apenas uma vez por turno, reduzindo a taxa de desperdício e melhorando a eficiência. No entanto, este método pode afetar negativamente os prazos de entrega em casos de urgência, pois se um defeito é numa urgência e o relance só se realiza no final do turno, não vai a tempo do envio.

A produção de relances de quatro em quatro horas e no final do turno apresentam tempos médios mais baixos. Esta foi a proposta selecionada, porque equilibra as interrupções na produção e o cumprimento dos prazos de entrega, resultando num fluxo produtivo mais eficiente e um aumento no número de unidades produzidas.

Estas melhorias não só reduziram o tempo de produção por unidade, mas também evidenciaram que, mesmo sendo pequenas mudanças no *layout* e na sua organização podem ter um impacto significativo na produtividade e na eficiência global da linha de montagem.

Ao implementar as ferramentas *Lean*, a ACWIN pode alcançar uma série de benefícios, tais como:

- Identificação e eliminação de gargalos: através do VSM, os gargalos de produção e desperdícios associados foram identificados, permitindo uma abordagem direcionada para a sua eliminação;

- Redução de desperdícios: com a aplicação de metodologias *Lean*, houve uma redução de desperdícios em pelo menos 2 atividades, aprimorando a eficiência da linha de produção.

- Aumento do desempenho dos colaboradores: a melhoria dos processos produtivos contribuiu para um aumento no tempo útil e no desempenho dos colaboradores, resultando num aumento de motivação e produtividade.

- Melhoria na qualidade e eficiência: com a sistematização dos processos e a redução de intervenções humanas desnecessárias, a qualidade do produto final e a eficiência da produção foram significativamente melhoradas.

O estudo de caso na ACWIN-VID demonstrou que a redução do *setup* antes da entrada do vidro na linha de produção e a melhoria do processo de reprodução de vidros não conformes são cruciais para a eficiência operacional. A comparação de diferentes hipóteses de produção de relances ajudou a identificar a abordagem mais benéfica para a empresa, contribuindo para um fluxo produtivo mais suave e eficiente.

Em conclusão, a aplicação bem-sucedida de ferramentas *Lean* não só permite uma maior flexibilidade e qualidade na produção, mas também posiciona a empresa de forma favorável no mercado competitivo global. A Gestão *Lean*, com seu foco em simplificação e eliminação de desperdícios, revela-se uma estratégia poderosa para as empresas que desejam se destacar pela eficiência e pela satisfação do cliente.

7.2 Dificuldades e limitações do estudo

Ao longo da implementação das propostas de melhoria, surgiram duas essenciais dificuldades. Em primeiro lugar, a dificuldade de implementar as propostas de melhorias de forma a não comprometer a produção e os objetivos dos trabalhadores. Isto deve-se ao facto de que qualquer alteração nos processos produtivos, pode causar interrupções temporárias, afetando diretamente o fluxo de trabalho e, conseqüentemente, a produtividade da equipa.

A outra dificuldade centrou-se em conseguir implementar as melhorias a nível organizacional, em contexto profissional e numa empresa em crescimento. As empresas que se encontram em crescimento enfrentam desafios, como a necessidade de integrar novas tecnologias e equipamentos. Neste cenário, as alterações organizacionais devem ser planeadas de forma cuidadosa e executadas para não destabilizar operações a decorrer no momento. A rápida evolução pode também significar que as melhorias planeadas podem precisar de ser constantemente ajustadas ou atualizadas para fazer o alinhamento com as

novas realidades da empresa, podendo gerar uma complexidade adicional e necessidade de recursos que nem sempre estão disponíveis.

Superar estas limitações requereu uma abordagem que tivesse em consideração o impacto nas operações diárias, e a flexibilidade para ajustar os planos conforme a evolução da empresa. Isto implicou um planeamento das ações a tomar, capacidade de comunicação e um compromisso com a gestão de mudanças para garantir que as melhorias não eram apenas implementadas, mas também sustentadas ao longo do tempo.

7.3 Propostas de trabalho futuro

O facto de a empresa se encontrar em crescimento, existe a necessidade de atualizar os processos. Como proposta de trabalho futuro, sugere-se o seguimento da melhoria da organização do *layout* dos carrinhos provenientes do corte, através da implementação do sistema *kanban*. Este método de gestão visual, amplamente utilizado em sistemas da Produção *Lean*, visa otimizar o fluxo de trabalho e minimizar os desperdícios. Através desta ferramenta, propõe-se a aplicação de sinais visuais luminosos nos próprios carrinhos provenientes do corte.

Estes sinais visuais luminosos, como as *light-emitting diode* (LED) de diferentes cores, poderão ser implementados nos carrinhos para indicar de forma clara e imediata a prioridade dos vidros a serem utilizados na linha de montagem. Por exemplo, uma luz verde pode indicar que o carrinho está pronto para ser utilizado de forma imediata, enquanto uma luz amarela pode sinalizar que o carrinho pode ficar em espera, e uma luz vermelha poderia alertar para uma nota de produção urgente. Esta implementação permitirá que os operadores da entrada da linha de montagem identifiquem rapidamente quais os carrinhos que precisam de ser recolhidos para a linha de produção, eliminando a necessidade de consultas manuais ou eletrónicas, enquanto ainda existe a possibilidade de as realizar no computador. Este sistema não apenas acelerará o processo de seleção dos carrinhos, mas também poderá reduzir o risco de erros e retrabalhos, garantindo que os vidros corretos sejam processados na ordem correta.

Além disso, o uso de sinais visuais luminosos pode ainda ser desenvolvido para incluir informações adicionais, como o tipo de vidro, a ordem de produção, e qualquer informação especial associada àquela nota de produção.

A adoção do *kanban* com sinais visuais luminosos promove uma maior autonomia e responsabilidade entre os operadores, facilitando a tomada de decisões rápidas no chão de fábrica e representa uma abordagem inovadora e prática para melhorar a eficiência e a organização no processo de produção, facilitando um ambiente de trabalho mais ágil e minimizando os desperdícios.

Referências bibliográficas

- Agrahari, R. S., Dangle, P. A., & Chandratre, K. V. (2015). Implementation Of 5S Methodology In The Small Scale Industry: A Case Study. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 4(04), 180–187. www.ijstr.org
- Arbulu, R., Ballard, G., & Harper, N. (2016). Kanban in Constrution. *Research Gate*, 1–11.
- Cabrita, M. do R., Domingues, J. P., & Requeijo, J. (2015). Application of lean six-sigma methodology to reducing production costs: Case study of a Portuguese bolts manufacturer. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 11(4), 222–230. <https://doi.org/10.1080/17509653.2015.1094755>
- Carvalho, N., Cazarini, E., Ortiz, J., Marroquin, W., Cifuentes, L., Carvalho, A. C., Carvalho, A. P., Oztemel, E., Gursev, S., Spoettl, G., Chromjakova, F., Pandiyan, V., & Caesarendra, W. (2020). *Industry 4.0 - Current Status and Future Trends* (J. H. Ortiz, Ed.; 1st ed.). IntechOpen.
- Dalenogare, L. S., Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- Dave, P. Y. (2020). The History of Lean Manufacturing by the view of Toyota-Ford. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 11(8), 1598–1602. <http://www.ijser.org>
- Ghodrati, A., & Zulkifli, N. (2012). A Review on 5S Implementation in Industrial and Business Organizations. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, 5(3), 11–13. www.iosrjournals.org
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Haefner, B., Kraemer, A., Stauss, T., & Lanza, G. (2014). Quality value stream mapping. *Variety Management in Manufacturing. Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 17, 254–259. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.093>
- Hall, R. W. (2004). “Lean” and the Toyota Production System (Vol. 20, Issue 3).

- Hildebrandt, M. G., Kidholm, K., Pedersen, J. E., Naghavi-Behzad, M., Knudsen, T., Krag, A., Ryg, J., Gerke, O., Lassen, A. T., Ellingsen, T., Ditzel, H. J., Andersen, V., Langhoff, A., Nielsen, G., Masud, T., Münster, A. M. B., Kyvik, K., & Brixen, K. (2022, June 3). How to increase value and reduce waste in research: initial experiences of applying Lean thinking and visual management in research leadership. *BMJ Open*, 12(6). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-058179>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Htun, A., Maw, T. T., & Khaing, C. C. (2019). Lean Manufacturing, Just in Time and Kanban of Toyota Production System (TPS). *International Journal of Scientific Engineering and Technology Research*, 8, 469–474. www.ijsetr.com
- Khusairy Azim, A. (2018). Just-In-Time (JIT) - Pull System Approach on A Malaysia Rubber Production Company. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(8), 139–149. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2018.32784>
- Koskela, L. J. (2004). Moving on-beyond lean thinking. *Lean Construction Journal*, 1. www.leanconstructionjournal.org
- Kumar, C. S., & Panneerselvam, R. (2007). Literature review of JIT-Kanban system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32(3–4), 393–408. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0340-2>
- Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business and Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lodgaard, E., Ingvaldsen, J. A., Gamme, I., & Aschehoug, S. (2016). Barriers to Lean Implementation: Perceptions of Top Managers, Middle Managers and Workers. *Procedia CIRP*, 57, 595–600. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.103>
- Machado, V. C., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(5), 383–392. <https://doi.org/10.1080/17509653.2010.10671129>

- Nguyen, V., Nguyen, N., Schumacher, B., & Tran, T. (2020). Article practical application of plan-do-check-act cycle for quality improvement of sustainable packaging: A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(18). <https://doi.org/10.3390/APP10186332>
- Nihlah, Z., & Immawan, T. (2018). *Lean Manufacturing: Waste Reduction Using Value Stream Mapping*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2018730>
- Patel, P. M., & Deshpande, V. A. (2017). Application Of Plan-Do-Check-Act Cycle For Quality And Productivity Improvement-A Review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 5(1), 197–201. www.ijraset.com
- Patel, V. C., & Thakkar, H. (2014). A Case Study: 5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 4(3), 132–139. <https://doi.org/10.9756/bijiems.10346>
- Pienkowski, M. (2014). Waste Measurement Techniques For Lean Companies. *International Journal of Lean Thinking*, 5(1). <http://blog.toyota.co.uk/muda-muri-mura-toyota-production-system>
- Pinto, J. P. (2022). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras* (Lidel, Ed.; 6th ed.). Lidel.
- Rahman, M. N. A., Khamis, N. K., Zain, R. M., Deros, B. M., & Mahmood, W. H. W. (2010). Implementation of 5S practices in the manufacturing companies: A case study. *American Journal of Applied Sciences*, 7(8), 1182–1189. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.1182.1189>
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)
- Rahmanian, F., & Rahmatinejad, Z. (2013). Impact of Kaizen implementation on performance of manufacturing companies' staff. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 2(3), 1094–1103. www.european-science.com
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Carrillo-Gutiérrez, T., & Ravelo, G. (2018). Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/app8112181>

- Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T. D. F. M., & Charrua-Santos, F. M. B. (2018). Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4(1), 111–124. <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>
- Saucedo-Martínez, J. A., Pérez-Lara, M., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E., & Vasant, P. (2018). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(3), 789–801. <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0533-1>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students* (Pearson, Ed.; 8th ed.). www.pearson.com/uk
- Singh, J., Rastogi, V., & Sharma, R. (2014). Implementation of 5S practices: A review. *Uncertain Supply Chain Management*, 2(3), 155–162. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2014.5.002>
- Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen Philosophy: A Review of Literature. *The Icfai University Journal of Operations Management*, 8(2), 52–68. <http://afr.kaizen.com>;
- Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1153–1162. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. M. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). From conventional to it based visual management: a conceptual discussion for Lean construction. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 22, 220–246. <http://www.itcon.org/2017/12>
- Upadhye, N., Deshmukh, S. G., & Garg, S. (2010). Lean manufacturing system for medium size manufacturing enterprises: An indian case. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(5), 362–375. <https://doi.org/10.1080/17509653.2010.10671127>
- Weigel, A. L. (2000). *A Book Review_ Lean Thinking by Womack and Jone*.
- Yang, F., & Gu, S. (2021). Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies. *Complex and Intelligent Systems*, 7(3), 1311–1325. <https://doi.org/10.1007/s40747-020-00267-9>
- Zwolińska, B. (2016). Use of the method VSM to the identify muda. *Research in Logistics and Production*, 6(6), 513–522. <https://doi.org/10.21008/j.2083-4950.2016.6.6.3>

Apêndice 1

Tabela 28 - Tempos por processo (segundos).

Vidro	Entrada	KSA	Lavadora	Posto Controle	TS	Prensa	Mastic	Saida
1058 mm x 2290 mm								
Vidro 1	11,79	22,75	22,95	52,1		29,54	28,77	31,09
Vidro 2	11,5	22,75	22,95	50,3	32,88			
701 mm x 1552 mm								
Vidro 1	5,15	18,78	22,6	29,83		29,38	21,38	35,35
Vidro 2	8,53	18,78	22,6	25,7	23,09			
808 mm x 1047 mm								
Vidro 1	9,37	18,25	23,49	10,7		23,4	18,44	23,29
Vidro 2	13,0821	18,25	23,49	11,5	20,36			
519 mm x 809 mm								
Vidro 1	9,73	16,69	17,18	11,95		37,7	18,18	12,81
Vidro 2	10,33	16,69	17,18	16,49	19,13			
569 mm x 1802 mm								
Vidro 1	8,14	21,37	20,62	14,8		29,4	21,85	19,97
Vidro 2	9,38	21,37	20,62	10,81	26			
293 mm x 1817 mm								
Vidro 1	8,21	19,34	31,03	13,12		24,83	19,97	14,64
Vidro 2	9,67	19,34	31,03	10,5	24,83			

219 mm x 917 mm									
Vidro 1	8,82	12,94	20,45	9,82		33,15	11,24		15,27
Vidro 2	6,52	12,94	20,45	6,33	19,83				
859 mm x 1794 mm									
Vidro 1	7,18	21,12	21,43	19,92		26,57	20,71		21,13
Vidro 2	10,07	21,12	21,43	15,81	24,45				
802 mm x 2050 mm									
Vidro 1	7,41	23,37	21,5	18,06		45,71	27,16		28,41
Vidro 2	8,45	23,37	21,5	14,79	24,79				
587 mm x 987 mm									
Vidro 1	8,15	15,15	21,6	25,02		22,59	23,84		22,79
Vidro 2	14,4	15,15	21,6	22,39	19,36				
579 mm x 1782 mm									
Vidro 1	7,78	19,04	20,01	23,86		20	21,18		16,87
Vidro 2	13,94	19,04	20,01	20,68	23,14				