



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Sara Alexandra Simões da Silva

Aplicação de ferramentas *lean* na melhoria do desempenho de uma linha de montagem numa empresa de sistemas de refrigeração

Dissertação de mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes

Novembro de 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Sara Alexandra Simões da Silva

Endereço eletrónico: sarasimoesilva@gmail.com

Telefone: 917450413

Número do Bilhete de Identidade: 14852550

Título da dissertação: Aplicação de ferramentas *lean* na melhoria do desempenho de uma linha de montagem numa empresa de sistemas de refrigeração

Orientador: Professor Doutor Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto é o resultado final de cinco anos de esforço, empenho e dedicação. Porém, a chegada a este momento não seria possível sem o contributo de um conjunto de pessoas que de uma forma ou de outra marcaram o meu trajeto.

Em primeiro lugar, agradeço à instituição Universidade do Minho, ao departamento de produção e sistemas, ao Professor Rui Sousa, ao Professor Dinis Carvalho e a todos os docentes pelo conhecimento transmitido e pelo esforço na minha formação.

Agradeço ao Professor Doutor Pedro Arezes, meu orientador na Universidade do Minho, pelo contributo, pela disponibilidade e pelo acompanhamento ao longo deste percurso.

Um grande agradecimento à administração da empresa, José Júlio Jordão, Lda, pela oportunidade concedida para a realização desta dissertação de mestrado, num ambiente empresarial numa área do meu interesse.

Um agradecimento especial ao meu orientador na empresa, Eng. Miguel Silva, pelo profissionalismo, pelo acompanhamento diário, pelo interesse, pela disponibilidade, pela paciência, pela exigência e pelos ensinamentos passados tanto a nível profissional como pessoal, dando-me a oportunidade de aprender e evoluir. Sem dúvida foi uma pessoa bastante importante para a conclusão desta dissertação.

Gostaria também de agradecer a toda a equipa da Jordão pelo acolhimento e integração durante todo o trabalho efetuado na empresa.

Quero agradecer também a todos os meus amigos do mestrado por todas as vivências, pelo apoio incondicional e pela entejuda que tornaram este percurso inesquecível.

Por fim, os mais sinceros agradecimentos à minha família pela educação, pelo apoio, pela motivação, pelo carinho e sobretudo por serem para mim um exemplo.

RESUMO

A presente dissertação foi realizada em contexto industrial. Esta centrou-se essencialmente no desenvolvimento de um projeto de implementação de ferramentas *Lean* no setor de montagem de uma empresa de equipamentos de refrigeração, a José Júlio Jordão, Lda com o objetivo de melhorar o seu desempenho.

A metodologia de investigação seguida ao longo do projeto denomina-se *Action Research*, tendo sido seguidas as 5 etapas: diagnóstico e definição do problema, planeamento de ações, implementação de ações, avaliação de resultados e especificação da aprendizagem.

Devido à grande variedade de produtos aqui produzidos, o estudo focou-se apenas num dos produtos mais significativos para a empresa em termos de lucro. Tendo sido este selecionado através de uma análise ABC. Para o diagnóstico do estado atual do setor de montagem, realizou-se uma análise multi-momento que apontou uma elevada percentagem de movimentações. Através da análise dos tempos de ciclo nos diferentes postos de trabalho e pelo cálculo do *Takt Time* foram revelados problemas relativos à variabilidade entre os tempos de ciclo e também um balanceamento da linha de montagem ineficiente. A par disto, foi verificada a falta de locais específicos para alocar artigos, ferramentas de trabalho e outros utensílios resultando numa desorganização dos postos de trabalho.

De forma a colmatar as ineficiências verificadas, procurou-se a implementação de ações tais como a implementação de um sistema de abastecimento *kanban*, a adoção do método de *kitting*, a implementação do método 5S e a implementação da gestão visual em todos os postos de trabalho da linha de montagem, de modo a solucionar os problemas.

Após a implementação destas ações, os ganhos monetários expectáveis relacionados com os impactos das melhorias implementadas seriam na ordem dos 9.275 € por ano, correspondendo a uma poupança de 25% dos gastos iniciais e um aumento da média da produção mensal na ordem dos 26%. Através das auditorias realizadas foi mensurado uma melhoria de 56%. Por fim, é feita uma revisão dos resultados obtidos, avaliando o estado dos problemas.

PALAVRAS-CHAVE

Lean, Kanban, Kitting, 5S, Gestão Visual

ABSTRACT

The present dissertation was carried out in an industrial context. It focused mainly on the development of a project to implement Lean tools in the assembly sector of a refrigeration equipment company, José Júlio Jordão, Lda with the aim of improving its performance.

The research methodology followed throughout the project is called Action Research, followed by 5 stages: diagnosis and definition of the problem, action planning, implementation of actions, evaluation of results and specification of learning.

Due to the wide variety of products produced, the study focused only on one of the most significant products for the company in terms of profit. The product was selected through an ABC analysis. For the diagnosis of the current state of the assembly sector, a multi-moment analysis was carried out, which indicated a high percentage of movements. Through the analysis of the cycle times in the different workstations and the calculation of the Takt-Time, problems were revealed concerning the variability between the cycle times and also an inefficient assembly line balancing. In addition, there was a lack of specific places to allocate articles, work tools and other tools resulting in a disorganization of the workstations.

In order to overcome the inefficiencies, the implementation of actions such as the implementation of a kanban supply system, the adoption of the kitting method, the implementation of the 5S method and the implementation of visual management in all workstations of the assembly line, in order to solve the problems.

Following the implementation of these actions, the expected monetary gains related to the impacts of the implemented improvements would be in the order of 9,275 € per year, corresponding to a saving of 25% of the initial expenses and an increase in the average monthly production of around 26%. Through the audits performed, an improvement of 56% was measured. Finally, a review of the results obtained is performed, evaluating the state of the problems.

KEYWORDS

Lean, Kanban, Kitting, 5S, Visual Management

ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	5
2. Revisão Bibliográfica.....	7
2.1 História do Toyota Production System (TPS).....	7
2.2 Pilares do TPS.....	8
2.3 Princípios do <i>Lean Thinking</i>	9
2.4 Desperdícios.....	11
2.4.1 Sobreprodução.....	12
2.4.2 Sobre processamento.....	12
2.4.3 Defeitos.....	12
2.4.4 Inventário.....	13
2.4.5 Movimentações.....	13
2.4.6 Esperas.....	13
2.4.7 Transportes.....	13
2.4.8 Oitavo desperdício.....	14
2.5 Ferramentas <i>Lean</i>	14
2.5.1 Metodologia 5S.....	14
2.5.2 Gestão Visual.....	18
2.5.3 <i>Kanban</i>	19
2.5.4 <i>Kaizen</i>	20

2.5.5	Trabalho normalizado	22
2.6	Liderança <i>Lean</i>	23
2.7	Benefícios da implementação do <i>Lean Manufacturing</i>	23
3.	Caso de Estudo.....	27
3.1	Identificação da empresa	27
3.2	História da empresa	27
3.3	Principais produtos e clientes	28
3.4	Descrição geral do sistema produtivo.....	29
3.4.1	Identificação das Unidades Produtivas	29
3.4.2	Fluxo produtivo	30
3.4.3	Caraterização do fluxo de informação.....	31
3.5	Produtos, subconjuntos e componentes.....	33
4.	Descrição e análise crítica da situação atual	37
4.1	Setor de montagem.....	37
4.2	Abastecimento de materiais às linhas	39
4.2.1	Abastecimento de semiacabados	39
4.2.2	Abastecimento de componentes	39
4.3	Análise crítica e identificação de problemas	40
4.3.1	Identificação da família de produtos a analisar	40
4.3.2	Análise geral da linha de montagem.....	41
4.3.3	Tempos de ciclo divergentes	44
4.3.4	Falta de um mecanismo para produtos neutros.....	46
4.3.5	Sistema de abastecimento ineficaz	46
4.3.6	Falta de um local específico para a alocação de artigos e ferramentas de trabalho.....	47
4.3.7	Linha de montagem suja	48
4.3.8	Falta de gestão visual	48
4.3.9	Defeitos.....	48
4.3.10	Balanceamento ineficiente	49
4.3.11	Falta de ferramentas de trabalho	51
4.3.12	Não envolvimento dos operadores.....	51

4.4	Síntese dos problemas encontrados	51
5.	Propostas de melhoria	53
5.1	Seleção do método de abastecimento.....	54
5.1.1	<i>Kanban</i> – sistema de duas caixas	56
5.1.2	Planeamento	57
5.1.3	Processo <i>Kitting</i>	58
5.2	Política 5S.....	61
5.2.1	Separação	61
5.2.2	Organização	61
5.2.3	Limpeza	62
5.2.4	Normalização	63
5.2.5	Disciplina	63
5.3	Mecanismo para móveis neutros	64
5.4	Redução do tempo de ciclo do posto de trabalho 4.....	65
6.	Discussão de resultados	67
6.1	Melhoria da organização, limpeza e segurança	67
6.2	Redução de desperdícios.....	70
6.3	Aumento da produção diária.....	71
7.	Conclusão	73
7.1	Considerações finais	73
7.2	Trabalho futuro	74
	Referências Bibliográficas	75
	Anexo I – Análise ABC	79
	Anexo II – Resultados análise multi-momento inicial	79
	Anexo III – Desenho da caixa especial.....	81
	Anexo IV – Norma para a montagem de kits.....	82
	Anexo V – Tabela de faltas.....	83
	Anexo VI – Plano de ações.....	84
	Anexo VII – Desenho suporte para ferramentas e utensílios	85
	Anexo VIII – Plano de limpeza	86

Anexo IX – Instruções de trabalho para implementar os primeiros 3S	87
Anexo X – Plano de Auditorias	88
Anexo XI – Auditoria inicial.....	89
Anexo XII – Auditoria final	90
Anexo XIII – Resultados da análise multi-momento final.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases da metodologia Action-Research adaptado (O'brien (1998))	3
Figura 2. Casa TPS (reproduzido de Liker (2004))	8
Figura 3. Princípios Lean	9
Figura 4. Distinção entre atividades com e sem valor acrescentado (adaptado Sahoo et al. (2008)) ...	11
Figura 5. Ferramenta 5S.....	15
Figura 6. Funcionamento de um sistema Kanban (adaptado de Courtois et al. (2003)	20
Figura 7. Ciclo PDCA	21
Figura 8. Forças que suportam e resistem à implementação Lean (adaptado de Melton (2005))	25
Figura 9. Fachada da empresa	27
Figura 10. Alguns produtos da Jordão.....	28
Figura 11. Principais clientes da Jordão	29
Figura 12. Fluxo de materiais entre as unidades produtivas.....	29
Figura 13. Fluxo de materiais na Jordão.....	30
Figura 14. Diagrama de Gantt.....	32
Figura 15. BPMN do fluxo de informação da empresa	33
Figura 16. Tipos de subconjuntos e componentes	34
Figura 17. Constituição dos produtos da Jordão.....	35
Figura 18. Processo de montagem dos móveis	37
Figura 19. Implantação das linhas de montagem 1 e 2	38
Figura 20. Análise ABC relativamente ao valor de vendas 2017	41
Figura 21. Percentagem de atividades com e sem valor acrescentado no setor da montagem.....	43
Figura 22. Gastos anuais com atividades sem valor acrescentado	44
Figura 23. Tempos de ciclo da vitrina Vista VS	45
Figura 24. Linha de montagem estrangulada	45
Figura 25. Desorganização de artigos e de ferramentas de trabalho	48
Figura 27. Comparação do TC com o TT da vitrina Vista Aquecida	50
Figura 27. Seleção da metodologia de abastecimento	55
Figura 28. Excerto da tabela para a seleção do método de abastecimento.....	56
Figura 29. Caixas SUC.....	57
Figura 30. Exemplo de um cartão kanban para a identificação das caixas.....	57

Figura 31. Etiqueta para identificação da semana das estantes	58
Figura 32. Linha de montagem 1 com identificação dos carros para kitting	59
Figura 33. Etiqueta para carros de kitting.....	59
Figura 34. Folha para registo de faltas de artigos	60
Figura 35. Caixa especial.....	62
Figura 36. Dashboard.....	64
Figura 37. Layout para a célula especial	65
Figura 38. Avaliação do desempenho na implementação do método 5S	67
Figura 39. Organização das estantes	68
Figura 40. Exemplo de um quadro de ferramentas.....	69
Figura 41. Marcações no solo para delimitar espaços para os carros de kitting.....	69
Figura 42. Percentagem de atividades com e sem valor acrescentado	70
Figura 43. Evolução da produção média mensal	71
Figura 44. Classificação de produtos segundo a análise ABC.....	79
Figura 46. Resultados da análise multi-momento inicial.....	80
Figura 46. Desenho técnico da caixa especial criada	81
Figura 47. Norma para a montagem de kit.....	82
Figura 48. Tabela de faltas	83
Figura 49. Plano de ações	84
Figura 50. Desenho técnico para caixa de suporte de ferramentas e utensílios	85
Figura 51. Plano de limpeza	86
Figura 52. Instruções de trabalho para implementar os primeiros 3S	87
Figura 53. Plano de auditorias	88
Figura 54. Auditoria inicial	89
Figura 55. Auditoria final.....	90
Figura 56. Resultados da análise multi-momento final	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos produtos da Jordão	34
Tabela 2. Resumo da análise ABC - valor de vendas 2017	40
Tabela 3. Descrição das diferentes atividades e a sua classificação	42
Tabela 4. Especificação da percentagem de atividades com e sem valor acrescentado	43
Tabela 5. Percentagem de tempo em esperas da Vista VS.....	46
Tabela 6. Percentagem de tempo de trabalho fora da linha	51
Tabela 7. Síntese dos problemas identificados	52
Tabela 8. Síntese das propostas de melhoria	53
Tabela 9. Atividades a remover do posto de trabalho 4.....	66
Tabela 10. Melhorias com o método 5S.....	68
Tabela 11. Percentagem das atividades com e sem valor acrescentado.....	70
Tabela 12. Ganhos monetários com a implementação das técnicas lean	71

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
JIT	<i>Just-in-Time</i>
NVA	Atividades sem valor acrescentado
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PT	Posto de trabalho
TC	Tempo de Ciclo
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TT	<i>Takt Time</i>
VA	Atividades com valor acrescentado
WIP	<i>Work in Progress</i>

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo, apresenta-se um enquadramento da dissertação, definem-se os seus objetivos, seguindo-se uma apresentação da metodologia de investigação adotada para os atingir. Por último, faz-se uma descrição da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Atualmente, a competitividade empresarial tem aumentado exponencialmente devido à oferta excedentária oferecida pelas empresas. Com isto, o poder de decisão dos mercados passou para os clientes, que se tornam cada vez mais exigentes. Estes impõem uma qualidade cada vez melhor, prazos de entrega cada vez mais curtos, uma grande fiabilidade dos produtos, preços sempre mais baixos e um tempo de resposta cada vez mais favorável (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003).

Sendo assim, a concorrência entre empresas e a exigência por parte dos clientes afiguram-se como fatores de pressão que geram a necessidade da procura de estratégias de produção alternativas que permitam a melhoria contínua do sistema produtivo. Esta procura deve ser realizada consciente, contínua e incessantemente, uma vez que as necessidades vão mudando ao longo dos tempos, e vão tendo diferentes soluções a cada momento.

De forma a sustentar este cenário competitivo, as organizações começaram a reorientar as suas competências por meios de implementação de várias práticas, tornando os métodos existentes obsoletos (Vinodh & Joy, 2012). Neste contexto, surge a filosofia *Lean Manufacturing* que tem por objetivo melhorar o desempenho industrial, alcançando gastos inferiores. Com vista na redução dos custos, esta filosofia tem como conceito essencial a supressão progressiva de atividades humanas que absorvem recursos, mas que não acrescentam valor ao produto, ou seja, desperdícios (Womack & Jones, 2003).

Por outras palavras, é feita uma remoção ou redução de todos os desperdícios presentes ao longo dos processos da empresa.

“A definição de *Lean Manufacturing* é: usar menos de tudo – metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de trabalho de engenharia para desenvolver um novo produto em metade do tempo” (Womack, Roos, & Jones, 1990).

Com a adoção desta filosofia é possível reduzir os níveis de inventário, reduzir o *lead time*, obter um melhor aproveitamento dos recursos, reduzir dos custos, aumentar a qualidade dos produtos e diminuir ou eliminar desperdícios.

Durante a implementação da filosofia *Lean*, utilizam-se com frequência um conjunto de ferramentas, tais como, por exemplo, *Kaizen*, 5S, Gestão Visual, *Kanban*, *Poka-yoke*, produção nivelada, *standard work*, entre outras (Chuah et al., 2017).

Esta dissertação foi realizada na José Júlio Jordão, Lda, sediada em Guimarães. Esta empresa produz equipamentos de refrigeração comercial e é atualmente uma referência mundial no que respeita a produção de sistemas de refrigeração. Tendo como objetivo a melhoria do desempenho do sistema produtivo serão aplicadas ferramentas e métodos práticos de auxílio à implementação da filosofia *Lean Manufacturing*.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é melhorar o desempenho da secção de montagem de móveis da empresa através da implementação de ferramentas de gestão. Para concretizar este objetivo, o trabalho a realizar passará por concretizar alguns sub-objetivos:

- Implementar um novo sistema de abastecimento de artigos aos postos de trabalho;
- Organizar as ferramentas de trabalho por posto de trabalho;
- Implementar o método 5S;
- Reduzir os tempos de operação;
- Reduzir os desperdícios;
- Introduzir o trabalho normalizado.

Posto isto, surgem as seguintes questões de investigação:

- De que forma o abastecimento a uma linha de montagem contribui para o aumento do desempenho de um sistema produtivo?
- A aplicação do método 5S afeta o desempenho de uma linha de montagem?

Através da definição destes aspetos expecta-se diminuir os desperdícios existentes, assim como promover uma cultura interna pela busca da melhoria contínua, proporcionando à José Júlio Jordão, um crescimento sólido no mercado global.

1.3 Metodologia de Investigação

De forma a alcançar os objetivos estipulados, foi necessário um planeamento de ações bem definido, assim como uma metodologia que se adequa ao mesmo. Após um estudo das estratégias de investigação existentes, a metodologia Investigação-Ação (*Action-Research*) é a que lhe melhor se adapta aos objetivos desta dissertação. Esta estratégia adequa-se ao projeto, por ser:

- Participativa e colaborativa, no sentido em que envolve todos os intervenientes no processo. Além do envolvimento do investigador, haverá também envolvimento dos colaboradores da empresa (*practitioners*) interessados nos problemas em questão;
- Auto avaliativa, uma vez que tem como foco resolver problemas do mundo real, construindo conhecimento científico, ou seja, desenvolve técnicas e conhecimentos para fortalecer as atividades desenvolvidas (Yang, Hsu, Sarker, & Lee, 2017).
- Prática e interventiva, pois não se limita ao campo teórico, a descrever uma realidade, mas também a intervir nessa mesma realidade;
- Crítica, uma vez que os participantes como agentes de mudança, críticos e autocríticos de eventuais restrições;
- Cíclica, porque a investigação envolve uma espiral de ciclos, nos quais as descobertas iniciais geram possibilidades de mudança.

Segundo O'brien (1998), esta metodologia tem como princípio "*learning by doing*", ou seja, "aprender fazendo" e é constituída por um ciclo de 5 fases: diagnóstico, planeamento de ações, implementação de ações, avaliação de resultados e especificação de aprendizagem, tal como ilustrado na Figura 1. Os resultados obtidos na última fase ditam se é ou não relevante efetuar novamente todas as fases do ciclo. Nos ciclos posteriores, são aperfeiçoados, de modo contínuo, os métodos, os dados e a interpretação feita à luz da experiência obtida no ciclo anterior (Coutinho et al., 2009). Tem-se assim, um permanente entrelaçar entre teoria e prática.



Figura 1. Fases da metodologia Action-Research adaptado (O'brien (1998))

Como resultado de uma abordagem dedutiva, as informações resultantes de uma pesquisa empírica foram sintetizadas na realização de uma revisão crítica da literatura de modo a conhecer e temática em estudo.

Aplicando a metodologia *Action-Research* ao desenvolvimento do presente projeto inicia-se o ciclo com o diagnóstico da situação atual do sistema produtivo, onde foi necessário realizar uma análise crítica da situação atual do sistema produtivo da empresa de modo identificar os problemas existentes. Esta fase foi importante para entender os pontos fundamentais deste projeto. Como forma de identificação de problemas, são aplicadas ferramentas de análise e diagnóstico.

Após uma análise de todos os dados e oportunidades de melhoria identificadas prossegue-se para o “Planeamento de ações”, onde foram estudadas possíveis soluções para resolver os problemas reconhecidos na primeira fase. Posteriormente, foram apresentadas propostas de melhoria para solucionar os problemas identificados e introduzir melhorias no sistema produtivo.

No que diz respeito à terceira fase, “Implementação de ações”, o plano definido na fase anterior foi posto em prática, ou seja, atuou-se sobre os problemas para alcançar melhores níveis de desempenho em relação ao que é pretendido melhorar.

Na etapa seguinte, “Avaliação dos resultados”, foi realizada a comparação dos indicadores de desempenho da situação inicial e final do sistema produtivo e serão discutidos os resultados obtidos com a implementação das propostas de melhoria de forma a perceber se ocorreram ou não melhorias significativas no processo de produção com as alterações sugeridas.

Na última fase, foi realizada uma avaliação e reflexão sobre os resultados obtidos, avaliando o estado dos problemas.

O desenvolvimento desta dissertação foi realizado em contexto empresarial o que permitiu trabalhar com uma realidade prática e observável. Consequentemente, a produção de dados fiáveis irá ser baseada maioritariamente em fenómenos observáveis. Posto isto, a filosofia de investigação que foi levada a cabo é positivista.

Relativamente ao horizonte temporal, classifica-se este estudo sendo transversal, uma vez que é realizado ao longo de um tempo determinado.

Foi também aplicado o método de investigação de estudo de caso, uma vez que consiste na observação detalhada de um contexto e de um acontecimento específico, no caso desta dissertação, do contexto

industrial. Também porque o investigador segue um esquema que depende do enquadramento teórico, das suas finalidades, objetivos e recursos disponíveis.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em x capítulos. No capítulo inicial, introdução, é feito o enquadramento do projeto, são apresentados os objetivos gerais e específicos, apresenta-se a metodologia de investigação e por fim a estrutura do relatório.

O segundo capítulo destina-se à revisão bibliográfica, onde são abordados conceitos fundamentais à realização desta dissertação, nomeadamente o conceito de *Lean Manufacturing*, os seus princípios e algumas ferramentas. Por último, faz-se uma análise dos benefícios e das dificuldades de implementação de *Lean*.

No capítulo três é feita a apresentação e caracterização de empresa onde foi realizada a presente dissertação, a José Júlio Jordão, Lda. Inicia-se com a identificação e localização da mesma bem como a sua história e evolução. De seguida, são apresentados os fluxos de materiais e informação.

No capítulo quatro é descrita a análise crítica da situação atual, onde são identificados os problemas existentes da secção em estudo (montagem de móveis).

No quinto capítulo são apresentadas as propostas de melhoria que visam reduzir ou eliminar os problemas apresentados no capítulo anterior.

No capítulo seis é feita uma análise e discussão das propostas de melhoria implementadas, apresentando os ganhos obtidos com a implementação dessas propostas através da observação da diferença entre o antes e o depois da sua implementação. São ainda previstos os benefícios da implementação de propostas ainda não executadas.

Por último, são apresentadas as conclusões desta dissertação assim como propostas de trabalho futuro necessário para dar continuidade ao projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo tem como objetivo abordar e descrever os conceitos principais que irão suportar a presente dissertação. Iniciando pela origem do *Toyota Production System*, irão ser abordados os princípios inerentes à filosofia *Lean*, os desperdícios associados a esta e algumas ferramentas.

2.1 História do Toyota Production System (TPS)

Os conceitos e teorias aplicadas neste projeto surgiram após a 2ª Guerra Mundial na *Toyota Motor Company*.

Após a 1ª Guerra Mundial, Henry Ford e Alfred Sloan da *General Motors* transformaram a produção artesanal vigente na altura para uma era de produção em massa. A indústria automóvel foi revolucionada, sendo desenvolvido assim, o modelo *Ford T*. A produção em massa proporcionava elevadas taxas de produtividade a um custo baixo. Como resultado, os Estados Unidos rapidamente dominaram a economia global (Womack et al., 1990). Este sistema de produção recorria a peças intermutáveis (*interchangeable parts*), à normalização de processos e empregava a divisão de tarefas no seu processo de produção.

Após a 2ª Guerra Mundial, o Japão encontrava-se numa situação crítica, uma vez que tinha perdido a guerra. A *Toyota* não estava a acompanhar as empresas europeias e norte-americanas que lideravam os mercados e que possuíam produtos que a *Toyota* não possuía. Com o objetivo de melhorar o sistema produtivo Eijiri Toyoda viajou para os Estados Unidos para analisar o sistema produtivo lá implementado. Toyoda, concluiu que, a produção em massa era fundamentada em grandes lotes e que não disponibilizava a customização dos produtos, uma vez que para isso era necessário alterar todo o sistema produtivo, tornando-se bastante dispendioso (Womack et al., 1990).

Aquando o seu regresso, este deliberou a *Taichi Ohno* a função de desenvolver um sistema produtivo ao nível do sistema de Ford. Este tendo conhecimento do sistema produtivo da *Ford*, baseou-se neste para desenvolver um sistema para a *Toyota*, adaptando o sistema de produção em massa ao mercado japonês. Como resultado foi desenvolvido um sistema denominado *Toyota Production System (TPS)*.

Segundo Ohno (1988), o cerne do TPS é analisar e reduzir os desperdícios desde que o cliente realiza uma encomenda até ao momento de expedição da mesma, primando por altos níveis de produtividade e qualidade.

A metodologia *Lean* foi inspirada em práticas e resultados do TPS aplicadas a todas as dimensões dos negócios. O termo *Lean Manufacturing* tornou-se famoso em 1990 aquando a publicação do livro “*The Machine That Changed The World*” publicado nos Estados Unidos por Womack, Jones e Roos.

A obra aborda um estudo sobre a indústria automóvel mundial realizado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Womack et al (1990) definem *Lean Manufacturing* como um sistema de produção inovador que combina as vantagens do sistema de produção artesanal com o sistema de produção em massa, evitando o custo elevado do primeiro e a rigidez do segundo. Segundo os próprios, o conceito adicionou um novo significado à gestão com a grande finalidade de criar valor pela eliminação de desperdício.

2.2 Pilares do TPS

Por imensas décadas a *Toyota* aplicava e melhorava o TPS sem documentar qualquer tipo de teoria em relação a este. À medida que as práticas eram desenvolvidas, melhoradas e propagadas para outras organizações surgiu a necessidade de melhor representar este sistema. Desta forma, Taiichi Ohno, desenvolveu uma casa para representar simples para o TPS, apresentada na Figura 2.

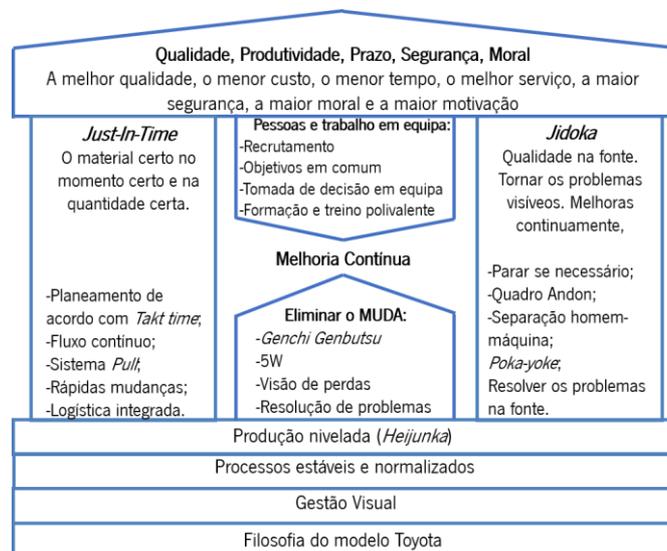


Figura 2. Casa TPS (adaptado de Liker (2004))

Foi escolhido este modelo, uma vez que é um sistema estrutural, em que a casa é robusta apenas se o teto, os pilares e a base forem fortes o suficiente (Liker, 2004).

No topo da casa encontram-se definidos os objetivos do TPS: melhor qualidade dos produtos, menores custos, tempos de entrega mais curtos, mais segurança e mais envolvimento e motivação. O centro da casa é definido pelo conceito de melhoria contínua, que é alcançada através da contribuição dos

funcionários, bem como da eliminação consecutiva das perdas. Os dois pilares que servem de sustentação à casa são o *Just-In-Time* (JIT), ou seja, a remoção do máximo inventário possível, para obter um fluxo unitário em função da taxa de procura do cliente. O outro pilar é o *Jidoka* ou *Autonomation*, a prática de nunca deixar um defeito passar de uma estação de trabalho para outra (Kehr & Proctor, 2017). Na base da casa, alicerces, está presente a necessidade de processos estáveis e padronizados bem como a produção nivelada (*heijunka*). Cada alicerce da casa por si só é crítico, mas mais importante é a forma como os elementos se reforçam entre eles (Liker, 2004).

2.3 Princípios do *Lean Thinking*

No livro “*The Machine that Changed the World*”, Womack et al. (1990) definiram cinco princípios, sobre os quais a abordagem *Lean Manufacturing* é construída. Estes princípios definem a filosofia *Lean*, tendo como objetivo a eliminação de todas as atividades que não acrescentem valor ao produto, de forma a reduzir as perdas e os custos. Na Figura 3 encontram-se representados os cinco princípios *Lean* que serão explicados posteriormente.



Figura 3. Princípios Lean

2.3.1 Valor

O ponto crítico de partida para o *Lean thinking* é o valor. Valor apenas pode ser definido pelo cliente final e apenas é significativo quando expresso em termos de um produto específico indo de encontro às necessidades do cliente, num preço específico e num tempo específico (Womack & Jones, 2003). De acordo com Alrashed & Kang (2017), o valor determina o que os clientes estão dispostos a pagar por determinado produto ou serviço.

2.3.2 Cadeia de valor

Identificar a totalidade da cadeia de valor para cada produto é o próximo passo no *Lean thinking*. Segundo James P. Womack & Jones (2003), este é um passo que as organizações avançam mas que expõe enormes quantidade de desperdício. A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações requeridas para produzir um determinado produto. Para isso, é necessário definir todos os processos necessários para o desenvolvimento de um produto desde o fornecedor até ao cliente final, diferenciando as atividades que acrescentam valor ao produto das que não o fazem, na perspetiva do cliente (Alrashed & Kang, 2017).

2.3.3 Fluxo contínuo

Para Sharma & Gandhi (2016), é de extrema importância a conclusão das duas etapas anteriores antes de tentar implementar o terceiro princípio, ou seja, antes de tentar criar um fluxo contínuo é fulcral que o valor tenha sido devidamente especificado e a cadeia de valor esteja definida.

O fluxo garante a criação ininterrupta de valor no fluxo entre etapas, sem gerar qualquer tipo de desperdício, suprimindo eventuais interrupções, desvios, retornos e esperas.

2.3.4 Sistema de produção puxado

Ao contrário de um sistema *push* (empurrado) em que se produz com base em previsões de venda, num sistema *pull* (puxado), apenas se projeta e providencia um produto quando este é requisitado pelo cliente. Womack et al. (1990) declaram que se deve deixar o cliente requisitar os produtos em vez de os empurrar para os clientes.

Este sistema, liderado pelos clientes, permite um maior controlo sobre a quantidade de produtos em processo de fabrico, eliminando assim a acumulação de stocks.

2.3.5 Perfeição

Sendo a perfeição o objetivo de um sistema *Lean* e o princípio mais difícil de manter numa organização, todos os esforços da empresa devem ser focalizados na procura da mesma, tanto na eliminação dos desperdícios, como no aperfeiçoamento das atividades que acrescentam valor ao produto (Sharma & Gandhi, 2016). Aplica-se assim, a melhoria contínua, também denominada por *Kaizen*, com o intuito de oferecer ao cliente o produto idealizado.

De modo a pôr em prática a filosofia "*Lean thinking*" é necessário que todos os colaboradores da empresa tenham conhecimento que esta filosofia se baseia na identificação e eliminação de desperdícios. Eliminar os desperdícios significa suprimir ou minimizar todas as atividades que não

agregam valor ao produto (Görener, Başer, & Türkyılmaz, 2013). No capítulo a seguir são apresentadas e descritas as sete categorias de desperdício.

2.4 Desperdícios

O conceito principal da filosofia *Lean* é o valor. A palavra *Muda* (desperdício em japonês), significa exatamente o contrário do conceito valor. Desperdício são todas as atividades que não contribuem para aumentar o valor do produto, mas que, acarretam custos para a empresa pela utilização excessiva de recursos, tanto a nível de mão-de-obra como a nível de equipamentos.

Em todas as atividades os desperdícios estão presentes, o objetivo é identificar os desperdícios, reduzi-los e eliminá-los. A identificação dos desperdícios não é uma tarefa fácil, uma vez que com a convivência com os desperdícios, estes acabam por se tornar uma parte do processo. Liker (2004) e Sahoo, Singh, Shankar, & Tiwari (2008) dividem estas atividades em três categorias, apresentadas na Figura 4.

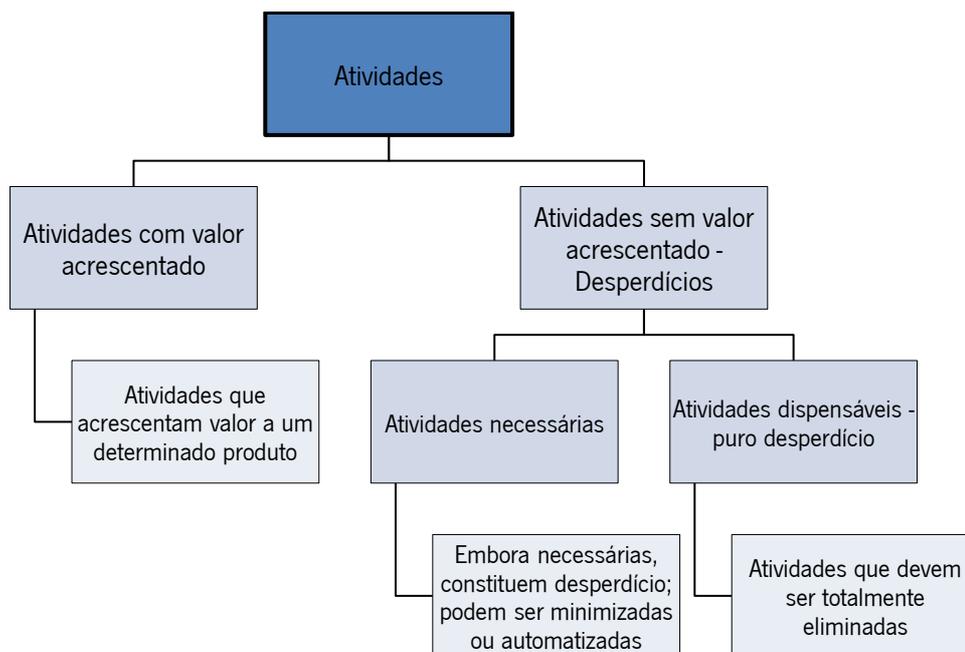


Figura 4. Distinção entre atividades com e sem valor acrescentado (adaptado Sahoo et al. (2008))

Atualmente, o grande problema de muitas empresas é tentar aumentar o número de atividades de valor acrescentado (VA), quando o segredo é diminuir o número de atividades sem valor acrescentado (NVA). À medida que os desperdícios são eliminados, começa-se a compreender que estes têm grande impacto na satisfação dos clientes com os produtos e serviços.

Inicialmente, todos os esforços da empresa se devem concentrar nas atividades que constituem desperdício puro para o produto. É de máxima urgência reduzir ao máximo a sua ocorrência, e se possível, eliminá-las do processo.

De acordo com Ohno (1988) e Shingo (1989) os desperdícios podem ser classificados em sete categorias:

2.4.1 Sobreprodução

A sobreprodução ou produção excessiva acontece quando a quantidade produzida é superior à quantidade encomendada, ou seja, produz-se mais do que o necessário ou produz-se demasiado cedo. Para Ohno (1988), este é o desperdício mais prejudicial a uma organização, na medida que contribui para os restantes. Por exemplo, a sobreprodução leva a elevados níveis de inventário. O objetivo será produzir apenas quando requerido pelo cliente.

2.4.2 Sobre processamento

Operações extra que ocorrem quando as operações têm que ser refeitas por não terem sido bem executadas à primeira ou quando há a necessidade de realizar modificações num produto, por este não ter sido bem concebido (Carvalho, 2010). Bell (2005) aponta a má definição dos requisitos dos clientes, a falta de instruções de trabalho e o excesso de rigor nos critérios de qualidade como as causas para a existência deste tipo de desperdício.

A normalização, a formação e a automatização são o caminho a seguir para a eliminação do processamento incorreto.

2.4.3 Defeitos

Quando os produtos não correspondem às especificações e/ou expectativas do cliente, causando a sua insatisfação são considerados produtos defeituosos (Hicks, 2007).

Todos os defeitos requerem retrabalho ou substituição, levando ao desperdício de recursos, podendo levar também, em caso extremo, à perda de clientes. Para Alrashed & Kang (2017), os defeitos devem ser prevenidos o mais cedo possível, uma vez que é mais simples a prevenção do que a deteção. Posto isto, poderão ser aplicadas ferramentas anti erro como o sistema *Poka-Yoke* para minimizar/eliminar possíveis defeitos.

2.4.4 Inventário

Acumulação de matérias-primas, componentes e produtos acabados em qualquer fase do processo produtivo. O excesso de inventário retém dinheiro e cria desperdícios em diversas formas, incluindo instalações de armazenamento, movimentações, danos e também a obsolescência dos produtos (Bell, 2005).

Para além disso, o excesso de inventário esconde problemas, tais como: produção desnivelada, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, avarias de equipamentos e elevados tempos de set-up.

2.4.5 Movimentações

As movimentações referem-se às etapas extra realizadas pelos operadores e pelos equipamentos para colmatar a ineficiência do layout, falta de organização nos postos de trabalho, disposição incorreta dos equipamentos, de reprocessamento, sobreprodução ou excesso de inventário. Este desperdício gasta tempo e não acrescenta nenhum tipo de valor aos produtos (Hicks, 2007). Como contramedidas poderá aplicar-se a política dos 5S, design do posto de trabalho, *one-piece-flow*.

2.4.6 Esperas

As esperas interrompem o fluxo, um dos principais princípios do *Lean Manufacturing*. Estas podem resultar de avarias nos equipamentos, falta de materiais e tempos de *set-up*.

Segundo Hicks (2007), as esperas podem ser definidas como filas, ocorrendo quando há períodos de tempo inativos em que os recursos ou a informação não se encontram disponíveis quando necessário. Alrashed & Kang (2017) rematam esta definição, afirmando que as esperas são qualquer tempo desnecessário para esperar por qualquer coisa dentro de uma organização.

Bell (2005) e Liker (2004) justificam os motivos das esperas devido a um planeamento de produção inadequado podendo causar estrangulamentos na produção, ineficiência do layout, falta de material ou mão-de-obra, entregas atrasadas, avarias de equipamentos, inspeções desnecessárias e procura de informações ou instruções de trabalho.

2.4.7 Transportes

Os transportes constituem movimentos desnecessários de materiais, peças ou produtos acabados, como por exemplo: transporte de materiais do fornecedor para o armazém, do espaço fabril para o armazém ou entre setores.

Bell (2005) aponta como uma solução para este desperdício, que os materiais sejam recebidos em quantidades apropriadas no seu ponto de uso.

Segundo Hicks (2007), os transportes devem ser minimizados, uma vez que adicionam tempo extra ao processo, durante o qual nenhum valor é acrescentado aos produtos, podendo provocar a sua danificação.

2.4.8 Oitavo desperdício

Em adição aos sete desperdícios Womack et al. (1990) consideram que os produtos que não estão de acordo com os requisitos do cliente constituem uma oitava categoria para os desperdícios. Liker (2004) defende que a oitava categoria se refere à subutilização das pessoas, particularmente das suas ideias e criatividade para melhorar os processos e as suas práticas. Este desperdício representa as perdas de tempo, ideias, capacidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem ao não se envolver e ouvir os colaboradores.

Como referido por Toyota: antes de construir carros, constroem-se pessoas, em que construir pessoas consiste em torná-las contribuidoras mais fortes. As metas de uma organização apenas poderão ser alcançadas da melhor forma se existir participação de todos os funcionários.

Para evitar este tipo de perda é necessário treinar e motivar os funcionários e, incentivar e premiar os grupos de melhoria contínua.

2.5 Ferramentas *Lean*

A filosofia *Lean* contempla um vasto leque de ferramentas, técnicas e métodos. Assim, neste subcapítulo, serão abordadas sucintamente algumas destas técnicas e ferramentas, visto que foram aplicadas na presente dissertação.

2.5.1 Metodologia 5S

O conceito 5S tem origem num acrónimo japonês para cinco palavras: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* que, quando traduzidas, significam separação, organização, limpeza, normalização e disciplina, respetivamente (Ramdass, 2015). É uma filosofia incorporada no quotidiano japonês. A literatura sugere que após a segunda guerra mundial, duas grandes estruturas emergiram para compreender e aplicar os 5S em ambientes de negócios, uma proposta por Takashi Osada em 1989 e a outra por Hiroyuki Hirano em 1995 (Kobayashi, Fisher, & Gapp, 2008).

De acordo com Osada (1991), os 5S são uma parte fundamental da cultura e sociedade japonesa, sendo definida também como uma estratégia para o desenvolvimento, aprendizagem e mudança organizacional. Hirano (1996) desenvolveu uma versão alternativa dos 5S, com foco mais prático, considerando-os como uma fórmula industrial para diferenciar uma organização dos seus competidores, constituindo assim uma ferramenta para a sobrevivência organizacional. Em comparação, Osada (1991) considera os 5S como uma filosofia ou forma de orientar uma ação enquanto que, Hirano (1995) os considera como uma técnica ou ferramenta.

Para ambos os autores, os 5S envolvem atividades de melhoria em qualquer ambiente, incluindo casas, escolas, comunidades e espaços de trabalho, independentemente do seu tamanho ou tipo. A implementação desta ferramenta pode revelar problemas ocultos que de outra maneira permaneceriam despercebidos (Kobayashi et al., 2008).

Segundo Shaikh, Alam, Ahmed, Ishtiyak, & Hasan (2015), os 5S é um sistema que permite reduzir os desperdícios e otimizar a produtividade e qualidade através da manutenção de um espaço de trabalho organizado, usando dicas visuais para alcançar resultados operacionais mais consistentes. Esta prática visa incorporar os valores de organização, limpeza, normalização e disciplina no local de trabalho, na sua configuração atual, sendo tipicamente o primeiro método *lean* a ser implementado pelas empresas.

As cinco palavras japonesas que originaram o nome desta metodologia correspondem às cinco fases da sua aplicação. A Figura 5 evidencia os cinco pilares dos 5S que serão explicados detalhadamente.

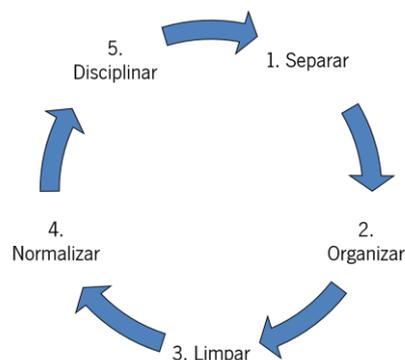


Figura 5. Ferramenta 5S

O termo “pilar” é utilizado como uma metáfora que significa um grupo de elementos estruturais que juntos suportam um sistema estrutural. Neste caso, os cinco pilares dos 5S estão a suportar um sistema para desenvolver uma organização (Hirano, 1995). A seguir é apresentada uma descrição detalhada de cada um dos pilares.

1ºS – *Seiri*: separação. Segundo Hirano (1996), esta fase consiste numa distinção entre os itens necessários e desnecessários num posto de trabalho. Sendo assim, é necessário classificar todos os itens e dados, para que estes possam ser devidamente tratados. Desta forma, é mais fácil decidir acerca da importância do item, se este deve ser descartado ou guardado, mantendo o número de itens e a quantidade de cada item que são necessários o mais baixo possível, de modo a reduzir o inventário à produção vigente no momento (Ramdass, 2015).

A implementação desta fase cria um ambiente de trabalho no qual o espaço, o tempo, o dinheiro, a energia e outros recursos podem ser geridos e utilizados da maneira mais eficaz. Quando é bem implementada, os problemas no fluxo de trabalho são reduzidos, a comunicação entre os operadores é melhorada, a qualidade do produto aumentada e a produtividade aprimorada (Hirano, 1995).

2ºS – *Seiton*: organização. O segunda fase é um princípio de armazenamento, no qual todos os itens da área de trabalho têm um local específico e são sempre lá armazenados quando não estão em uso (Ramdass, 2015). Para isso, é necessário priorizar a necessidade e a importância dos itens para facilitar a sua alocação. Ramdass (2015) esclarece que, para além do armazenamento, também se deve prestar atenção a outros aspetos do layout do espaço de trabalho. A posição e a altura das ferramentas ou equipamentos devem permitir ao trabalhador manter uma boa postura para o seu conforto ao fazer os movimentos inerentes ao processo.

Segundo Hirano (1996) esta etapa é importante uma vez que, elimina diferentes tipos de desperdício. Estes incluem desperdício de procura de itens, desperdício devido à dificuldade em usar itens e desperdício devido à dificuldade de restituir os itens.

3ºS – *Seisō*: limpeza. Manter o espaço limpo, através da eliminação de todas as fontes de lixo, pó, sujidade e resíduos de forma a criar um espaço de trabalho em defeitos (Kobayashi et al., 2008).

A limpeza do espaço de trabalho é visível para toda a gente. Para manter uma boa imagem de limpeza, é necessário que toda a gente seja individualmente responsável por limpar. Todas as áreas devem ser mapeadas e as responsabilidades pela limpeza atribuídas, não deixando áreas indefinidas ou não contabilizadas (Ramdass, 2015). A cooperação de todos é fulcral para alcançar este senso, de modo a tornar o espaço de trabalho mais limpo, brilhante e visível, revelando possíveis fontes de problemas (Agrahari, Dangle, & Chandratre, 2015).

As organizações devem abandonar o hábito inadequada de limpeza anual ("final de ano" ou "limpezas de primavera"). Em vez disso, a limpeza deve ser realizada diariamente, devendo ser enraizada nos

hábitos de trabalho diário, de forma a que as ferramentas, equipamentos e áreas de trabalho estejam sempre prontas para uso (Hirano, 1995).

4ºS – *Seiketsu*: normalização. Segundo Kobayashi et al. (2008), a normalização é um método para criar condições para manter o nível dos primeiro três pilares: separação, organização e limpeza. Ramdass (2015) explica que é necessário criar uma forma consistente para que as tarefas e procedimentos sejam realizados de forma a que qualquer trabalhador possa entender o trabalho. Para isso, é necessário que os standards sejam bastante comunicativos, transparentes e fáceis de compressão (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2017). De modo a auxiliar esta tarefa, pode recorrer-se à gestão visual para criar ambientes de trabalho mais agradáveis.

De acordo com Hirano (1996), o pilar da normalização tem como objetivo prevenir contratempos dos primeiros três pilares, para tornar a implementação destes um hábito diário, e para assegurar que todos os três pilares sejam mantidos.

5ºS – *Shitsuke*: disciplina. Nesta fase, são reunidos esforços para garantir que as etapas anteriores são corretamente seguidas e continuamente repetidas. Assim, muitos problemas no espaço de trabalho podem ser evitados. Para isso, são necessárias mudanças proativas nos padrões comportamentais das pessoas em todos os níveis de uma organização, desde os operadores até à gestão de topo, para que sejam alcançados os objetivos de forma eficaz e eficiente (Kobayashi et al., 2008).

Para Ramdass (2015), muitas empresas falham em incorporar os valores de sustentabilidade ou manutenção das implementações, revertendo assim para a “estaca zero”.

De acordo com Hirano (1996), para sustentar a implementação dos 5S e necessário criar condições para o fazer. Nesta parte é bastante importante o papel da gestão de uma organização. Os supervisores e gestores têm que educar os trabalhadores acerca dos conceitos dos 5S, ferramentas e técnicas; criar equipas de implementação, dar tempo para ser feita a implementação e criar horários para isso, providenciar recursos para a implementação, encorajar um envolvimento criativo de todos os trabalhadores ouvindo as suas ideias e agir sobre as mesmas, criar prémios tangíveis e intangíveis para esforços 5S e promover a sua continuidade (Randhawa & Ahuja, 2016).

Qualquer organização que introduza os cinco pilares dos 5S provavelmente vai confrontar-se com problemas de resistência. Hirano (1996) aborda as resistências mais comuns à aplicação dos 5S, sendo elas a falta de disponibilidade para a sua aplicação e a sua desvalorização, uma vez que não contribui diretamente para o aumento da saída de produtos.

É importante referir que se as resistências apresentadas pelos operadores forem ignoradas e a implementação dos 5S levada em frente, muito provavelmente os seus resultados não irão durar e não passarão de mudanças superficiais. Para evitar estes problemas, é imprescindível que todos os membros de organização compreendam verdadeiramente a importância e os objetivos da implementação desta prática.

Segundo Veres et al. (2017), a implementação contínua do método dos 5S revela diversas vantagens para uma organização, como por exemplo: melhoria da qualidade dos produtos e serviços, um espaço de trabalho mais produtivo e limpo, manutenção e segurança aprimoradas, subida da efetividade e eficiência dos processos, disciplina, melhoria do sentido de responsabilidade e trabalho de equipa, melhor disponibilidade dos equipamentos, como também a redução dos desperdícios (menos espaço para armazenamento e menos tempo de trabalho desperdiçado, redução dos tempos de set-up).

2.5.2 Gestão Visual

No mundo organizacional, a gestão visual pode ser definida como um sistema de gestão que visa a melhoria do desempenho organizacional, através de estímulos visuais. Através destes estímulos são comunicadas informações necessárias, relevantes, corretas, imediatas, de fácil compreensão e estimulantes (Stewart & Posey, 2004; Greif, 1991). Para Steenkamp, Hagedorn-Hansen, & Oosthuizen (2017), o grande objetivo desta ferramenta é tornar o processo organizacional transparente, ou seja, tornar a informação visível a todos os membros de uma organização. A informação é habitualmente apresentada através de ferramentas de gestão visual digitais, uma vez que estas têm uma taxa de atualização de milissegundos.

Segundo Galsworth (1997), é uma abordagem de gestão que utiliza um ou mais dispositivos visuais para dar, sinalizar, limitar ou garantir uma comunicação eficaz, tornando o espaço de trabalho visual capaz de se autoexplicar, autorregular, autoexplicar e auto-aperfeiçoar, compartilhando informação vital para o desempenho de uma tarefa de modo a garantir que se faça o que é suposto. Pinto (2008) complementa que a gestão visual consiste na utilização de meios visuais que permitam conhecer instantaneamente a situação das operações e ações que os trabalhadores devem tomar caso algo ocorra de forma errada.

Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos (2009) acrescentam que a gestão visual é abordagem altamente prática com numerosas soluções visuais para diferentes práticas de gestão. A identificação das necessidades específicas de uma organização facilita o encontro das diferentes ferramentas visuais que poderão ser necessárias.

A informação pode ser difundida de várias formas e através de qualquer sentido: gosto, tato, olfato, audição e visão (Beynon-Davies & Lederman, 2017). Como exemplo de meios visuais, a informação pode ser transmitida através de indicadores em forma gráfica, etiquetas, códigos de cor, sendo estes facilmente reconhecíveis, tornando a comunicação simples e compreensível, criando um ambiente de trabalho mais agradável (Ramdass, 2015). Também podem ser utilizados níveis de stock e instruções de trabalho.

Segundo (Galsworth, 1997), um espaço de trabalho visual é a linguagem da produção *Lean* tornada visual. A gestão visual consiste num mecanismo que possibilita a melhoria contínua, podendo ser encarada como o veículo para interpretar o desempenho atual de um sistema tendo um importante papel na produção, qualidade, segurança e serviço ao cliente (Bateman, Philp, & Warrender, 2016).

2.5.3 *Kanban*

A palavra *Kanban* é de origem japonesa e significa cartão ou sinal visual que passa entre diferentes postos de trabalho. Trata-se de uma ferramenta de controlo do fluxo de materiais, pessoas e informação no *gemba* (chão de fábrica), garantindo o funcionamento do sistema *pull* (Gupta, Al-Turki, & Perry, 1999).

Esta ferramenta de gestão de produção permite contrariar a tendência das empresas de produzir em excesso, uma vez que permite produzir apenas o produto pretendido pelo cliente e não qualquer outro no momento em que este é encomendado (nem antes nem depois) e na quantidade encomendada (nem mais nem menos) (Courtois et al., 2003).

O *kanban* é um sistema de produção em pequenos lotes. Cada lote é armazenado em recipientes uniformizados, contendo um número de peças definido. Para cada lote mínimo contido no contentor, existe um cartão *kanban* correspondente. As peças dentro dos recipientes, acompanhadas pelo seu cartão, são movimentadas através dos centros de trabalho, sofrendo as várias operações do processo (Pinto, 2008).

A vantagem do sistema *kanban* é a habilidade deste controlar a produção. Segundo Courtois et al. (2003), um posto de trabalho a montante produz apenas o que lhe é solicitado pelo posto de trabalho a jusante que, por sua vez, só deve produzir o que lhe é solicitado pelo posto a jusante e assim sucessivamente. O posto mais a jusante só deve produzir o suficiente para dar resposta a procura dos clientes. Na Figura 6 é apresentado o funcionamento de um sistema *Kanban*, em que fluxo físico de produtos é sobreposto pelo fluxo inverso de informações (o fluxo de informações controla o fluxo de materiais).

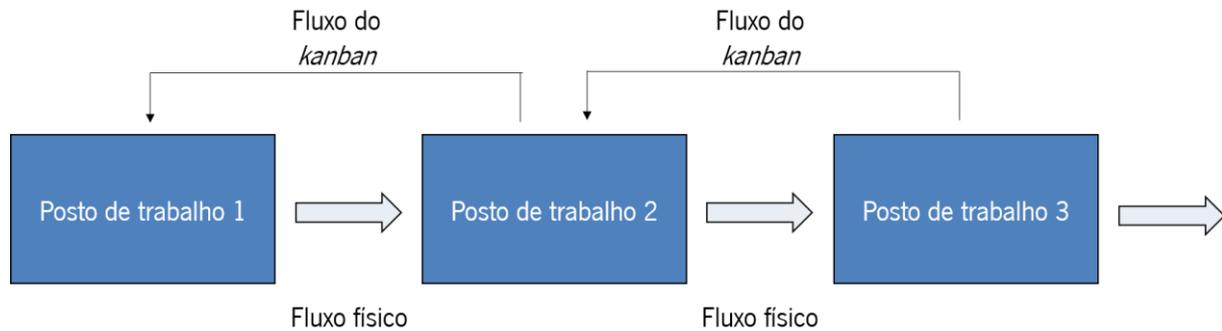


Figura 6. Funcionamento de um sistema Kanban (adaptado de Courtois et al. (2003))

Segundo Pinto (2008), a essência do *kanban* está na transmissão da informação de forma simples e visual para manter em funcionamento um sistema de produção puxado. Após satisfazer esta condição, o um sistema kanban pode adquirir várias formas diferentes, dependendo das características das operações do local onde será implementado. Algumas das principais formas de *kanban* são as seguintes:

- Sistema de duas caixas: são colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário no bordo de linha, tendo fixado, em cada um deles, um *kanban* do tipo cartão. O contentor é recolhido quando fica vazio e devolvido ao bordo de linha com o mesmo material, na quantidade indicada na etiqueta;
- Kanban eletrônico: o sinal é transmitido através do sistema de informação da empresa;
- Indicação luminosa: o operador aciona um comando luminoso no seu posto de trabalho cada vez que consome o produto. O sinal é transmitido até a estação de produção desse material, onde será acesa uma luz para cada unidade a ser produzida. Posteriormente, o operador da estação de trabalho fornecedora aperta um botão por cada unidade produzida, de forma a que luzes se vão apagando.

2.5.4 *Kaizen*

Em 1986, surge pela primeira vez o conceito de *Kaizen*, na obra de Imai Masaaki: "*Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*". *Kaizen* é a palavra em japonês para melhoria contínua.

Segundo Štefani, Tošanović, & Hegedić (2012), o *Kaizen* visa a criação de mais valor acrescentado e também a eliminação dos desperdícios. Pode também ser entendido com uma forma sistematizada para a redução dos custos, não sendo este o seu principal objetivo. Apesar dos seus resultados se refletirem a nível de custos, o *Kaizen* enfatiza em diferentes maneiras de pensar.

Lareau (2003) afirma que os eventos *Kaizen* visam treinar a participação dos funcionários neles. Aquando a participação nestes eventos, os funcionários desenvolvem as suas capacidades de resolução dos

problemas e, ao mesmo tempo aumentam a sua motivação para participar em atividades de melhoria (Štefani et al., 2012). Deste modo, é assegurada a participação de todos os níveis de uma organização, desde os funcionários até à gestão de topo.

De acordo com Shingo (2007), o sucesso das atividades *Kaizen* dependem da capacidade de resolução de problemas das pessoas envolvidas no projeto. A resolução de problemas (*problem solving*) é também usada como uma ferramenta dentro dos *Kaizen workshops*, sendo esta dividida em três etapas: encontrar o problema; clarificar o problema; encontrar a causa do problema.

Apesar de um estabelecimento prévio dos objetivos a alcançar a melhoria, a condição alvo em vista e o caminho para a atingir não é prevista com exatidão. Sendo assim, este caminho tem que ser encontrado experimentando. De forma a conduzir estas experiências é usada uma ferramenta confiável denominada Ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*) criado por Shewart, podendo ser observado na Figura 7.

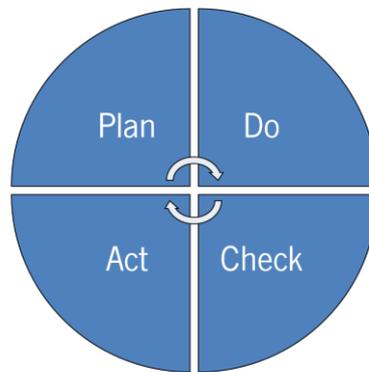


Figura 7. Ciclo PDCA

Rother (2009) define as diferentes fases este ciclo como:

- *Plan* (Planear): através da análise de informação são identificados os problemas e definido de um plano de ações a implementar para obter as metas e objetivos a alcançar;
- *Do* (Fazer): é implementado do plano definido anteriormente;
- *Check* (Verificar): compara-se os resultados alcançados com os resultados expectados;
- *Act* (Atuar): padroniza-se o processo melhoria e definem-se novas metas e objetivos para novos ciclos de melhoria.

2.5.5 Trabalho normalizado

Segundo Krichbaum (2008), os princípios *Lean* e o fluxo de produção não funcionam bem se toda a gente puder escolher o método ou sequência com que fará o trabalho. Como consequência a qualidade diminuirá e a produtividade decrescerá. Para contrariar estas variações, recorre-se à aplicação do *standard work*, em português, trabalho normalizado.

O trabalho normalizado é um conjunto de procedimentos de trabalho que estabelece os melhores e mais confiáveis métodos e sequências para cada processo e cada trabalhador. Tem como objetivo maximizar o desempenho enquanto minimiza o desperdício nas operações de cada pessoa na carga de trabalho (Team, 2002).

Para Míkva, Prajová, Yakimovich, Korshunov, & Tyurin (2016), o objetivo do *standard work* é levar a cabo ações sem erros, à primeira tentativa, eficientemente e sem desperdícios. Nos *standards* é descrito precisamente o que é necessário para desempenhar um trabalho.

Posto isto, o processo de normalização é um elemento chave do *Lean Manufacturing*, sendo considerado a base para a melhoria contínua (*kaizen*). É um processo infundável, uma vez que sempre que exista qualquer tipo de melhoria ou mudança nos processos, a sua implementação só termina com o desenvolvimento de *standards* (Míkva et al., 2016).

Míkva et al. (2016) afirma que os *standards* devem ser de fácil compreensão e, para isso devem apresentar as seguintes características: brevidade máxima (apenas conter instruções estritamente necessárias para os operadores); simplicidade e visualização (o trabalhador deve encontrar e perceber de imediato as instruções necessárias); possibilidade de mudanças rápidas nos parâmetros dos processos; clareza (garantir que todos os trabalhadores tenham todas as atividades relevantes no processo); habilidade para monitorizar a implementação dos *standards* e os seus impactos nos processos.

O trabalho normalizado apresenta diversos benefícios, tais como: documentação do processo corrente; redução da variabilidade dos processos introduzida pelos trabalhadores; redução de custos; facilidade na formação de novos trabalhadores e linha de base para novas atividades de melhoria (Krichbaum, 2008).

Segundo Monden (1998), existem três elementos essenciais do trabalho normalizado:

- Tempo de ciclo normalizado: tempo padrão para a produção total de um produto. O cumprimento deste elemento é importante, uma vez que se a produção for mais rápida do que

é suposto origina-se excesso de inventário, caso contrário se a produção for mais lenta o processo seguinte é atrasado e a procura não é satisfeita no momento exato;

- Sequência de trabalho normalizada: conjunto de atividades sequenciais que representam a melhor forma de executar o trabalho. O cumprimento desta sequência por parte dos operadores permite reduzir variações nos tempos de ciclo.
- Inventário *WIP* normalizado: quantidade mínima de stock que permite ao operador executar as suas operações sem ocorrer interrupção do fluxo de produção.

2.6 Liderança *Lean*

Atualmente, a produção *Lean* tem-se tornado o estado de arte nas empresas de produção. Mesmo assim, poucas empresas são bem-sucedidas em sustentar a melhoria contínua do processo. Posto isto, e apesar das implementações *Lean* constituírem motivo de sucesso para muitas empresas, as suas melhorias apenas têm alcançado resultados a curto prazo, estagnando ao fim de alguns anos.

Por um longo período de tempo e, mesmo atualmente, é comum considerar que o trabalhador é apenas outro fator de produção que as organizações exploram, de forma a obter a sua máxima utilização (Alves, Dinis-Carvalho, & Sousa, 2012).

Surge então a abordagem *Lean leadership*, definido por Dombrowski & Mielke (2013) como um sistema metódico para uma implementação sustentável de métodos e uma melhoria contínua do processo. Descreve a cooperação dos funcionários e líderes na sua procura pela perfeição.

De acordo com Mann (2009), o grande desafio passa por mudar o comportamento e o *mindset* dos funcionários e líderes, surgindo assim um desenvolvimento na cultura. Segundo Womack et al. (1990), o envolvimento dos funcionários é crucial nos sistemas de produção *lean*, uma vez que estes são os primeiros a notar desvios dos standards e são os que sabem melhor sobre os defeitos e distúrbios, sendo estes considerados como o fator chave para um sucesso sustentável (Mize, Nightingale, Taneja, & Tonaszuck, 2000).

2.7 Benefícios da implementação do *Lean Manufacturing*

O momento que as organizações atualmente vivem reforça a necessidade da adoção da metodologia *Lean*. Através da adoção desta é possível obter uma melhor capacidade competitiva, uma vez que é alcançado um melhor desempenho a custos mais baixos, sendo assim possível atingir a excelência. O

recurso às ferramentas e princípios *Lean* permite a melhoria dos processos de uma organização conforme vários trabalhos o têm demonstrado.

Segundo Melton (2005), existem bastantes benefícios após a adoção desta metodologia: redução dos prazos de entrega; redução de inventário; melhor compreensão do processo; processos mais robustos; menos desperdícios nos processos; menos retrabalho; poupança financeira.

Pinto (2008) vai mais longe apresentando um estudo mais concreto, apresentando os seguintes benefícios:

- Crescimento do negócio – valores superiores a 30% num ano;
- Aumento da produtividade – valores entre 20 a 30%
- Reduções dos *stocks* – valores típicos apontam para reduções superiores a 80%;
- Aumento do nível de serviço (ex. entregas a tempo) – valores entre 80 a 90%;
- Aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente.
- Redução dos defeitos: 90%;
- Maior envolvimento, motivação e participação das pessoas;
- Redução de acidentes de trabalho: 90%;
- Redução de espaço ao nível do *shop floor* – valores na ordem dos 40%;
- Aumento da capacidade de resposta por parte da empresa;
- Redução do *lead time* – valores típicos de 70 a 90%.

A título exemplificativo, Lingam, Ganesh, & Ganesh (2015) abordam a implementação de várias ferramentas *Lean* numa indústria têxtil de fabricação de camisolas, tendo verificado uma redução de 20% do tempo de ciclo, um aumento de produção de 30% e uma poupança de 1.800€ por mês com recurso ao VSM e *Kaizen*. Após a aplicação dos 5S numa empresa automóvel Veres et al. (2017) verificaram que a fábrica se tinha tornado num espaço mais limpo, a segurança do espaço de trabalho e a qualidade dos produtos tinha aumentado, os problemas eram mais fáceis de detetar e prevenir, os desperdícios e os custos tinham reduzido, o produto satisfazia as necessidades do cliente da forma mais eficiente. Após a utilização de ferramentas *Lean* para melhorar uma linha de montagem, Nee, Juin, Yan, Theng, & Kamaruddin (2012) verificaram uma redução de 81,64% do tempo inativo e uma poupança de 40% de mão de obra.

Os benefícios da implementação do *Lean* não se cingem apenas ao chão de fábrica e às operações. Segundo Kilpatrick (2003), estes podem ser estendidos a três grandes categorias: melhorias

operacionais (as mais comuns e acima mencionadas), melhorias administrativas e melhorias estratégicas. Na Figura 8 são apresentadas as forças que sustentam o *Lean* e as que lhe resistem.

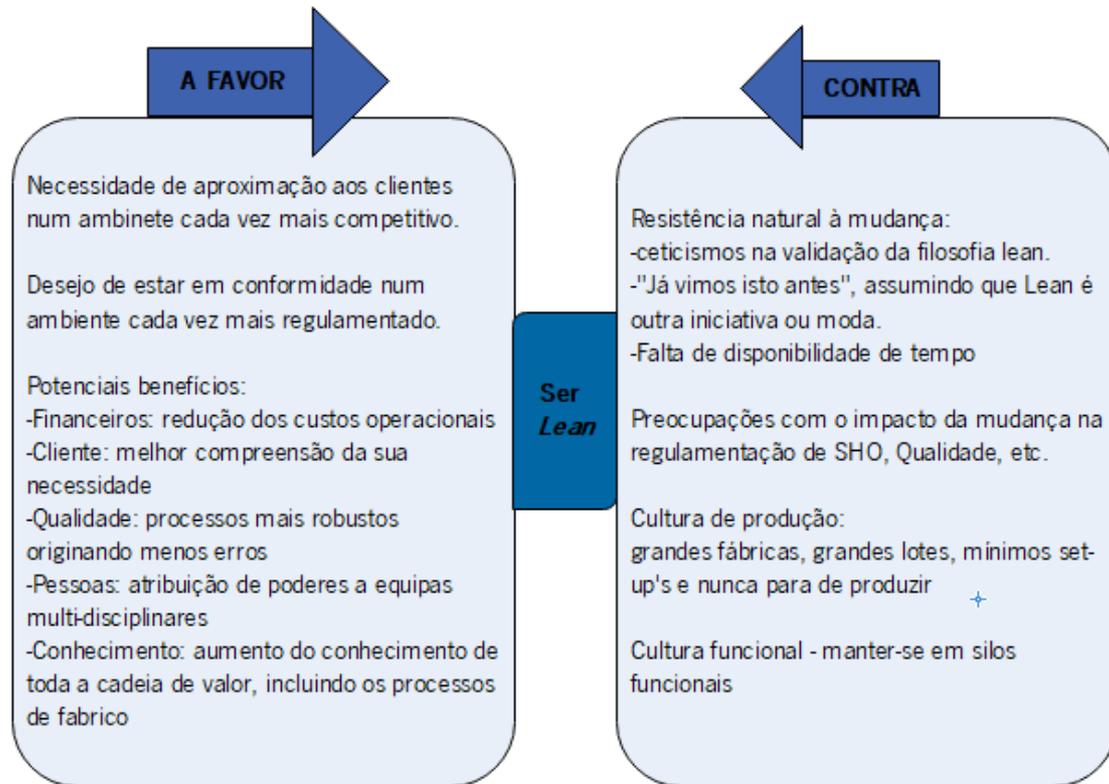


Figura 8. Forças que suportam e resistem à implementação *Lean* (adaptado de Melton (2005))

O pensamento *Lean* representa um verdadeiro desafio, uma vez que a sua aplicação requer grandes alterações. Melton (2005) afirma que a maior força de resistência nas indústrias de processo é a aversão inicial à mudança. Apesar disso, as forças que sustentam o *Lean* são superiores às que lhe resistem.

3. CASO DE ESTUDO

Neste capítulo será feita uma apresentação e caracterização da empresa onde o projeto foi desenvolvido – José Júlio Jordão, Lda. Assim, é realizada a identificação da empresa, serão identificados os principais marcos de desenvolvimento ao longo dos seus anos de história, as suas principais metas e valores e missão pela qual esta se rege. Por fim, será também descrito sucintamente o funcionamento do sistema de produção e o fluxo de matérias e informação.

3.1 Identificação da empresa

A José Júlio Jordão, Lda é uma empresa produtora de equipamentos de refrigeração industrial. Encontra-se situada no Parque Industrial de Ponte, em Guimarães. Apresenta-se no mercado pela marca Jordão Cooling Systems. Ao longo desta dissertação a empresa será referida como Jordão.

Atualmente, na empresa trabalham 170 trabalhadores numa área de 10.000 m². Na Figura 9 é apresentada a fachada da empresa.



Figura 9. Fachada da empresa

3.2 História da empresa

A José Júlio Jordão, Lda foi fundada em Guimarães no ano de 1982 por um pequeno grupo de profissionais com elevada experiência na indústria da refrigeração comercial, liderados pelo Sr. José Júlio Jordão. Desde então que inova, desenvolve e produz equipamentos de refrigeração, criando assim soluções de excelência para a conservação e exposição alimentar.

Em 1996 a empresa foi certificada pelo Instituto Português da Qualidade pelas normas ISO 9000:1.

Em 2006 a empresa foi distinguida no estudo das melhores empresas para trabalhar em Portugal, distinção que tem sido quase sempre mantida ao longo dos anos.

Tendo como pilares o crescimento, a rentabilidade e a sustentabilidade a empresa tem registado um assinalável crescimento e alcançando uma posição de líder no mercado nacional e uma presença crescente no mercado internacional, sendo especialista em produtos e serviços no canal HORECA e alimentar, aliando a tecnologia ao design.

Em 2012 equipou mais de 3.500 pontos de venda e exportou mais 70% da sua produção para os 5 continentes.

A empresa tem como política a concentração na criação e execução de produtos que satisfaçam as necessidades reais dos clientes, providenciado um serviço excelente, realizado em condições de segurança e valorizando o ambiente, na procura da melhoria contínua.

3.3 Principais produtos e clientes

Como referido anteriormente, a empresa produz equipamentos de refrigeração comercial, equipamentos esses que podem ser utilizados em diversos setores, desde a hotelaria, restauração, distribuição, passando ainda pelo retalho alimentar.

Estes equipamentos podem ser divididos em 5 classes principais: vitrinas, murais, balcões, armários e bancadas. No entanto, a empresa também produz expositores, saladetes, não correspondendo a uma grande percentagem de vendas. Na Figura 10 são apresentados alguns produtos da empresa.



Figura 10. Alguns produtos da Jordão

A empresa oferece aos seus clientes a oportunidade de customizar os seus produtos, essencialmente, a nível estético e dimensional. O elevado interesse na customização por parte dos clientes origina uma grande diversidade de produtos na empresa, em quantidades reduzidas, por vezes, apenas um produto. Por conseguinte, a secção de montagem, é uma das secções de produção críticas na empresa, uma vez que possui um complexo fluxo de materiais, proveniente praticamente de todos os setores produtivos

Os clientes da José Júlio Jordão, Lda passam por unidades de restauração como restaurantes, pastelarias e confeitarias, supermercados e hipermercados e também por talhos e charcutarias. Na Figura 11, são então apresentadas as principais marcas de clientes da empresa.



Figura 11. Principais clientes da Jordão

3.4 Descrição geral do sistema produtivo

Nesta secção será descrito o funcionamento de cada setor produtivo da empresa, sendo identificados os vários fluxos de materiais entre eles. Será também abordado o fluxo de informação desde que é realizada uma encomenda por parte de um cliente até o lançamento das ordens de produção aos diversos setores.

3.4.1 Identificação das Unidades Produtivas

A empresa é constituída por 3 edifícios, estando dividida em 4 unidades produtivas. Na Figura 12 são apresentadas as unidades produtivas da empresa e o fluxo de materiais entre as diferentes unidades de produção. O primeiro edifício é constituído pela unidade 1 e 2, o segundo edifício com a unidade 3 e o terceiro edifício pela unidade 4.

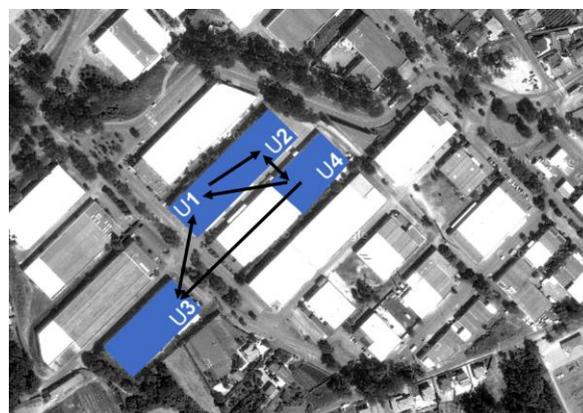


Figura 12. Fluxo de materiais entre as unidades produtivas

As unidades 1 e 2 são integradas pelos setores de produção e pela área administrativa. O primeiro piso é dividido em 7 setores de produção: fabrico, injeção, preparação de subconjuntos de montagem, montagem de móveis, pós-montagem, embalagem e engradamento. No segundo piso situa-se a área administrativa. A unidade 3 conta com os setores da marcenaria e serralharia. A unidade 4 destina-se ao armazém de produtos acabados, armazém de matérias-primas e de componentes consumíveis.

3.4.2 Fluxo produtivo

A Jordão encontra-se dividida em 10 setores de produção: maquinação, serralharia, injeção, marcenaria, preparação de subconjuntos de montagem, montagem de móveis, acoplamento ou pós-montagem, embalagem e limpeza e engradamento. O fluxo de materiais entre os diferentes setores é apresentado na Figura 13.

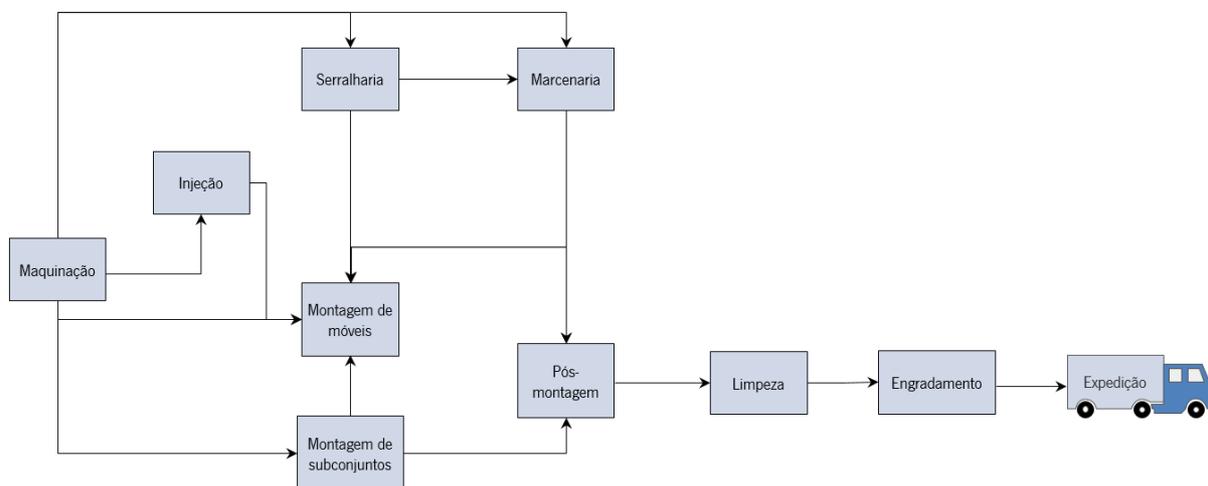


Figura 13. Fluxo de materiais na Jordão

Na maquinação são executadas diversas operações como: corte, quinagem e soldadura de chapa. As peças daqui maquinadas são encaminhadas para destinos diferentes de acordo com a sua finalidade. Podem seguir diretamente para a serralharia, montagem de subconjuntos, montagem de móveis ou para a lacagem interna. Caso necessitem de isolamento térmico, são encaminhadas para a injeção.

A serralharia é dividida em dois subsetores: o subsetor das construções soldadas e o subsetor do corte de perfis. No subsetor das construções soldadas ocorre o corte de tubos e soldadura dos mesmos. No segundo subsetor executa-se o corte dos perfis de alumínio e de PVC, sendo estes enviados diretamente para a montagem dos móveis, ou para a marcenaria.

Na injeção, ocorre a injeção de poliuretano (componente de isolamento) nos componentes metálicos dos móveis, previamente maquinados. Este processo pode ser realizado manualmente, numa prensa hidráulica, ou num conformador, dependendo da dimensão e do tipo de componente a injetar.

A montagem de conjuntos é constituída por 5 subsectores, designados por sectores auxiliares ou centros de trabalho fornecedores. Cada um deles tem uma função particular, sendo elas: quadros eléctricos, evaporadores, montagem de caixas de ventiladores, preparação de gambiarras e de grupos compressores. Os subconjuntos são fornecidos à secção da montagem de móveis e à pós-montagem.

Na marcenaria é realizado o corte e maquinação dos lateais decorativos e também o processo de lacagem interna da empresa.

No sector de montagem, os conjuntos de componentes provenientes dos restantes sectores de produção são montados. Este sector encontra-se dividido em duas linhas de montagem, estando a primeira dividida em 6 postos de trabalho e a segunda em 4 postos de trabalho.

Na pós-montagem realiza-se o acoplamento de móveis que vão ser interligados, são feitos testes eléctricos para aprovação, tiram-se fotos para enviar para ao cliente, procedendo-se à sua desmontagem para facilitar o seu transporte. No sector de embalamento, os produtos aprovados são limpos e embalados separadamente e, por fim, engradados, estando assim prontos para a expedição.

3.4.3 Caracterização do fluxo de informação

A Jordão responde às necessidades de procura produzindo por encomenda, ou seja, o desencadear de todo o processo produtivo começa após o recebimento de uma encomenda. Podem ser atribuídas duas classificações para as encomendas: encomendas standard ou encomendas especiais (não standard). O primeiro tipo refere-se às encomendas cujos produtos requeridos se encontram no catálogo standard. Pelo contrário, o segundo tipo refere-se às encomendas cujos produtos necessitam de modificações especiais a pedido dos clientes.

O recebimento de encomendas, via e-mail ou por telefone, é responsabilidade do departamento comercial. É este também que lança as encomendas no software de gestão da empresa, o Navision (ERP- *Enterprise Resources Planning*). A edição de artigos no *software Navision* permite atribuir códigos e estruturas (desenho técnico) a todos os artigos necessários para o processamento das encomendas.

O processo de edição de encomendas no Navision, depende do tipo de encomenda a processar, no caso de uma encomenda standard, a atribuição de códigos e estruturas é processada automaticamente, ficando a mesma disponível para o planeamento da produção.

No que concerne às encomendas especiais, o departamento comercial atribui-lhe códigos especiais. Por serem especiais, ainda não se encontram ligados à sua estrutura (lista de materiais e desenho técnico), então é necessário que sejam enviados para o departamento de engenharia de produto, para que sejam

convertidos em códigos standard, ou seja, são desenvolvidos os seus desenhos técnicos e respetivas listas de materiais. A partir desta fase, as encomendas encontram-se disponíveis para o planeamento da produção.

O planeamento da produção recebe diariamente as encomendas, para efetuar o cálculo da capacidade e consequente carga a atribuir às linhas de montagem. Assim, é possível definir-se uma previsão das datas de entrega das encomendas. O fecho do planeamento ocorre semanalmente, todas as quartas-feiras, considerando as encomendas recebidas até ao momento e a distribuição das mesmas às linhas de montagem.

Após o fecho do planeamento procede-se à emissão das ordens de produção, este processo é realizado sequencialmente, mediante as precedências entre cada sector produtivo. As ordens de produção de qualquer produto ou artigo produzidos na empresa são acompanhadas pelos respetivos desenhos técnicos, listas de materiais, indicações sobre a matéria-prima, quantidade a produzir e gama operatória. A emissão das ordens de produção por setor é realizada de forma sequenciada. Na Figura 14 é apresentado o diagrama de Gantt com desfasamento temporal da emissão de ordens de produção por setores.

Setores	Dias após fecho do planeamento											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serralharia	█											
Maquinação			█			█						
Marcenaria						█						
Montagem grupos compressores						█						
Montagem evaporadores						█						
Injeção						█						
Montagem caixas de ventilação							█					
Montagem quadros elétricos							█					
Montagem gambiarras							█					
Montagem de móveis								█				

Figura 14. Diagrama de Gantt

Inicialmente, após o fecho do planeamento são emitidas ordens de produção para os setores: maquinação, serralharia e marcenaria. É também enviado ao departamento de logística as necessidades de subcontratação de pintura electroestática e de corte a laser.

Na terça-feira seguinte ao fecho do planeamento é realizada uma análise das encomendas planeadas, tendo em conta possíveis alterações ou anulações de que tenham surgido. É nesta fase que são emitidas ordens de produção e listas de acompanhamento para o setor de subconjuntos injetados e para os subsectores de montagem de grupos compressores e evaporadores, paralelamente são também enviadas para o departamento de logística as listas de separação de materiais. Os subsectores de montagem de ventiladores e montagem de quadros elétricos recebem as ordens à quarta-feira seguinte.

Por último, o setor de montagem de móveis só recebe as ordens de produção uma semana depois do planeamento, às quintas-feiras com a programação para a semana seguinte, esta programação inclui uma lista de produtos que devem ser produzidos na próxima semana, sem sequência pré-definida.

Consequentemente, o lead time mínimo de produção é em média de 12 dias (2 dias da Serralharia + 5 dias da Maquinação + 5 dias da montagem de móveis). Tal como as encomendas, os clientes também podem ser classificados segundo dois tipos: cliente normal e cliente especial. Cada tipo cliente tem associados prazos de entrega diferentes e consequentemente ordens de produção prioritárias. Uma encomenda especial para um cliente normal tem um prazo de entrega médio de 22 dias, já uma encomenda normal para um cliente especial tem um prazo de entrega médio de 12 dias. No caso dos clientes normais, uma encomenda normal tem um prazo de entrega médio de 22 dias, variando consideravelmente o prazo das encomendas especiais

Na Figura 15 é apresentado no *Business Process Model and Notation* (BPMN) do fluxo de informação da empresa.

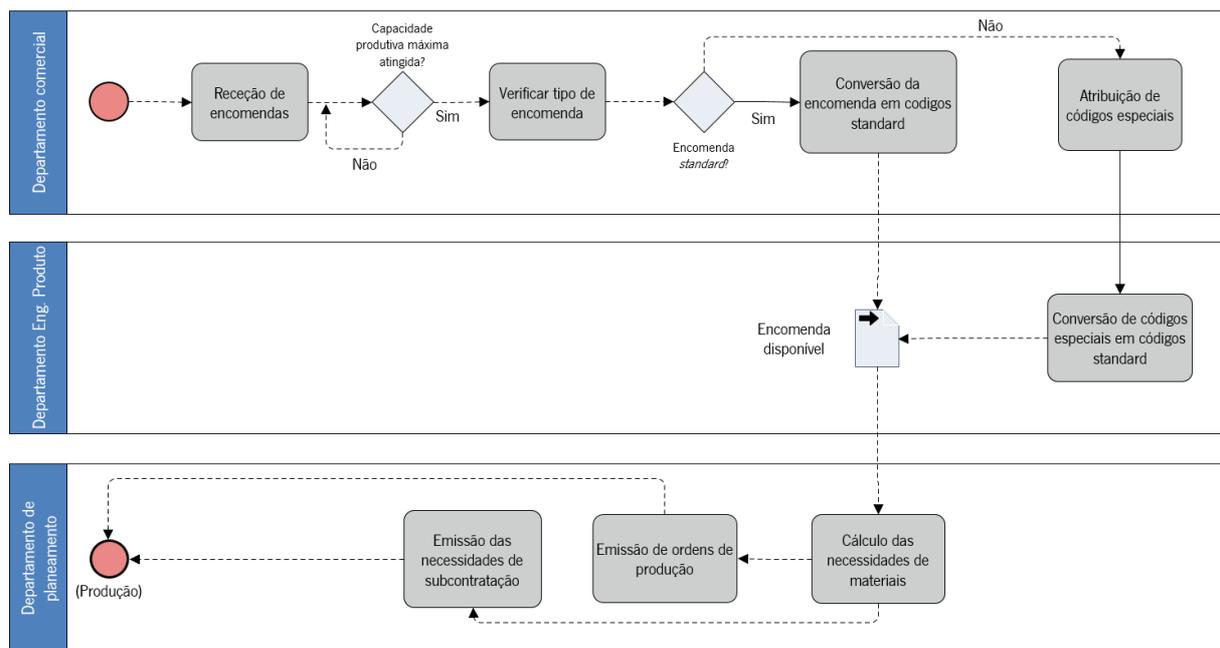


Figura 15. BPMN do fluxo de informação da empresa

3.5 Produtos, subconjuntos e componentes

Os produtos na Jordão podem dividir-se em 4 grandes famílias de venda principais: vitrinas, murais, bancadas e armários. Dentro de cada família existem várias variações do produto, no que concerne fundamentalmente ao *design*, o sistema termodinâmico, e o tipo de utilização do móvel. Relativamente

ao design, as vitrinas podem ser por exemplo: E-line, Prestige, Daisy, etc. Os murais também podem ser divididos quanto ao seu *design*, como por exemplo, Primus ou Colombus.

No que respeita ao sistema termodinâmico, um móvel pode classificar-se em três categorias: refrigerado, aquecido e neutro, não tendo o último sistema termodinâmico.

Existem ainda variações relativas à finalidade do produto dependendo do que estes vão expor, existindo vitrinas específicas para a exposição de gelados, bolos, carnes ou saladas. Os murais tanto podem ser específicos para armazenar peixe ou charcutaria. Para sintetizar, na Tabela 1 é apresentada uma classificação principal dos produtos.

Tabela 1. Classificação dos produtos da Jordão

Grande Família	Família	Subfamília
Vitrinas	Columbus, Daisy, E-line, Europa Plus, Expo, Fresh-Liner, Fundador I,	Refrigerado
	Hiper do Futuro, Kubo, Lucis, Minimal, Prestige, Pronto, Pura, Repus4,	Aquecido
	Super Líder II, Universal, Vista	Neutro
Murais	Castelo, Columbus, Fundador Plus, Fundador Slim, Futuro, United, Primus, Pronto	
Bancadas	Next, Plus, Counter Line	
Armários	Next	
Outros	Saladete, Retro, Escaparate, Sancas	

Qualquer produto na Jordão é constituído por subconjuntos, ou seja, por artigos montados nos vários setores da empresa, e por componentes consumíveis ou componentes por encomenda. Na Figura 16 encontram-se apresentados os tipos de componentes e subconjuntos.

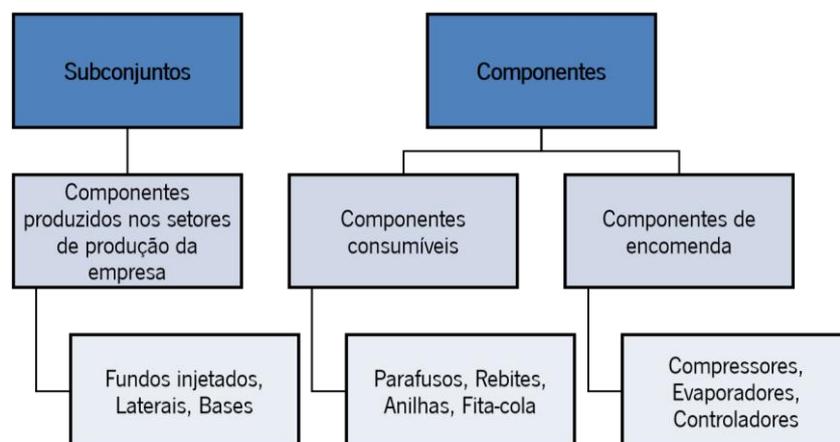


Figura 16. Tipos de subconjuntos e componentes

Um móvel é constituído essencialmente por 4 elementos: uma carcaça ou plataforma, um sistema termodinâmico, um sistema elétrico e pela parte decorativa. Na Figura 17 são especificados os principais constituintes de cada elemento.

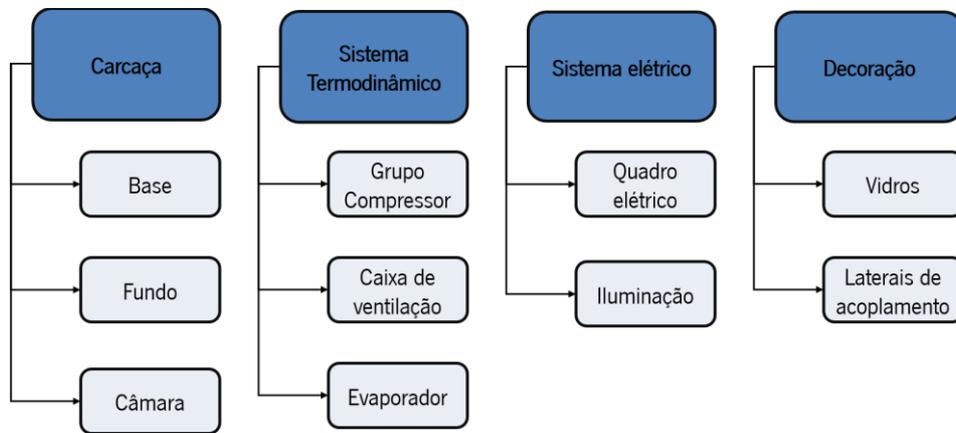


Figura 17. Constituição dos produtos da Jordão

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Este capítulo inicia-se pela apresentação do setor de montagem da Jordão, sendo este o setor sugerido pela empresa para alvo de estudo. Foi realizada uma análise crítica da situação atual onde são diagnosticados os problemas presentes tanto a nível de produtos como em relação ao fluxo de pessoas e materiais. Por fim, sintetizam-se os problemas encontrados, para os quais são apresentadas propostas de melhoria no capítulo seguinte.

4.1 Setor de montagem

A montagem dos móveis é composta em 6 etapas: duas montagens mecânicas (1 e 2), uma montagem termodinâmica, duas montagens elétricas (1 e 2) e acabamentos. Na Figura 18 encontram-se esquematizadas as etapas do processo produtivo.

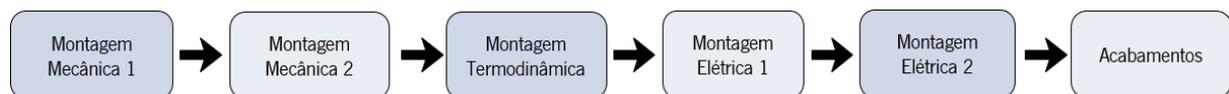


Figura 18. Processo de montagem dos móveis

O setor de montagem dos móveis é constituído por duas linhas de produção. As duas linhas de montagem estão configuradas para produzir qualquer tipo de produto, tratando-se assim de linhas de artigos misturados, uma vez que produzem várias famílias de produtos. De qualquer das formas existe uma alocação pré-definida de produtos às duas linhas de montagem:

- A linha 1 destina-se a produzir essencialmente à produção vitrinas (família E-line, Kubo, Lucis, Prestige, Vista), alguns murais e bancadas;
- A linha 2, designada linha híper, tende a produzir os produtos de maiores dimensões, estando encarregue da maior parte dos murais (Columbus, Hiper do Futuro, United) e das vitrinas de maiores dimensões ou de maior complexidade termodinâmica.

A linha 1 é composta por 6 postos de trabalho, contando com 8 trabalhadores. A linha 2 é dividida em 3 postos de trabalho e conta com 6 trabalhadores. Na linha 1, os 6 postos de trabalho correspondem exatamente às 6 etapas do processo produtivo descritas anteriormente. No caso da linha 2, o posto de trabalho 1 realiza as montagens mecânicas, o posto de trabalho 2 executa a montagem termodinâmica e as montagens elétricas e o posto de trabalho 3 realiza os acabamentos.

Na Figura 19 é apresentada a implantação das linhas 1 e 2, com a representação dos diferentes postos de trabalho e o fluxo de móveis. Posteriormente, serão explicadas detalhadamente as tarefas alocadas a cada posto de trabalho.

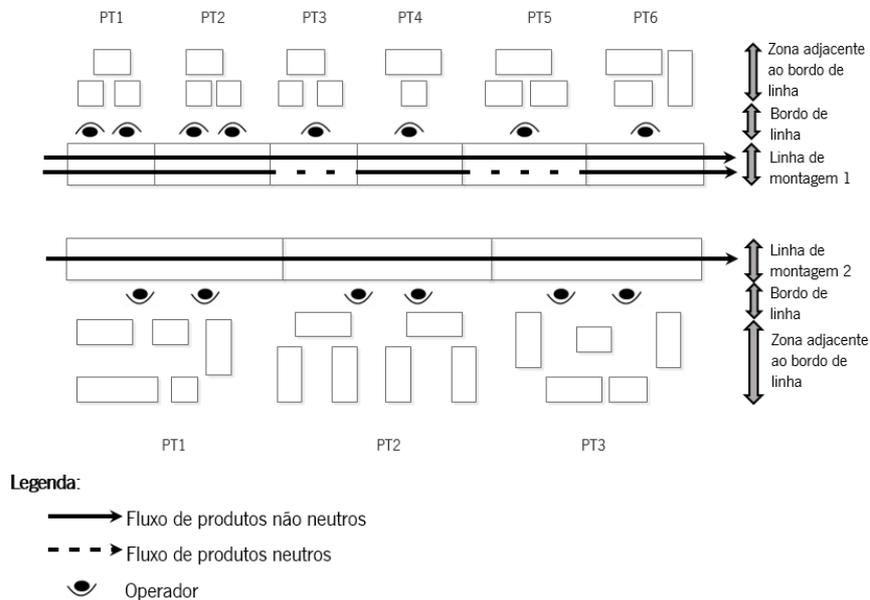


Figura 19. Implantação das linhas de montagem 1 e 2

Na montagem mecânica 1, é realizada a montagem da plataforma, fixação das bases, tampos e câmaras da vitrina. Apesar de existir uma folha com a sequência de entrada de móveis na linha de montagem, por vezes é o operador que decide a ordem de entrada dos produtos em linha, devido à falta de materiais que às vezes ocorrem, impedindo a montagem do móvel. A escolha do produto a entrar ocorre sem que o operador saiba se estão reunidas as condições ideais de trabalho, ou seja, se existem todos os materiais necessários para a produção do mesmo nos restantes postos de trabalho. Enquanto houver espaço na linha, este continua a introduzir novos artigos. Na montagem mecânica 2 são montados os laterais.

Na montagem termodinâmica é montado o circuito termodinâmico no móvel, soldando o grupo compressor aos evaporadores.

Na montagem elétrica 1 são realizadas as ligações elétricas no painel de comandos, ou seja, os grupos compressores, os ventiladores e o kit de evaporação são ligados eletricamente. Na montagem elétrica 2 é realizada a programação do controlador e a introdução e ligação do termómetro digital e respetiva sonda. É também neste posto que se executa a inserção de gás, teste de fugas e limpeza do circuito termodinâmico do móvel.

Para finalizar a montagem do produto, são feitos os acabamentos mecânicos.

Os produtos neutros, sem sistema termodinâmico, não necessitam das operações da montagem termodinâmica e da montagem elétrica 2, uma vez que não possuem sistema termodinâmico. Daí a transposição destes postos na linha 1 na imagem anterior.

A ordem de entrada de móveis na linha é realizada pelo planeamento da produção que elabora um ficheiro com a sequência de entrada de móveis que é entregue nas linhas de montagem.

4.2 Abastecimento de materiais às linhas

O processo de abastecimento de materiais pode ser dividido em dois tipos: abastecimento de produtos semiacabados e abastecimento de componentes. Neste subcapítulo será explicado detalhadamente como se processam os dois tipos de abastecimento, inclusive o operador que o realiza e como o realiza.

4.2.1 Abastecimento de semiacabados

O processo de transporte de produtos semiacabados ou subconjuntos pode dividir-se em dois tipos: interno e externo. O transporte interno refere-se ao transporte dentro da mesma unidade, pelo contrário, o transporte externo refere-se ao transporte entre unidades.

Internamente, o processo de abastecimento de materiais é realizado pelos operadores logísticos responsáveis por este processo. Através da listagem de separação semanal de artigos, estes à medida que passam junto dos setores de produção e havendo um carrinho com artigos semiacabados, a equipa logística efetua o transporte dos artigos para os setores a que estes se destinam.

Relativamente ao transporte externo, este é efetuado por um operador que transporta o material entre as diferentes unidades. Este pode recorrer a uma empilhadora, ou então a uma carrinha de caixa aberta.

4.2.2 Abastecimento de componentes

Os componentes, por exemplo os parafusos, os rebites e o silicone são transportados diretamente do armazém de matérias-primas para o setor de destino. A necessidade destes componentes nos postos de trabalho é determinada pelos próprios operadores da linha de montagem, ou seja, quando algum dos componentes esgota, estes preenchem uma folha de requisição de materiais. Esta é entregue ao chefe de secção, que por sua vez, entrega ao responsável pelo departamento de compras que envia uma requisição ao armazém de matérias-primas.

4.3 Análise crítica e identificação de problemas

Neste capítulo serão abordados os problemas identificados no setor de montagem de móveis. Para a análise dos problemas, o alvo de estudo foi a linha de montagem 1. Inicialmente, foi realizada uma análise ABC para selecionar um dos produtos mais significativos para a empresa. Posteriormente, foi realizada uma análise multi-momento que permitiu tirar algumas ilações sobre os desperdícios presentes na linha de montagem. Outros problemas foram identificados visualmente e outros recorrendo à análise de tempos.

4.3.1 Identificação da família de produtos a analisar

A José Júlio Jordão produz uma grande variedade de produtos. Na impossibilidade de estudar todos os produtos existentes, procedeu-se à seleção de um produto mais significativo para a empresa. Com este objetivo, foi elaborada uma análise ABC.

Segundo Jemelka, Chramcov, & Kříž (2017), a análise ABC é uma técnica de classificação, baseada no princípio de Pareto para determinar quais artigos devem ter prioridade na gestão do inventário de uma empresa. Neste contexto, foi realizada uma análise ABC para selecionar um produto como alvo de estudo. A classificação ABC permite distinguir um produto em três grupos:

- Classe A: corresponde a aproximadamente 20% dos artigos, mas equivale a 80% do valor total das vendas. São considerados os produtos mais importantes para a empresa;
- Classe B: são produtos ainda importantes, correspondendo a aproximadamente 15% do valor das vendas;
- Classe C: nesta classe encontram-se a maioria dos produtos, cerca de 50%, mas apenas correspondem a aproximadamente a 5% das vendas.

A análise ABC elaborada foi em relação ao valor das vendas dos produtos. A Tabela 2 e a Figura 20 representam um resumo dos resultados obtidos pela análise ABC.

Tabela 2. Resumo da análise ABC - valor de vendas 2017

Classe	Quantidade de modelos	% Artigos	% Valor de Vendas
A	12	25%	81%
B	9	19%	14%
C	27	56%	5%
Total	48	100%	100%

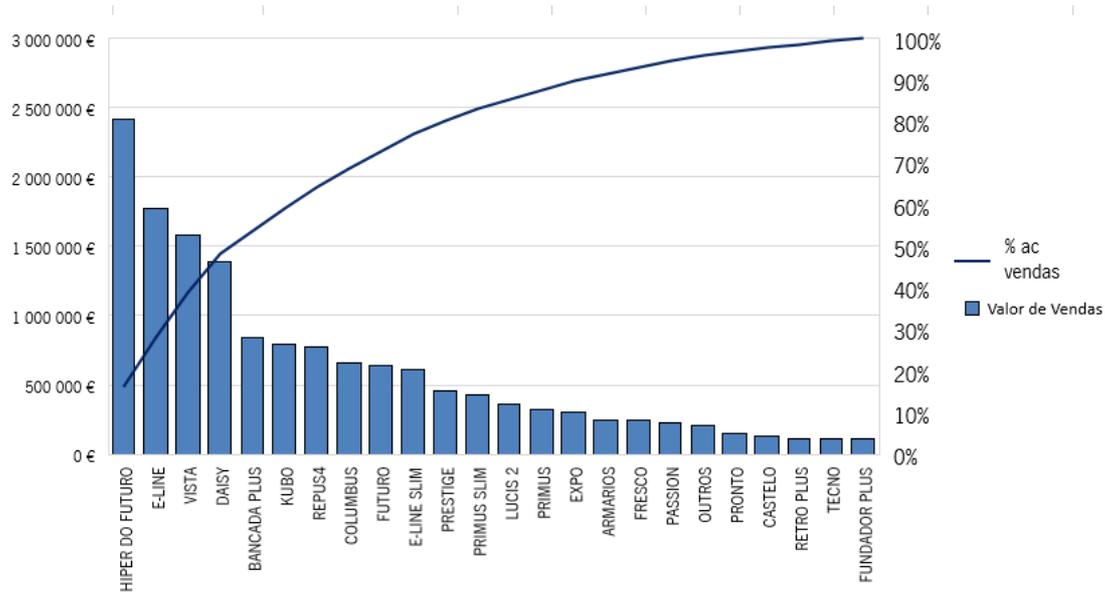


Figura 20. Análise ABC relativamente ao valor de vendas 2017

É possível concluir que 25% dos produtos da classe A correspondem a 81% do valor de vendas, 18% dos produtos da classe B correspondem a 14% do valor das vendas e 56% dos produtos da classe C correspondem a 5% do valor de vendas. Da totalidade de 48 modelos de móveis frigoríficos produzidos na Jordão, 12 modelos pertencem a classe A, sendo o modelo Hiper do Futuro, E-line e Vista, os mais importantes, uma vez que correspondem a um valor de vendas maior.

O modelo Hiper do Futuro é produzido na linha de montagem 2, logo foi excluído para estudo. Apesar dos dados relativos ao ano de 2017 indicarem uma maior percentagem de vendas do modelo E-line, optou-se pelo modelo Vista como alvo de estudo, uma vez que no momento era o produto com maior taxa de produção. Os resultados da análise ABC encontram-se no Anexo I.

4.3.2 Análise geral da linha de montagem

De modo a obter uma melhor compreensão do fluxo de materiais e de pessoas na secção de produção, foi realizada uma análise multi-momento na linha de montagem 1.

A análise multi-momento permite identificar facilmente a percentagem de atividades que acrescentam e não acrescentam valor ao produto. Para esta análise ser fiável é necessário que se faça um certo número de observações. Para calcular o número de observações necessárias recorre-se à equação 4.1.

$$n = \frac{z^2 \times p \times (1 - p)}{\xi^2} \quad (4.1)$$

Sendo:

n : número de observações

z : nível de confiança de acordo com a tabela da distribuição normal

p : probabilidade da ocorrência da atividade

ϵ : margem de erro máximo tolerado

As atividades que serão estudadas nesta análise encontram-se representadas na Tabela 3 que contém a descrição da atividade e a sua classificação relativamente ao seu valor acrescentado.

Tabela 3. Descrição das diferentes atividades e a sua classificação

Atividade	Descrição	Classificação
Operação	O operador encontra-se a trabalhar no móvel.	VA
Esperas	Quando há falta de material.	NVA
Movimentações internas	Movimentações no bordo de linha.	NVA
Movimentações a estantes	Movimentações às estantes fora do bordo de linha.	NVA
Movimentações externas	Movimentações fora da linha de montagem.	NVA
Trabalho fora da linha	Preparação de artigos fora da linha de montagem.	NVA
Ausente	O operador não se encontra no espaço de trabalho.	NVA
Ajudar outro operador	Quando um operador auxilia outro nas suas tarefas.	NVA
Outros	Tirar dúvidas com outro operador; fechar ordens de fabrico.	NVA

Assumindo que as variáveis seguem uma distribuição normal, para a Equação 4.2 consideraram-se os valores de 95% ($Z=1.96$) para o nível de confiança e um erro não superior a $\pm 5\%$. Como neste caso são vários os tipos de operações a observar ao mesmo tempo, assume-se o número de observações para o caso mais exigente, ou seja, uma operação com 50% de probabilidade associada.

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,50 \times (1 - 0,50)}{0,05^2} = 384 \text{ observações} \quad (4.2)$$

Como resultado da equação anterior são necessárias 384 observações. Então o número de ciclos para estas observações é em função do número de colaboradores a observar. Visto que na linha 1 laboram 8 operadores, será necessário realizar 48 ciclos de observações.

Deste modo, durante quatro dias, foram realizadas 48 observações, distribuídas aleatoriamente no tempo, por operador verificando quais as atividades que os operadores realizavam no momento da observação.

No fim de concluídas as observações, os dados foram tratados e analisados. Na Figura 21 estão evidenciadas as percentagens de atividades com e sem valor acrescentado. Conclui-se que 55% das atividades não acrescentam valor ao produto e 45% acrescentam, ou seja, a percentagem de atividades que acrescenta e não acrescenta valor ao produto estão bastantes próximas.

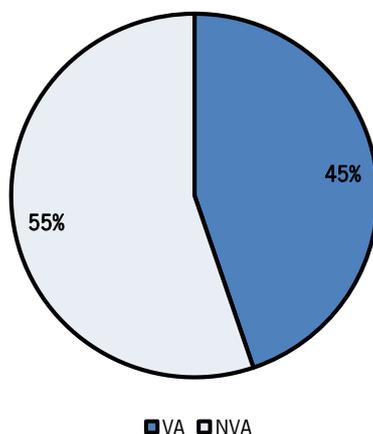


Figura 21. Percentagem de atividades com e sem valor acrescentado no setor da montagem

Na Tabela 4 são apresentadas especificadamente as percentagens referentes às atividades com e sem valor acrescentado. No Anexo II são apresentados com mais detalhe os resultados obtidos com a análise multi-momento.

Tabela 4. Especificação da percentagem de atividades com e sem valor acrescentado

Atividade	Percentagem (%)
Operação	45%
Movimentações internas	14%
Movimentações a estantes	10%
Trabalho fora da linha	9%
Esperas	8%
Outros	5%
Movimentações externas	3%
Ausente	3%
Ajudar outro operador	3%

Das atividades sem valor acrescentado, o transporte interno, o transporte a estantes e o trabalho fora da linha representam maior impacto negativo, com percentagens de 14%, 10% e 9%, respetivamente.

Assumindo que cada operador recebe 700€/mês e nesta laboram 8 operadores foi possível especular os gastos anuais com cada atividade realizada, estes encontram-se representados na Figura 22.

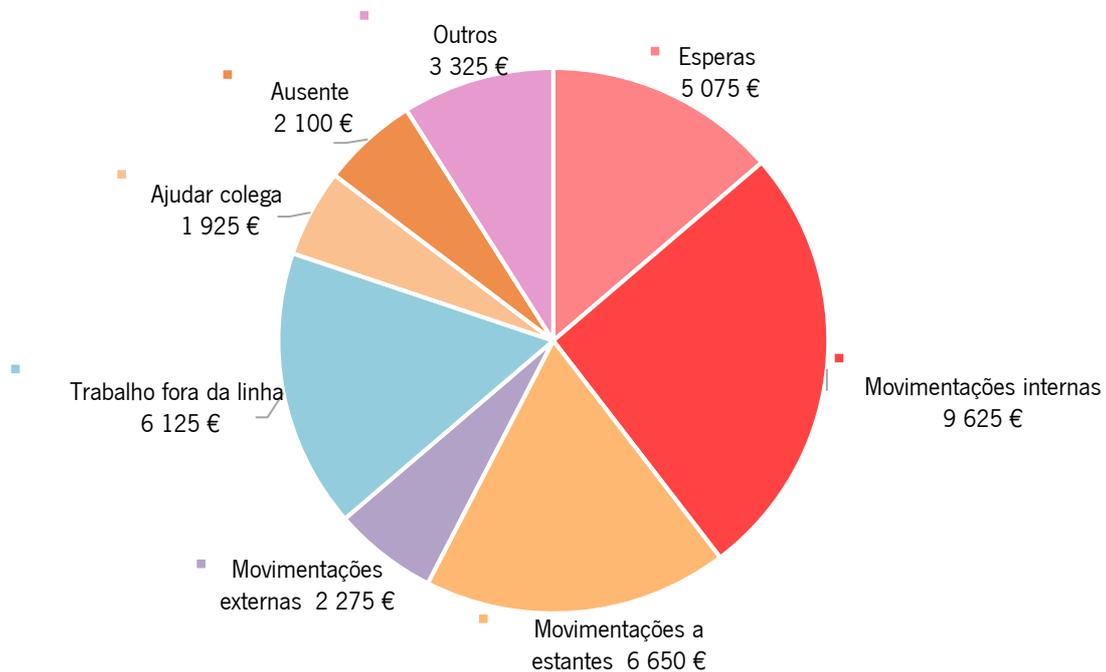


Figura 22. Gastos anuais com atividades sem valor acrescentado

4.3.3 Tempos de ciclo divergentes

Os diferentes postos de trabalho (PT) da linha de montagem da empresa apresentam tempos de ciclo (TC) bastante divergentes. A divergência entre estes pode originar estrangulamentos na linha e o aumento dos tempos ociosos dos operadores.

Os estrangulamentos são provocados quando o tempo de ciclo do posto a montante é mais elevado do que o do posto a jusante causando a acumulação de WIP entre postos de trabalho. Os tempos ociosos geram-se quando o tempo de ciclo do posto a montante é inferior que o tempo de ciclo do posto a jusante, ou seja, os operadores do posto a montante terão que esperar que os operadores do posto a jusante terminem as operações afetas ao seu posto para puderem trabalhar nesse artigo. A divergência dos tempos de ciclo nos 6 postos de trabalho pode ser verificada na Figura 23.

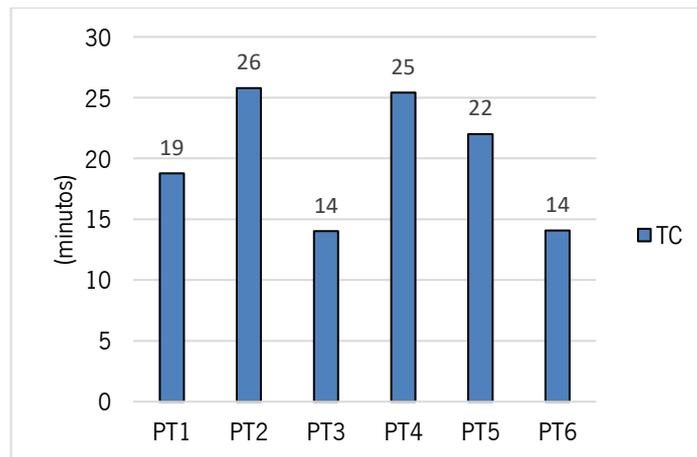


Figura 23. Tempos de ciclo da vitrina Vista VS

Pela análise do gráfico anterior conclui-se que iria existir acumulação de WIP entre os postos 1 e 2 e entre os postos 3 e 4, uma vez que os postos a montagem têm tempos de ciclo superiores aos postos a jusante. No caso dos tempos ociosos dos operadores, estes ocorreriam nos postos 3, 5 e 6, uma vez que estes postos têm tempos de ciclo inferiores aos postos que os antecedem. Na Figura 24 apresenta-se um estrangulamento da linha de montagem, é de notar a acumulação de artigos no posto 2.



Figura 24. Linha de montagem estrangulada

Os operadores do primeiro posto de trabalho possuem menos tempos ociosos, uma vez que podem continuar a introduzir artigos em linha por serem um “posto independente”, ou seja, não dependem de nenhum posto para a produção de novos artigos. A única causa para os tempos ociosos dos operadores deste posto é a falta de espaço no tapete, que os impede de introduzir novos artigos.

A acumulação de WIP entre postos de trabalho, faz com que os artigos que estão em linha sem que sejam efetuadas operações nestes, apenas se encontrem em esperas, constituído um dos 7 desperdícios.

De forma a concluir quanto tempo um produto passa aproximadamente na linha de montagem em esperas, foi realizado um estudo de tempos a um conjunto de vitrinas da classe A, a vitrina Vista. Para este, foi medido o tempo desde a entrada do produto na linha de montagem até a saída do mesmo, assim como os tempos de ciclo nos 6 postos de trabalho. Através destas informações é possível inferir sobre o tempo que este produto teve em esperas, sendo este a diferença entre o tempo de percurso e o somatório do tempo de ciclo nos 6 postos de trabalho. Este estudo é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Percentagem de tempo em esperas da Vista VS

Móvel	Tempo de percurso (min)	Somatório dos tempos de ciclo (min)	Tempos em espera (min)	Percentagem de tempo em esperas (min)
Vista VS 1250	299	112	299-112=187	63%
Vista VS 1250	297	106	191	64%
Vista VS 1250	280	100	180	63%
Vista VS 1250	263	101	162	62%
Vista VS 1250	252	97	155	62%

Com os resultados obtidos, foi possível concluir que em média uma vitrina passa mais de metade do seu tempo de percurso em esperas ($\approx 62\%$).

4.3.4 Falta de um mecanismo para produtos neutros

Os produtos com transposição de postos de trabalho, como é o caso dos produtos neutros, originam esperas. Embora não necessitem de operações nos postos de trabalho 3 e 5, passam por estes ocupando espaço no tapete, impossibilitando o operador de realizar operações noutros móveis.

4.3.5 Sistema de abastecimento ineficaz

Como referido anteriormente, os produtos semiacabados encontram-se acompanhados de uma ordem de fabrico, contendo o seu desenho e quantidade fabricada. Apesar disto, esta ordem não contém nem o posto de trabalho, nem a linha a qual o artigo pertence, ou seja, o seu destino. Assim, a equipa logística apenas conta com a sua experiência de trabalho e conhecimento para fazer o devido abastecimento dos artigos, tornando o abastecimento uma tarefa bastante complexa.

Não sendo este um método totalmente fiável, poderão ocorrer erros, tais como a má distribuição dos artigos. Por exemplo: caso o abastecedor coloque um artigo no posto de trabalho 1, sendo este um artigo do posto de trabalho 5, quando o operador do posto de trabalho 2 necessite do artigo em questão e não o encontre no seu posto, poderão ocorrer duas situações: o trabalhador perde tempo a procurar este mesmo artigo e encontrá-lo, ou então perde tempo a procura do artigo, não o encontra e preenche uma ordem de requisição para este mesmo artigo.

Esta situação constitui dois desperdícios: sobre processamento, uma vez que se irá produzir novamente o artigo e este já se encontra produzido e, inventário, uma vez que esta situação gera a acumulação de artigos na linha de montagem.

4.3.6 Falta de um local específico para a alocação de artigos e ferramentas de trabalho

Quando os artigos são distribuídos, estes podem ser colocados em dois locais: em estantes no bordo de linha ou em estantes atrás do bordo de linha. Sendo assim, quando os operadores de linha necessitam de algum artigo, deslocam-se a estes dois locais. Apesar de terem um local para serem colocados, os artigos não possuem em local específico para o seu armazenamento, com a devida identificação. Isto causa a acumulação de inventário que, por sua vez não é removido. Uma das evidências encontradas que o justificam, foi a presença de artigos obsoletos nos bordos de linha.

Em relação às ferramentas de trabalho, estas encontram-se espalhadas pelo posto de trabalho sem qualquer tipo de local para a sua alocação.

Devido a estas condições, os operadores efetuam muitas movimentações à procura de artigos e ferramentas de trabalho, uma vez que não sabem especificamente onde estes se encontram. Pela análise multi-momento apresentada no início deste capítulo, verifica-se que os operadores ocupam 33% do seu tempo em transportes (14% em movimentações no bordo linha, 10% em movimentações a estantes e 9% em movimentações fora da linha de montagem). Na Figura 25 apresentada, é evidenciada a desorganização dos artigos e a desorganização das ferramentas de trabalho.



Figura 25. Desorganização de artigos e de ferramentas de trabalho

4.3.7 Linha de montagem suja

A limpeza é um fator que afeta a eficiência da linha. A sujeira da linha, deve-se ao processo da montagem do móvel ser bastante poeirento. Apesar de existir uma política de limpeza que envolve limpeza de todos os setores da fábrica, as sextas-feiras durante 15 minutos, o não cumprimento desta política e também a insuficiência dos dias de limpeza, contribui para o aumento da sujeira na linha.

4.3.8 Falta de gestão visual

Uma das maiores dificuldades encontradas a realizar a análise do sistema produtivo, foi perceber o que cada linha de montagem se encontrava a fazer, desde o modelo à variante. Não existe nenhum indicador visual que torne perceptível as tarefas inerentes a cada posto de trabalho e também não existe um indicador diário de produção. Acrescenta-se também a falta de um mecanismo de gestão visual que torne mais fácil a localização artigos e ferramentas de trabalho.

4.3.9 Defeitos

Os defeitos nos artigos podem ter várias causas: mecanismo de transporte impróprio ou local de armazenamento que não vá de encontro às características de um artigo. Estas condições podem provocar a danificação dos artigos que, por vezes ficam arranhados ou amassados. Os defeitos também podem

ser dever-se ao mau processamento nos diversos setores produtivos, por exemplo: chapas quinadas ao contrário, chapas cortadas nas medidas incorretas.

Todas as situações anteriormente apresentadas integram o desperdício de sobre processamento, uma vez que é necessário produzir novamente o mesmo artigo, por este estar defeituoso ou em condições adversas para uso. Também integram o desperdício das esperas, uma vez que os operadores têm que esperar que o artigo volte a estar disponível nas condições ideais de uso.

Muitas vezes, o móvel pode avançar na linha de montagem sem o artigo defeituoso. Quando o artigo volta a ficar disponível, os operadores que o têm de montar, abandonando o seu posto de trabalho para ir de encontro à localização atual do móvel. Esta situação pode também causar o estrangulamento da linha, uma vez que num posto de trabalho não se encontra nenhum operador a trabalhar e consequentemente esperas.

4.3.10 Balanceamento ineficiente

A procura é frequentemente representada em termos de *Takt Time* (TT), que significa a cadência a que o mercado exige em média uma unidade do produto. Sendo assim, calculou-se o TT para concluir se a empresa responde ou não à procura do mercado.

A procura da linha de montagem 1 no ano de 2017 atingiu total de 5106 móveis. Para o cálculo da equação 4.3 consideraram-se 228 dias de trabalho, cada dia com 8 horas (480 minutos) de trabalho com uma pausa planeada de 10 minutos. Sendo assim, o tempo disponível para produção é de 470 minutos.

$$TT = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Procura}} = \frac{470}{\frac{5106}{228}} = 21 \text{ min/móvel} \quad (4.3)$$

O TT obtido é de 21 min/móvel, ou seja, a linha terá de concluir um móvel de 21 em 21 minutos para que, ao fim do dia, possa satisfazer a procura.

Para que a linha possa concluir a montagem de um móvel em cada 21 minutos, é necessário que todos os postos de trabalho da linha tenham um tempo de processamento igual ou inferior a 21 minutos. Se um posto de trabalho tiver um tempo de processamento superior a 21 minutos (resultando num $TC > 21$) então é impossível ter um móvel concluído todos os 21 minutos. Na Figura 26 é apresentada uma comparação dos tempos de ciclo da vitrina Vista com o valor do TT.

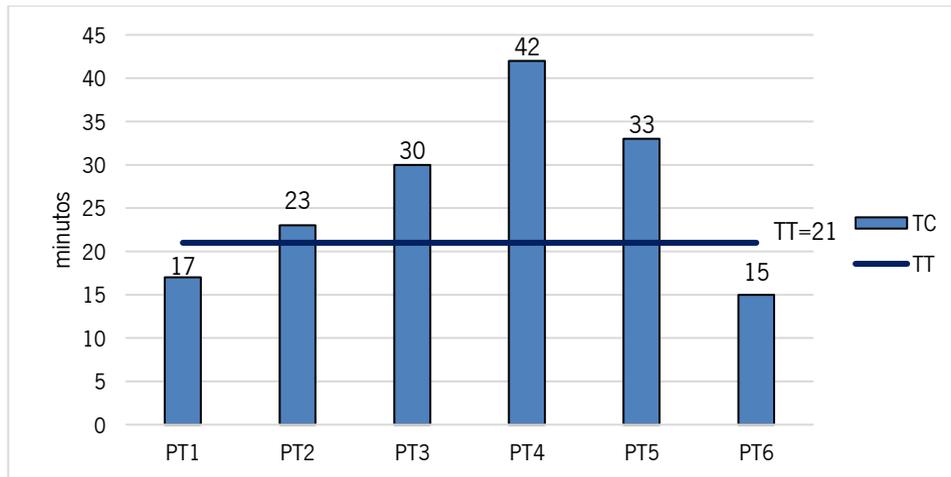


Figura 26. Comparação do TC com o TT da vitrina Vista Aquecida

Após a análise do gráfico conclui-se que a empresa não está em condições de responder à procura do mercado, uma vez que 4 postos de trabalho têm tempos de ciclo superiores ao TT. A situação mais crítica é de facto o posto 4, uma vez que apresenta o tempo de ciclo mais elevado. Este é considerado o posto gargalo “*bottleneck*” da linha de montagem. Sendo o posto gargalo, é este que define o ritmo da linha, ou seja, apenas é possível obter um móvel concluído de 42 em 42 minutos.

A falta de balanceamento causa baixa eficiência da linha de montagem e baixa produtividade, uma vez que as operações não se encontram igualmente distribuídas pelos operadores.

Apesar do posto de trabalho 2, 3 e 5 também excederem o valor do TT, é sobre o posto de trabalho 4 que se devem concentrar os esforços inicialmente, por ser o mais crítico.

A duração elevada do tempo de ciclo do posto 4, montagem elétrica 1, pode ser justificada pela minuciosidade que esta montagem requer, mas também pelas operações de preparação de componentes que o operador tem que realizar fora da linha. Apesar dos componentes serem montados no móvel e embora possa ser considerada como uma atividade com valor acrescentado, por ser realizada fora da linha de trabalho e fora do respetivo móvel, considera-se uma atividade sem valor acrescentado.

Para a obtenção de dados relativos ao problema foi realizado um estudo de tempos às preparações realizadas neste posto. Foram medidos os tempos que o operador trabalhava nas preparações fora da linha e o tempo que este efetivamente trabalhava no móvel na linha de montagem. Na Tabela 6 estão apresentados os tempos de preparação, os tempos de operação na linha de montagem e, por fim a percentagem de tempo correspondente às tarefas realizadas fora da linha.

Tabela 6. Percentagem de tempo de trabalho fora da linha

Móvel	Tempo de preparação (min)	Tempo de operação na linha (min)	Tempo total (min)	Percentagem de tempo fora da linha (%)
Vista VM 1650	17	19	36	48%
Vista VS 1650	20	21	41	49%
Vista VS 1650	19	18	37	51%
Vista VM 1650	18	20	38	47%

Concluiu-se que em média o operador ocupa aproximadamente metade do tempo de fabrico de um móvel em operações de preparação de componentes fora da linha.

4.3.11 Falta de ferramentas de trabalho

Um dos problemas identificados foi a falta de ferramentas de trabalho em alguns postos de trabalho. Nem todos os postos de trabalho possuem as ferramentas necessárias para a realização de todas as operações afetas ao posto. Algumas ferramentas apenas se encontram disponíveis nos postos de trabalho em que têm maior frequência de uso, ou seja, mesmo que num posto de trabalho uma ferramenta seja necessária em algum tipo de operação, sendo poucas vezes, esta não se encontra disponível. Assim, é necessário que os operadores se desloquem a outro posto ou até mesmo a outro setor para ir buscar a ferramenta pretendida e posteriormente devolvê-la ao local de onde a retirou. Este tipo de problema integra o desperdício de movimentações.

4.3.12 Não envolvimento dos operadores

O não envolvimento dos operadores foi um dos problemas encontrados. Este problema faz com que a resistência à mudança seja ainda maior, uma vez que estes não têm conhecimento das mudanças que possam existir na empresa. Com o envolvimento dos operadores pode-se conseguir um aumento da motivação dos mesmos o que faz com que haja um aumento de produtividade.

4.4 Síntese dos problemas encontrados

Após a identificação dos problemas, elaborou-se uma tabela de síntese dos problemas identificados na setor da montagem de móveis como se pode observar na Tabela 7. Nesta tabela podem identificar-se os problemas e as consequências associadas.

Tabela 7. Síntese dos problemas identificados

Problema	Consequência
Tempos de ciclo divergentes	Baixa eficiência Aumento do WIP entre postos de trabalho Esperas dos móveis Tempos ociosos
Falta de um mecanismo para a transposição de artigos neutros	Esperas
Sistema de abastecimento ineficaz	Esperas
Artigos e ferramentas de trabalho sem local específico para armazenamento	Inventário Movimentações Sobre processamento Esperas
Falta de gestão visual	Esperas Movimentações
Linha de montagem suja	Baixa eficiência
Defeitos	Sobre processamento
Balanceamento ineficiente	Esperas Sobrecarga de operadores Baixa eficiência e produtividade Tempos ociosos
Falta de ferramentas	Movimentações a outros setores
Não envolvimento dos colaboradores	Maior resistência à mudança

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo serão apresentadas propostas de melhoria para os problemas mencionados no capítulo anterior, elaboradas em concordância com princípios *lean*. Todas as propostas de melhoria encontram-se listadas na Tabela 8.

Tabela 8. Síntese das propostas de melhoria

Problema	Proposta de melhoria
Tempos de ciclo divergentes	- Implementação do método <i>kanban</i> .
Falta de um mecanismo para produtos neutros	- Criação de um layout de uma nova linha de montagem para a produção destes produtos.
Sistema de abastecimento ineficaz	- Criação de cartões para artigos com a sua identificação, origem e destino.
Falta de um local específico para a alocação de artigos e ferramentas de trabalho	- Caixas devidamente identificadas para a alocação de artigos; - Quadros de ferramentas para as ferramentas de trabalho.
Linha de montagem suja	- Criação de um plano de limpeza Implementação do método 5S.
Falta de Gestão Visual	- Criação de etiquetas para a identificação de estantes e carros de <i>kitting</i> ; - Criação de um cartão para a identificação dos artigos; - Marcações no solo para carros de <i>kitting</i> ; - Criação de um <i>dashboard</i> para a produção diária.
Balanceamento ineficiente	- Remoção de operações de um posto de trabalho para a redução do tempo de ciclo.
Elevadas movimentações	- Implementação do método de <i>kitting</i> .

5.1 Seleção do método de abastecimento

De modo a facilitar o fluxo de componentes entre o setor de montagem de móveis e os restantes setores produtivos, propôs-se a implementação de uma nova metodologia para o sistema de abastecimento.

Como referido anteriormente, existe uma grande variedade de móveis e em consequência uma grande variedade de artigos que o compõem. Como é expectável nem todos os artigos possuem a mesma frequência de utilização, podendo até existir artigos com consumo unitário, como por exemplo os artigos especiais. Maioritariamente, a linha de montagem lida com um grande volume de artigos de pequenas dimensões. Sendo assim, foi necessário selecionar um método de abastecimento que se adapte a estas condições. O método de abastecimento escolhido foi o sistema *kanban* de duas caixas.

Apesar da empresa lidar com um grande volume de artigos de pequenas dimensões, também lida com artigos de grandes dimensões, sendo então necessário adotar um sistema híbrido de abastecimento de artigos que combina o sistema de duas caixas e a produção de artigos por via do planeamento em que os artigos são requisitados pelo departamento do planeamento, explicado detalhadamente no subcapítulo seguinte.

Para selecionar os artigos que efetivamente iriam integrar o sistema *kanban*, foram criadas duas condições que os artigos teriam que cumprir:

- O consumo semanal dos artigos teria que ser maior ou igual que 5 artigos: esta métrica foi definida pela empresa, que considerou que consumos semanais menores que 5 artigos, não justificavam a necessidade de *kanban*,
- Os artigos teriam que ter comprimento menor ou igual a 600 mm e largura menor ou igual a 300 mm.

Na Figura 27 encontra-se o fluxograma para a seleção da metodologia de abastecimento para os diferentes artigos a abastecer na linha de montagem.

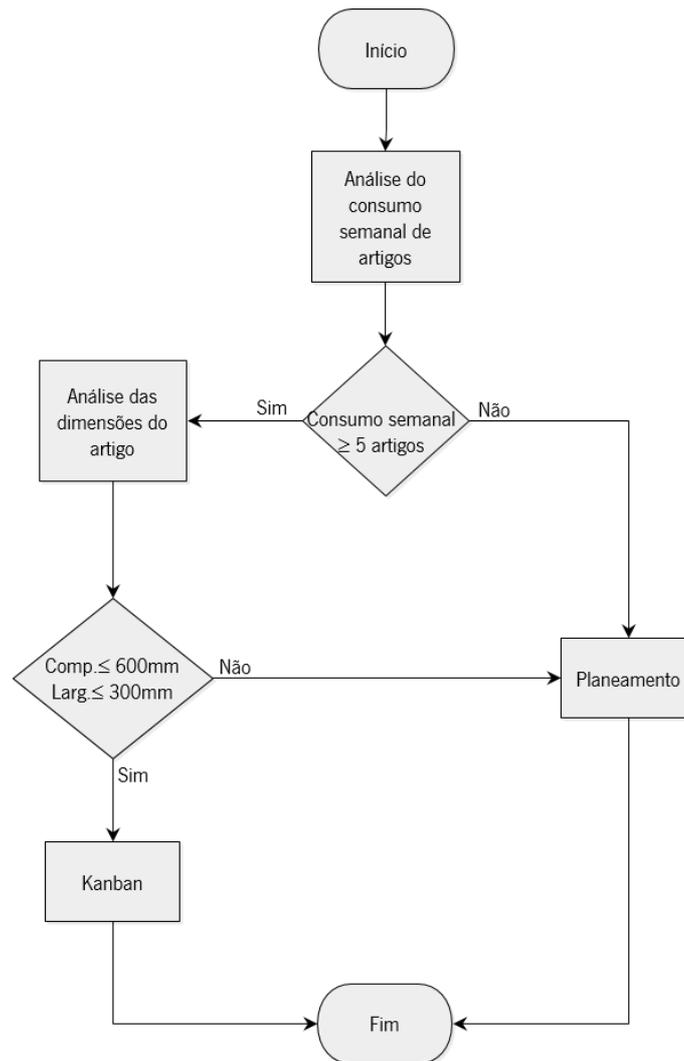


Figura 27. Seleção da metodologia de abastecimento

Para separar os artigos nas duas categorias de abastecimento descritas acima, foi necessário seguir a seguinte metodologia:

1. Recolha de todos os artigos presentes em cada posto de trabalho da linha de montagem;
2. Identificação dos artigos recolhidos (cada artigo possui um código);
3. Analisar o consumo mensal dos artigos;
4. Analisar as suas dimensões.

Em paralelo a esta atividade e para tratar a informação retirada acima foi elaborada uma tabela num ficheiro *Excel*, representada na Figura 28. Esta inclui o código do artigo, a sua descrição e também a média do consumo mensal de um artigo no ano de 2017. Através desta informação, o ficheiro *Excel* retorna o valor do consumo semanal dos artigos e em consequência se estes são ou não selecionados para *kanban*.

Número Interno	Código Artigo	Código Desenho	Descrição	Consumo mensal	Consumo Semanal	Kanban?
P1-1	UD90000003	UD90000003	APOIO CABLAGEM ZONO GC VISTA	99,44	24,86	SIM
P1-2	UD90004000	UD90004000	TAPAMENTO CALEIRO DO FUNDO	128	32	SIM
P1-3	ZZE5650A91	ZZE5650A91	APOIO DO PARA CHOQUE	132	33	SIM
P1-4	SJ02070301	SJ02070301	CORREDIÇA DO QUADRO ELÉTRICO	38	9,5	SIM
P1-5	SJ91560100	SJ91560100	PATILHA FIXAÇÃO TUBO ESGOTO MFP	212,74	53,185	SIM
P1-6	SS91210200	SS91210200	PATILHA DE FIXAÇÃO SUPERIOR	133	33,25	SIM
P1-7	SS91210201	SS91210201	PATILHA DE FIXAÇÃO SUPERIOR	133	33,25	SIM
P1-8	SE37000401	SE37000401	ESQUADRO FIXAÇÃO POSTERIOR TAMPO SERVIÇO	3	0,75	NÃO
P1-9	TE25204000	TE25204000	CORREDIÇA DO QUADRO ELÉTRICO	398	99,5	SIM
P1-10	UC37204000	UC37204000	TAPAMENTO LAT.SUP.ESQ.V KUBO VS	12,76	3,19	NÃO
P1-11	UC37204001	UC37204001	TAPAMENTO LAT.SUP.DIR.V KUBO VS	12,76	3,19	NÃO

Figura 28. Excerto da tabela para a seleção do método de abastecimento

5.1.1 Kanban – sistema de duas caixas

O sistema de duas caixas foi aplicado a todos os postos da linha de montagem. Com a aplicação deste sistema são evitados erros no abastecimento de artigos, faltas de material e também a produção em excesso.

As caixas foram dimensionadas para suportar o consumo durante o prazo de entrega, a empresa definiu que a quantidade a repor numa caixa seria o dobro do consumo semanal do artigo.

Neste sistema, a caixa vazia como requisição para produção de artigos nos diferentes setores de fabrico. Assim, as caixas vazias são recolhidas aquando da passagem diária do *mizusumashi* na linha de montagem. Este entrega-as caixas nos respetivos setores de fabrico, ou seja, nas suas origens. Quando as caixas se encontram abastecidas na próxima passagem do *mizusumashi*, este entrega-as nos respetivos destinos.

A aplicação do sistema de duas caixas nos postos de trabalho seguiu a seguinte metodologia:

1. Todas as caixas foram identificadas com as respetivas etiquetas;
2. Alocação dos artigos nas respetivas caixas nas quantidades definidas;
3. Alocação das caixas nas estantes no bordo de linha;
4. Explicação do mecanismo do sistema de duas caixas aos operadores: estes foram instruídos que quando uma caixa ficasse vazia, teriam que a colocar na parte de trás da estante para voltar a ser novamente abastecida.

De acordo com as dimensões dos artigos, estes podiam ser alocados em quatro tamanhos de caixas SUC disponíveis, representadas na Figura 29. Para os artigos que não se adaptam a nenhuma das caixas disponíveis foi criada uma caixa com dimensões diferentes. O desenho técnico desta encontra-se no Anexo III. Posteriormente, as caixas foram alocadas em estantes em cada posto de trabalho.



Figura 29. Caixas SUC

Para a identificação das caixas, foram concebidos cartões *kanban* representados na Figura 30. Os cartões *kanban* funcionam como uma ferramenta de gestão visual, uma vez que tomam a partilha de informação vital para o desempenho da tarefa de abastecimento de artigos. Estas possuem as seguintes informações:

- Código do artigo;
- Imagem ilustrativa do artigo, para facilitar a identificação do artigo;
- Origem, ou seja, o setor produtivo do qual o artigo é proveniente;
- Destino do artigo incluído a linha de montagem e o posto de trabalho a qual o artigo pertence;
- Quantidade de artigos a aprovisionar na caixa para que nos setores produtivos apenas seja produzida a quantidade correta de artigos.

JORDAO COOLING SYSTEMS		KANBAN	
ARTIGO	UB37004504		
Cód. Desenho	UB37004004	A	10
LAYOUT			
			
PROGRAMA			
Ponto de encomenda	40		
Quantidade a aprovisionar	80		
Embalagem	SUC A		
Origem	Maquinação		
Destino	Linha 1 - Posto 1		

Figura 30. Exemplo de um cartão *kanban* para a identificação das caixas

5.1.2 Planeamento

Como referido anteriormente, os artigos que não respeitam as condições de adaptabilidade para *kanban* são requisitados pelo departamento do planeamento através das ordens de fabrico. As ordens de fabrico

são entregues nos diversos setores produtivos por uma pessoa responsável pelo departamento do planeamento. As ordens de fabrico contêm o artigo a produzir e a quantidade a produzir.

Após a produção de artigos, estes são colocados em carrinhos e abastecidos na linha de montagem pelo *mizusumashi* e colocados em estantes atrás do bordo de linha. As estantes atrás do bordo de linha encontram-se divididas em três partes, correspondentes a três semanas: semana N, semana N+1 e semana N-1, sendo o N o número da semana.

- I. Os artigos produzidos na semana N que iriam entrar em linha nessa semana eram colocados nas estantes, na parte da estante relativa a semana N.
- II. Os artigos que eram produzidos na semana N, mas que iriam entrar em linha na semana seguinte eram colocados na estante da semana N+1.
- III. No final da semana de trabalho (sexta-feira), os artigos da semana N são colocadas na área destinada à semana N-1 (área de excedentes). Esta situação pode acontecer devido a erros no planeamento de artigos.
- IV. Na estante que fica livre e onde se encontravam antes os artigos da semana N, passam a ser colocados os artigos da semana N+1.

Para facilitar a identificação das três semanas na estante foram concebidas etiquetas com a informação do número da semana, apresentada na Figura 31.

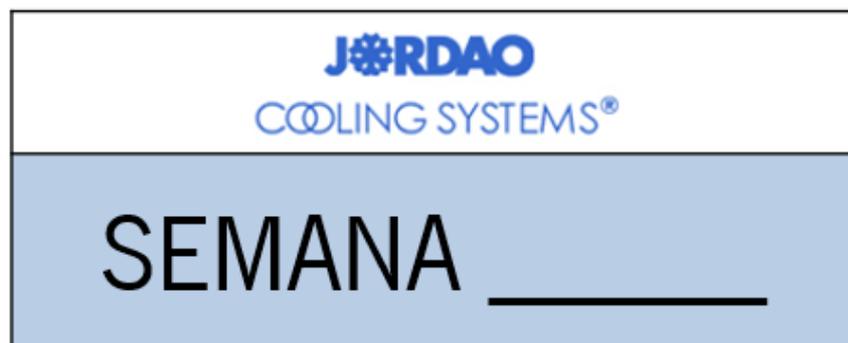


Figura 31. Etiqueta para identificação da semana das estantes

5.1.3 Processo *Kitting*

Para que os operadores não tenham que se deslocar às estantes adjacentes ao bordo de linha para a recolha de artigos e, conseqüentemente, o número de movimentações aumentar, é impreterível encontrar um método capaz de aproximar os artigos armazenados nas estantes até ao bordo de linha. O método escolhido foi o *kitting*.

O *kitting* consiste na criação de *kits*, ou seja, no agrupamento de todos os artigos necessários para a fabricação de um móvel, a partir dos artigos que se encontram nas estantes atrás do bordo de linha, sendo fornecidos no seu ponto de uso (bordo de linha), como uma unidade (um *kit*).

Para a realização deste processo foi necessário formar-se um operador, ao qual foi designado o nome de *kitter*, tendo este a função de criar os *kits* de artigos que integrarão os móveis.

Cada posto de trabalho possui 5 carros para *kitting*, sendo que quatro dos carros se encontram em *stand-by* atrás do bordo de linha e um carro junto ao bordo de linha com o *kit* do móvel que vai entrar em linha. Na Figura 32 encontra-se esquematizada a linha de montagem já com as estantes *kanban*, estantes para os artigos que chegam do planeamento e os locais para os carros.

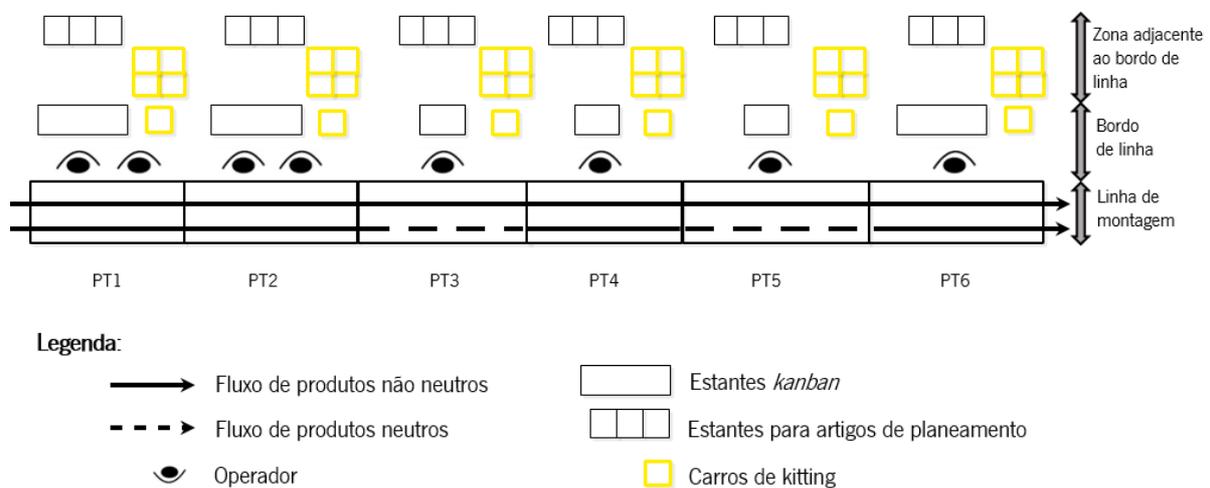


Figura 32. Linha de montagem 1 com identificação dos carros para *kitting*

Cada carro possui espaço para 2 *kits*, sendo que cada divisão do carro é identificada com uma etiqueta que contém o número de série do móvel que irá ser produzido e a linha e o posto de trabalho ao qual o carro pertence. Esta etiqueta é preenchida pelo *kitter* que sempre que abastece um carro com os *kits*, a preenche com os respetivos números de série dos móveis. Esta etiqueta encontra-se representada na Figura 33.

LINHA ____	Nº SÉRIE _____
POSTO DE TRABALHO ____	

Figura 33. Etiqueta para carros de *kitting*

Para evitar a desorganização do espaço de trabalho propôs-se desenhar marcações no solo com fita amarela para delimitar o local a que cada carro pertence. As marcações no solo funcionam também como um mecanismo de gestão visual.

O *kitter* possui a seu dispor uma folha com a sequência de entrada dos móveis em linha de montagem, assim sabe a ordem de preenchimento dos carros com os kits de cada móvel. Através do número de série do móvel, o *kitter* consegue aceder ao seu desenho técnico que possui uma listagem com os artigos do respetivo móvel para formar o *kit*. Este começa a preparar *kits* dois a dois começando no posto 1 e acabando no posto 6, por ordem de sequência de entrada em linha dos móveis.

Alguns dos artigos condicionam a montagem do móvel, sendo considerados impedimentos para a montagem dos *kits*. Pelo contrário, existem artigos que não o fazem, permitindo que o móvel avance na linha de montagem sem estes. Para auxiliar esta distinção foi criada uma tabela com os modelos de móveis e respetivos artigos que impedem a montagem de kits nos diferentes postos de trabalho. Esta tabela pode ser consultada no Anexo V. Sendo assim, quando faltam artigos que condicionam a montagem do móvel, o *kitter* suspende a preparação desse *kit* e avança para o *kit* do próximo móvel da sequência, registando no quadro de faltas o número de série do móvel a que faltam artigos e qual o artigo em falta. O quadro de faltas representado na Figura 34 é constituído por:

- número de série do móvel, sendo a sequência da entrada em linha dos móveis;
- faltas dos artigos, preenchidas pelo *kitter* quando existem;
- status, preenchido pelo responsável pelos setores produtivos que indica se o respetivo artigo ainda se encontra em falta ou não.

JORDAO
COOLING SYSTEMS®

Montagem de kits - artigos em falta

Dia:

Nº série	Faltas	Status

Planeamento → (pointing to 'Nº série' column)

Kitter → (pointing to 'Faltas' column)

Responsável setores → (pointing to 'Status' column)

Figura 34. Folha para registo de faltas de artigos

Para normalizar o processo de *kitting* foi criada uma folha de *standard work* que inclui os procedimentos para a montagem de *kits*.

Para a implementação do sistema de duas caixas e do método de *kitting* foi criado um plano de ações 5W1H que pode ser consultado no Anexo VI.

5.2 Política 5S

Transversalmente à aplicação do sistema de duas caixas está implícita a aplicação da política dos 5S, nomeadamente dos três primeiros S (separar, ordenar e limpar). Neste capítulo serão explicadas detalhadamente as etapas da política dos 5S, como foram implementadas e as metodologias para manter estas práticas.

5.2.1 Separação

Como referido anteriormente, a linha de montagem apresentava níveis de desorganização e sujidade bastante altos. O primeiro passo foi classificar todos os itens, de forma a separar os que eram desnecessários para o trabalho diário e a promover alterações naqueles que eram necessários. Para esta identificação, a ajuda dos operadores foi significativa, na medida em que estes auxiliavam no estudo da importância de alguns artigos.

Alguns itens foram de fácil classificação por se encontrarem danificados, obsoletos ou, simplesmente inadequados, sendo eliminados. Existiam ferramentas que, mesmo sendo necessárias, estavam repetidas e por isso teriam que ser removidas pois, não só causavam confusão, como poderiam ser úteis noutra posto de trabalho. No entanto, outros artigos causaram alguma polémica por parte dos colaboradores, uma vez que estes achavam que eram imprescindíveis. Foi então preciso explicar-lhes que a aplicação deste pilar implicava que apenas deveria permanecer junto dos postos de trabalhos, os itens estritamente necessários para a execução das tarefas.

Visto que durante a aplicação do sistema de duas caixas foi definido um método para manter ou não artigos no bordo de linha, pode considerar-se isto como uma forma de separação de artigos.

5.2.2 Organização

Após a classificação dos itens, continuou-se a implementação do método 5S com o pilar da organização. Sendo esta etapa definida como um princípio de armazenamento, é necessário escolher um local para armazenar os artigos. Em paralelo com o sistema de duas caixas, ficou definido que o local escolhido para armazenar os artigos eram caixas SUC e as caixas especiais criadas.

Antes da implementação dos 5S, os artigos encontravam-se espalhados pelo bordo de linha, pelo chão e também em estantes. Após a implementação do senso de organização, os artigos passaram a ser alocados em caixas e estas, por sua vez alocadas estantes criadas pela manutenção da empresa.

Em relação às ferramentas de trabalho, foram também desenvolvidas formas para as alocar. Antes encontravam-se em qualquer local próximo do espaço de trabalho, incluído o chão. Foram criados quadros de ferramentas, em que as ferramentas eram dispostas num quadro branco e depois contornadas a marcador para delimitar o espaço de cada ferramenta facilitando a sua reposição no quadro, funcionando o quadro de ferramentas com um mecanismo de gestão visual. Cada posto de trabalho possuía um quadro de ferramentas que foi afixando às respetivas estantes de cada posto de trabalho.

Para a alocação de sprays, pequenos utensílios e ferramentas que não se adaptavam no quadro de ferramentas foi desenhada uma caixa para o seu armazenamento de forma a evitar o seu extravio, representada na Figura 35. O seu desenho técnico encontra-se no Anexo VII.

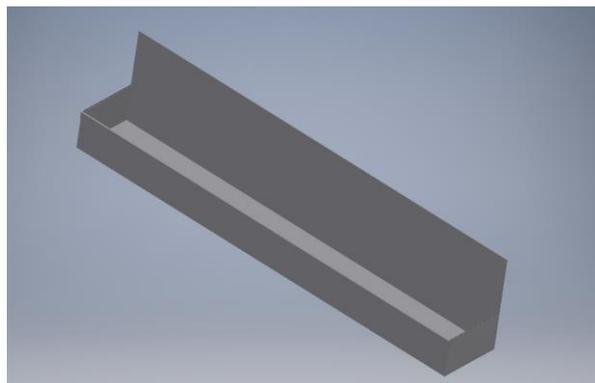


Figura 35. Caixa especial

Com estas melhorias pretende-se que todos os artigos tenham um local definido, estando o mais próximo possível do posto de trabalho e que estes estejam acessíveis e possam ser facilmente identificados por qualquer colaborador. Também tem como objetivo manter os corredores de circulação livres de obstáculos.

5.2.3 Limpeza

O pilar de limpeza, não podendo ser totalmente dissociado dos dois anteriores, foi também aplicado à medida que se iam classificando os itens como necessários ou desnecessários e até mesmo durante a organização dos itens restantes.

Segundo o pilar da arrumação e limpeza, devem ser definidas regras de arrumação que permitam que qualquer pessoa possa imediatamente encontrar os itens necessários, bem como procedimentos de limpeza que definam que cada pessoa proceda à limpeza das instalações e equipamentos após o seu uso. Assim, foi elaborado um plano de limpeza do espaço de trabalho que se encontra no Anexo VIII para ajudar a manter as rotinas de limpeza.

5.2.4 Normalização

O objetivo da fase de normalização é instituir regras que mantenham todo o trabalho realizado até ao momento. Para tal, foi elaborada uma norma de instruções para a implementação dos sentidos de separação, organização e limpeza, apresentado no Anexo IX, na qual é de responsabilidade de todos cumprir e manter os espaços de acordo com os princípios definidos. É um processo complicado, uma vez que implica trabalhar com o comportamento de pessoas. Exige muita paciência, pois se não houver mudanças no comportamento das pessoas e nas rotinas que geram sujidade, tudo voltará à situação inicial.

5.2.5 Disciplina

A implementação deste pilar consistiu no controlo da aplicação dos sentidos anteriores de forma a promover a melhoria contínua e a manutenção de boas práticas de trabalho. Assim para verificar a devida melhoria foi criado um programa de auditorias, podendo este ser consultado no Anexo X. O plano de auditoria criado funciona como uma *checklist* onde são respondidas várias questões relativamente aos 5 pilares do método 5S. A cada questão é atribuída uma pontuação, podendo ser de 0, 1 e 3, correspondendo a mau, razoável e excelente, respetivamente. A pontuação final da auditoria corresponde à soma das pontuações dadas aos 5 pilares.

Com a implementação do método 5S pretende-se obter como resultado final uma auditoria uma pontuação 80%. Antes de implementar qualquer princípio dos 5S foi realizada uma auditoria inicial, apresentada no Anexo XI e no fim da implementação de todos os pilares foi realizada uma auditoria final. O objetivo destas auditorias é avaliar o progresso deste método, podendo estas serem aprimoradas, se houver necessidade para ir ao encontro dos procedimentos pré-estabelecidos que devem ser postos em prática pelos operadores nas suas rotinas de trabalho.

As auditorias aos locais de trabalho, devem ser realizadas uma vez por semana com recurso ao programa de auditoria definido. Depois de efetuadas as auditorias, os resultados devem ser afixados semanalmente, de forma a estarem visíveis para todos os membros da organização.

Devem ser realizadas reuniões mensais para avaliar o estado atual do programa 5S e apurar as dificuldades sentidas pelos colaboradores na sua implementação. Estas reuniões também devem ser utilizadas para criar melhorias para o programa.

Para consultar de forma rápida a produção diária das linhas de montagem e avaliar o desempenho da mesma depois de implementadas as melhorias acima mencionadas foi criado um *dashboard* que indica o número de móveis produzidos em cada dia de uma semana de um respetivo mês. O *dashboard* encontra-se representado na Figura 36.

		Nº móveis
		Linha 1
Semana 19	01/mai	
	02/mai	
	03/mai	
	04/mai	
Semana 20	14/mai	
	15/mai	
	16/mai	
	17/mai	
Semana 21	18/mai	
	21/mai	
	22/mai	
	23/mai	
Semana 22	24/mai	
	25/mai	
	28/mai	
	29/mai	
	30/mai	
	31/mai	

Figura 36. Dashboard

5.3 Mecanismo para móveis neutros

Como referido anteriormente, os móveis neutros, sem sistema termodinâmico, não necessitam de operações nos postos de trabalho 3 e 5, ocupando espaço no tapete, impedindo o trabalho dos operadores noutros móveis. Surge então a necessidade de encontrar uma solução para que estes móveis não ocupem espaço, ou seja, é necessário que estes móveis sejam fabricados numa linha de montagem diferente.

Foi desenvolvido um layout com uma nova linha de produção, onde os produtos neutros não alocados. Nesta linha também se alocaram móveis que possuem alguns tempos de ciclo muito variáveis entre os postos de trabalho, como por exemplo: vitrina Gelados, vitrina Vista frangos. Desta forma, este problema poderá ser eliminado. O layout proposto é apresentado na Figura 37.

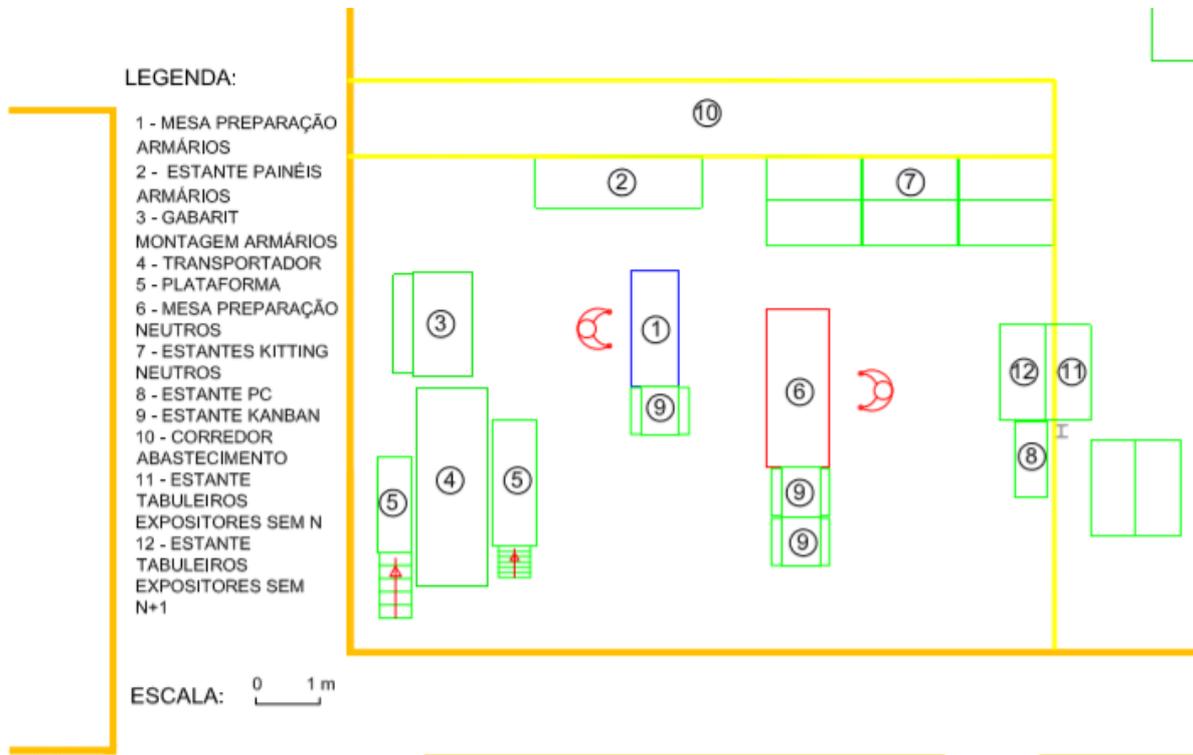


Figura 37. Layout para a célula especial

5.4 Redução do tempo de ciclo do posto de trabalho 4

Como referido na secção 4.3.10 o tempo de ciclo demasiado elevado no posto de trabalho 4 resulta das operações de preparação de componentes que o operador tem que realizar fora da linha de montagem. Visto que apenas o operador do posto 4 tem competências para realizar estas operações, a solução é encontrada passa por remover estas operações para outros setores produtivos.

Para dar início a este processo, foi feito um estudo juntamente com o operador do posto 4 de todas as operações que poderiam ser removidas deste posto de trabalho, para averiguar que componentes efetivamente poderiam ser abastecidos na linha de montagem prontos para serem imediatamente montados no móvel, de forma a que este não os tenha que preparar fora da linha.

Na Tabela 9 é apresentada uma lista das operações que possivelmente podem ser retiradas do posto de trabalho 4 para outros setores produtivos.

Tabela 9. Atividades a remover do posto de trabalho 4

Operações	Atualmente	Futuramente
Preparação de quadros elétricos	Posto 4	Quadros elétricos
Preparação de válvulas elétricas	Posto 4	Quadros elétricos
Preparação do kit de evaporação	Posto 4	Montagem de conjuntos eletromecânicos

Foi também verificado que os terminais utilizados em algumas tarefas realizadas pelo operador do posto 4 eram fornecidos em rolo, ou seja, o operador sempre que necessita de terminais tem que os cortar individualmente, perdendo tempo. Para colmatar esta dificuldade foi sugerido ao armazém encomendar terminais individuais em vez que de rolos dos terminais.

6. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Ao longo deste capítulo é realizada uma análise dos resultados obtidos com a implementação das propostas de melhoria para a linha de montagem. As propostas passam pela implementação de metodologia e ferramentas *lean*, nomeadamente - o sistema de abastecimento *kanban*, o método de *kitting*, os 5S e a gestão visual.

Entre as propostas não implementadas está o layout criado para os móveis neutros e as operações a remover do posto de trabalho.

6.1 Melhoria da organização, limpeza e segurança

A implementação de 5S e Gestão Visual permite a obtenção de uma melhor organização, limpeza e segurança do ambiente de trabalho. Para avaliar a performance destas metodologias foi realizada uma comparação entre a pontuação da auditoria inicialmente realizada e a auditoria efetuada no fim das implementações 5S e implementações de gestão visual.

Apesar das dificuldades ao nível da resistência dos colaboradores, conseguiu-se evoluir dos 14,7% iniciais para os 70,7% (Anexo XII) e, embora não tenha sido atingido o objetivo de melhoria inicialmente estipulado, foi atingida uma melhoria superior a 50% (56%), como ilustrado na Figura 38, podendo-se considerar o resultado obtido foi bastante satisfatório.

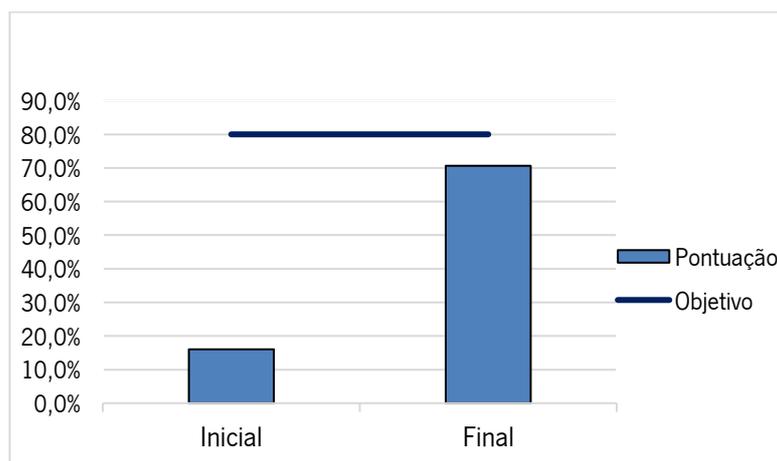


Figura 38. Avaliação do desempenho na implementação do método 5S

Na Tabela 10 são apresentadas as percentagens de melhoria de cada "S". Pela análise da tabela conclui-se que os sentidos que tiveram maior impacto foram o sentido da organização e o sentido da arrumação.

Tabela 10. Melhorias com o método 5S

Senso	Auditoria inicial	Auditoria final	Diferença
Organização	11%	78%	67
Arrumação	17%	89%	72
Limpeza	20%	60%	40
Normalização	17%	67%	50
Disciplina	18%	50%	32

O senso da organização permitiu separar todos os artigos obsoletos, danificados ou que não se usavam, ou seja, este senso estimulou a eliminação de todos os itens inutilizáveis nos postos de trabalho, havendo um aumento do espaço produtivo.

O pilar da arrumação permitiu que fossem definidas zonas específicas para a alocação de artigos e para a alocação das ferramentas de trabalho. A implementação das estruturas e meios auxiliares de produção (estantes para artigos *kanban*, estantes para artigos de planeamento e quadros de ferramentas) deverá auxiliar a organização e a segurança dos postos de trabalho, para além de permitirem o aumento da eficiência do trabalho. Para além disso, permitiu minimizar desperdícios na procura de materiais e ferramentas, pois os locais onde estão armazenados encontram-se devidamente identificados, e também assegura um aspeto mais cuidado e arrumado ao espaço fabril. As estantes para artigos *kanban* e um exemplo de um quadro de ferramentas encontram-se representados na Figura 39 e Figura 40, respetivamente.



Figura 39. Organização das estantes



Figura 40. Exemplo de um quadro de ferramentas

A delimitação e marcação de áreas para os carros de *kitting*, permite melhorar o espaço produtivo, alcançar uma melhor organização do mesmo, reduzir desperdícios e evitar acidentes, aumentando assim a segurança. Ambos foram colocados o máximo possível junto ao espaço de trabalho de forma a serem reduzidas as movimentações. Os carros de *kitting* e as marcações no solo encontram-se representados na Figura 41.



*Figura 41. Marcações no solo para delimitar espaços para os carros de *kitting**

Por último, o pilar que representa a menor melhoria foi o senso da disciplina, podendo ser justificado pela elevada resistência à mudança por parte dos colaboradores e pela dificuldade em envolver todos os colaboradores de igual modo.

6.2 Redução de desperdícios

Após a implementação do sistema *kanban*, do método de *kitting* e do método 5S, foi realizada uma nova análise multi-momento, nas mesmas condições da anterior. O único parâmetro alterado foi a atividade que inicialmente constituía as movimentações a estantes. Esta foi substituída pelas movimentações aos carros de *kitting*. Os resultados da nova análise podem ser consultados na Figura 42 que representa a percentagem de atividades com e sem valor acrescentado.

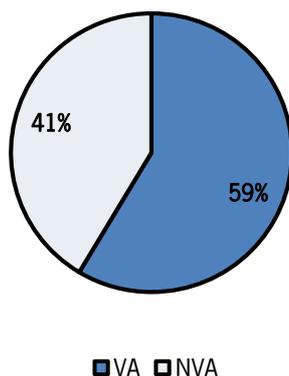


Figura 42. Percentagem de atividades com e sem valor acrescentado

Esta análise permite inferir que a percentagem de valor acrescentado em relação à análise inicial aumentou, ou seja, atualmente as operações com valor acrescentado são mais frequentes. Evoluiu-se dos 45% iniciais para os 59% atuais, alcançando uma melhoria de 14%. Na Tabela 11 infere-se na diferença de percentagens e no Anexo XIII encontra-se a informação desta análise de forma detalhada.

Tabela 11. Percentagem das atividades com e sem valor acrescentado

Atividade	Percentagem inicial (%)	Percentagem final (%)	Diferença
Operação	45%	59%	14
Movimentações internas	14%	12%	2
Movimentações a estantes/carros	10%	6%	4
Trabalho fora da linha	9%	8%	1
Esperas	8%	4%	4
Outros	5%	4%	1
Movimentações externas	3%	1%	2
Ausente	3%	3%	0
Ajudar colega	3%	3%	0

Em relação as atividades consideradas sem valor acrescentado é possível averiguar uma descida de percentagem na maior parte delas, com exclusão das duas últimas que não sofreram alteração.

Inicialmente, os transportes eram constituídos pelo transporte interno, transporte a estantes atrás do bordo de linhas e transporte externo. Com a aplicação das estantes *kanban* e do método de *kitting* foi possível reduzir os transportes às estantes uma vez que os carros de *kitting* se encontravam no bordo de linha, ou seja, no seu ponto de uso. Constituindo esta uma melhoria de 4%.

Através da redução dos desperdícios foi possível aferir em relação à poupança monetária anual, estes dados podem ser consultados na Tabela 12.

Tabela 12. Ganhos monetários com a implementação das técnicas *lean*

Gastos com atividades NVA	
Antes	37.100€
Depois	27.825€
Ganhos	9.275€

Anualmente, vão ser poupados 9.275€ com a implementação de todas as metodologias implementadas, correspondendo a uma poupança de 25% dos gastos iniciais.

6.3 Aumento da produção diária

À medida que foram implementadas as propostas de melhoria, era analisada a produção diária da linha de montagem com vista a averiguação de uma possível relação entre a implementação das propostas e da produção média mensal. Na Figura 43 é apresentada a produção média mensal desde o mês de novembro até ao mês de maio.

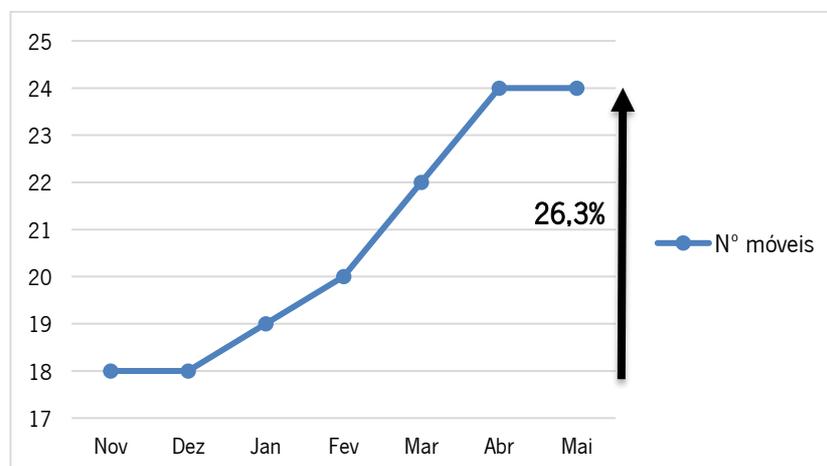


Figura 43. Evolução da produção média mensal

A implementação das melhorias teve início no mês de dezembro, sendo que teve continuação no mês de janeiro e parte de fevereiro. No mês de janeiro e fevereiro a produção média mensal foi de 19 e 20 móveis, respectivamente, ou seja, houve um aumento de produção em relação ao mês de novembro e dezembro, indicando resultados positivos na implementação das melhorias aplicadas. Em abril e maio a produção atingiu o seu expoente, tendo uma produção média mensal de 24 móveis. De dezembro a maio registou-se um aumento da média da produção mensal na ordem dos 26.3%. Esta subida na produção deve-se às implementações de todas as melhorias.

7. CONCLUSÃO

Neste capítulo, são descritas as principais conclusões decorrentes do desenvolvimento de todo o projeto. Além disso, são apresentadas algumas sugestões a serem desenvolvidas em trabalhos futuros na empresa.

7.1 Considerações finais

Na Jordão, a grande maioria dos fluxos cruzam-se na secção de montagem de móveis, podendo esta ser designada como o setor “coração” da empresa. Assim, a elaboração desta dissertação focou-se no projeto de melhorias na linha de montagem 1.

Através da análise multi-momento foi possível inferir sobre a grande quantidade de desperdícios na linha de montagem, em particular as movimentações excessivas. Através do estudo de tempos, verificou-se a divergência dos tempos de ciclo nos diferentes postos de trabalho refletindo-se em tempos mortos por parte dos operadores e a acumulação de WIP entre postos de trabalho. Através da observação averiguou-se problemas de organização e limpeza da linha de montagem e também a falta de gestão visual.

A análise e identificação de problemas conduziram à seleção das ferramentas e metodologias da filosofia *lean* consideradas mais adequadas para a correta eliminação dos mesmos. Assim, foram estudadas propostas de melhoria através da aplicação do *kanban*, método de *kitting*, 5S e gestão visual.

A aplicação dos 5S permitiu a identificação dos itens desnecessários, a sua eliminação do setor de montagem e, a limpeza e definição de locais próprios para a colocação e armazenamento de todos os artigos. As ações de gestão visual propostas permitem aos operadores identificar mais rapidamente onde se encontram as ferramentas e materiais necessários para a rápida e correta realização das suas tarefas, reduzindo assim os tempos de procura dos mesmos. Esta metodologia, em conjunto com outras complementares, permitiu solucionar problemas de forma simples, sem grandes investimentos. Através das auditorias realizadas foi mensurado uma melhoria de 56%.

O método *kanban* e o método *kitting* permitiram uma aproximação dos artigos ao bordo de linha, reduzindo assim as movimentações por parte dos operadores.

Após a implementação destas ações, os ganhos monetários expectáveis relacionados com os impactos das melhorias implementadas seriam na ordem dos 9.275 € por ano, correspondendo a uma poupança

de 25% dos gastos iniciais com as atividades sem valor acrescentado e um aumento da média da produção mensal na ordem dos 26%.

Por último, referir também, que no decorrer do desenvolvimento deste projeto foi possível identificar algumas limitações relativamente ao potencial de motivação para a mudança por parte dos operadores da empresa.

Com isto, considera-se que este projeto foi alcançado com sucesso, uma vez que a maioria das propostas de melhoria foram implementadas.

Em suma, o projeto mostrou-se vantajoso para a autora desta dissertação, uma vez que foi possível aplicar os conhecimentos adquiridos em ambiente académico num contexto industrial real. Este projeto também se apresentou vantajoso para a empresa, devido aos resultados acima mencionados.

7.2 Trabalho futuro

Analisando o trabalho efetuado e visando a melhoria contínua da secção de montagem de móveis e do seu processo produtivo, sugerem-se, algumas propostas de trabalho futuro a concretizar na empresa.

Inicialmente, devem ser implementadas as propostas de melhoria não implementadas como o mecanismo para móveis neutros e também a remoção de atividades do posto de trabalho 4.

Perante os resultados obtidos pela aplicação do método 5S na linha de montagem sugere-se a aplicação deste métodos em todos os setores da empresa.

Posteriormente, deve ser realizado um estudo de tempos para efetuar um balanceamento mais eficiente de forma a satisfazer a procura do mercado.

Por último, a fim de motivar os operadores e restantes trabalhadores da empresa para a procura da melhoria contínua dos seus postos de trabalho sugere-se que seja desenvolvido um plano de formação acerca das vantagens da implementação de metodologias *lean*, capaz de envolver e incentivar todos os colaboradores neste processo.

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 Research Journal of Engineering and Technology(IRJET)*, 4(3), 130–137. Retrieved from <https://irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3411.pdf>
- Alrashed, I. A., & Kang, P. S. (2017). Applying Lean Principles to Health Economics Transactional Flow Process to Improve the Healthcare Delivery. *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (leem)*, (26), 879–883.
- Alves, A. C., Dinis-Carvalho, J., & Sousa, R. M. (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility. *Learning Organization*, 19(3), 219–237. <https://doi.org/10.1108/09696471211219930>
- Bateman, N., Philp, L., & Warrender, H. (2016). International Journal of Production Research Visual management and shop floor teams-development, implementation and use Visual management and shop floor teams-development, implementation and use. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1184349>
- Bell, S. (2005). *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement*. New Jersey: Wiley-Interscience.
- Beynon-Davies, P., & Lederman, R. (2017). Making sense of visual management through affordance theory. *Production Planning and Control*, 28(2), 142–157. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1243267>
- Carvalho, M. T. (2010). Lean Manufacturing na indústria de revestimentos de cortiça, 11–12.
- Chuah, S. H., Rauschnabel, P. A., Marimuthu, M., Thurasamy, R., Chuah, S. H., Rauschnabel, P. A., ... Thurasamy, R. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*. <https://doi.org/10.1108/JBIM-06-2016-0127>
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2003). *Gestão da produção*. Lidel.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-Acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. Braga.
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2013). Lean Leadership - Fundamental principles and their application. *Procedia CIRP*, 7, 569–574. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.034>
- Galsworth, G. (1997). *Visual Systems: Harnessing the Power of the Visual Workplace*. New York: American Management Association.

- Görener, A., Başer, H., & Türkyılmaz, A. (2013). Lean Production Applications in a Manufacturing Company. *International Journal of Research in Business and Social Science.*, 2(2), 16–28.
- Greif, M. (1991). *The Visual Factory: Building Participation through Shared Information*. Portland: Productivity Press.
- Gupta, S. M., Al-Turki, Y. A. Y., & Perry, R. F. (1999). Flexible kanban system. *International Journal for Researcher Development*, 7(1), 63–83. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2015-0216>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hirano, H. (1995). *5S for operators: 5 pillars of the visual workplace*. Productivity Press.
- Jemelka, M., Chramcov, B., & Kříž, P. (2017). ABC analyses with recursive method for warehouse, 960–963.
- Kehr, T. W., & Proctor, M. D. (2017). People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), 921–930. <https://doi.org/10.1002/qre.2059>
- Kilpatrick, J. (2003). Lean Principles, 1–5.
- Kobayashi, K., Fisher, R., & Gapp, R. (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Total Quality Management and Business Excellence*, 19(3), 245–262. <https://doi.org/10.1080/14783360701600704>
- Krichbaum, B. D. (2008). Process Coaching Incorporated Standardized Work: The Power of Consistency Standardized Work: The Power of Consistency. Retrieved from www.processcoachinginc.com
- Lareau, W. (2003). *Office Kaizen: Transforming Office Operations Into a Strategic Competitive Advantage*. ASQ Quality Press.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill Education: New York, Chicago, San Francisco, Athens, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto.
- Lingam, D., Ganesh, S., & Ganesh, K. (2015). Cycle Time Reduction for T-Shirt Manufacturing in a Textile Industry using Lean Tools. *IEEE Sponsored 2nd International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems*, 2–7.
- Mann, D. (2009). The missing link: Lean leadership. *Frontiers of Health Services Management*, 26(1), 15–26. <https://doi.org/10.1097/01974520-200907000-00003>

- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mize, J., Nightingale, D., Taneja, A., & Tonaszuck, D. (2000). *Transitioning to a Lean Enterprise: A Guide for Leaders, Vol.1*. Massachusetts Institute of Technology.
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization-one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149(June), 329–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: an integrated approach to Just-In-Time*. Norcross: Institute of Industrial Engineers.
- Nee, L. S., Juin, G. W., Yan, F. J., Theng, C. Y., & Kamaruddin, S. (2012). Lean production in manual assembly line — A case study. *Humanities, Science and Engineering Research (SHUSER), 2012 IEEE Symposium On*, 815–820. <https://doi.org/10.1109/SHUSER.2012.6268997>
- O'brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research.
- Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Osada, T. (1991). *The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment*. (Asian Productivity Organization, Ed.).
- Pinto, J. P. (2008). *Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel, Edições.
- Ramdass, K. (2015). Integrating 5S principles with process improvement: A case study. *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, 2015–Septe, 1908–1917*. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273045>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2016). 5S - a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and direction.
- Rother, M. (2009). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*. (M. Glenn, Ed.). McGraw-Hill Education.
- Sahoo, A. K., Singh, N. K., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2008). Lean philosophy: Implementation in a forging company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(5–6), 451–462. <https://doi.org/10.1007/s00170-006-0870-2>
- Shaikh, S., Alam, A. N., Ahmed, K. N., Ishtiyak, S., & Hasan, S. Z. (2015). Review of 5S Technique. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, 4(4), 927–931.
- Sharma, S., & Gandhi, P. J. (2016). Scope of Optimising ICT Objectives Applying Lean Principles: An

- Exploratory Review. *Proceedings of 2016 International Conference on Ict in Business Industry & Government (Ictbig)*.
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. New York: Productivity Press.
- Shingo, S. (2007). *Kaizen and the Art of Creative Thinking*. (Enna, Ed.).
- Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8(October 2016), 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>
- Štefani, N., Tošanović, N., & Hegedić, M. (2012). Kaizen Workshop as an Important Element of Continuous Improvement Process Kaizen Workshop as an Important Element of Continuous Improvement Process, 3(January), 93–98.
- Stewart, L., & Posey, P. A. (2004). *Seeing is Believing: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization*. AMACOM.
- Team, P. P. D. (2002). *Standard work for the shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2009). *The functions of visual management Title The functions of visual management*. New York: American Management Association. Retrieved from <http://usir.salford.ac.uk/10883/>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2017). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Vinodh, S., & Joy, D. (2012). Structural Equation Modelling of lean manufacturing practices. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1598–1607. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.560203>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. (S. & Schuster, Ed.).
- Womack, J. P., Roos, D., & Jones, D. T. (1990). *The machine that changed the world*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Yang, S. O., Hsu, C., Sarker, S., & Lee, A. S. (2017). Enabling Effective Operational Risk Management in a Financial Institution: An Action Research Study. *Journal of Management Information Systems*, 34(3), 727–753. <https://doi.org/10.1080/07421222.2017.1373006>

ANEXO I – ANÁLISE ABC

Modelo	Valor Anual	% vendas	% ac vendas	Classe
HIPER DO FUTURO	2 411 993 €	16%	16%	A
E-LINE	1 776 514 €	12%	27%	A
VISTA	1 581 901 €	10%	38%	A
DAISY	1 386 592 €	9%	47%	A
BANCADA PLUS	842 014 €	6%	52%	A
KUBO	789 055 €	5%	57%	A
REPUS4	773 555 €	5%	62%	A
COLUMBUS	657 227 €	4%	67%	A
FUTURO	635 334 €	4%	71%	A
E-LINE SLIM	606 822 €	4%	75%	A
PRESTIGE	455 782 €	3%	78%	A
PRIMUS SLIM	430 448 €	3%	81%	A
LUCIS 2	361 929 €	2%	83%	B
PRIMUS	319 363 €	2%	85%	B
EXPO	304 958 €	2%	87%	B
ARMARIOS	245 312 €	2%	89%	B
FRESCO	244 902 €	2%	90%	B
PASSION	224 323 €	1%	92%	B
OUTROS	207 900 €	1%	93%	B
PRONTO	150 710 €	1%	94%	B
CASTELO	128 515 €	1%	95%	B
RETRO PLUS	115 938 €	1%	96%	C
TECNO	113 575 €	1%	96%	C
FUNDADOR PLUS	108 952 €	1%	97%	C
ESCAPARATE	75 525 €	0%	98%	C
FUNDADOR SLIM	72 737 €	0%	98%	C
SUPER LIDER II	72 613 €	0%	99%	C
COUNTER LINE	41 653 €	0%	99%	C
GRUPOS COMPRESSORES	34 505 €	0%	99%	C
SALADETE PLUS	22 344 €	0%	99%	C
LOW COST	18 131 €	0%	99%	C
FRESH-LINER	14 266 €	0%	100%	C
LUCIS	12 723 €	0%	100%	C
UNIVERSAL	11 600 €	0%	100%	C
FUNDADOR I	10 217 €	0%	100%	C
EUROPA PLUS	8 926 €	0%	100%	C
ALCADOS	7 766 €	0%	100%	C
DELICE	7 020 €	0%	100%	C
VISION	3 626 €	0%	100%	C
VITRINA CRYSTAL	3 567 €	0%	100%	C
VITRINE APOIO	2 778 €	0%	100%	C
HIPER LIDER	2 003 €	0%	100%	C
SUPER LIDER ANTIGA	1 776 €	0%	100%	C
MAJESTIC	1 626 €	0%	100%	C
OVOS	794 €	0%	100%	C
BALCAO PLUS	340 €	0%	100%	C
REAL PLUS	125 €	0%	100%	C
ARREFECEDOR	102 €	0%	100%	C

Figura 44. Classificação de produtos segundo a análise ABC

ANEXO II – RESULTADOS ANÁLISE MULTI-MOMENTO INICIAL

N	384	100%
----------	-----	------

Operação	172	45%
Esperas	29	8%
Transporte interno	55	14%
Transporte estantes	38	10%
Transporte externo	13	3%
Trabalho fora da linha	35	9%
Ajudar colega	11	3%
Ausente	12	3%
Outros	19	5%

VA	45%
NVA	55%

Figura 45. Resultados da análise multi-momento inicial

ANEXO III – DESENHO DA CAIXA ESPECIAL

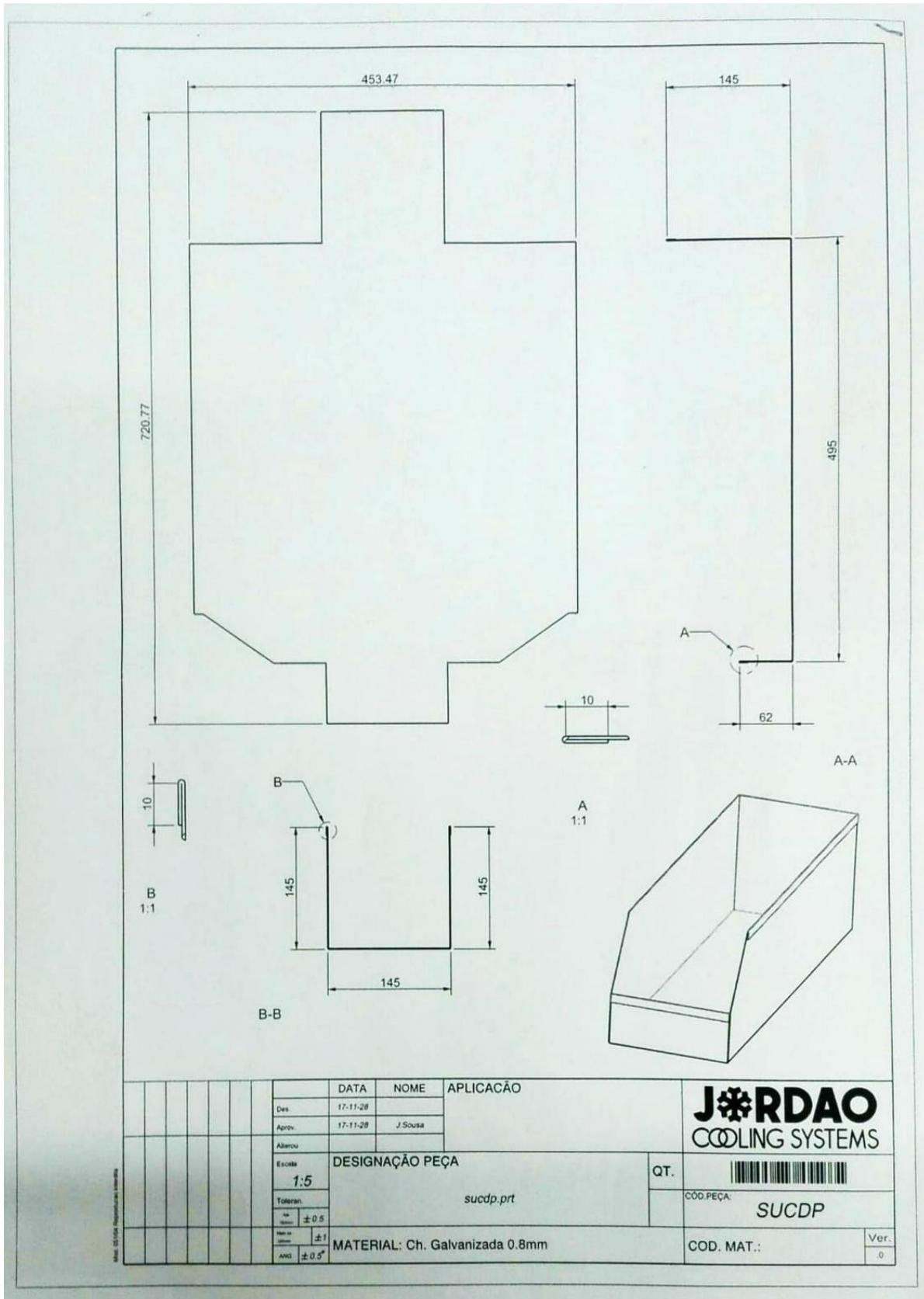


Figura 46. Desenho técnico da caixa especial criada

ANEXO IV – NORMA PARA A MONTAGEM DE KITS

Montagem de kits

1. Preparar kits dois a dois começando no posto 1 e acabando no posto 6.
2. Separar o kit de cada posto para o carro definido para o efeito.
3. O buffer de máquinas por posto deve ser no mínimo dois.

BUFFER ABAIXO DE 2 ≥ CHAMAR RESPONSÁVEL

4. Indicar o número de série do móvel nos carros de cada posto.
5. Preparar kits, completos, por ordem de sequência de entrada em linha dos móveis.

Excepcionalmente, quando existam faltas, poderão prepara-se kits, sempre que se trate de:

- laterais de aspeto e não estruturais;
- peças dos postos 4, 5 e 6, que não sejam controladores ou componentes que impeçam a execução da carga de gás.

6. Sempre que a falta de peças impeça a montagem de um kit (ver tabela I), deve suspender-se a preparação e passar ao kit do próximo móvel da sequência.

Figura 47. Norma para a montagem de kit

ANEXO V – TABELA DE FALTAS

KITTER - LINHA 1						
MODELOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6
E-Line, Lucys, Kubo superior ventilada e cantos ou estática	base, lateral base	Lat. Fundo, tapamentos sup. Lat. e defletores inf. Tapamento lat. Evaporador	Grupo; evaporador (I) não houver no armazém	Quadro elétrico (I)		
E-line, Kubo; Lucis estáticas totais, Frio independente	base, lateral base e câmara	Lat. Fundo, tapamento superior lateral e defletor inf. tapamento lateral evaporador	Evaporador superior / inferior, caleiro, grupo	Quadro elétrico		
kubo e E-line aquecida ou aquecida com controlador de humidade	base, lateral base	Lateral, fundo, tapamento superior	Defletor lateral, Blindagem e conjunto de resistências	Quadro elétrico, Kit de humidificação (se aplicável)		
E-Line, Kubo, Lucis Banho Maria	Lateral, lateral e base	Lateral fundo e tapamento superior	Cuba e blindagem	Quadro elétrico		
E-Line, kubo gelados	Base, lateral base e lateral fundo	Tapamento evaporador laterais, grelha insuflação ASP e pala frontal	Grupo compressor e evaporador	Quadro Elétrico		
E-Line	Base, lateral base e estrutura do fundo (aranhico)	Lateral fundo, ponte e pousa papeis				
Vistas ventiladas, aquecidas, neutras e gelados	Base, lateral base e lateral fundo	Aros, laterais, consolas e defletor inferior	Grupo compressor, evaporador e conjunto de resistências	Quadro elétrico		
Murais Primus ou Fundador	Base, longarinas, prumos e aros	Quadro elétrico, laterais e gambiarras superior	Grupo compressor, evaporador e tapamento lateral do		Gambiarras laterais	
Ilhas BI temperatura	Base, lateral fundo	Defletor inferior, tapamento lateral evaporador, grupo	Evaporador	Quadro elétrico e chapas das resistências		
Expo HF	Base, lateral fundo e para choques	Defletor inferior e tapamento lateral evaporador	Grupo compressor, evaporador	Quadro elétrico		
Expo N ou E	Base, lateral fundo	Tapamento lateral do evaporador	Grupo compressor, evaporador	Quadro elétrico e resistências anti-condensação		
Vitrina Pronto	Base e longarinas	caleiros, laterais	Grupo compressor e evaporador	Quadro elétrico		
Mural Pronto	Base, prumo e longarinas	Gambiarras, laterais, defletor inferior e conjunto defletor superior, apoios fixação da gambiarra e	Grupo compressor, evaporador, tapamento lateral evaporador			
Prestige, Passion e Super Lider	Base, lateral fundo	Esquadros electozincados e conjunto defletores	Grupo compressor e evaporador	Quadro elétrico		

Figura 48. Tabela de faltas

ANEXO VI – PLANO DE AÇÕES

Plano de ações - implementação de estantes kanban e carros de kitting

Atividade	Tarefa	Resp.	Mar									Abr									
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8
Colocar estantes no bordo de linha		MC																			
	Fabricar todas as peças das estantes	MR																			
	Entregar todas peças das estantes na U1	MR																			
	Ceder recurso para montar estantes KB/retirar estantes atuais	MR																			
	Montar estantes do bordo de linha	MC																			
	Retirar estantes atuais do bordo de linha	MC																			
	Instalar estantes de KB no bordo de linha	MC																			
Montar KB transformados		MC																			
	Realizar levantamento peças transformados	SS																			
	Criar lista de transformados por posto	SS																			
	Analisar necessidade de caixas KB	SS																			
	Criar cartões KB	SS																			
	Montar KB	SS																			
Carros de kitting		HF																			
	Fabricar todas as peças dos carros	MR																			
	Montar todos os carros	MR																			
	Entregar todos do carros na Linha 2	MR																			
Formar kitter	MR																				
Organizar estantes de kitting		MR																			
	Retirar excedentes	DR																			
	Organizar estantes por semana	DR																			
	Implementar standard estantes de kitting	DR																			
Reunião acompanhamento	MC																				

Figura 49. Plano de ações

ANEXO VII – DESENHO SUPORTE PARA FERRAMENTAS E UTENSÍLIOS

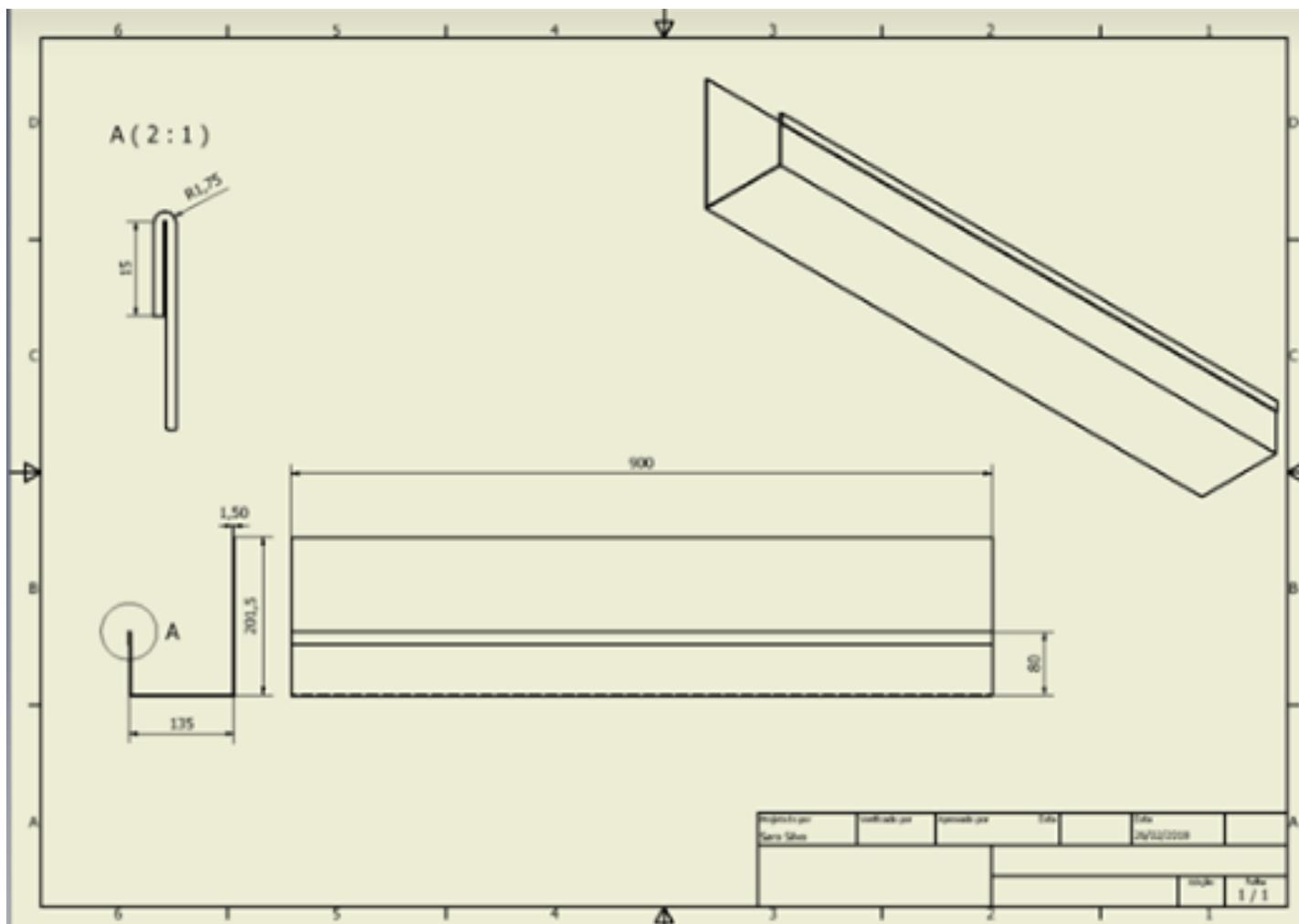


Figura 50. Desenho técnico para caixa de suporte de ferramentas e utensílios

ANEXO VIII – PLANO DE LIMPEZA



Objetivo: Definir o que se deve limpar, como o fazer e a frequência de limpeza.

ZONA A LIMPAR	MÉTODO DE LIMPEZA	PERIODICIDADE
Varrer/Aspirar chão	Vassoura e pá	Diariamente
Limpar superfície das estantes	Pano	Semanalmente
Limpar mesa de trabalho	Pano e detergente	Semanalmente
Limpar quadro de ferramentas	Pano e detergente	Semanalmente
Limpar ferramentas	Solução apropriada	Semanalmente
Despejar caixotes do lixo	Saco de lixo novo	Diariamente

Figura 51. Plano de limpeza

ANEXO IX – INSTRUÇÕES DE TRABALHO PARA IMPLEMENTAR OS PRIMEIROS 3S

JORDAO
COOLING SYSTEMS®

Instruções para implementar os primeiros 3S

1º S – Separação – Identificar aquilo que é necessário para a execução das tarefas.

- ✓ Identificar os itens como ÚTEIS ou INÚTEIS;
- ✓ Os itens inúteis devem ser descartados.

2º S – Organização – Definir locais para colocar os itens necessários.

- ✓ Definir locais para cada item;
- ✓ Cada item deve ser guardado no local designado quando não estiver a ser usado;
- ✓ Utilizar etiquetas para identificar os itens e os locais onde são guardados
- ✓ Os itens devem estar acessíveis e facilmente identificados por qualquer colaborador;
- ✓ Manter os corredores livres de circulação de obstáculos.

3º S – Limpeza – Identificar e eliminar as fontes de sujidade.

- ✓ Limpar o posto de trabalho e a área envolvente;
- ✓ Limpar as máquinas, ferramentas e materiais;
- ✓ Manter as máquinas, ferramentas e materiais em bom estado de conservação.

Figura 52. Instruções de trabalho para implementar os primeiros 3S

ANEXO X – PLANO DE AUDITORIAS

	AUDITORIA DOS 5S			Pontuação			
	Data:	Auditor:	Setor:	0 - Mau	1 - Razoável	3 - Excelente	
Categoria	Critério						
Seiri (senso de organização)	Na área de trabalho existem apenas os itens necessários para a execução das tarefas?						
	Os itens necessários para o trabalho estão nas quantidades certas?						
	Existem itens sem uso ou não conformes na área de trabalho?						
	Existem itens obsoletos na área de trabalho?						
	Os colaboradores procuram sempre descartar os itens supérfluos, evitando a acumulação?						
	Existe apenas a informação necessária/relevante na área de trabalho?						
			Subtotal:			/18	
Seiton (senso de arrumação)	Existem itens espalhados na área de trabalho?						
	Existe um local devidamente identificado para todos os itens?						
	Existem locais próprios para os itens serem guardados?						
	Os itens são guardados no seu local quando não estão a ser utilizados?						
	Existem marcações dentro da área de trabalho?						
	Existem marcações para delimitar as áreas dos artigos?						
			Subtotal:			/18	
Seison (senso de limpeza)	A área de trabalho encontra-se limpa?						
	As ferramentas encontram-se limpas?						
	As ferramentas são periodicamente limpas?						
	Existem rotinas de limpeza?						
	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza?						
				Subtotal:			/15
Seiketsu (senso de normalização)	Os artigos e equipamentos estão armazenados nos locais estipulados para esse efeito?						
	Existem planos de limpeza e manutenção da área de trabalho e dos equipamentos?						
	Os planos de limpeza e manutenção da área de trabalho estão visíveis?						
	É realizado um controlo do stock das matérias-primas?						
				Subtotal:			/12
	Shitsuke (senso de disciplina)	A última auditoria do método 5S prevista foi realizada?					
Os colaboradores têm o hábito de manter a área de trabalho limpa e bem organizada?							
Os colaboradores promovem a melhoria contínua?							
Os colaboradores encontram-se motivados em seguir o método 5S?							
			Subtotal:			/12	
			TOTAL:			/75	
			TOTAL (%):				

Figura 53. Plano de auditorias

ANEXO XI – AUDITORIA INICIAL

		AUDITORIA DOS 5S - Inicial		
		Data:	Auditor:	Setor:
Categoria	Critério	0 - Mau	1 - Razoável	3 - Excelente
Seiri (senso de organização)	Na área de trabalho existem apenas os itens necessários para a execução das tarefas?	0		
	Os itens necessários para o trabalho estão nas quantidades certas?	0		
	Existem itens sem uso ou não conformes na área de trabalho?	0		
	Existem itens obsoletos na área de trabalho?		1	
	Os colaboradores procuram sempre descartar os itens supérfluos, evitando a acumulação?	0		
	Existe apenas a informação necessária/relevante na área de trabalho?		1	
Subtotal:		2/18		
Seiton (senso de arrumação)	Existem itens espalhados na área de trabalho?	0		
	Existe um local devidamente identificado para todos os itens?		1	
	Existem locais próprios para os itens serem guardados?		1	
	Os itens são guardados no seu local quando não estão a ser utilizados?		1	
	Existem marcações dentro da área de trabalho?	0		
	Existem marcações para delimitar as áreas dos artigos?	0		
Subtotal:		3/18		
Seison (senso de limpeza)	A área de trabalho encontra-se limpa?	0		
	As ferramentas encontram-se limpas?		1	
	As ferramentas são periodicamente limpas?	0		
	Existem rotinas de limpeza?		1	
	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza?		1	
Subtotal:		3/15		
Seiketsu (senso de normalização)	Os artigos e equipamentos estão armazenados nos locais estipulados para esse efeito?		1	
	Existem planos de limpeza e manutenção da área de trabalho e dos equipamentos?		1	
	Os planos de limpeza e manutenção da área de trabalho estão visíveis?	0		
	É realizado um controlo do stock das matérias-primas?	0		
Subtotal:		2/12		
Shitsuke (senso de disciplina)	A última auditoria do método 5S prevista foi realizada?	0		
	Os colaboradores têm o hábito de manter a área de trabalho limpa e bem organizada?		1	
	Os colaboradores promovem a melhoria contínua?		1	
	Os colaboradores encontram-se motivados em seguir o método 5S?	0		
Subtotal:		2/12		
		TOTAL:	11/75	
		TOTAL (%):	14.7%	

Figura 54. Auditoria inicial

ANEXO XII – AUDITORIA FINAL

	AUDITORIA DOS 5S - Final			Pontuação		
	Data:	Auditor:	Setor:	0 - Mau	1 - Razoável	3 - Excelente
Categoria	Critério					
Seiri (senso de organização)	Na área de trabalho existem apenas os itens necessários para a execução das tarefas?					3
	Os itens necessários para o trabalho estão nas quantidades certas?				1	
	Existem itens sem uso ou não conformes na área de trabalho?					3
	Existem itens obsoletos na área de trabalho?					3
	Os colaboradores procuram sempre descartar os itens supérfluos, evitando a acumulação?				1	
Existe apenas a informação necessária/relevante na área de trabalho?					3	
Subtotal:			14/18			
Seiton (senso de arrumação)	Existem itens espalhados na área de trabalho?				1	
	Existe um local devidamente identificado para todos os itens?					3
	Existem locais próprios para os itens serem guardados?					3
	Os itens são guardados no seu local quando não estão a ser utilizados?					3
	Existem marcações dentro da área de trabalho?					3
Existem marcações para delimitar as áreas dos artigos?					3	
Subtotal:			16/18			
Seison (senso de limpeza)	A área de trabalho encontra-se limpa?				1	
	As ferramentas encontram-se limpas?				1	
	As ferramentas são periodicamente limpas?				1	
	Existe uma política de limpeza?					3
	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza?					3
Subtotal:			9/15			
Seiketsu (senso de normalização)	Os artigos e equipamentos estão armazenados nos locais estipulados para esse efeito?					3
	Existem planos de limpeza e manutenção da área de trabalho e dos equipamentos?					3
	Os planos de limpeza e manutenção da área de trabalho estão visíveis?					3
	É realizado um controlo do stock das matérias-primas?				1	
Subtotal:			8/12			
Shitsuke (senso de disciplina)	A última auditoria do método 5S prevista foi realizada?					3
	Os colaboradores têm o hábito de manter a área de trabalho limpa e bem organizada?				1	
	Os colaboradores promovem a melhoria contínua?				1	
	Os colaboradores encontram-se motivados em seguir o método 5S?				1	
Subtotal:			6/12			
			TOTAL:	53/75		
			TOTAL (%):	70.7%		

Figura 55. Auditoria final

ANEXO XIII – RESULTADOS DA ANÁLISE MULTI-MOMENTO FINAL

N	384	100%
----------	-----	------

Operação	225	59%
Esperas	17	4%
Movimentações internas	46	12%
Movimentações a carros	24	6%
Movimentações externas	5	1%
Trabalho fora da linha	30	8%
Ajudar colega	10	3%
Ausente	12	3%
Outros	15	4%

VA	59%
NVA	41%

Figura 56. Resultados da análise multi-momento final