



**Isabel Maria Alves
Machado**

**Melhoria do fluxo produtivo de uma célula de
montagem de válvulas**



**Isabel Maria Alves
Machado**

**Melhoria do fluxo produtivo de uma célula de
montagem de válvulas**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este projeto aos meus pais e à minha irmã por todo o apoio e carinho.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Ana Maria Pinto de Moura Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof.^a Doutora Maria João Machado Pires da Rosa Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à minha família, principalmente aos meus pais e irmã por estarem sempre presentes, por terem acompanhado de perto o meu percurso académico, pelo apoio incondicional, pelo amor e pela confiança que depositam em mim.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, Prof. Maria João Pires da Rosa, por toda ajuda e disponibilidade que ofereceu ao longo de todo o projeto.

Agradeço à empresa OLI – Sistemas Sanitários S.A. pela oportunidade que me ofereceu de poder pôr em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do meu percurso académico e de ter contribuído para o meu crescimento, tanto a nível profissional como pessoal.

Ao meu orientador da OLI – Sistemas Sanitários S.A., Eng.º Ricardo Teixeira, pelos ensinamentos e pelo apoio.

A todos os colaboradores da OLI – Sistemas Sanitários, em especial aos operários da célula 45 e ao Chefe de Equipa da área dos Exteriores, por toda a informação e conhecimento que me transmitiram, e pelo acolhimento que me ofereceram desde o início.

Aos meus amigos por estarem sempre presentes. À Catarina por toda a amizade e força que me proporcionou nestes 5 anos. À Juliana por toda a motivação e ajuda.

palavras-chave

Lean Thinking, Melhoria Contínua, OEE, Balanceamento, *Stock*

resumo

O presente relatório resulta de um projeto realizado na empresa OLI – Sistemas Sanitários, S.A, com o objetivo de melhorar o fluxo produtivo de uma célula de montagem de válvulas.

A célula é constituída por uma máquina de injeção que abastece simultaneamente duas linhas diferentes de montagem de válvulas. O facto de as linhas não produzirem em fluxo contínuo leva a vários problemas ao nível da produção que diminuem a eficiência da célula.

De maneira a estudar os problemas existentes na célula e propor melhorias para aumentar a sua eficiência, começou-se por observar no terreno, cuidadosamente e ao longo de um período alargado, todo o processo produtivo. Concluiu-se que um dos maiores entraves à existência de uma produção em fluxo na célula resulta do facto do processo produtivo estar sempre dependente do desempenho da máquina de injeção. Para solucionar esta situação foram efetuadas propostas de melhoria baseadas na realocação das tarefas correspondentes ao autoabastecimento das linhas, bem como em alterações nas tubagens que ligam a máquina de injeção às linhas de montagem, as quais possibilitam um melhor abastecimento das linhas e uma conseqüente redução das suas paragens.

A observação do funcionamento da célula permitiu detetar outros problemas, para os quais se procurou propor soluções de melhoria. Desde logo, foram também observadas lacunas no planeamento semanal que conduzem a várias perdas de tempo no funcionamento da célula. Para solucionar este problema foi realizada uma Macro no Excel, que auxilia o planeamento da produção semanal, tornando-o mais eficaz e contribuindo para uma maior eficiência da célula.

Verificou-se também que a baixa eficiência da célula resultava igualmente de tempos inativos significativos aquando das mudanças de turno. Foi, então, proposta uma realocação das tarefas a realizar nestas mudanças, com recurso ao Microsoft Project, a qual permite uma redução destes tempos.

Foi também realizado um balanceamento das linhas de montagem para aferir a possibilidade de tornar mais fluído o processo de produção das válvulas. Finalmente, foram propostas soluções para a operação da célula baseadas nos conceitos de melhoria contínua, com o objetivo de reduzir ao máximo as paragens na célula e aumentar, assim, a sua eficiência.

Globalmente estima-se que as soluções de melhoria propostas possam contribuir para um aumento do OEE Global da linha V1 de 8% e da linha V2 de 13%.

keywords

Lean Thinking, Continuous Improvement, OEE, Balancing, Stock

abstract

This report is the result of a project carried out at OLI - Sistemas Sanitários, S.A., with the aim of improving the production flow of a valve assembly cell. The cell consists of an injection machine that simultaneously supplies two different valve assembly lines. The fact that the lines do not produce in continuous flow leads to several problems at the production level that decrease the efficiency of the cell.

In order to study the existing problems in the cell and propose improvements to increase its efficiency, the whole production process was first observed in the field, carefully and over an extended period. It was concluded that one of the greatest obstacles to the existence of a flow production in the cell results from the fact that the production process is always dependent on the performance of the injection machine. To solve this situation, improvement proposals were made based on the reallocation of tasks corresponding to the self-supply of the lines, as well as changes in the pipes connecting the injection machine to the assembly lines, which allow a better supply of the lines and a consequent reduction in their stoppages.

The observation of the cell's functioning has made it possible to detect other problems, for which improvement solutions have been sought. Gaps in weekly planning have also been observed which lead to various losses of time in the operation of the cell. To solve this problem, it was used an Excel Macro, which helps the weekly production planning, making it more effective and contributing to a greater efficiency of the cell.

It was found that the low efficiency of the cell was also a result of significant inactive times at shift changes. It was then proposed a reallocation of the tasks to be performed in these changes, using Microsoft Project, which allows a reduction of these times.

A balancing of the assembly lines was also carried out in order to assess the possibility of making the production process of the valves more fluid.

Finally, solutions were proposed for the operation of the cell based on the concepts of continuous improvement, with the aim of reducing the stops in the cell to the maximum and thus increasing its efficiency.

Globally it is estimated that the proposed improvement solutions can contribute to an increase in the Global OEE in the line V1 of 8% and in the line V2 of 13%.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização do Trabalho	1
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura do Documento	5
2. Enquadramento Teórico.....	7
2.1. <i>Lean</i>	7
2.1.1. Filosofia <i>Lean</i>	7
2.1.2. Princípios <i>Lean</i>	9
2.1.3. Valor e Desperdício.....	10
2.1.4. Melhoria Contínua	13
2.1.5. Diagrama de Ishikawa	16
2.1.6. Diagrama de Pareto	17
2.2. OEE.....	17
2.3. Balanceamento de Linhas de Montagem	20
2.4. BPM e a Notação BPMN	25
3. Caso de Estudo	27
3.1. A empresa	27
3.2. Produtos	28
3.3. Processo Produtivo	29
3.4. Área em estudo.....	30
3.5. Descrição do Processo Produtivo da Célula 45.....	32
4. Célula 45 – Diagnóstico da Situação Inicial	35
4.1. Situação Inicial	35
4.2. Criação de Stock	41
4.3. Autoabastecimento	44
4.4. Tempo de mudanças de turno.....	46
4.5. Registo da produção da MIP45.....	48
4.6. Planeamento - Planeamento Refinado.....	49
4.7. Balanceamento das linhas V1 e V2.....	50
5. Propostas de Melhorias e Resultados Esperados	53
5.1. Proposta 1 - Criação de <i>stock</i>	53

5.2. Proposta 2 - Autoabastecimento.....	56
5.3. Proposta 3 - Mudanças de Turno	59
5.4. Proposta 4 - Registo da produção da MIP45	63
5.5. Proposta 5 - Planeamento refinado (elaboração de uma Macro no Excel)	64
5.6. Proposta 6 - Balanceamento de Linhas de Montagem	66
5.7. Cálculo do OEE esperado após alterações.....	77
6. Conclusões e Trabalho Futuro	81
6.1. Conclusões.....	81
6.2. Perspetivas de trabalho futuro.....	83
Referências	85
Anexos	91
Anexo A - Tabela com os fatores de tolerância (Peinado & Graeml, 2007)	91
Anexo B – Modelação dos Processos em BPMN	92
Anexo C - Média dos OEE's das linhas V1 e V2 entre os meses de janeiro e setembro de 2019. 98	
Anexo D – Tabela com o tempo médio em que as linhas não se abastecem diretamente da MIP 45	99
Anexo D – Tarefas realizadas no início e fim e fim de cada turno de acordo com os postos de trabalho	100
Anexo E – Regista da produção da MIP45	101
Anexo G – Planeamento primeira semana de março.....	107

Índice de Figuras

Figura 1 - Etapas da Metodologia Investigação-Ação (Adaptado de Mello et al. (2012))	4
Figura 2 - Diagrama de Gantt das Atividades	5
Figura 3 - A casa do TPS (Fonte: Pinto (2014))	8
Figura 4 - Os 5 princípios <i>Lean</i> (Adaptado de Eaton, M. (2013))	9
Figura 5 - Atividades de trabalho (Aptado de Pinto (2008))	11
Figura 6 - Os 7 desperdícios <i>Lean</i> (Adaptado de Melton (2005))	12
Figura 7 - Etapas do ciclo PDCA (Adaptado de Emmanouilidis et al. (2013)).....	15
Figura 8 - Ciclo PDCA e Melhoria Contínua (Adaptado de Van Kemenade (2014))	15
Figura 9 - Exemplo de um Diagrama de Ishikawa (Technology & Management, 2012)	16
Figura 10 - Exemplo de um Diagrama de Pareto	17
Figura 11 - Exemplo de um diagrama de precedências (Boysen et al., 2007)	21
Figura 12 - Principais elementos do diagrama BPMN (Brocke & Rosemann, 2015).....	26
Figura 13 - Imagem da empresa.....	27
Figura 14 - Países que a empresa exporta o produto	28
Figura 15 - Produtos produzidos pela empresa	29
Figura 16 - Macroprocesso da empresa.....	29
Figura 17 - <i>Layout</i> da célula de montagem	31
Figura 18 - Componentes injetados pela MIP45	33
Figura 19 - Produção Objetivo vs. Produção Real para a linha V1	37
Figura 20 - Produção Objetivo vs. Produção Real para a linha V2	38
Figura 21 - Diagrama de Pareto das paragens na linha V1	38
Figura 22 - Diagrama de Pareto das paragens da linha V2	39
Figura 23 - Diagrama de Ishikawa para a Baixa Eficiência da Célula 45.....	40
Figura 24 - Máquina de injeção a injetar componentes para os contentores de <i>stock</i>	43
Figura 25 - Percurso para autoabastecer	44
Figura 26 - Sobreposição de horários dos 3 turnos.....	47
Figura 27 - Representação do molde e cavidades da MIP45	53
Figura 28 - Layout da célula 45 com foco na situação dos contentores	55
Figura 29 - Antes e depois de alteração nas tubagens da linha V1.....	55
Figura 30 - Diagrama de Precedências da linha V1 para o posto 1.....	60
Figura 31 - Diagrama de Precedências da linha V1 para o posto 2.....	60
Figura 32 – Project das tarefas da linha V1	61

Figura 33 - Diagrama de Precedências da linha V2	62
Figura 34 - Project das tarefas da linha V2.....	62
Figura 35 - Diagrama de Precedências para a linha V1	71
Figura 36 - Diagrama de Precedências para a linha V2	72
Figura 37 - Processo de produção da linha V1	92
Figura 38 - Processo de produção da linha V2	93
Figura 39 - Processo de autoabastecimento dos componentes por parte dos operadores.....	94
Figura 40 - Processo de abastecimento das linhas V1 e V2 e dos contentores	95
Figura 41 - Processo de abastecimento da linha V1 e V2 quando todos os componentes da linha V1 são enviados em fluxo exceto o copo	96
Figura 42 - Processo modelado do autoabastecimento se este for realizado pelo MIZU	97
Figura 43 - Folha para o registo da produção da MIP45 por parte dos técnicos de injeção	101
Figura 44 - <i>Standard</i> do registo de produção da MIP45Anexo F – Médias das mudanças de posições entre os meses de novembro e dezembro	103
Figura 45 - Planeamento enviado pelo departamento do planeamento para a linha V1	107
Figura 46 - Planeamento na linha V1 após a utilização da MACRO	107
Figura 47 - Planeamento enviado pelo departamento do planeamento para a linha V2	108
Figura 48 - Planeamento na linha V1 após a utilização da MACRO	108

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Coeficientes de distribuição normal.....	23
Tabela 2 - Tempo de produção de cada célula e número de operários por turno	32
Tabela 3 - Número de caixas com copos e tubos para cada linha	45
Tabela 4 - Tempo gasto nas tarefas de início e fim de turno	46
Tabela 5 - Média de tempos de sobreposição de turnos.....	47
Tabela 6 - Combinações de copos e tubos produzidos na V1.....	54
Tabela 7 - Tempos para encher e consumir caixas de componentes nas linhas V1 e V2	57
Tabela 8 - Tempo médio gasto por dia ao autoabastecer cada linha	57
Tabela 9 - Descrição das tarefas da linha V1.....	67
Tabela 10 - Descrição das tarefas da linha V2.....	67
Tabela 11 - Tempo de processamento médio de acordo com o número de observações necessárias para a linha V1	67
Tabela 12 - Tempo de processamento médio de acordo com o número de observações necessárias para a linha V2	68
Tabela 13 - Tempo normal para as tarefas da linha V1	69
Tabela 14 - Tempo normal para as tarefas da linha V2	69
Tabela 15 - Tempos padrão e <i>takt time</i> para as tarefas da Linha V1.....	70
Tabela 16 - Tempos padrão e <i>takt time</i> para as tarefas da Linha V2.....	71
Tabela 17 - Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V1	72
Tabela 18 - Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V2	73
Tabela 19 - Eficiência da linha V1.....	74
Tabela 20 - Eficiência da linha V2.....	74
Tabela 21 - Novos dados da Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V1.....	75
Tabela 22 - Novos dados da Eficiência da Linha V1	76
Tabela 23 - Novos dados da Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V2.....	76
Tabela 24 - Novos dados da Eficiência da Linha V2	77
Tabela 25 - Ganhos no tempo de produção para as diferentes propostas de melhoria	78
Tabela 26 - Valor real das válvulas produzidas diariamente nas linhas V1 e V2.....	78
Tabela 27 - Valor do OEE Global após implementação das propostas de melhoria.....	79
Tabela 28 - Tempo médio que a linha V1 não se abastece diretamente da MIP45 entre 14 e 26 de fevereiro.....	99

Tabela 29 - Tempo médio que a linha V2 não se abastece diretamente da MIP45 entre 14 e 26 de fevereiro	99
--	----

1. Introdução

Este capítulo tem como finalidade introduzir o projeto realizado no âmbito do estágio curricular que decorreu no Departamento de Montagem da OLI - Sistemas Sanitários, SA. Será feita uma breve contextualização do projeto e serão especificados os seus objetivos, bem como a metodologia utilizada.

1.1. Contextualização do Trabalho

Num mundo industrial cada vez mais competitivo e desafiante, a capacidade das empresas adaptarem as suas formas de negócio às exigências atuais do mercado torna-se um diferencial importante.

A competitividade das empresas industriais depende da disponibilidade e produtividade dos seus recursos (Fleischer, Weismann, & Niggeschmidt, 2006). Tendo isto em consideração, segundo Huang et al. (2003), as empresas acabam assim por se empenhar em melhorar e otimizar a produtividade.

Para melhorar o desempenho e conseqüentemente aumentar a produtividade as empresas utilizam cada vez mais a metodologia *Lean*, que consiste na identificação e eliminação de desperdícios (Zahrotun & Taufiq, 2018). O *Lean* recorre a várias ferramentas e princípios que ajudam na sua aplicação, tanto a nível operacional como a nível cultural (Womack & Jones, 2003). Destes princípios fazem parte o *Just-in-Time* (JIT), o *Jidoka* e também o *Kaizen* ou melhoria contínua.

Ao garantir a produção utilizando menos recursos (tempo, capital, esforço, pessoas e espaço), melhor qualidade dos produtos e redução dos tempos de entrega, a filosofia *Lean* permite um aumento da satisfação dos clientes e possibilita a criação de capacidade produtiva extra (Shook, n.d.). De facto, o recurso a ferramentas *Lean* possibilita o estudo e análise de processos e atividades, permitindo a identificação de desperdícios e atividades de valor não acrescentado, com a conseqüente definição de ações corretivas com vista à melhoria. No entanto, a comprovação de que uma melhoria de facto ocorreu, implica a comparação entre o estado inicial e o estado final do processo/atividade. Esta comparação é habitualmente feita recorrendo a sistemas de medição de desempenho rigorosos para os processos de produção (Muchiri &

Pintelon, 2008), sendo o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) um indicador de desempenho a que habitualmente se recorre.

O OEE é uma métrica interpretada como a multiplicação da disponibilidade pelo desempenho e pela qualidade de um equipamento (Jeong & Phillips, 2001). Este categoriza as principais perdas ou razões para o mau desempenho, concedendo assim a base para o estabelecimento de prioridades de melhoria (Muchiri & Pintelon, 2008). O OEE indica implicitamente a quantidade de perdas com que cada parâmetro (disponibilidade, desempenho e qualidade) contribui para reduzir a produtividade (Ahire & Relkar, 2012).

O indicador *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) tem sido bastante utilizado nas indústrias para diagnóstico dos seus sistemas produtivos, direcionando ações de melhoria contínua, principalmente nas organizações que utilizam modelos subjacentes às metodologias *Lean* (Bohoris, Vamvalis, Tracey, & Ignatiadou, 1995). Atualmente a aplicação industrial do OEE varia de uma indústria para outra. Embora a base para medir a eficácia seja oriunda do conceito original de OEE, cada empresa acaba por definir um OEE personalizado, para atender às suas necessidades industriais particulares (Muchiri & Pintelon, 2008).

O presente projeto foi desenvolvido no Departamento de Montagem da Empresa OLI – Sistemas Sanitários, tendo como principal objetivo o estudo e melhoria do fluxo produtivo de uma célula de montagem de válvulas - Célula 45.

A célula 45 é constituída por uma máquina de injeção e duas linhas de montagem que a sucedem. Sendo esta uma célula criada para funcionar em fluxo contínuo, refere-se desde já que o mesmo não está a ser cumprido, já que além de paragens que levam à interrupção da produção por parte dos operários, existe também um desequilíbrio de desempenho relativamente à máquina de injeção e às duas linhas de montagem. Este desequilíbrio faz com que a eficiência da célula seja abaixo da desejada. Desta forma, a empresa sentiu a necessidade de realizar um estudo em torno da mesma para descobrir ao pormenor quais os aspetos que afetam a sua eficiência e, posteriormente, definir e implementar um conjunto de soluções que possibilitem a eliminação ou melhoria dos mesmos.

1.2. Objetivos

O principal objetivo do projeto descrito neste relatório é a melhoria do fluxo produtivo da célula de montagem 45. O facto da célula não trabalhar num fluxo em contínuo conduz a vários desperdícios que urge identificar e eliminar. Segundo Sugimori et al. (1977), quando a produção não é em fluxo, frequentemente cria-se um desequilíbrio excessivo de *stock* entre processos, o que muitas vezes causa *stock* morto. O *stock* morto consiste na acumulação de componentes entre postos causando perdas de tempo de produção e até paragens. Para que a célula tenha o melhor desempenho possível é, portanto, fundamental que os diferentes processos que nela decorrem estejam equilibrados.

Além das perdas causadas pelo desequilíbrio entre processos, existem também outros fatores que influenciam o funcionamento desta célula, nomeadamente porque causam paragens. De maneira a elaborar soluções que eliminem e reduzam estes fatores, todo o processo e tarefas que ocorrem na célula foram estudados de forma a identificar todas as causas raiz dos mesmos.

Os problemas atualmente existentes na célula em estudo levam a que a sua eficiência se encontre abaixo da desejada. Na empresa a eficiência é calculada através da métrica OEE, pelo que com recurso a esta métrica será feita uma comparação entre o atual estado da célula e aquele que poderá resultar da implementação de um conjunto de ações de melhoria, que foram propostas no âmbito do projeto realizado. Assim será possível avaliar se estas ações causam o impacto desejado no desempenho da célula (ou seja, averiguar se com a implementação das ações de melhoria propostas o OEE da célula aumenta).

1.3. Metodologia

O projeto foi desenvolvido entre os meses de setembro de 2019 e maio de 2020, de acordo com um cronograma que teve por base a aplicação da metodologia investigação-ação. A investigação-ação tem o objetivo de gerar mudanças numa organização. Esta metodologia compreende a identificação do problema, o levantamento de dados relativos ao mesmo, a análise e significação dos dados levantados, a identificação da necessidade de mudança, o levantamento de possíveis soluções e finalmente, a intervenção e/ou ação propriamente dita no sentido de aliar pesquisa e ação, simultaneamente (Koerich et al., 2009).

Segundo Westbrook (1995), a investigação-ação é adaptada à medida que é utilizada; o seu entendimento e as suas limitações vão-se desenvolvendo à medida em que é aplicada num problema, visto que vão surgindo novos dados a ser interpretados. Esta metodologia é composta por 5 etapas como mostra a **Figura 1**.

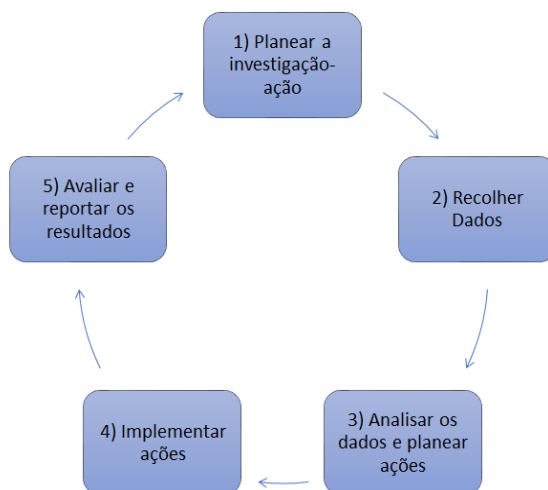


Figura 1 - Etapas da Metodologia Investigação-Ação (Adaptado de Mello et al. (2012))

Numa **primeira fase** o planeamento da investigação-ação foi executado, tendo a célula de análise sido identificada, escolhidas as técnicas de recolha de dados, bem como definidos o contexto e propósito da pesquisa. Os problemas que envolviam a célula foram também discutidos nesta fase.

Na **segunda fase** foi feita uma análise à situação inicial da célula com o propósito de compreender o seu processo e tarefas. Para isso, foi despendido um significativo tempo no terreno, durante o qual, através de técnicas de observação e de entrevistas informais com os operários e o chefe de equipa (da célula), foi possível tomar conhecimento e anotar como funcionavam os postos de trabalho e quais as suas limitações.

Numa **terceira fase**, tendo já os dados recolhidos, estes foram analisados através do uso de ferramentas como o Diagrama de Pareto, o Diagrama de Ishikawa e o BPMN que ajudaram a identificar os problemas raiz e a planear soluções para os mesmos. Foi desenvolvido assim um plano de ações de melhoria com vista à eliminação ou redução dos problemas observados.

Por fim, e numa **última fase**, foram propostas ações de melhoria. Estas não foram implementadas, contudo, foi feita uma análise dos resultados previstos das propostas de melhoria e quais os ganhos esperados comparativamente com a situação inicial da célula.

Para que todas as técnicas usadas na parte prática deste estudo fossem aplicadas com o devido fundamento, foi efetuada uma revisão da literatura que permitiu suportar teoricamente o projeto realizado.

Na **Figura 2** sistematizam-se as atividades realizadas e o período de tempo que cada uma durou.

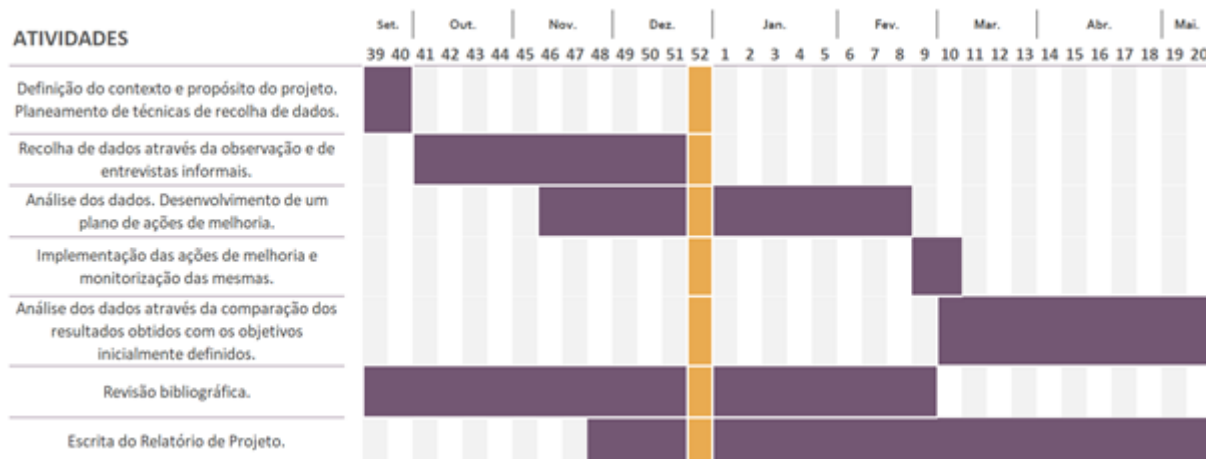


Figura 2 - Diagrama de Gantt das Atividades

1.4. Estrutura do Documento

O presente relatório encontra-se dividido em seis capítulos: Introdução, Enquadramento Teórico, Caso de Estudo, Célula 45 – Diagnóstico da Situação Atual, Propostas de Melhoria e Resultados esperados e por fim Conclusões e Trabalho Futuro.

No primeiro capítulo é feita uma introdução relacionada com o projeto em que se aborda a situação global que se vive na atualidade por parte das empresas em termos de competitividade e quais as ferramentas que estas recorrem para se manterem competitivas. São também apresentados os objetivos do projeto, a metodologia utilizada e a estrutura do documento.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica que foi a base para o desenvolvimento do projeto, em que é abordada a filosofia *Lean*, os seus princípios, os conceitos de valor e desperdício, além de ferramentas como a Melhoria Contínua, o diagrama de Ishikawa e o Diagrama de Pareto. Além destes, são também focados os temas do OEE, o problema do balanceamento de linhas de montagem, o BPM e a Notação BPMN.

No terceiro capítulo é apresentada a empresa onde decorreu o projeto, os principais produtos fabricados, o seu processo produtivo, a área em estudo e a descrição do processo produtivo de célula onde se realizou o projeto.

No quarto capítulo é feito um diagnóstico à situação atual da célula onde são descritos os vários problemas que ocorrem na mesma e as suas causas.

De seguida, no quinto capítulo são apresentadas possíveis soluções de melhoria para cada um dos problemas e os resultados a esperar caso as propostas sejam implementadas.

Por fim, no sexto e último capítulo são apresentadas as conclusões sobre o trabalho desenvolvido e possíveis perspetivas de trabalho futuro.

2. Enquadramento Teórico

No presente capítulo é apresentada uma revisão de literatura centrada nos conceitos teóricos que serviram de base para a realização da parte prática do projeto. Começa-se com a apresentação do conceito *Lean* havendo inicialmente uma breve discussão da filosofia *Lean*, incluindo os seus princípios e os conceitos de desperdício e valor. Ainda com base no *Lean*, são apresentadas ferramentas utilizadas no projeto, tais como o *Kaizen*, o Diagrama de Ishikawa e o Diagrama de Pareto. Por fim é abordado o conceito de OEE, o Balanceamento de Linhas de Montagem, o BPM e a notação BPMN.

2.1. *Lean*

2.1.1. Filosofia *Lean*

No final da Segunda Guerra Mundial, o Japão vivia uma grave crise económica que teve um vasto impacto na indústria automóvel do país.

A escassez de recursos levou à necessidade de desenvolver um sistema de produção que permitisse fazer mais com os recursos disponíveis. Neste sentido, Taiichi Ohno, executivo da Toyota, criou o *Toyota Production System*.

Contrariamente ao sistema de produção em massa de Henry Ford, o principal foco do TPS assentava na qualidade e diversidade dos produtos (Lacerda et al., 2016).

O objetivo do TPS era, então, conseguir produzir em fluxo contínuo, sem depender de longos períodos de produção, para poder ser eficiente e oferecer uma variedade que as outras indústrias não ofereciam (Melton, 2005).

O TPS é constituído segundo Ohno (1988), por dois grandes pilares: a produção *Just-in-Time* e o *Jidoka*.

Just-in-time pretende eliminar as funções que são desnecessárias no sistema de manufatura, ou seja, aquelas que não acrescentam valor à empresa e que impedem a melhor produtividade (Lubben, 1989). Assim sendo, num processo em fluxo, as peças necessárias chegam à linha de montagem na quantidade e momento certo. Uma empresa que estabeleça este fluxo ao longo de todo o processo pode-se aproximar do *stock zero* segundo Ohno (1988).

Jidoka é traduzido de forma grossa como "máquinas inteligentes", e refere-se especificamente à capacidade da máquina de detetar um problema e de o deter. Desta maneira é possível que uma máquina funcione sem monitoramento humano direto contínuo, e que caso

haja algum problema seja enviado um alerta (Liker, 2004). O *Jidoka* garante a qualidade do produto enquanto elimina qualquer oportunidade de defeitos (Das et al., 2014).

Segundo Pinto (2014), o TPS é frequente apresentado como um edifício com várias divisões entre as quais fazem parte o *Just-in-time* e o *Jidoka* que apesar de terem funções bem determinadas estão intimamente ligadas, ver **Figura 3**.



Figura 3 - A casa do TPS (Fonte: Pinto (2014))

O sucesso do TPS fez com que outras indústrias Japonesas e ocidentais o adotassem. O sistema continuou a ser desenvolvido por várias décadas através da melhoria das técnicas existentes e da inclusão de novas ferramentas de gestão, até se tornar no sistema de hoje em dia. De modo a representar as ideias do TPS nasceu a filosofia *Lean* (Oliveira et al., 2017). Este termo começou-se a utilizar, após a publicação do livro de Womack et al. “The Machine that Change the World”, em 1990.

A filosofia *Lean* é uma filosofia de gestão através da qual as organizações desenvolvem competências no sentido da gradual eliminação do desperdício e criação de valor (Pinto, 2014). Embora tenha tido origens na indústria automóvel, as ferramentas e técnicas da filosofia *Lean* podem ser aplicadas em qualquer organização e setor. A implementação destas técnicas e ferramentas pode gerar (Pavnaskar et al., 2003; Pinto, 2008):

- Crescimento do negócio;

- Aumento da produtividade;
- Redução dos *stocks*;
- Aumento do nível de serviço - por exemplo no tempo de entrega ao cliente e no cumprimento dos seus requisitos;
- Aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente;
- Redução dos defeitos;
- Maior envolvimento, motivação e participação das pessoas;
- Redução de acidentes de trabalho;
- Redução de espaço ao nível do *shop floor*;
- Aumento da capacidade de resposta por parte da empresa;
- Redução do *lead time* (*Lead Time* é o período de tempo entre o começo de uma atividade, e a sua finalização, ou seja, vai desde a solicitação feita pelo cliente até que o serviço/produto é entrega/prestado).

Pode-se concluir que quando devidamente implementado, o *Lean* permite que os fabricantes produzam produtos de qualidade de forma mais rápida e eficaz (como citado em Sutari, 2015).

2.1.2. Princípios *Lean*

De acordo com Womack e Jones (2003), a filosofia *Lean* segue cinco princípios, como ilustrado na **Figura 4**.

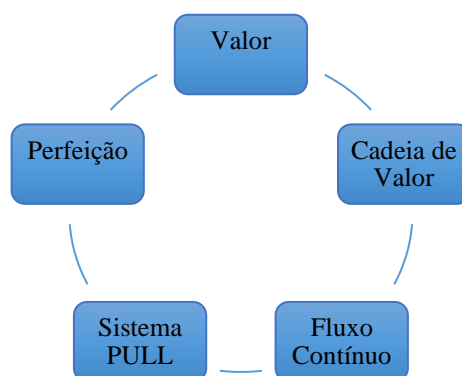


Figura 4 - Os 5 princípios *Lean* (Adaptado de Eaton, M. (2013))

- **Especificar valor:** definir o valor de acordo com o cliente final, ou seja, de acordo com aquilo que o cliente está realmente disposto a pagar (Melton, 2005);
- **Identificar a cadeia de valor:** a cadeia de valor é a ligação de eventos ou atividades que, em última análise, proporciona valor a um cliente (Melton, 2005). Identificar a cadeia de valor consiste em identificar todas as ações específicas necessárias para trazer um produto específico (seja um bem, um serviço ou, cada vez mais, uma combinação dos dois) ao cliente e eliminar os desperdícios pelo caminho;
- **Criar fluxo contínuo:** criar um fluxo contínuo ao longo de toda a cadeia de valor, desde a matéria-prima até à entrega do produto final ao consumidor (Hicks, 2007);
- **Produção “puxada” pelo consumidor:** deixar o cliente puxar o produto conforme necessário, em vez de empurrar produtos, muitas vezes indesejados, para o cliente (Hicks, 2007);
- **Procurar a perfeição:** procurar a perfeição, removendo continuamente as sucessivas camadas de desperdícios à medida que são descobertos (Hicks, 2007).

2.1.3. Valor e Desperdício

O propósito de utilizar o *Lean* recai no desenvolvimento de um fluxo de valor capaz de eliminar todos os desperdícios (como citado em Soltan & Mostafa, 2015).

Desperdício representa qualquer atividade num processo que não agrega valor para o cliente (Hicks, 2007). Pinto (2014), considera que valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que se dedica a algo. Segundo o autor, todas as atividades que não acrescentam valor são chamadas de *muda*. Estas levam a que sejam consumidos recursos e tempo e, em última análise, que os produtos ou serviços que estão disponibilizados no mercado sejam mais dispendiosos do que deveriam.

Para a maioria das operações de produção: 5% das atividades agregam valor, 35% são atividades sem valor necessário e 60% não acrescentam qualquer valor. Estes valores mostram que a eliminação do desperdício representa um enorme potencial em termos de melhorias de produção (Melton, 2005). Para combater o desperdício é importante perceber que existem duas possibilidades para o mesmo (Pinto, 2014):

- **O puro desperdício:** atividades que são totalmente dispensáveis e que as empresas as devem eliminar por completo como deslocações, paragens e avarias.

- **O desperdício necessário:** atividades que não acrescentam valor, mas têm de ser realizadas. Exemplos destas atividades são: inspeção da matéria-prima adquirida, realização de *setups*, entre outros.

A **Figura 5** mostra as atividades de trabalho e as partes que acrescentam ou não valor.



Figura 5 - Atividades de trabalho (Aptado de Pinto (2008))

Existem 7 desperdícios originalmente identificados por Ohno (1988), associados à filosofia *Lean*:

- **Excesso de produção:** Produção de mais itens do que o exigido pelo cliente. Como resultado, os recursos são utilizados sem retorno financeiro, há um aumento do *stock* e do espaço necessário para o mesmo, os defeitos podem não ser detetados precocemente e o planeamento da produção torna-se menos flexível (El-Namrouty, 2013);
- **Espera:** Quando o tempo está a ser utilizado de forma ineficaz, ocorre o desperdício de espera. Este desperdício está associado ao tempo desperdiçado à espera de pessoas, materiais ou equipamentos. Isso pode acontecer devido a obstruções de fluxo, problemas no *layout*, atrasos na entrega de componentes ou falta de processos de produção equilibrados (Hines & Rich, 1997);
- **Defeitos:** Problemas de qualidade que muitas vezes podem resultar em reclamações de clientes ou ser detetados por equipas de inspeção ou manutenção causando assim a insatisfação do cliente (Hicks, 2007). Estes problemas estão normalmente relacionados com a falta de procedimentos padrão e de qualidade sistemas de controlo, ou com falhas

humanas, e têm um impacto negativo tanto nos custos de produção como na produtividade;

- **Inventário:** O excesso de *stock* geralmente deriva da existência de gargalos de produção, mudanças lentas de *setup* ou processos desequilibrados. Este inclui matérias primas, trabalhos em curso e produtos acabados. Como consequência, maiores áreas de stock e mais operações de manuseio são necessários (Hicks, 2007);
- **Movimento:** Movimento de trabalhadores que não agrega valor ao produto. Isto está muitas vezes relacionado com o sítio onde são colocadas as ferramentas e os componentes ou aspetos ergonômicos que exigem maiores esforços dos trabalhadores do que era suposto (El-Namrouty, 2013);
- **Sobre processamento:** Operações adicionais, tais como retrabalho, reprocessamento, manuseamento ou armazenagem, que ocorrem devido a defeitos, sobreprodução ou excesso de inventário (Hicks, 2007);
- **Transporte:** A movimentação de produtos e materiais dentro de uma fábrica requer sistemas de transporte que podem ser caros, precisar de manutenção, aumentar o *Lead Time* e às vezes danificar peças. Em geral, o transporte deve ser minimizado, uma vez que acrescenta tempo ao processo durante o qual não há valor acrescentado e podem ocorrer danos no manuseamento (Hicks, 2007).

Os 7 desperdícios *Lean* encontram-se representados na **Figura 6**.



Figura 6 - Os 7 desperdícios *Lean* (Adaptado de Melton (2005))

Um outro desperdício considerado importante que foi anotado mais recentemente (Liker, 2004) é o talento humano.

- **Talento humano:** O desperdício do potencial humano pode levar a oportunidades de melhoria perdidas. Quando a criatividade dos funcionários não é utilizada ou as opiniões não são ouvidas pode haver perdas de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem.

2.1.4. Melhoria Contínua

Kaizen é um termo de origem japonesa que tem como significado mudar (kai) para melhor (zen).

Melhoria contínua ou *Kaizen* representam uma abordagem filosófica focada na resolução do problema através de uma "mudança para melhor" gradual, ordenada e contínua em alguns ou todos os elementos do processo. Quando é aplicado no local de trabalho, *Kaizen* refere-se a atividades que envolvem todos os funcionários e que melhoram continuamente todas as funções e processos através da eliminação de desperdício (Kovacevic et al., 2016).

O *Kaizen* encontra-se na base do TPS e tem como princípio o envolvimento de todos os colaboradores, reduzir custos e aumentar a produtividade de uma organização conferindo-lhe vantagem competitiva. A essência da metodologia *Kaizen* quando implementada numa organização traduz-se num novo paradigma de trabalho baseado em zero defeitos, zero acidentes no que respeita aos colaboradores, na criação de um fluxo contínuo de materiais e informação, nunca esquecendo o foco nas necessidades e expectativas do cliente (Imai, 2005).

A filosofia *Kaizen* assenta num conjunto de princípios, nomeadamente (Coimbra, 2013):

1. **Qualidade:** as exigências dos consumidores levaram a uma mudança de mentalidade, que fez com que os colaboradores das empresas tivessem a perceção de que a qualidade do produto é essencial à existência do mesmo. A qualidade é um dos fatores mais importantes no *kaizen* e está apoiada em 3 conceitos - envolver o mercado, a operação seguinte é o cliente e melhoria.
2. **Orientação *Gemba*:** significa ir ao terreno (ao chão de fábrica) e mudar os hábitos de trabalho das pessoas para melhor. Aquilo que se pensa que está a acontecer na *gemba* é normalmente bastante diferente do que está realmente a acontecer.
3. **Eliminação de desperdícios:** é um dos essenciais princípios relacionados com o *kaizen*. Como já foi referido existem sete formas de desperdício. A eliminação de desperdícios

visa a eliminação destes como sendo o caminho para atingir a excelência e ser competitivo.

- 4. Desenvolvimento do pessoal:** este princípio dá bastante importância ao envolvimento das pessoas nas atividades de melhoria. Os aspetos mais importantes são o trabalho em equipa e o desenvolvimento de novos hábitos de trabalho que melhorem a qualidade, reduzam os custos ou melhorem o serviço ao cliente, ou idealmente os três.
- 5. Standards:** segundo este princípio a melhor maneira de executar uma tarefa é através de *standards*. Antes de mais deve-se definir a maneira mais eficiente de executar uma tarefa. Se a tarefa não estiver estandardizada é mais provável que haja variabilidade pois será executada de maneira diferente por várias pessoas. O aspeto visual do *standard* também é importante. Um *standard* baseado em imagens e desenhos é mais rápido e fácil de compreender do que um *standard* ou uma instrução baseada em texto descritivo.
- 6. Processos e resultados:** é necessário observar em detalhe o processo e analisar as maneiras de o melhorar. Apenas trabalhando nas melhorias do processo é possível alcançar bons resultados. Quando se pensa na interação processo-resultados deve-se atribuir igual importância a ambos.
- 7. Pensamento de fluxo puxado:** significa que o material deve ser puxado e a produção iniciada pelas necessidades do cliente. Para alcançar este estado o foco deve ser a eliminação do desperdício, isto é, o foco deve ser a redução de inventário.

Para que seja possível a implementação das melhorias é também essencial que o líder da equipa consiga manter a sua equipa constantemente motivada e envolvida para que sejam alcançados os objetivos pretendidos.

O ciclo PDCA faz parte de um dos conceitos que devem ser utilizados para que a melhoria contínua seja corretamente implementada (Fonseca & Domingues, 2018). O ciclo PDCA compreende 4 etapas: planear, fazer, verificar e agir (Sangpikul, 2017). Na **Figura 7** encontram-se especificadas as etapas do ciclo.

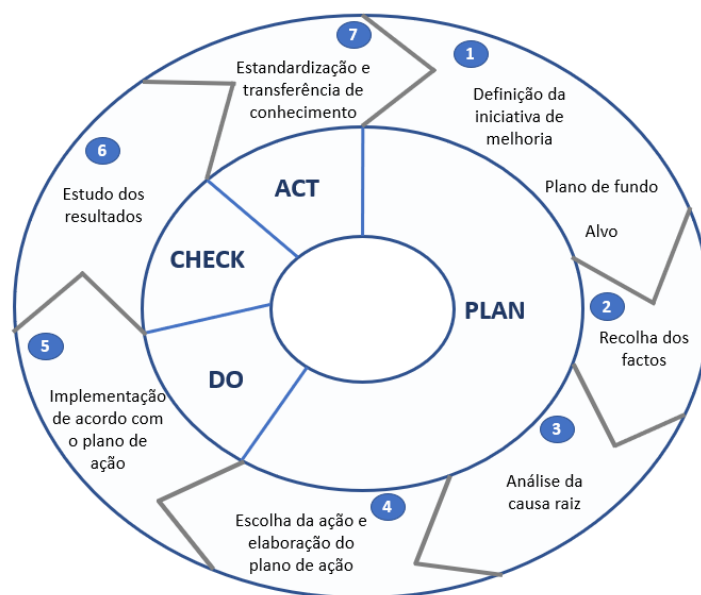


Figura 7 - Etapas do ciclo PDCA (Adaptado de Emmanouilidis et al. (2013))

A fase de planejar consiste em tornar visíveis os problemas, procurar as causas e soluções. Na fase “fazer” são escolhidas as ações a tomar e as mesmas são aplicadas da melhor forma. Tendo as ações implementados o passo seguinte é verificar - avaliar os resultados. A última fase do ciclo é agir, ou seja, atualizar os *standards* e aplicar rapidamente as boas práticas (Augusto et al., 2006). A **Figura 8** mostra a utilização do ciclo PDCA no auxílio na obtenção da melhoria contínua.

Qualidade Total

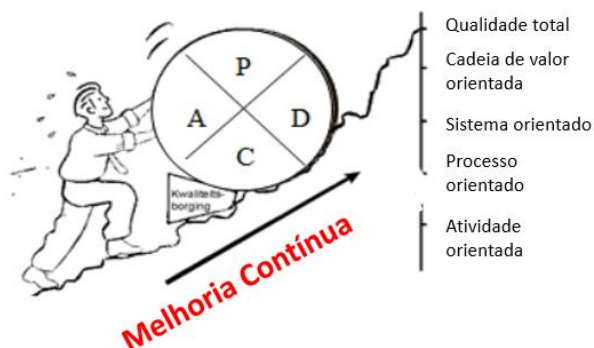


Figura 8 - Ciclo PDCA e Melhoria Contínua (Adaptado de Van Kemenade (2014))

O PDCA é aplicado para se atingir resultados desejados e pode ser utilizado em qualquer empresa de forma a garantir o sucesso nos negócios. Este ciclo auxilia na resolução de problemas e tomada de decisões, sendo um método dinâmico e eficaz de atingir os objetivos definidos.

2.1.5. Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, é frequentemente utilizado na gestão da qualidade das indústrias de manufatura (Wong, 2011), sendo uma das 7 ferramentas Básicas da Qualidade (Technology & Management, 2012).

O Diagrama de Ishikawa foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943 e é representado através de um gráfico que demonstra todas as causas que podem contribuir para um determinado efeito. Além destas causas são também expostas estratégias de soluções para a resolução dos problemas encontrados (De Araújo Patrício et al., 2019).

O diagrama é constituído pela "cabeça de peixe" que representa o principal problema. As causas potenciais do problema, geralmente derivadas de sessões de *brainstorming*, estão localizadas nas "espinhas de peixe" do diagrama, como ilustrado na **Figura 9**. Não há limite para o número de "espinhas de peixe" no diagrama. Cada "espinha de peixe" pode ser subdividida em espinhas menores, se necessário, para mostrar a relação de todas as causas potenciais com problema apresentado (Wong, 2011).

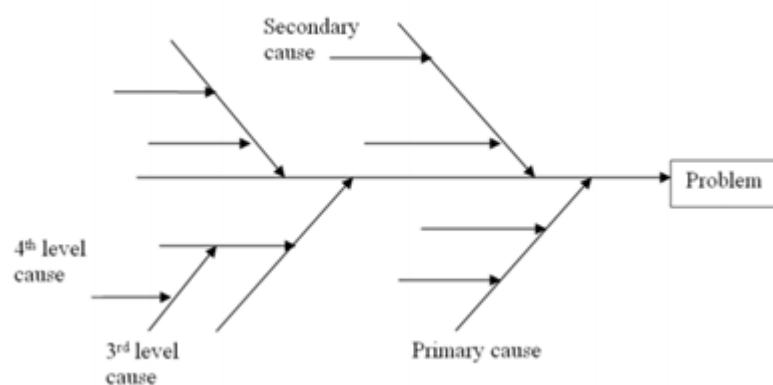


Figura 9 - Exemplo de um Diagrama de Ishikawa (Technology & Management, 2012)

2.1.6. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto tem como objetivo classificar os problemas que causam um determinado efeito por ordem decrescente de modo a que posteriormente sejam resolvidos. Desta forma, a solução é direcionada primeiramente para os problemas de maior relevo, como referido em Infante (2011).

A elaboração deste gráfico apoia-se no Princípio de Pareto, proposto por Vilfredo Pareto, um economista italiano do século XIX. Ele descobriu que a riqueza no país não era distribuída de maneira uniforme. Aproximadamente 20% do povo possuía 80% da riqueza, o que levava a uma distribuição desigual (Berlinck, 2012). De modo consequente, a análise de Pareto é também classificada como a regra dos 20-80 (Stojcetovic et al., 2016). Esta regra afirma que para muitos eventos, aproximadamente 80% dos efeitos provêm de 20% das causas (Kiremire, 2011).

O Diagrama de Pareto é apresentado no formato de um gráfico de barras em ordem decrescente (como exemplificado na **Figura 10**). Esta ordem de apresentação ajuda a prever facilmente quais são os fatores vitais e também ajuda a determinar os fatores que possuem menor quantidade de benefícios (Sharp et al., 2013).

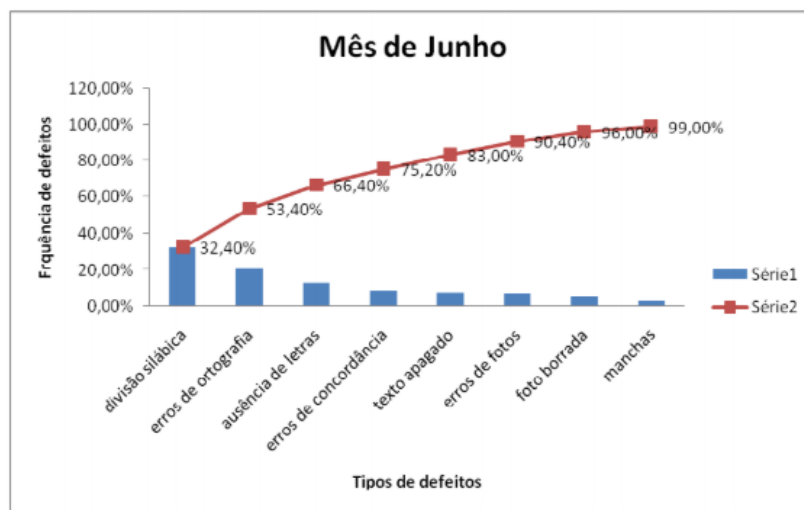


Figura 10 - Exemplo de um Diagrama de Pareto

2.2. OEE

O indicador de eficácia geral do equipamento (OEE) foi desenvolvido no âmbito da implementação da manutenção total produtiva (TPM), que propôs esta métrica quantitativa para medir a produtividade dos equipamentos individuais de uma fábrica (Muchiri & Pintelon, 2008).

Como referido em Chan et al. (2005), o TPM é um sistema de manutenção definido por Nakajima em 1988 no Japão, que abrange toda a vida útil dos equipamentos em todas as suas fases, incluindo planeamento, produção e manutenção. Este tem por objetivo aumentar a disponibilidade/eficácia do equipamento existente numa dada situação, através do esforço de minimização dos fatores de produção.

O OEE é uma métrica interpretada como a multiplicação da disponibilidade pelo desempenho e pela qualidade de um equipamento (Jeong & Phillips, 2001):

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$$

De acordo com Jonsson & Lesshammar (2005):

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Real de Produção}}{\text{Tempo Planeado de Produção}} \quad (\text{a})$$

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Quantidade de Peças Produzidas}}{\text{Quantidade de Peças a serem Produzidas}} \quad (\text{b})$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Peças Conformes Produzidas}}{\text{Total de Peças Produzidas}} \quad (\text{c})$$

- a) Disponibilidade:** A disponibilidade de uma máquina está relacionada com a quantidade de tempo que esta se encontra disponível para produzir, permitindo medir o total das perdas de tempo por inatividade (Puvanasvaran et al., 2013).

- b) Desempenho:** O desempenho tem em conta as peças que foram efetivamente produzidas relativamente ao número que deveria ser produzido, realçando assim tudo o que faz com que o processo de fabrico funcione a uma velocidade inferior à máxima possível (incluindo tanto os ciclos lentos como as pequenas paragens) (Jonsson & Lesshammar, 2005).

- c) Qualidade:** O índice da qualidade tem em consideração as peças rejeitadas durante a produção e as perdas desde o arranque inicial até à estabilização do processo (Puvanasvaran et al., 2013).

A ideia por trás do OEE é ter informação quantitativa sobre o desempenho do equipamento. No entanto, o OEE não é unicamente direcionado para o equipamento em si, mas também inclui os efeitos do ambiente sobre o equipamento (De Ron & Rooda, 2006). Ele categoriza as principais perdas ou razões para o mau desempenho, fornecendo assim a base para o estabelecimento de prioridades de melhoria e início da identificação da causa raiz do problema (Muchiri & Pintelon, 2008). Atualmente, o OEE tem sido adotado em diversas áreas industriais como a principal métrica de eficiência. O conceito de OEE é utilizado de forma variada na indústria, com modificações para se adequar à indústria em particular e ao objetivo da medição (Mathur, Dangayach, Mittal, & Sharma, 2011). Embora a base da medição da eficiência seja derivada do conceito original, os fabricantes personalizam o OEE para atender às suas necessidades industriais específicas (Muchiri & Pintelon, 2008).

Como referido em Hedman et al. (2016) existem 6 grandes perdas na produção, as quais se podem agrupar em três categorias:

Perdas de tempo de inatividade:

- 1)** As falhas de equipamentos são categorizadas como perdas de tempo quando a produtividade é diminuída.
- 2)** O tempo gasto para colocar em funcionamento e ajustar a máquina resulta em tempo de inatividade e produtos defeituosos. Estes produtos ocorrem quando a produção de um item termina e o equipamento é ajustado para atender aos requisitos de outro item.

Perdas de velocidade:

- 3)** Pequenas perdas que ocorrem quando a produção é interrompida por uma avaria temporária ou quando uma máquina está parada.
- 4)** As perdas de velocidade reduzidas referem-se à diferença entre a velocidade teórica e a velocidade real de operação. Ocorrem quando a velocidade de trabalho do equipamento é reduzida de forma a encobrir as reais causas do problema, sem que se pare o equipamento.

Perdas de qualidade:

- 5) Ocorrem durante os momentos iniciais de produção, desde o arranque da máquina até à sua estabilização.
- 6) Defeitos de qualidade e retrabalho são perdas de qualidade causadas pelo mau funcionamento do equipamento.

Consequentemente, as perdas por tempo de inatividade são usadas para calcular o fator de disponibilidade, as perdas de velocidade determinam a eficiência do desempenho do equipamento e as perdas de qualidade são incorporadas para calcular a taxa de qualidade (Hedman, Subramaniyan, & Almström, 2016).

2.3. Balanceamento de Linhas de Montagem

Uma linha de montagem consiste num conjunto de postos de trabalho ligados entre si por um sistema que permite transferir o trabalho de forma manual ou automática, obedecendo a uma sequência (Vilarinho & Simaria, 2002). Cada unidade a produzir vai passar em todos os postos obedecendo à sequência das tarefas. Um posto de trabalho pode ser constituído por um único operador ou por vários, onde são realizadas operações manuais ou assistidas por ferramentas ou pequenos equipamentos (Stevenson, 2012).

De acordo com Özcan & Toklu (2009), as tarefas realizadas em cada posto de trabalho devem ter em atenção os seguintes aspetos:

- **Tempo de processamento da tarefa:** o tempo necessário para executar a tarefa.
- **Um conjunto de restrições de zona:** cada tarefa deve ser atribuída a exatamente uma estação. São as condições que forçam ou proíbem a atribuição de tarefas diferentes ao mesmo posto de trabalho;

- **Restrições de precedência:** todas as relações de precedência entre tarefas devem ser satisfeitas. Ou seja, o conjunto de restrições que determinam a sequência pela qual as operações podem ser executadas. Estas condicionantes são, normalmente, representadas através de um diagrama de precedências (ver **Figura 11**).

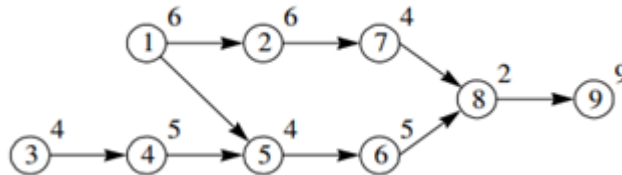


Figura 11 - Exemplo de um diagrama de precedências (Boysen et al., 2007)

Num processo de balanceamento é necessário conhecer o diagrama de precedências, onde os números rodeados por um círculo representam tarefas individuais, enquanto as setas entre os mesmos indicam a relação de precedência, pois as tarefas devem seguir uma determinada ordem de execução (Boysen et al., 2007).

Existem várias decisões cruciais na realização do projeto de uma linha de montagem, incluindo o projeto do produto, a seleção dos processos, a configuração do *layout* e o balanceamento das linhas (Avikal et al., 2013).

O balanceamento de linhas consiste em nivelar uma linha de produção ou de montagem, através da alocação de tarefas, com a mesma carga de trabalho, pelos vários postos de trabalho. Os objetivos mais comuns quando se realiza um estudo de balanceamento de linhas de produção são diminuir o número de postos de trabalho, maximizar a taxa de produção e agrupar os postos de trabalho ou os operários num padrão eficiente, com o fim de obter um equilíbrio ótimo ou mais eficiente das capacidades e fluxos da produção ou montagem (Kumar & Mahto, 2013).

Segundo Erel & Sarin (1998), o problema de balanceamento de linhas consiste em atribuir tarefas a uma sequência ordenada de postos de trabalho, de maneira a que as relações de precedência sejam satisfeitas e que alguma medida de desempenho seja otimizada.

O procedimento para o balanceamento de uma linha de montagem pode ser descrito da seguinte maneira (Oliveira et al., 2017):

- 1) Determinar quais as tarefas que devem ser executadas para concluir uma unidade de um produto;
- 2) Determinar a ordem ou sequência pela qual as tarefas devem ser executadas;
- 3) Elaborar um diagrama de precedências;
- 4) Estimar as durações das tarefas;

Para estimar a duração das tarefas pode-se utilizar o método do estudo de tempos através da cronometragem. Para tal devem-se seguir os seguintes passos:

a) Dividir as tarefas (Peinado & Graeml, 2007):

- Separar o trabalho em partes, de maneira a que estas sejam o mais curtas possível, mas longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronômetro. Ao realizar este método em várias empresas foi indicado que o tempo mínimo a ser medido deve ser superior a cinco segundos.¹
- As ações do operador, quando independentes das ações da máquina, devem ser medidas em separado.
- Definir o atraso ocasionado pelo operador e pelo equipamento separadamente.

b) Determinar o número de observações a realizar

Através da seguinte fórmula:

$$N' = \left(\frac{z \times s}{\varepsilon \times m} \right)^2$$

¹ Neste projeto o tempo mínimo estipulado foi de 4 segundos.

Em que,

N' = número de observações necessárias a realizar

Z = coeficiente de distribuição normal para o nível de confiança escolhido

ϵ = precisão da amostra

s = desvio padrão

m = média dos valores observados

Sendo N o número de observações da amostra inicial, depois de se calcular o número de observações necessárias a realizar (N'), é essencial ter em consideração que:

- ⇒ Se $N' > N$, serão necessárias mais observações;
- ⇒ Se $N' \leq N$, o número de observações é suficiente.

A **Tabela 1** mostra os coeficientes de distribuição normal (Peinado & Graeml, 2007):

<i>Probabilidade</i>	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
<i>Z</i>	1.65	1.70	1.75	1.81	1.88	1.96	2.05	2.17	2.33	2.58

Tabela 1 - Coeficientes de distribuição normal

Neste projeto o valor de probabilidade utilizado foi de 95%.

c) Avaliação da velocidade/ritmo do operário

A velocidade do operador é determinada subjetivamente pela pessoa que está a cronometrar. Para a velocidade de operação normal do operador é atribuída uma taxa de velocidade de 100%. Velocidades acima do normal apresentam valores superiores a 100% e velocidades abaixo do normal apresentam valores inferiores a 100% (Peinado & Graeml, 2007).

d) Cálculo do tempo normal

$$TN = TC \times v$$

Em que,

TN = Tempo normal

TC = Tempo médio cronometrado

v = velocidade do operador

e) Determinação de tolerâncias

O fator de tolerância tem em consideração o facto de não ser possível trabalhar sem nenhuma interrupção, tanto por necessidades pessoais como por motivos alheios. De acordo com os valores apresentados no **Anexo A**, neste projeto foram utilizadas as tolerâncias para necessidades pessoais (5), as tolerâncias básicas para fadiga (4), a tolerância para ficar em pé (2) e a monotonia média (1).

f) Cálculo do tempo-padrão

$$TP = TN \times FT$$

Em que,

TP = Tempo padrão

TN = Tempo normal

FT = Fator de tolerância

5) Calcular o *Takt-Time*;

O *Takt-Time* representa o ritmo de produção necessário para satisfazer as necessidades do cliente, ou seja, a frequência com que uma peça deve ser produzida, de forma a concretizar a

entrega ao cliente no tempo estabelecido pelo mesmo. É importante a sua análise, para o planeamento da produção e das operações afetadas, podendo ser calculado através da seguinte fórmula:

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo de produção} - \text{Paragens programadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ médio de peças pedidas peço cliente}}$$

- 6) Calcular o número mínimo de postos de trabalho;

$$\text{Número mínimo de postos de trabalho} = \frac{\text{Soma de todos os tempos das tarefas individuais}}{\text{Takt Time}}$$

- 7) Usar uma regra heurística para atribuir tarefas a postos de trabalho de forma a que a linha de produção seja balanceada.

Uma heurística muito utilizada nos trabalhos sobre linhas de balanceamento é o método do peso posicional. Neste método o peso posicional de cada tarefa corresponde à soma do próprio tempo da tarefa com os tempos das operações que a sucedem (tendo sempre em atenção o diagrama de precedências). Na classificação do peso posicional, o elemento de trabalho com o maior peso posicional é selecionado em primeiro lugar e atribuído ao posto atual, sendo feita a afetação posterior por ordem decrescente. Convém também reforçar que as tarefas atribuídas a cada posto de trabalho não podem ultrapassar o *takt time* (Fazlollahtabar et al., 2011).

2.4. BPM e a Notação BPMN

O *Business Process Management* (BPM) inclui métodos, técnicas e ferramentas para dar suporte ao design, implementação, gestão e análise de processos operacionais de negócios (Bandara et al., 2007). Este ajuda a melhorar a agilidade e o desempenho operacional, fornecendo um guia do ambiente dos processos de negócios (Chinosi & Trombetta, 2012).

Total Quality Management (TQM), *Business Process Reengineering* (BPR), *Six Sigma*, e outros inspiraram esta ferramenta, mostrando que uma abordagem focada no processo de

negócios leva a melhorias substanciais em termos de desempenho organizacional e no alcance de metas (Brocke, n.d.).

Antes de um processo de negócio ser analisado, melhorado, implementado e gerido, ele deve ser modelado. Os Modelos de Processos de Negócios são desenvolvidos com o uso de linguagens específicas, das quais o BPMN é uma das mais amplamente utilizadas (Freitas & Pereira, 2008).

BPMN significa *Business Process Model and Notation* e é uma linguagem padrão de modelação de processos de negócio que surgiu em 2004 (Freitas & Pereira, 2008).

Segundo Chinosi & Trombetta (2012), o BPMN fornece uma notação gráfica que representa os processos de negócios num diagrama (BPD - *Business Process Diagram*). Este é considerado um idioma comum, que colmata a lacuna de comunicação que ocorre frequentemente entre o *design* dos processos de negócios e a sua implementação (Rogowski & Swoboda, 2020).

Um dos objetivos do BPMN é criar um mecanismo simples para o desenvolvimento dos modelos dos processos de negócio, e ao mesmo tempo poder garantir a complexidade dos processos (Almeida & Minho, n.d.).

Ao utilizar esta notação gráfica, é mais fácil identificar onde estão os fluxos ineficientes de informações e, desta forma, aplicar os princípios *Lean* para melhorar os resultados dos processos de negócios (Arromba et al., 2019).

Na **Figura 12** podem ser observados os principais elementos do diagrama BPMN.

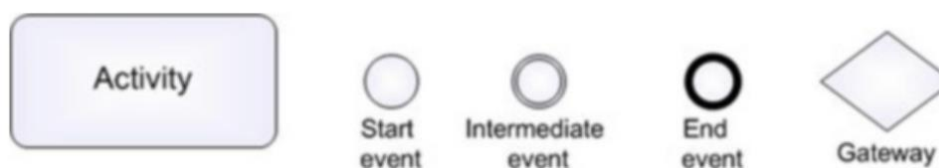


Figura 12 - Principais elementos do diagrama BPMN (Brocke & Rosemann, 2015)

3. Caso de Estudo

Neste capítulo é realizada a apresentação da empresa onde decorreu o projeto, são expostos os produtos fabricados pela mesma e é descrito o seu processo produtivo a nível macro. De seguida, é apresentada também a área que foi objeto de estudo e descrito o processo produtivo da mesma.

3.1. A empresa

A OLI – Sistemas Sanitários, S.A. foi fundada em 1954 em Portugal. Começou como uma pequena empresa familiar que, ao longo do seu percurso, passou por áreas distintas de negócio. Em 1981, direcionou o seu foco para o setor de sistemas sanitários, e criou a primeira unidade industrial dedicada à produção de autoclismos.

O seu crescimento foi de tal dimensão que levou, em 1993, à integração no Grupo Silmar. Este grupo está sediado em Itália, tem cerca de 3000 colaboradores e está presente em quatro setores de atividades - aquecimento, fundição em alumínio, metalização em plásticos e redes de esgotos e águas. Além disto, a OLI possui filiais em Itália, na Alemanha e Rússia, sendo que, na Rússia dispõe também de uma unidade industrial.

Em 2017, a empresa mãe Oliveira&Irmão mudou o nome para OLI – Sistemas Sanitários S.A., uma alteração que acompanha a evolução de uma empresa familiar para uma empresa global.

Uma nova unidade industrial de moldes – OLIMOLDES foi inaugurada em 2018. Nesta unidade são produzidos moldes complexos, concedendo à OLI uma independência no que diz respeito à produção e reparação de moldes. Na **Figura 13** encontra-se uma imagem da empresa.



Figura 13 - Imagem da empresa

Atualmente, a OLI é a líder ibérica e uma das maiores produtoras europeias de autoclismos. A mesma exporta 80% da produção para mais de 80 países dos cinco continentes, como representado na **Figura 14**.



Figura 14 - Países que a empresa exporta o produto

A OLI tem uma área total de 82 000 m² e emprega cerca de 400 colaboradores. A fábrica labora ininterruptamente 24 horas por dia, 7 dias por semana e tem uma produção anual de 2 milhões de autoclismos e 2,8 milhões mecanismos.

Em 2018 a empresa atingiu uma faturação na ordem dos 56.3 milhões de euros e acumulou várias distinções e prémios. Estes prémios provêm da sua estratégia de criação de valor, no seu foco no conhecimento e na sua cultura de inovação. Com estes valores assentes, a OLI é a empresa portuguesa com maior número de patentes, sendo uma das suas patentes o autoclismo dupla descarga, que reduz o consumo de água em 50%.

Tendo em atenção as exigências do consumidor que estão sempre em mudança, a OLI mostra o seu compromisso ao apresentar especificações e características únicas nos seus produtos.

3.2. Produtos

A OLI comercializa uma vasta gama de produtos, tais como autoclismos interiores, placas de comando, módulos sanitários, autoclismos exteriores, autoclismos plásticos para tanques

cerâmicos (autoclismos falsos) e mecanismos (válvulas e torneiras). A **Figura 15** mostra os tipos de produto produzidos pela empresa.



Figura 15 - Produtos produzidos pela empresa

3.3. Processo Produtivo

O macroprocesso da empresa é constituído por 8 etapas que estão representadas na **Figura 16**.

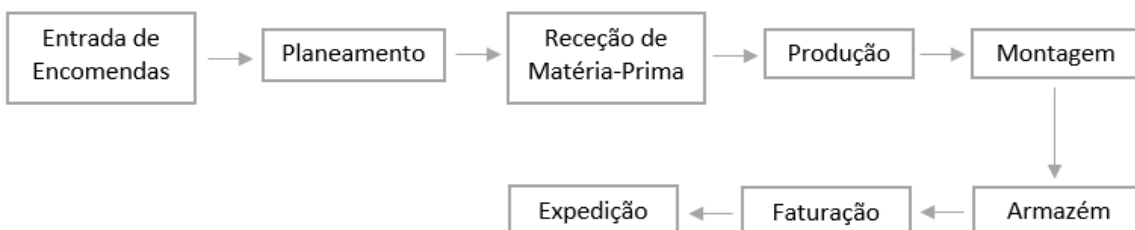


Figura 16 - Macroprocesso da empresa

A primeira etapa é a entrada de encomendas por parte do cliente. Estas encomendas dão origem ao planeamento da produção. De modo a iniciar-se a produção é essencial adquirir toda a

matéria-prima necessária, podendo esta matéria-prima ser componentes para a montagem ou componentes plásticos utilizados na injeção.

Após se adquirir a matéria-prima, esta é encaminhada para as máquinas de injeção, onde é aspirada e injetada realizando-se assim a produção. Depois de se obterem os componentes injetados, estes são encaminhados para supermercados ou para um armazém logístico, onde são colocados nas estantes de acordo com as células de trabalho onde serão utilizados.

Feita a injeção dos componentes é necessário efetuar a sua montagem. A montagem é realizada com os componentes injetados e adquiridos originando produto intermédio e produto final. As áreas da montagem são: as válvulas, os autoclismos exteriores, os autoclismos interiores, os mecanismos, as placas e as estruturas. No caso das válvulas, estas podem ser embaladas individualmente, e são vendidas como peças de substituição, ou então podem ser utilizadas num processo mais à frente na cadeia de valor, como por exemplo nos autoclismos interiores, exteriores ou falsos. As válvulas antes de chegarem ao cliente são sempre testadas de modo a garantir que o produto está de acordo com os requisitos.

Posteriormente à montagem, os produtos são transportados nas paletes para o armazém. Para finalizar, o produto acabado é faturado e expedido para o cliente final.

3.4. Área em estudo

O projeto foi realizado no departamento de Montagem, na área dos exteriores, mais propriamente numa célula de montagem de válvulas - célula 45.

Esta célula é constituída por uma máquina de injeção com molde de família que injeta simultaneamente peças para duas linhas distintas de montagem, as linhas V1 e V2. Um molde de família permite a injeção de componentes com diferentes características para cada uma das linhas. Em cada linha são produzidos diversos produtos com características diferentes (códigos de produto), pelo que o foco do projeto será nos códigos que são mais produzidos.

Na linha V1 o produto é sempre intermédio, e é incorporado posteriormente, dependendo das suas características, em vários autoclismos noutras células da fábrica.

Na linha V2 o produto é maioritariamente produto acabado o que faz com que além da montagem dos componentes, o ensaio da válvula e a embalagem sejam essenciais ao processo. Na embalagem, além das válvulas são inseridos vários acessórios que são vendidos separados do autoclismo, para o cliente final.

A **Figura 17** representa o *layout* da célula de montagem.

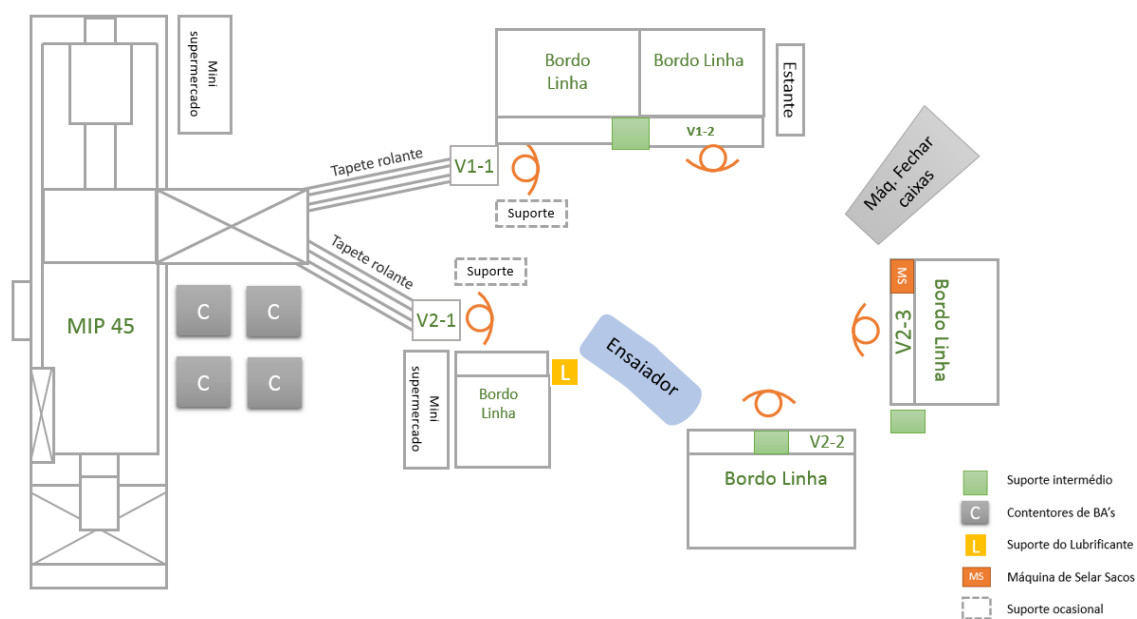


Figura 17 - Layout da célula de montagem

Como na V1 o produto é intermédio, o seu processamento ocorre em menos etapas, fazendo com que o número de operários alocado à linha seja apenas de 2. Na V2, como o produto é final e tem de ser ensaiado e embalado, o processo é mais longo e necessita de mais pessoas, sendo o número normal de operários alocado a esta linha de 3. Assim sendo, normalmente a V1 tem 2 postos de trabalho e a V2 tem 3 postos. Contudo, é importante referir que apesar de geralmente os códigos de válvulas produzidos nesta célula precisarem de 5 pessoas no total, por vezes existem modelos que só necessitam de 1 e 2 pessoas, na V1 e V2, respetivamente.

É importante referir que além dos componentes injetados pela máquina de injeção – MIP45 – a montagem das válvulas precisa de componentes provenientes de outras partes da fábrica. Estes componentes são abastecidos nos bordos de linha da célula por um comboio logístico, o *mizusumashi* – MIZU. Quando o processo de produção das válvulas termina também é o MIZU que vai às linhas buscar o produto final para o encaminhar para outras células da fábrica ou para o armazém.

A célula opera 24 horas por dia, 6 dias por semana, em 3 turnos. O turno 3 tem apenas 4 operários, pelo que na linha V1 só opera um operador. Nos turnos 2 e 3 os operários de ambas as linhas fazem substituições noutras células da fábrica durante meia hora. O tempo que operam em cada turno e o número de operários por célula está representado na **Tabela 2**.

Célula V1	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Total
Tempo de produção	480 min	450 min	400 min	1330 min
Nº de operários	2	2	1	
Célula V2	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Total
Tempo de produção	480 min	450 min	400 min	1330 min
Nº de operários	3	3	3	

Tabela 2 - Tempo de produção de cada célula e número de operários por turno

3.5. Descrição do Processo Produtivo da Célula 45

O processo produtivo inicia-se sempre que os operários recebem uma OF – Ordem de Fabrico. Esta Ordem de Fabrico é entregue aos operários na célula pelo Chefe de Equipa. A OF contém todas as informações fundamentais para a produção tais como: quantidade a produzir, componentes que vão ser utilizados na montagem, número de pessoas necessárias, dispositivos que vão ser utilizados e a data de entrega do produto.

Uma OF é entregue em duas ocasiões: no início de cada turno e sempre que existe uma “mudança de código” (mudam as características do produto). Em ambas as situações há um conjunto de tarefas que têm que ser realizadas.

No início de cada turno, os operários têm que realizar algumas tarefas preliminares para averiguar se têm as condições necessárias para iniciar a produção:

- Verificar se os bordos de linha contêm os componentes necessários à produção;
- Auditar os componentes que estão a ser injetados pela MIP45, para verificar se o calibre está de acordo com o desejado;

No caso da linha V2 os operários têm ainda de:

- Testar se o ensaiador está a fazer o ensaio correto das válvulas;
- A pessoa alocada ao posto 3 deve abrir no computador a ficha de produto e a ficha de embalagem, para analisar como vão ficar as caixas dispostas na palete e a quantidade de caixa por palete.

Quando existe uma mudança das características do produto os operários têm também de realizar todas as tarefas descritas acima, além de na V2, caso o novo cliente o exija, editar o que estava a ser gravado a laser na válvula para o que o novo cliente desejar.

É necessário também registrar no computador a quantidade que tinham produzido do código anterior e anotar o mesmo na folha do OEE – *Overall Equipment Effectiveness*. Esta folha serve para rastrear as paragens que ocorrem e o tempo de cada paragem, além das quantidades que se produzem de cada código. As paragens para mudança de código, bem como as relativas ao início de cada turno são descritas na folha do OEE como “mudança de código”.

O Chefe de Equipa tem criadas Ordens de Trabalho (OT's) que ditam quais os componentes que devem ser injetados pela máquina de injeção e quando é que devem ser alterados os postigos da máquina para se mudarem as características dos componentes (de acordo com o código que se estiver a produzir). Desta forma, os operários abastecidos pela máquina e pelo *MIZU* têm garantidas as condições para começarem a produção.

Os componentes injetados pela máquina de injeção são os seguintes: tubo, copo, anilha, anel porta vedante e porta vedante (ver **Figura 18**).

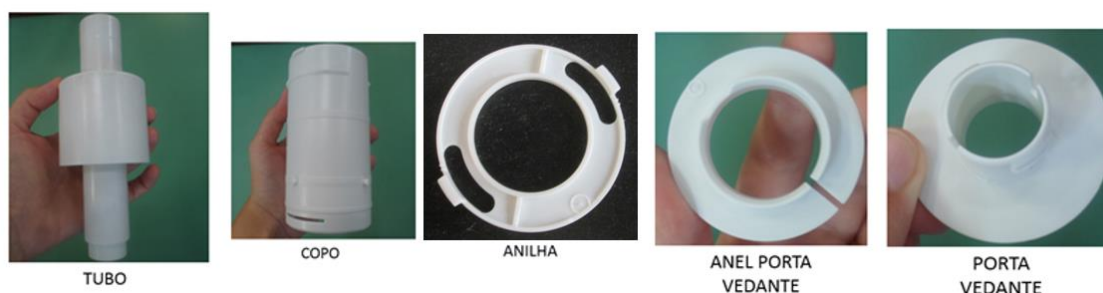


Figura 18 - Componentes injetados pela MIP45

Estes componentes são todos utilizados em ambas as linhas na primeira etapa da montagem da válvula (ocorre no primeiro posto de trabalho), à exceção da anilha que é utilizada em apenas alguns produtos.

Na linha V1 o processo é mais simples do que na V2. Após a primeira etapa de montagem com os componentes provenientes da máquina de injeção, sucede-se uma segunda etapa de montagem com os componentes abastecidos nos bordos de linha pelo *MIZU*. Nesta linha podem ser necessários 1 ou 2 operadores conforme o produto. Geralmente a pessoa do posto 1 monta os componentes enviados da máquina de injeção e a pessoa do posto 2 monta os restantes componentes (armazenados nos bordos de linha), finalizando assim a montagem da válvula. Os componentes utilizados no posto 2 para montagem das válvulas mais produzidas na empresa são

o tampão, o pilete e a ancorina. O processo de produção da linha V1 foi descrito em linguagem BPMN e encontra-se exemplificado no **Anexo B (Figura 37)**.

Na linha V2 a primeira montagem ocorre no posto 1 e é igual à montagem que ocorre no posto 1 da linha V1, com a exceção de que aqui são também utilizados componentes abastecidos nos bordos de linha pelo *MIZU*: o tubo tampão, o tampão e a anilha esponja. Nesta linha recorre-se ainda à utilização de equipamentos como o suporte de lubrificante, o ensaiador e o laser para testar se as válvulas estão de acordo com os requisitos e para gravar o que o cliente desejar. Após passar no ensaiador a válvula chega ao posto 2 através de um tapete rolante. Neste posto ocorre a montagem final da válvula, sendo encaixado um gancho na mesma. Depois disso é colada uma etiqueta no saco de plástico e a válvula é posta lá dentro. Este saco é colocado num suporte entre o posto 2 e o posto 3. No posto 3 as tarefas passam por acrescentar material (que possa ser necessário aquando da montagem do produto pelo cliente) dentro do saco e de fechar o mesmo no final. Na linha V2 os sacos com as válvulas devem ser colocados numa caixa de papelão com o número de caixas necessárias pré-definido para o cliente. Normalmente é a pessoa do posto 2 que desempenha esta tarefa. O processo de produção da linha V2 foi descrito em linguagem BPMN e encontra-se exemplificado no **Anexo B (Figura 38)**.

De notar que a descrição acima corresponde aos componentes e passos seguidos para a montagem das válvulas mais comuns e mais produzidas em ambas as linhas.

4. Célula 45 – Diagnóstico da Situação Inicial

Neste capítulo é feita uma análise geral à situação atual da célula 45, seguida de uma análise mais focada nos respectivos problemas encontrados.

4.1. Situação Inicial

Tal como referido na Introdução, o objetivo do presente projeto é a melhoria da eficiência da célula. Para avaliar a eficiência da mesma, a OLI recorre ao cálculo do OEE, de acordo com a expressão:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Qualidade} \times \text{Desempenho}$$

Contudo a empresa adaptou esta fórmula e dividiu-a em três, calculando três tipos diferentes de OEE: OEE Global, OEE da Linha de Montagem e OEE dos Operadores.

OEE Global

$$\text{OEE Global} = \frac{\textit{Produção Real}}{\textit{Produção Objetivo}}$$

Em que a produção real é a produção que efetivamente foi realizada e a produção objetivo é a quantidade que o planeamento planeou que fosse produzido num determinado período de tempo de acordo com os *Routings* (número calculado de unidades que produzem por hora).

OEE da Linha de Montagem

$$\text{OEE da Linha de Montagem} = \frac{\textit{Tempo Disponível}}{\textit{Tempo Total-Paragens Programadas}}$$

Em que o tempo total é o tempo que efetivamente está previsto para a produção. Geralmente é a diferença entre as 8 horas de trabalho de um turno e as paragens que os operadores têm para intervalo e para as refeições.

As paragens programadas correspondem ao tempo das reuniões de turno (reuniões que acontecem sempre no início de cada turno) e ao tempo que a linha para para se fazerem substituições. As substituições acontecem geralmente nos 2º e 3º turnos e correspondem a momentos em que os operários das linhas V1 e V2 param a célula e se ausentam para ir trabalhar em outras células da empresa.

Tempo disponível

$$= \text{Tempo total} - ((\text{Soma do tempo das paragens Y}) + \text{Problemas de Qualidade Injetados Não Conformes de Arranque} \times \text{Tempo Total} + \frac{\text{Produção Objetivo Injetados Não Conformes} \times \text{Tempo Total}}{\text{Produção Objetivo}} + \frac{\text{Peças Retrabalhadas} \times \text{Tempo Total}}{\text{Produção Objetivo}} \times \frac{1}{2} + \text{Absentismo})$$

Sendo que as paragens Y são as seguintes:

- ⇒ Quebras de abastecimento
- ⇒ Falta de Material Injetado
- ⇒ Falta de Material Externo
- ⇒ Falta de Subconjuntos
- ⇒ Erro de *Stock*
- ⇒ Avarias de Máquina
- ⇒ Avarias de Molde
- ⇒ Avarias de Dispositivo
- ⇒ Mudança de Código
- ⇒ Mudança de Molde/Postiços
- ⇒ Mudança de Cor
- ⇒ Paragens Programadas
- ⇒ Erro de Projeto (DD)

OEE dos Operadores

O OEE dos operadores é igual à divisão da produção real pela produção objetivo retificada.

$$\text{OEE Operadores} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Objetivo Retificada}}$$

Em que:

Produção objetivo retificada = OEE da Linha de Montagem x Produção Objetivo

Um estudo entre os meses de janeiro e setembro de 2019 (ver **Anexo C**) mostrou que para a linha V1 a média do OEE da linha de montagem foi de 83%, a média do OEE dos operadores foi também de 83% e a média do OEE Global foi de 76%. Relativamente à linha V2, a média do OEE da linha de montagem foi de 77%, a média do OEE dos operadores foi de 88% e a média do OEE Global foi de 75%.

Sendo que o OEE diariamente analisado pela empresa é o OEE Global, o objetivo do projeto passa por melhorar a eficiência da célula de modo a que este indicador também melhore.

As **Figuras 19 e 20** mostram a diferença entre a produção que a empresa tinha como objetivo em relação ao que realmente produziram durante os meses de janeiro a setembro de 2019. Como se pode observar, a produção real nunca superou ou igualou o objetivo, o que é mais um indicador da baixa eficiência destas duas linhas.

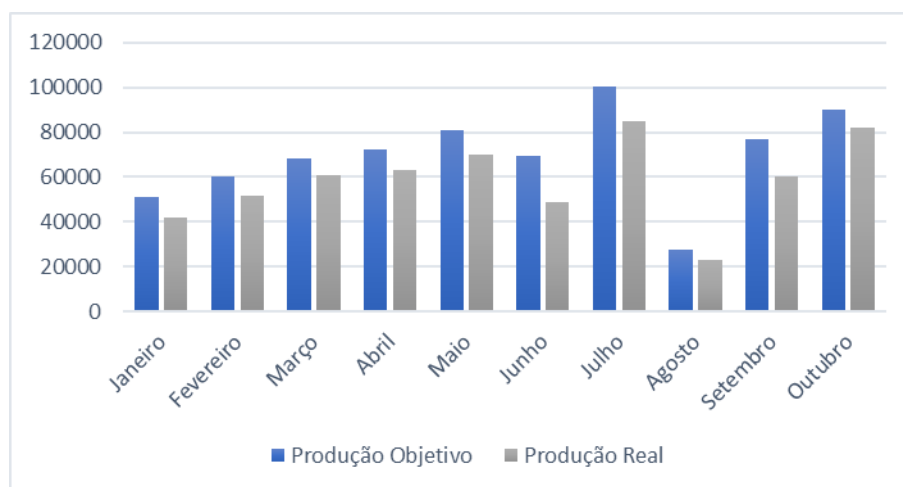


Figura 19 - Produção Objetivo vs. Produção Real para a linha V1

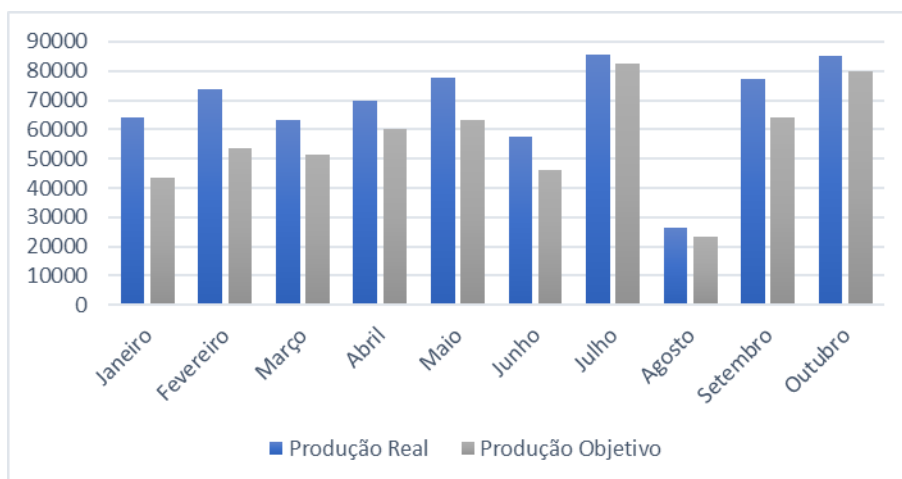


Figura 20 - Produção Objetivo vs. Produção Real para a linha V2

Uma análise inicial entre os meses de janeiro e setembro de 2019 mostrou também que os maiores motivos de paragem na linha V1 devem-se a: paragens programadas, mudanças de código e falta de material injetado, (**Figura 21**).

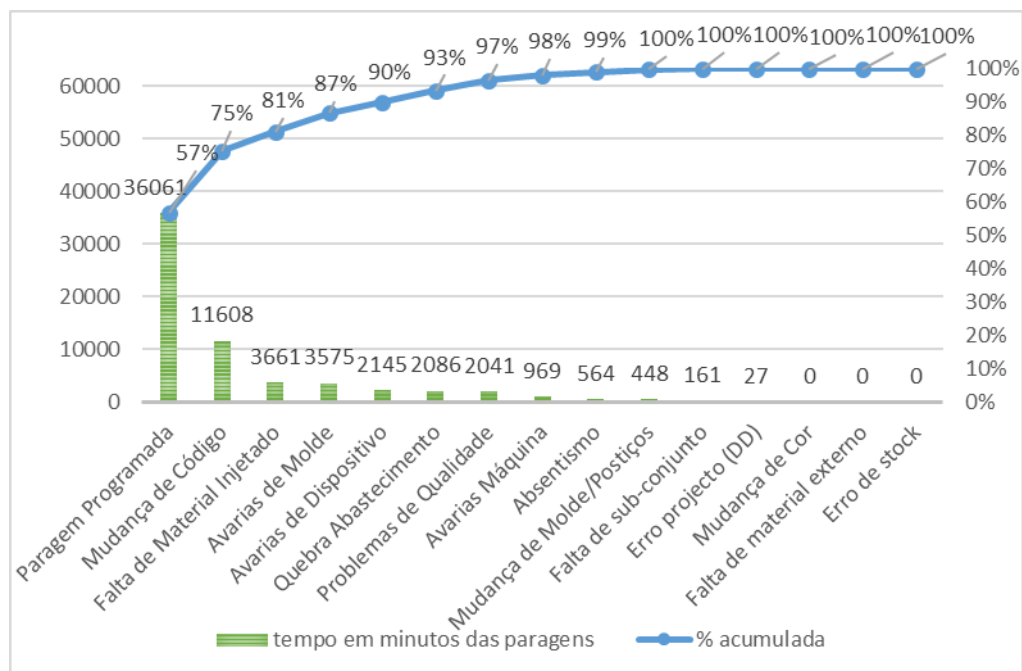


Figura 21 - Diagrama de Pareto das paragens na linha V1

Na linha V2 as maiores causas de paragens assinaladas são: paragens programadas, mudanças de código, avarias de dispositivo e avarias de molde (**Figura 22**).

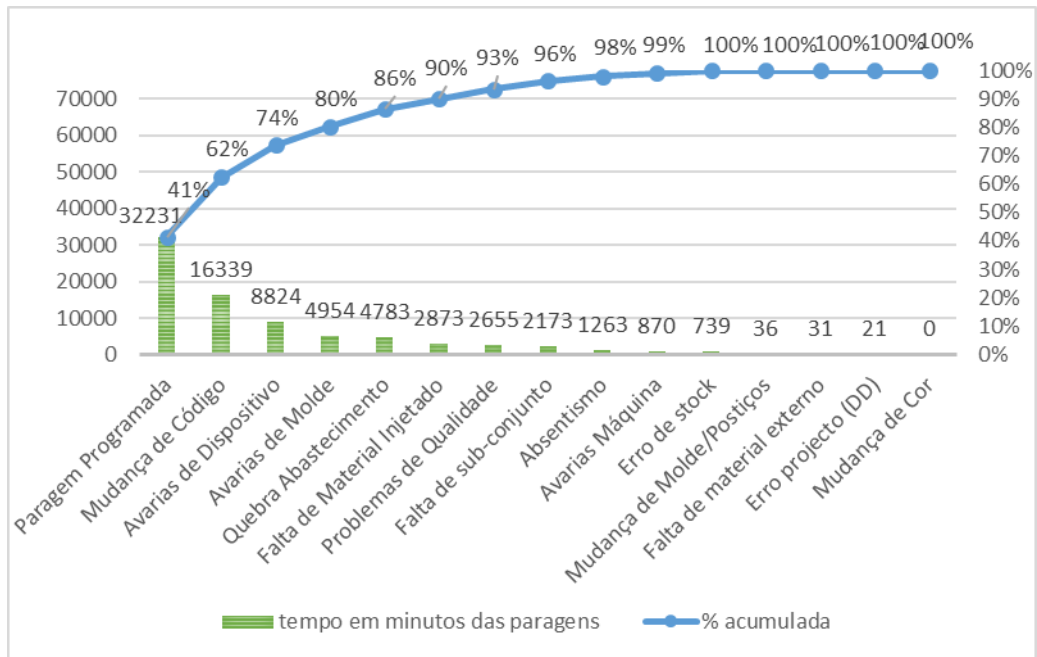


Figura 22 - Diagrama de Pareto das paragens da linha V2

Tendo em conta as principais paragens assinaladas, o foco do projeto passou por eliminá-las ou reduzi-las de modo a aumentar a eficiência das linhas V1 e V2 e, conseqüentemente, a produtividade da célula. No entanto, é importante acrescentar que para além das paragens assinaladas na folha do OEE, existem outras paragens que os operários não registam. Estas paragens têm normalmente uma pequena duração e, por opção própria, os operários decidem não as assinalar devido ao tempo que iriam gastar a fazê-lo. Adicionalmente, existem ainda as paragens devido ao autoabastecimento; no entanto, neste caso nem sempre todas as pessoas da linha têm de sair dos seus postos, pelo que na empresa não se consideram estas situações como paragem, apesar de por vezes as linhas terem mesmo de parar e o tempo envolvido à volta do autoabastecimento ser considerável.

De maneira a poder atuar na célula, procurando aumentar a sua eficiência, foi necessário passar tempo no terreno, procurando identificar ao pormenor todas as causas do problema e localizar oportunidades de melhoria.

O Diagrama de Ishikawa (**Figura 23**) sintetiza o trabalho resultante da observação do funcionamento da célula 45, apresentando potenciais causas para a baixa eficiência desta célula.

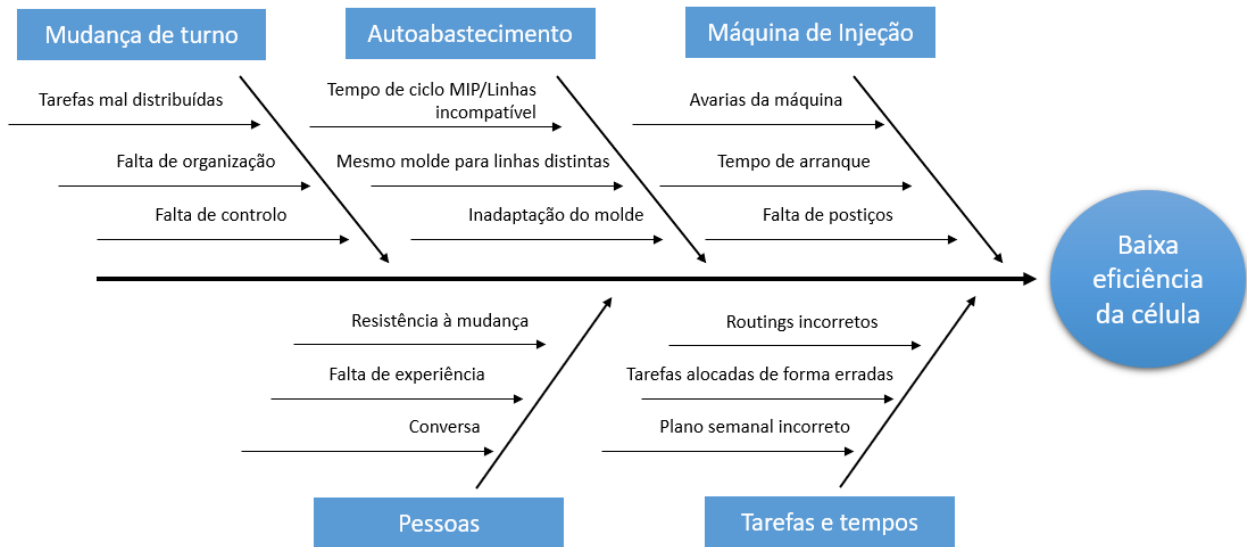


Figura 23 - Diagrama de Ishikawa para a Baixa Eficiência da Célula 45

Das observações feitas *in loco* verificou-se também que a célula em análise tem um nível de complexidade significativo, que resulta do facto de duas linhas diferentes serem alimentadas simultaneamente por uma mesma máquina de injeção. Uma análise ao funcionamento desta máquina permitiu identificar os seguintes aspetos:

- Tem apenas um molde, chamado molde de família, que é capaz de injetar simultaneamente peças com especificações diferentes para ambas as linhas;
- Injeta 20 componentes (BA's) de cada vez, sendo que 10 vão para a V1 e outros 10 para a V2;
- Os componentes injetados pela máquina são: tubos, copos, anel porta vedante, porta vedante e anilha;
- Cada linha recebe 2 componentes a cada injeção (por exemplo, a cada ciclo são injetados 4 tubos, sendo que 2 vão para uma linha e dois para a outra - no entanto, em cada linha só é necessário um tubo para produzir uma válvula);
- Os únicos componentes que variam as suas especificações são os copos e os tubos. Nestes casos, é possível mudar os posições da máquina para produzir

diferentes tipos destes componentes (com diferentes formatos). Quando isso acontece, a máquina para e esta paragem é assinalada como “mudança de código”;

- Não é possível alterar o tempo de ciclo da máquina - 40.8 segundos;
- Existem materiais utilizados na linha V1 que por serem injetados numa parte específica do molde são enviados para a linha V2 à saída da máquina. O mesmo acontece com materiais utilizados na linha V2 e que “caem” na linha V1. Isto ocorre devido às limitações do molde e do *robot*;
- A máquina pode injetar diretamente para ambas as linhas, ou injetar para uma das linhas e para *stock*. Neste caso, os componentes que deveriam ir para a outra linha são depositados em contentores;
- A máquina tem de injetar sempre os componentes das 20 cavidades da mesma. Não é possível que a máquina injete apenas alguns deles, ou seja, que uma das cavidades seja “tapada”;
- A máquina só é capaz de largar os 10 componentes de cada linha. Não é possível, por exemplo, a máquina deixar 6 dos 10 componentes que a linha utiliza;
- Sempre que a máquina para, existe um tempo para arranque. Caso a máquina pare no fim-de-semana, ela demora cerca de 2 horas a arrancar; quando a máquina para ocasionalmente mais de 30 minutos demora também cerca de 30 minutos para arrancar. Adicionalmente, as primeiras 5 a 10 peças injetadas após paragem vêm incompletas;
- Nas paragens para o almoço e o lanche dos operadores, estes, para não pararem a máquina, acionam uma função em que a máquina em vez de depositar os componentes para as linhas (o que iria fazer com que os componentes ficassem acumulados e sem espaço), deposita-os nos contentores.

Estas características da máquina de injeção trazem várias limitações à produção na célula de fabrico em análise, sendo as mais significativas as que seguidamente se expõem.

4.2. Criação de Stock

A célula 45 cria *stock* devido a várias razões. Uma das mais comuns deve-se à necessidade básica de garantir um *stock* de segurança para o caso de ocorrerem avarias da máquina. Outra

prende-se com o facto da linha não conseguir acompanhar o ritmo da máquina; assim sendo, e como o tempo de ciclo da máquina é fixo, os operários quando têm o seu posto cheio de componentes vão-nos depositando em caixas XL que se encontram num suporte ao lado do posto, criando assim *stock*.

As outras razões são menos comuns e decorrem da possibilidade de mudar os posições da máquina de injeção para adaptar os componentes BA's às necessidades de produção. O que acontece neste caso é que ocorrem situações em que a célula não consome os componentes que a máquina está a injetar no momento e consome o *stock*. Apesar de estar a consumir *stock* a célula está simultaneamente a produzi-lo, pelo que não trabalha em fluxo e cria desperdícios. As razões para que isto aconteça são as seguintes:

1. O Planeamento envia poucas quantidades de um código para ser produzido. Neste caso, a produção deste código ocupa um curto período de tempo, pelo que o Chefe de Equipa prefere gastar os componentes que tem em *stock* em vez de mudar os posições da máquina. Ao mudar os posições da máquina tem de parar ambas as linhas; além disso se a produção fosse de 1 hora teria de mudar 2 vezes de posições num curto período de tempo. Como a máquina não pode produzir apenas metade dos componentes, nessas circunstâncias produz *stock*;
2. Necessidade de gastar o *stock* acumulado. Quando o espaço destinado aos contentores de *stock* atinge o limite máximo, geralmente as linhas gastam esses contentores de *stock* para não terem de moer todos esses componentes (na empresa moer os componentes deve ser sempre a última alternativa, devido aos gastos e trabalhos que decorrem desse processo).

Pode acontecer que só uma das linhas esteja a utilizar os componentes de *stock*, por exemplo a linha V1, o que faz com que a outra linha (V2) se esteja a abastecer em fluxo através da máquina de injeção. Deste modo, como a máquina sempre que injeta componentes injeta para ambas as linhas, vai criar *stock* dos componentes que deveriam ir para a linha V1. Nestas situações, o Chefe de Equipa pede para que na linha em que estão a utilizar os contentores de *stock* (V1) sejam injetados componentes que são gastos raramente. Desta forma, no futuro não terá de parar as duas linhas para mudar os posições para essa produção.

Isto acontece muitas vezes com um tipo de tubo que após ser injetado tem de ser cortado para ter o comprimento desejado. O molde ainda não está preparado para produzir este tubo e geralmente quando este é injetado vai diretamente para os contentores de *stock*. No caso deste tubo a produção nunca pode ser em fluxo, e torna-se mais fácil para o planeamento das produções injetar esse tubo quando os componentes que estão a ser injetados pela MIP não estão a ser gastos em fluxo;

3. Componentes que só podem ser “largados” numa das linhas, mas que são consumidos na outra. O molde ainda não está adaptado para que os postigos possam ser colocados em qualquer posição. Em cada metade do molde estão os componentes respetivos de cada uma das linhas e os mesmos ou são entregues na respetiva linha dessa forma, ou são encaminhados para os contentores. Isto deve-se também à complexidade das tubagens que unem a máquina de injeção ao tapete rolante que encaminha as peças para a linha;
4. Componentes injetados na MIP45 mas que vão ser consumidos noutras partes da fábrica. Isto acontece com um copo que é produzido na linha V1.

A **Figura 24** mostra a posição dos contentores utilizados quando a máquina de injeção não está a trabalhar em fluxo com as linhas.



Figura 24 - Máquina de injeção a injetar componentes para os contentores de *stock*

4.3. Autoabastecimento

O autoabastecimento acontece quando os operários não têm os componentes BA's necessários para montar a válvula. Para se autoabastecerem os operários têm de se deslocar desde os seus postos de trabalho até aos contentores de *stock*. Com o auxílio de caixas XL enchem-nas com os componentes e transportam-nas de volta para a posto de trabalho. Este processo pode ser repetido várias vezes ao longo de cada turno, dependendo da quantidade que estão a produzir - sempre que gastam todos os componentes da caixa e precisam de mais voltam a enchê-la. O processo de autoabastecimento dos componentes por parte dos operadores foi descrito em linguagem BPMN e encontra-se exemplificado no **Anexo B (Figura 39)**.

A falta de componentes injetados pode dever-se ao facto de os operários estarem a consumir mais componentes do que a máquina produz - a linha está com maior cadência do que a máquina. Ou ao facto de o material que a máquina está a injetar não ser aquele que está a ser utilizado na produção. Nesta situação, o Chefe de Equipa pode optar por não mudar os posições da máquina para adaptar as formas dos componentes às desejadas e trabalhar em fluxo, devido às razões anteriormente apontadas para a criação de *stock*.

Os contentores com os componentes estão geralmente colocados ao lado da máquina de injeção. Estes contêm os BA's que a máquina não enviou para as linhas. O percurso que os operários têm de percorrer está representado na **Figura 25**:

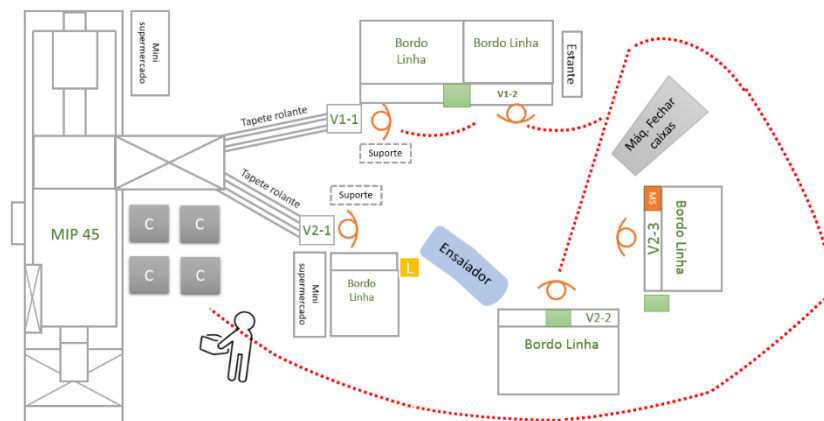


Figura 25 - Percurso para autoabastecer

Está definido que é o operário do posto 2 de cada linha que deve fazer o autoabastecimento. Contudo existem momentos em que na linha V1 está apenas um operário,

pelo que neste caso será esse o operário encarregue do autoabastecimento, parando nesse intervalo de tempo a linha.

O operário que faz o autoabastecimento deve deixar a caixa com os componentes no posto 1 da respectiva linha. Desde o momento em que se ausenta do seu posto, até ir encher uma caixa com componentes, deixar a caixa no posto 1 da respectiva linha e voltar ao posto de trabalho, o operário demora cerca de 1 minuto e 40 segundos (consequentemente 3 minutos e 20 segundos para autoabastecer duas caixas: uma de copos e uma de tubos).

Visto que os copos e os tubos são os componentes injetados pela MIP45 com dimensões superiores, apenas estes são considerados no autoabastecimento. Isto porque os outros componentes como são mais pequenos, (ex.: anilhas) geralmente só necessitam de ser autoabastecidos uma vez.

Como se pode verificar na **Tabela 3**, e sabendo que os tamanhos dos copos são semelhantes em ambas as linhas, uma caixa fica cheia com 56 copos. Contudo o tamanho dos tubos varia de linha para linha, fazendo com que o número de vezes que têm de se encher as caixas também varie.

	Caixa de Tubos	Caixa de Copos
V1	52	56
V2	80	56

Tabela 3 - Número de caixas com copos e tubos para cada linha

É necessário encher as caixas na linha V1 cada vez que se gastam os 52 tubos e na linha V2 cada vez que se gastam os 56 copos.

Uma análise feita no terreno durante 9 dias revelou que, em média, e por dia, na linha V1 são contabilizadas 6 horas em que as linhas não estão a produzir com material proveniente diretamente da máquina de injeção (**Anexo D – Tabela 28**), enquanto que na linha V2 este valor é de 10 horas e 35 minutos (**Anexo D – Tabela 29**). Este valor médio varia muito de dia para dia porque está sempre dependente de a máquina estar a operar da forma correta ou não.

O autoabastecimento não é assinalado na folha do OEE apesar de causar uma quebra no ritmo de trabalho, além de desperdícios de movimento, transporte e tempo e, por vezes, levar mesmo as linhas a parar. As várias paragens que ocorrem nas linhas são subtraídas ao tempo total, como foi exposto acima. Deste modo, ao não ser contabilizado o autoabastecimento o OEE atualmente calculado não representa a real eficiência das linhas.

Para além destas limitações, que decorrem em muito das características e do funcionamento da máquina de injeção, uma análise mais global à célula 45, nomeadamente às linhas V1 e V2, permitiu identificar um outro conjunto de problemas com implicações na produção, os quais se passa a descrever:

4.4. Tempo de mudanças de turno

A mudança de turno ocorre quando chega um novo turno e o turno anterior que lá estava sai. A mudança de turno para o turno que chegou consiste em dois momentos: uma reunião de turno entre toda a equipa e o Chefe de Equipa e a preparação do local de trabalho por parte dos operários para se iniciar a nova produção. A reunião de turno é obrigatória e dura no máximo 7 minutos. É assinalada na folha do OEE como sendo uma “paragem programada”. A preparação para o início da produção tem lugar na célula e é assinalada como sendo uma “mudança de código”.

A mudança de turno para o turno que estava a sair é também assinalada no OEE da mesma forma e consiste num conjunto de tarefas que finalizam a produção e que deixam a célula no estado necessário para o turno seguinte poder trabalhar de forma adequada.

As tarefas das mudanças de turno e tempos gastos em cada tarefa estão apresentadas na **Tabela 4**.

Tarefas início de turno	Descrição	Duração (min)	Tarefas fim de turno	Descrição	Duração (min)
A	Verificar componentes	2	I	Preencher OEE	1
B	Auditoria aos componentes injetados	1.5	J	Contar os Não Conformes	1 a 5
C	Testar o ensaiador	2	K	Registar os Não Conformes e a Produção	3
D	Programar o Laser	0.5	L	Levar o Lixo	5
E	Análise da ficha de produto e da ficha de embalagem	2	M	Levar os Não Conformes ao moinho	5
F	Manutenção autónoma	2	N	Limpar o posto	2
G	Picking-bu-light	1	O	Limpar a célula	4
H	Preencher o OEE	1	P	Acabar a produção	2

Tabela 4 - Tempo gasto nas tarefas de início e fim de turno

A empresa criou um horário com sobreposição para os 3 turnos com o objetivo de se perder o menos tempo possível nestas tarefas, começando logo a produção (**Figura 26**).

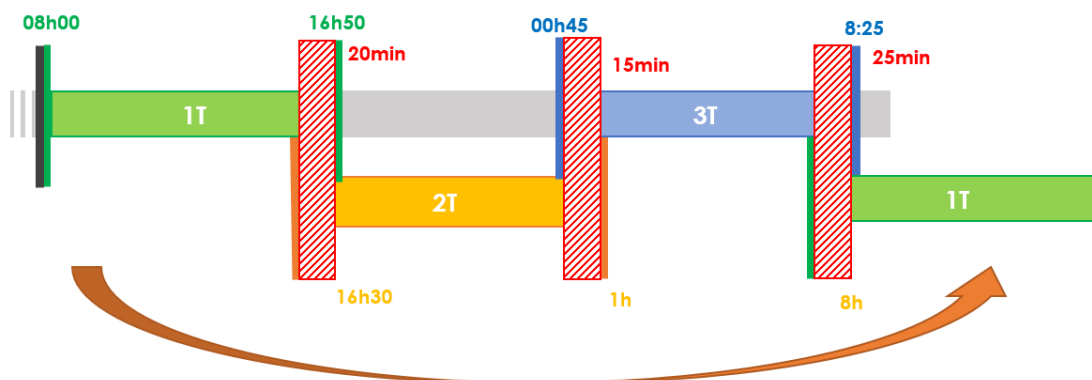


Figura 26 - Sobreposição de horários dos 3 turnos

No entanto, verificou-se que o tempo de sobreposição é quase todo inativo. Os turnos não têm as tarefas organizadas e demoram cerca de 16 minutos para começarem a produzir. Esta paragem é bastante longa e é dos maiores motivos de paragem na célula. A **Tabela 5** mostra 20 sobreposições de turno e o tempo que se demorou em média até começar a produzir (os dados apresentados resultam de recolhas no terreno, através do uso de um cronómetro).

	Tempo em minutos										Média
Turno 3-1	16.34	15.23	17.10	13.50	14.50	17.30	17.40	13.00	18.22	17.56	16
Turno 1-2	14.23	15.45	13.44	14.00	15.47	17.10	16.20	15.40	15.15	16.47	

Tabela 5 - Média de tempos de sobreposição de turnos

Foi também observado no terreno que os 3 turnos não cumpriam a mesma ordem de tarefas, sendo que em alguns dos casos nem sequer havia qualquer ordem, o que levava a atrasos e a perdas de tempo. A análise da informação apresentada no **Anexo D**, permite observar a falta de organização no turno 3: no final deste turno não existia uma alocação das diferentes tarefas aos operadores, pelo que cada um as ia realizando de uma forma aleatória e pouco eficiente.

4.5. Registo da produção da MIP45

A MIP45 - máquina de injeção - não tem nenhum sistema de controlo produtivo integrado, pelo que só manualmente é possível ter acesso aos códigos dos BA's que a máquina está a injetar.

Conforme já foi referido, nem todo o material que a máquina injeta é consumido pelo que há criação de *stock*. Como a máquina não está automatizada, o controlo do *stock* é feito através de dois registos.

O primeiro registo é feito na folha do OEE no fim de cada produção. Neste caso os operários escrevem na folha do OEE a quantidade produzida do respetivo código. A cada código está associado um conjunto de BA's, pelo que ao saber-se a quantidade produzida de um código sabe-se o número e tipo de BA's utilizados. Deste modo, basta saber as quantidades que a máquina injetou de cada BA e comparar os valores com os que foram efetivamente gastos na produção. Assim, já se sabe se se consumiu diretamente da máquina e quais as quantidades consumidas. Para tal falta efetuar o segundo registo.

O segundo registo tem o nome de registo de produção. No fim de cada produção e de cada turno os operários registam o que a máquina injetou. Para o fazer devem seguir os seguintes passos:

- Ir buscar as folhas de registo;
- Ir à máquina de injeção;
- Ver o número de injeções;
- Apagar esse número;
- Anotar o número em cada folha do BA que estava a ser injetado;
- Ir ao computador da célula 69;
- Ir ao sistema - IFS - e registar cada um dos componentes injetados;
- Tirar uma etiqueta para cada um deles;
- Colar a etiqueta na folha de registo;
- Colocar a folha de registo no local apropriado.

O registo de produção da MIP45 deve ser realizado no final de cada turno e sempre que se mudam os postigos da máquina (pois vão alterar os BA's que estão a ser injetados). Contudo, quando se mudam os postigos os únicos componentes que podem ser alterados são os copos e os tubos; por outro lado, esta mudança pode ser, por exemplo, de um só tipo de copos. Nestas

situações, os operários podem registar todos os componentes que foram injetados até então, ou podem apenas registar a quantidade de copos que tinham sido injetados e, no final do turno, caso não se tenham alterado novamente os posições, registar todos os componentes (exceto o copo do código anterior) e o código do novo copo.

A duração do registo varia entre 9 a 13 minutos. Além de ser bastante tempo gasto acaba sempre por haver erros no *stock*. Este registo é feito em todos os turnos e por vezes mais do que uma vez. O facto de ser um processo bastante manual e de serem muitos componentes para registar causa erros. Adicionalmente, o sistema utilizado - IFS - para fazer o registo não é muito perceptível, existindo diferentes opções para anotar os diferentes componentes, o que acaba por causar muita confusão (não há uma maneira geral de anotar).

Apesar de os operários terem formações onde aprendem a fazer os registos continua a haver erros. Os erros de *stock* são graves pois o planeamento baseia-se nas quantidades de material que tem em *stock* para fazer o planeamento semanal. Se o sistema informático mostrar que existe um *stock* que na realidade não está lá, a produção para.

4.6. Planeamento - Planeamento Refinado

No caso da célula em análise, existem dois tipos de planeamento: o planeamento feito pelo departamento de planeamento, que faz o plano semanal de cada uma das linhas, e o planeamento refinado, que é realizado pelo Chefe de Equipa diariamente, após receber o planeamento semanal.

Aqui o maior problema identificado consiste no facto de o departamento de planeamento enviar um plano sem que este tenha em consideração qualquer tipo de restrição. O Chefe de Equipa é quem tem a função de diariamente conciliar todas as restrições à produção e fazer o plano de produção que pensa ser o melhor para as condições da célula. Seguidamente apresentam-se as restrições que o planeamento não considera:

1. Plano feito para 24 horas diárias:
 - a. Não subtraem as pausas das refeições;
 - b. Não têm em consideração as substituições que o 2º e 3º turno têm de fazer nas outras células da empresa;
 - c. Paragens programadas não são tidas em consideração;
2. Apesar do molde ser de família, os planos para a linha V1 e V2 não têm qualquer relação;

3. Não tem em consideração o número de pessoas necessário para cada código (por exemplo, não considera que no terceiro turno na V1 só trabalha 1 pessoa);
4. Códigos que deveriam ser produzidos na V1 (1 pessoa) são enviados para a V2 (3 pessoas);
5. Não tem em consideração se as peças produzidas noutras partes da fábrica e que são utilizadas na montagem das válvulas já foram produzidas ou não;
6. Não tem em consideração o número de vezes que a máquina de injeção tem de parar para mudar os postigos.

Devido a todos estes problemas, o planeamento para a célula acaba por não ser enviado da forma mais correta, tendo que ser depois ajustado de forma subjetiva e muito manual, o que acaba por conduzir a lacunas. Uma vez que as produções não estão bem planeadas, é natural que a eficiência da célula não seja a desejada.

4.7. Balanceamento das linhas V1 e V2

O trabalho de observação realizado na célula permitiu ainda perceber que havia uma grande dificuldade em produzir em fluxo e com equilíbrio das tarefas nas linhas de produção. O facto de as linhas serem alimentadas simultaneamente pela máquina de injeção, que tem um tempo de ciclo fixo, leva a que seja extremamente complicado conciliar “máquina de injeção - linhas de produção”. Além disto, em cada linha é produzida uma grande variedade de códigos, que têm os seus respetivos tempos de ciclo e número de operários necessários para a sua produção, o que cria situações que evidenciam falta de balanceamento entre o trabalho desenvolvido nos diferentes postos de trabalho.

Como o número diário de operários alocado à célula 45 é sempre 5 pessoas no turno 1 e 2 e 4 pessoas no turno 3, em alguns casos o número de pessoas torna-se excessivo para os códigos a produzir. Contudo, e ao contrário do que se poderia supor numa situação destas, foi observado que apesar de o número de pessoas poder ser, por exemplo na linha V1, o dobro do necessário para a produção de certos códigos, o número de válvulas que eram efetivamente produzidas por hora ficava muito aquém do que era esperado. O que acontecia era que estava a ser utilizado o dobro dos recursos relativamente ao número de operários, mas a produção obtida não era o dobro (o que na empresa estimavam conseguir obter numa situação destas). A produção de válvulas quando é feita com um recurso a mais – número de operários – acarreta também um

custo. O facto de não produzirem o desejado com recursos a mais levava a que a empresa tivesse gastos que deviam ser eliminados.

Além disto, foram também observadas situações em que na linha V2 alguns dos postos tinham muitas válvulas/produtos acumulados. Esta acumulação de componentes mostra que a linha não estava a produzir em fluxo, o que se pode dever ao facto de a linha não estar bem equilibrada, ou seja, as tarefas não estarem corretamente divididas pelos postos de trabalho.

Finalmente, foi perceptível que na linha V2 existem tarefas que são realizadas ocasionalmente, tais como abrir novas caixas, fechar as caixas, autoabastecer, as quais estão alocadas sempre a um determinado posto, o que em alguns casos não parece ser a melhor opção.

5. Propostas de Melhorias e Resultados Esperados

Neste capítulo são apresentadas propostas de ações de melhoria a implementar na célula 45, as quais resultam do diagnóstico à mesma feito no capítulo anterior. Estas ações visam eliminar e/ou mitigar os problemas identificados, e incluem atuações ao nível do balanceamento das linhas V1 e V2, da standardização do trabalho, da realocação de determinadas tarefas, entre outros. O capítulo inclui também uma análise dos resultados que se esperam obter com a implementação das ações propostas, nomeadamente ao nível da melhoria da eficiência da célula, que foi o principal objetivo do trabalho realizado na OLI.

5.1. Proposta 1 - Criação de *stock*

O facto de a MIP45 não enviar diretamente os componentes para as linhas traz vários problemas, sendo um deles, como referido no capítulo anterior, a criação de *stock*. Isto acontece devido às limitações do *robot* que une a máquina de injeção e as condutas correspondentes às posições no tapete rolante que leva os componentes até o posto 1 de cada linha.

O molde é dividido em duas partes correspondentes aos componentes que são destinados a cada linha (**Figura 27**). O *robot* envia os componentes de acordo com as posições do molde, ou seja, os componentes do lado do molde que correspondem à V1 são enviados para as condutas que vão ter à linha V1 e o mesmo acontece com a linha V2. No entanto, o *robot* não consegue, por exemplo, largar apenas os componentes tipo “A” no tapete rolante e os componentes tipo “B” nos contentores, podendo apenas largar todos os componentes correspondentes à linha.

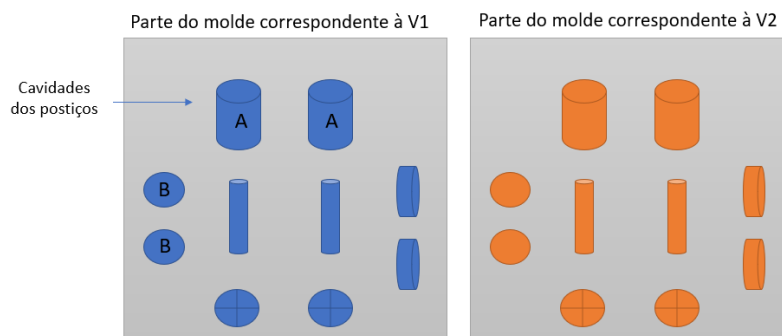


Figura 27 - Representação do molde e cavidades da MIP45

A eliminação deste problema só é possível se os componentes provenientes da máquina de injeção forem enviados para as linhas e não para os contentores. No entanto, não é possível alterar as funções do *robot*, pelo que a opção passa por fazer alterações nas condutas.

Após uma análise aos dados foi possível observar que na linha V1 todos os códigos de válvulas produzidos possuíam o mesmo tipo de tubo (**Tabela 6**).

Tubo V1	Copo V1
BA050540550	BA050540464
	BA50000000204
	BA50000881358
	BA50000000206

Tabela 6 - Combinações de copos e tubos produzidos na V1

Como já foi referido anteriormente, os únicos componentes injetados pela máquina que vão variando de acordo com o código das válvulas a produzir são os copos e os tubos. Desta forma, o que acontece é que sempre que não é possível alterar as características dos componentes que estão a ser injetados na linha V1, e o copo que está a sair não é o desejado, todos os componentes são enviados para os contentores. Tendo em conta que só o copo é que não é o necessário à produção, isso significa que se está a criar desnecessariamente *stock* de 5 componentes diferentes, bem como a introduzir a necessidade de proceder a autoabastecimento nesse período de tempo. A modelação do processo de abastecimento das linhas e dos contentores por parte da MIP45 encontra-se no **Anexo B (Figura 40)**.

Uma solução para ajudar a combater a produção de *stock* e, conseqüentemente, a não produção em fluxo entre a máquina de injeção e as linhas V1 e V2, passa pela alteração das tubagens que unem a MIP45 aos tapetes rolantes das linhas.

Ao criar uma alteração na tubagem relativa ao copo da linha V1, é possível conseguir que apenas este vá para os contentores quando o copo que está a ser injetado pela MIP45 não é o necessário, podendo os restantes componentes injetados ser enviados e utilizados em fluxo (**Figura 28**).

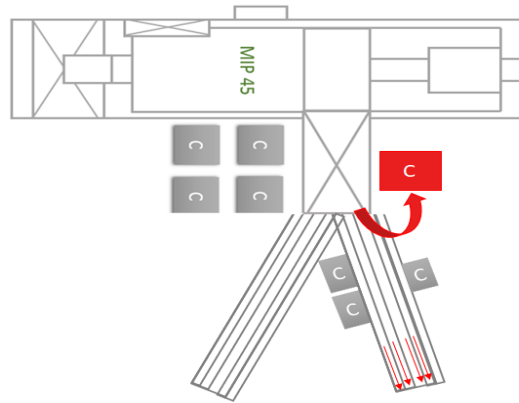


Figura 28 - Layout da célula 45 com foco na situação dos contentores

De acordo com o esquema apresentado na **Figura 28**, se se acrescentar um novo contentor destinado aos copos da linha V1 é possível que todos os outros componentes fluam sempre em fluxo. Assim, em vez de ser necessário proceder ao autoabastecimento de 5 componentes, apenas se procede ao autoabastecimento de 1 (**Figura 29**). Por outro lado, não é criado *stock* de 4 componentes, o que significa menos espaço de *stock*.

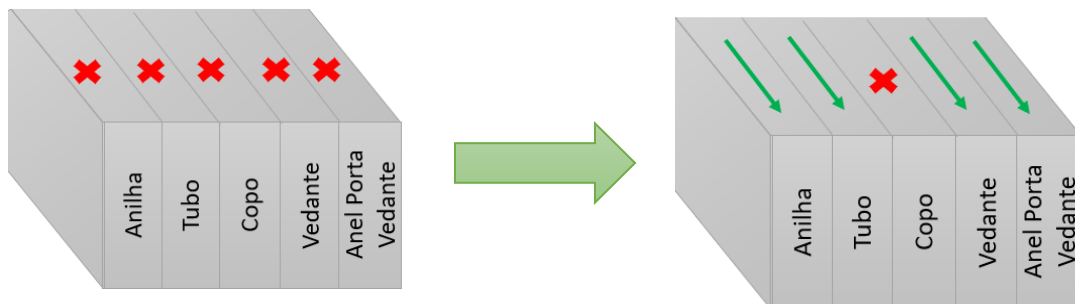


Figura 29 - Antes e depois de alteração nas tubagens da linha V1

Esta alteração das tubagens na linha V1 de modo a que todos os componentes vão sempre em fluxo para a linha à exceção do copo encontra-se modelada no **Anexo B (Figura 41)**.

Ao adotar as medidas sugeridas acima é de prever que o tempo disponível para produção aumente na linha V1 e que, conseqüentemente, a eficiência da célula também.

De facto, e tendo em consideração que em média, por dia, na linha V1 se perdem 48 minutos no autoabastecimento de copos e tubos, a alteração proposta nas tubagens levaria que

se passassem a perder apenas 24 minutos, pois só haveria necessidade de autoabastecimento de copos. Atualmente o tempo diário disponível para produzir é de 1330 minutos, pelo que os 48 minutos gastos em autoabastecimento correspondem a 3,6% do tempo para produção:

$$\text{Tempo gasto diariamente a autoabastecer copos e tubos na linha V1} = \frac{48}{1330} \times 100\% = 3,6\%$$

Com uma redução do tempo de autoabastecimento para 24 minutos, este passaria a corresponder apenas a 1,8% do tempo disponível para produção, ganhando-se tempo efetivo para a produção de válvulas na linha V1.

$$\text{Tempo gasto diariamente a autoabastecer copos na linha V1} = \frac{24}{1330} \times 100\% = 1,8\%$$

5.2. Proposta 2 - Autoabastecimento

O autoabastecimento é uma das maiores causas de paragens e interrupções de fluxo nas linhas. No entanto, e como foi referido no capítulo anterior, esta razão para as paragens não é anotada na folha do OEE, pelo que a empresa não tem uma perceção clara dos seus efeitos na produção, nem do tempo despendido com esta atividade...

Como já foi referido, a máquina MIP45 injeta cinco tipos de componentes, dos quais três – anilha, porta vedante e anel porta vedante – só precisam de ser autoabastecidos no início de cada turno. Deste modo, o tempo gasto para autoabastecer as linhas V1 e V2 com estes componentes não é tido em consideração na análise realizada. Isto também se deve ao facto de estes componentes terem dimensões tão pequenas, que por vezes os já se encontram nas próprias linhas em quantidades suficientes para efetuar uma produção completa.

O tempo para encher uma caixa de componentes é de 1 minuto e 40 segundos, sendo que na linha V1 se consome uma caixa a cada 16 minutos, enquanto na linha V2 isto acontece a cada 18 minutos (**Tabela 7**).

	Tempo para encher a caixa	Tubos	Copos	Em quanto tempo gastam a caixa com menos componentes
V1	1:40 min	52	56	$(52 \times 60) / 190 = 16 \text{ min}$
V2	1:40 min	80	56	$(56 \times 60) / 190 = 18 \text{ min}$

Tabela 7 - Tempos para encher e consumir caixas de componentes nas linhas V1 e V2

Tal como descrito **Anexo D**, o tempo diário em que a célula não produz em fluxo corresponde a 360 minutos para a linha V1 e 635 minutos para a linha V2. Para encher uma caixa são necessários 1:40 minutos, pelo que o autoabastecimento de uma caixa de copos e de uma de tubos requer no total 3:20 minutos. Tendo em conta os dados apresentados na **Tabela 8** e o tempo em que se gastam os componentes de cada caixa, ao fim de um dia a média de tempo perdido no autoabastecimento para a linha V1 são 48 minutos e na linha V2 são 114 minutos.

	Tempo em que não produzem em fluxo p/ dia	Turnos	Tempo gasto a autoabastecer	Nº operários	Tempo que a linha para	Tempo médio gasto p/ dia
V1	360 min	Turno 1	24 min	2	12 min	48 min
		Turno 2	24 min	2	12 min	
		Turno 3	24 min	1	24 min	
V2	635 min	Turno 1	113 min	3	38 min	114 min
		Turno 2	113 min	3	38 min	
		Turno 3	113 min	3	38 min	

Tabela 8 - Tempo médio gasto por dia ao autoabastecer cada linha

Está definido que só uma pessoa de cada linha se deve ausentar do seu posto para o autoabastecimento, de maneira a que as linhas não parem. Contudo no turno 3 só está alocado um operário à linha V1, pelo que a linha tem de parar sempre que é necessário fazer o seu autoabastecimento. Por outro lado, mesmo quando as linhas não param, o facto de faltar um operador leva a que estas não estejam a produzir em fluxo, fazendo com que o tempo necessário para produzir as válvulas aumente. Foi deste modo assumido que quando estão 2 operadores na linha e um se ausenta para fazer o autoabastecimento, a linha opera a metade da sua capacidade

enquanto o tempo que o mesmo decorre. A mesma assunção foi feita para quando estão 3 operadores e uma se ausenta, sendo que neste caso a linha opera a 2/3 da sua capacidade.

Além do autoabastecimento conduzir a tempo perdido de produção, existe outro problema associado ao mesmo e que também não é contabilizado. De facto, quando os contentores que contêm os componentes enviados pela MIP45 para *stock* ficam cheios é necessário os operários irem ao local arrumá-los para dar lugar a novos contentores vazios. Esta tarefa não ocorre sempre em tempos pré-definidos, dependendo muito do que está a acontecer na célula, pelo que não há registos da mesma. No entanto, ela corresponde também a uma paragem que acaba por ocorrer devido ao autoabastecimento das linhas.

A resolução dos problemas identificados ao nível do autoabastecimento pode ser conseguida se esta tarefa passar a ser realizada pelo *MIZU*, como mostra o **Anexo B (Figura 42)**. O *MIZU* tem uma rota para distribuir os componentes nas linhas, que inclui uma passagem pela célula 45 a cada 45 minutos para deixar nos bordos de linha os componentes provenientes de outras partes da fábrica. Uma vez que cada caixa de copos ou de tubos é gasta no mínimo a cada 16 minutos, o objetivo seria que o *MIZU* deixasse 3 caixas dos componentes que a célula está a autoabastecer nos seus bordos de linha. Assim, as linhas V1 e V2 teriam componentes suficientes para produzir sem necessidade de se autoabastecerem.

Através de um *Kanban* colocado no bordo de linha o *MIZU* saberia quais os componentes a abastecer sempre que as linhas não estivessem a receber material diretamente da MIP.

Sabendo que o tempo disponível diário para produção em cada linha são 1330 minutos, a percentagem de tempo perdido por dia em cada linha é:

$$\text{Linha V1} = \frac{48}{1330} \times 100\% = 3,6\%$$

$$\text{Linha V2} = \frac{114}{1330} \times 100\% = 8,6\%$$

Estas percentagens têm uma influência significativa na eficiência da célula. Ao implementar a solução proposta, alocando o autoabastecimento ao *MIZU*, a célula passaria a dispor de mais 3,6% de tempo disponível para produzir na linha V1 e 8,6% de tempo na linha V2. Relativamente à linha V1 estes 3,6% já incluem a ideia de se acrescentar um contentor para os diferentes tipos de copos, o que facilitaria do trabalho do *MIZU* no caso deste assumir esta função.

Uma vez que a previsão para a produção em ambas as linhas é de 190 válvulas por hora dos códigos mais comuns, com os ganhos de tempo estimados pode-se prever que a linha V1 passe a produzir mais **152 válvulas por dia** e a linha V2 mais **361 válvulas por dia** (sendo que num dia é esperada a produção de, em média, 4212 válvulas nas duas linhas). Relativamente à proposta apresentada no ponto **5.1.**, a implementação desta outra solução já incorpora os ganhos da mesma, pois seria eliminado o autoabastecimento tanto para copos como para tubos. Contudo, a solução proposta para a não criação de *Stock* (ponto **5.1.**) continua a afigurar-se como necessária porque facilita o trabalho futuro que o *MIZU* passaria a ter, ao mesmo tempo que levaria a uma menor acumulação de *stock* e a uma produção muito mais próxima de ser completamente em fluxo.

5.3. Proposta 3 - Mudanças de Turno

De modo a despender o menor tempo possível de produção durante as mudanças de turno, foi necessário ter uma noção de quais eram as tarefas realizadas na célula e os tempos das mesmas. Para isso, as tarefas para iniciar e terminar a produção em cada linha foram observadas e cronometradas (**Tabela 4**).

Para que o tempo em que as linhas param para realizar as tarefas de mudança de turno seja o menor possível, é necessário organizar estas tarefas da melhor forma possível tendo em conta as suas restrições e precedências. O diagrama de precedências da linha V1 para as tarefas de início e fim de turno para o posto 1 está representado na **Figura 30** e para o posto 2 na **Figura 31**. É importante referir que existem tarefas iguais que são realizadas em postos diferentes simultaneamente, pelo que no diagrama estas são apresentadas com a mesma letra inicial acompanhadas por um valor numérico para as distinguir, como o exemplo da limpeza do posto – letra N – que acontece no fim do turno e todos os operadores a devem realizar. Além disso, no que toca às tarefas a realizar na célula, existem tarefas que podem ser realizadas por qualquer operário de cada linha, como, por exemplo, levar o lixo ou levar os componentes para moer. Existem também tarefas que podem demorar menos ou mais tempo, como contar os componentes injetados pela máquina não conformes. Nestes casos, os postos em que estas tarefas terminarem mais cedo devem auxiliar na limpeza da célula. Cada operário deve limpar o posto a que está alocado, mas a célula como um todo também estar nas melhores condições possíveis, devendo ser limpa no final de cada turno.

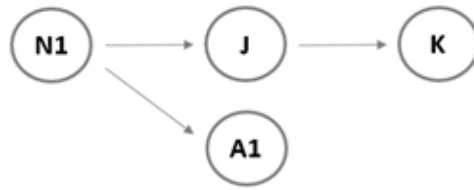


Figura 30 - Diagrama de Precedências da linha V1 para o posto 1

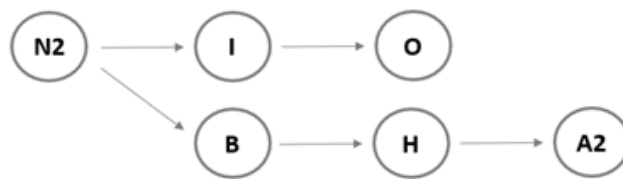


Figura 31 - Diagrama de Precedências da linha V1 para o posto 2

Sabendo as precedências que existem entre as tarefas e com auxílio do *Microsoft Project* as tarefas foram alocadas de maneira a que o posto 1 de cada linha começasse a produzir o mais rápido possível. Assim sendo, e de acordo com o project das tarefas para a linha V1 apresentado na **Figura 32**, os operários do turno anterior param a produção 3 minutos antes do novo turno chegar à célula – paragem às 8:04 minutos – e o primeiro posto está apto a começar a produzir às 8:08 minutos, fazendo com que o tempo em que a linha está parada passe de 16 minutos para 4 minutos por turno.

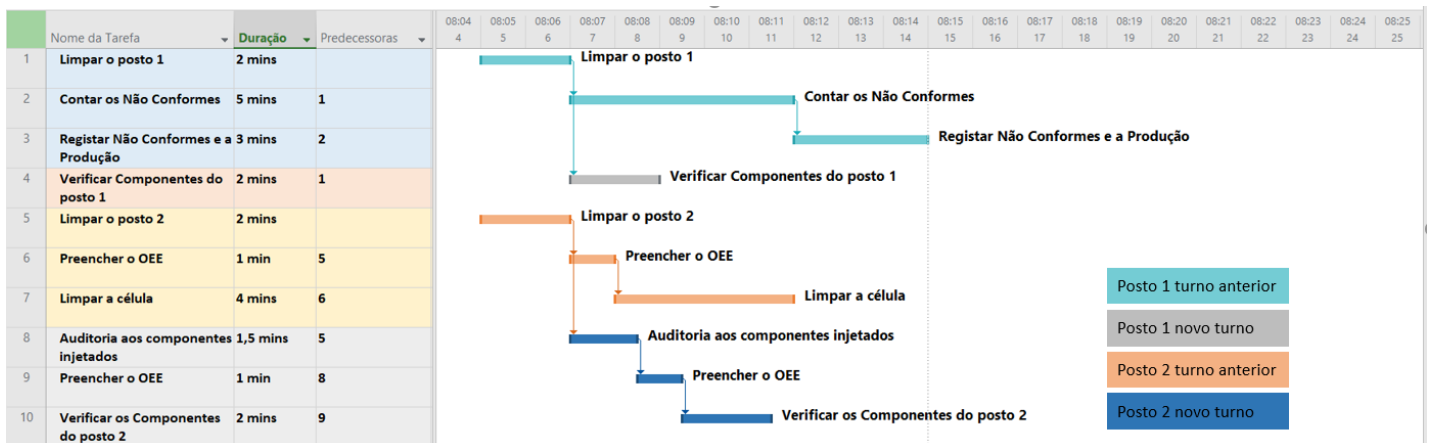


Figura 32 – Project das tarefas da linha V1

A mudança de turno acontece 3 vezes por dia, pelo que o tempo gasto era, em média, de 48 minutos diários. De acordo com a nova alocação de tarefas, ao longo de um dia o tempo total gasto passa a ser de 12 minutos (4 minutos por turno). Sendo o tempo disponível para produção da linha de 1330 minutos por dia, a alteração proposta significa um **ganho de 2,7%** em termos de tempo disponível da linha para produzir. Este ganho em tempo equivale à produção de **mais 114 válvulas** dos códigos mais produzidos:

$$\text{Antes} = \frac{48}{1330} \times 100\% = 3,6\%$$

$$\text{Depois} = \frac{12}{1330} \times 100\% = 0,9\%$$

Relativamente à linha V2 o diagrama de precedências é apresentado na **Figura 33**. Neste caso tanto as tarefas de início e fim de turno de todos os postos de trabalho da linha estão representados no diagrama devido à interação das tarefas entre postos e devido às precedências.

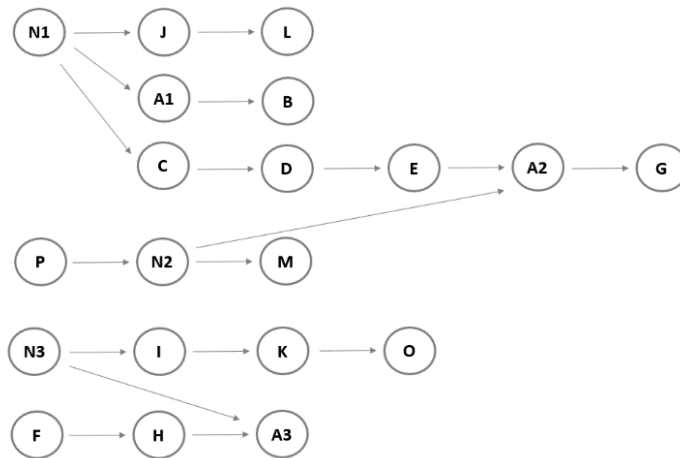


Figura 33 - Diagrama de Precedências da linha V2

De acordo com o project das tarefas desta linha, apresentado na **Figura 34**, os operários do turno anterior param a produção 3 minutos antes do novo turno chegar à célula – parar às 8:04 minutos – e o primeiro posto está apto a começar a produzir às 8:09:30 segundos, fazendo com que o tempo em que a linha está parada passe de 16 minutos a 5 minutos e 30 segundos por turno.

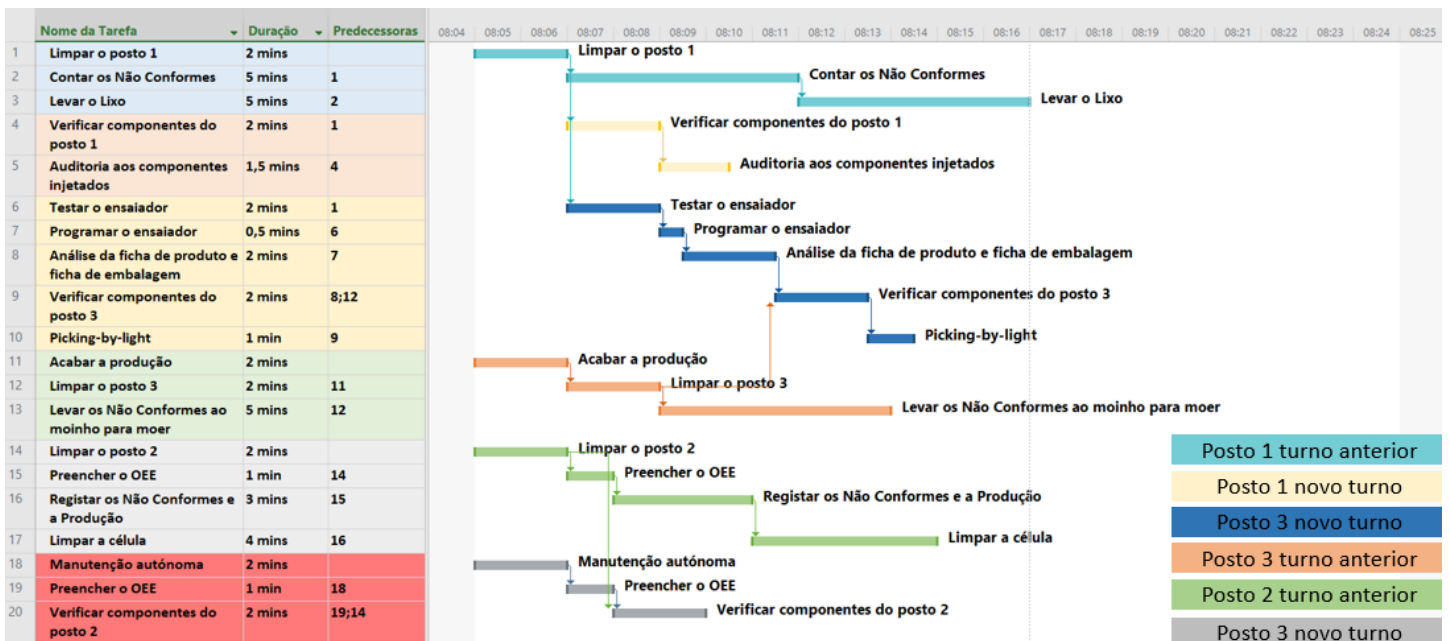


Figura 34 - Project das tarefas da linha V2

Tal como na linha V1, a mudança de turno acontece 3 vezes por dia, pelo que o tempo gasto era, em média, de 48 minutos diários. De acordo com a nova alocação de tarefas, ao longo de um dia o tempo total gasto passa a ser de 16 minutos e 30 segundos (5 minutos e 30 segundos por turno). Como o tempo disponível para produção da linha é de 1330 minutos por dia, a adoção desta solução conduz a um **ganho de 2,4%** de tempo disponível na linha para produzir:

$$\text{Antes} = \frac{48}{1330} \times 100\% = 3,6\%$$

$$\text{Depois} = \frac{16,5}{1330} \times 100\% = 1,2\%$$

Este ganho em tempo equivale à produção de **mais 100 válvulas** dos códigos mais produzidos.

5.4. Proposta 4 - Registo da produção da MIP45

O registo de produção é sempre realizado no final de cada turno, ocorrendo também, por vezes, a meio de cada turno. Esta tarefa demora entre 9 e 13 minutos de cada vez que é realizada. Além de haver vários erros associados ao registo, devido à complexidade do mesmo (por exemplo, erros de *stock*), o registo implica perdas de tempo de produção, visto que é preciso um operário ausentar-se do seu posto para ir fazê-lo.

O objetivo da empresa é que os operários não se afastem dos postos de trabalho. Para evitar isto mesmo, foi sugerido que a tarefa de registar a MIP45 deixasse de ser responsabilidade dos operários da célula.

Para o efeito, foi criada uma tabela simples que foi colocada junto à máquina de injeção (**Anexo E – Figura 43**). O objetivo desta tabela é que os técnicos de injeção (responsáveis pela mudança de posições) sempre que efetuam uma mudança de posições possam nela anotar que tipo de componentes tinham sido injetados pela MIP45 e quais as quantidades dos mesmos, de uma maneira simples e rápida. Tendo esta informação anotada só a falta passar, depois, para o sistema informático. Apesar de nesta tabela estarem todos os dados das mudanças de posições, não sendo necessário ir a meio do turno efetuar o registo, continua a ser preciso ir alguém no final. A solução proposta seria alocar esta responsabilidade aos Chefes de Equipa. Deste modo a tarefa seria sempre realizada pelas mesmas pessoas, o que iria certamente diminuir os erros, além de poupar tempo na célula.

Apesar de os Chefes de Equipa já terem tido formação para efetuar este registo, foi também realizado um *standard* para auxiliar em caso de dúvida (**Anexo E – Figura 44**).

Atualmente existem, em média, duas mudanças de posições por dia (**Anexo F**). Assim sendo, o registo é realizado, em média, 5 vezes por dia: no final de cada turno (3 vezes no total) e duas vezes quando se mudam os posições ao longo do dia.

O registo de produção da MIP45 é efetuado apenas por uma pessoa da linha (geralmente da linha V1), o que leva a que nem sempre a linha estivesse parada esse tempo. No entanto, a ausência desta pessoa conduz a atrasos na produção durante a mesma, bem como a um funcionamento da linha sem ser em fluxo. Normalmente a linha V1 opera com 2 pessoas. Ao ausentar-se uma pessoa, assume-se, como já foi referido, que nesse intervalo de tempo a célula produza metade do que produz com as duas pessoas. Sabendo que o tempo do registo dura entre 9 a 13 minutos, e que os registos a meio do turno acontecem duas vezes por dia, são gastos 18 a 26 minutos por dia pelo operário da linha V1. Considerando que a linha ainda opera quando o operário se ausenta, pode-se assumir que são gastos em média cerca de 11 minutos. Estes 11 minutos correspondem a cerca de 0,83% do tempo disponível para produção da linha, o que equivale à produção de **mais 35 válvulas** na linha V1

Os outros 3 registos realizados no final de turno ocorriam quando as linhas paravam para efetuar a mudança de turno pelo que o tempo ganho ao retirar esta tarefa da linha já foi calculado aquando das propostas apresentadas para as mudanças de turno.

Realocando esta tarefa aos Chefes de Equipa e facilitando o processo, é ganho tempo na produção e é mais fácil ter controlo sob o *stock*, dado que é previsto que o seu registo seja devidamente efetuado.

5.5. Proposta 5 - Planeamento refinado (elaboração de uma Macro no Excel)

Tal como referido no capítulo anterior, existem dois processos para o planeamento da produção da célula 45: o planeamento inicial, realizado pelo departamento de planeamento e, posteriormente, o planeamento refinado, realizado pelo Chefe de Equipa.

Ao planear são várias os aspetos que se devem ter em consideração para esta célula, tais como:

- Existência dos componentes necessários para produzir a válvula;
- Existência dos operários necessários para produzir um certo código;
- Ser possível efetuar o mínimo de mudanças de posições e, conseqüentemente, o mínimo de paragens na célula;
- Tempo de entrega ao cliente;
- Tempo disponível para produzir por parte dos operários;

Contudo, é extremamente complicado efetuar um bom planeamento que cumpra estes requisitos, uma vez que este é um processo bastante manual e subjetivo, em que a decisão final é feita de acordo com o julgamento do Chefe de Equipa.

Tomando como exemplo o planeamento enviado para a célula – linha V1 - pelo departamento de planeamento para a primeira semana de março (**Anexo G – Figura 45**), se o Chefe de Equipa seguisse a lista enviada teria de alterar os posições da máquina de injeção 12 vezes.

A média do tempo necessário às mudanças de posições é de 19 minutos e 40 segundos, de acordo com registos obtidos no mês de novembro e dezembro de 2019 (**Anexo F**). Ao ter de parar 11 vezes iam ser perdidos numa semana cerca de 214 minutos.

De modo a poupar tempo ao Chefe de Equipa na realização do planeamento refinado, bem como para procurar reduzir as paragens – neste caso, mudanças de posições – foi criada uma Macro no Excel de acordo com as seguintes especificações:

- Os componentes para produzir uma válvula têm de estar todos já disponíveis, ou seja, o *Component Stock* tem de estar completo;
- O nome do tipo de tubos e copos é o mesmo nome dos posições que entram na máquina de injeção para lhes dar o formato desejado. O objetivo é que haja o mínimo de mudanças possíveis, pelo que todos os códigos de válvulas que tenham o *Component Stock* Completo são ordenados de forma a que haja as mínimas mudanças de posições;
- Para cada válvula existe um número de pessoas que a deve produzir. Para ser mais fácil para o Chefe de Equipa, sempre que aparece um código a Macro mostra o número de pessoas necessárias à produção.

Utilizando o exemplo da primeira semana de março, e pondo em prática a Macro, em vez de ter de parar a linha 11 vezes e perder 214 minutos numa semana (31 minutos por dia), a linha V1 apenas teria de parar 6 vezes (**Anexo G – Figura 46**).

Na linha V1 o ganho seria de 14 minutos a mais para produção por dia. Ou seja, 1,05% do tempo disponível da produção. Este tempo convertido em número de válvulas corresponde à produção de **mais 44 válvulas** por dia.

Relativamente à linha V2, e tendo também a primeira semana de março como exemplo, estimam-se 24 paragens (**Anexo G – Figura 47**), o que equivale a 67 minutos diários perdidos. Ao utilizar a Macro as paragens reduzem-se para 13 (**Anexo G – Figura 48**). Assim, o ganho na linha V2 é de 31 minutos por dia. Como o tempo disponível da linha é de 1330 minutos diários, estes 31 minutos equivalem a 2,33% do tempo disponível de produção. Este tempo convertido em número de válvulas corresponde à produção de **mais 98 válvulas** por dia nesta linha.

5.6. Proposta 6 - Balanceamento de Linhas de Montagem

Após uma análise à montagem das válvulas no *gemba* foi realizado um balanceamento das linhas de montagem V1 e V2 tendo em consideração os códigos mais produzidos nas mesmas. A opção pelo balanceamento deveu-se ao facto de ao analisar as operações realizadas em ambas as linhas ser possível verificar a existência de postos de trabalho que por vezes não tinham as tarefas distribuídas da forma mais equilibrada.

Inicialmente o trabalho foi separado em tarefas, procurando cumprir o critério de cada tarefa ter pelo menos 4 segundos para ser possível cronometrá-la. Para tal foi necessário conjugar várias tarefas e cronometrá-las de forma agrupada, visto que a maior parte dos movimentos realizados na sua execução eram inferiores a 2 segundos. A descrição das tarefas agrupadas para cada uma das linhas encontra-se nas **Tabelas 9 e 10**.

Tarefas da Linha V1	Descrição
A	Montar todos os componentes provenientes da MIP45
B	Adicionar o pilete e o tampão
C	Encaixar fixador, fixador controlador e casquilho
D	Encaixar ancorina DT, ancorina DP e gancho. Colocar válvula na caixa.

Tabela 9 - Descrição das tarefas da linha V1

Tarefas da Linha V2	Descrição
A	Montar todos os componentes provenientes da MIP45
B	Adicionar o pilete, tubo tampão e colocar válvula e anilha no ensaiador.
C	Ensaiai a válvula e por vezes laser.
D	Encaixar o gancho na válvula, colar etiqueta na embalagem.
E	Colocar válvula na embalagem e colocar embalagem no suporte.
F	Colocar torneira, botão e esponja dentro do saco.
G	Colocar saco de acessórios e porca dentro do saco. Selar o saco.

Tabela 10 - Descrição das tarefas da linha V2

De seguida foi determinado o número de observações que seria necessário realizar para medir o tempo de realização das várias tarefas. Para efetuar este cálculo assumiu-se uma precisão de 5% e um nível de confiança de 95%. Posteriormente foi calculado o tempo médio de processamento (N') de cada tarefa tendo em consideração as observações realizadas para as linhas V1 e V2 – **Tabelas 11 e 12**, respetivamente.

Código	Tarefas	Tempo médio de processamento (s)	Número de observações recolhidas (N)	Desvio Padrão	Número de observações necessárias (N')	Tempo médio de processamento das N' observações (s)
007130	A	9,84	10	0,87	12	9,84
	B	5,21	10	0,5	14	5,38
	C	10,26	10	0,87	11	10,35
	D	6,54	14	0,75	20	6,54
525000	A	6,38	5	0,41	6	6,46
	B	5,21	10	0,5	14	5,38
525105	A	9,84	10	0,87	12	9,84
	B	5,21	10	0,5	14	5,38
	C	10,26	10	0,87	11	10,35
	D	6,54	14	0,75	20	6,54
880232	A	9,84	10	0,87	12	9,84
	B	5,21	10	0,5	14	5,38
	C	10,26	10	0,87	11	10,35
	D	6,54	14	0,75	20	6,54

Tabela 11 - Tempo de processamento médio de acordo com o número de observações necessárias para a linha V1

Código	Tarefas	Tempo médio de processamento (s)	Número de observações recolhidas (N)	Desvio Padrão	Número de observações necessárias (N')	Tempo médio de processamento das N' observações (s)
501023	A	7,09	5	0,47	7	7,17
	B	7,93	4	0,44	5	7,96
	C	15,10				
	D	4,14	10	0,56	28	4,15
	E	6,31	10	0,88	30	6,34
	F	4,87	10	0,61	24	4,9
	G	4,98	10	0,66	27	4,86
048915	A	7,09	5	0,47	7	7,17
	B	7,93	4	0,44	5	7,96
	C	15,10				
	D	4,14	10	0,56	28	4,15
	E	6,31	10	0,88	30	6,34
	F	4,87	10	0,61	24	4,9
	G	4,98	10	0,66	27	4,86
501021	A	7,09	5	0,47	7	7,17
	B	7,93	4	0,44	5	7,96
	C	15,10				
	D	4,14	10	0,56	28	4,15
	E	4,50	10	0,58	26	4,46
	F	6,17	10	0,72	21	6,1
	G	6,01	10	0,67	19	6,02
017383	A	7,09	5	0,47	7	7,17
	B	7,93	4	0,44	5	7,96
	C	15,10				
	D	7,61	10	0,78	16	7,7
	E	5,32	10	0,64	23	5,4
	F	4,46	10	0,56	24	5,17

Tabela 12 - Tempo de processamento médio de acordo com o número de observações necessárias para a linha V2

O tempo médio de processamento medido para cada tarefa foi depois ajustado tendo em conta o desempenho do colaborador na realização da mesma. Este ajustamento deve-se ao facto de cada pessoa ter o seu ritmo de trabalho e de o objetivo do estudo ser encontrar valores para o tempo normal de realização de cada tarefa. Os valores atribuídos para o fator de desempenho do colaborador variaram nas linhas V1 e V2 entre 1, 1,1 e 1,2, sendo 1 o desempenho normal. Os tempos normais para as tarefas nas linhas V1 e V2 encontram-se nas **Tabelas 13 e 14**, respetivamente.

Código	Tarefas	Tempo médio de processamento das N' observações (s)	Fator de desempenho do colaborador	Tempo Normal (s)
007130	A	9,84	1	9,84
	B	5,38		5,38
	C	10,35		10,35
	D	6,54		6,54
525000	A	6,46		6,46
	B	5,38		5,38
525105	A	9,84		9,84
	B	5,38		5,38
	C	10,35		10,35
	D	6,54		6,54
880232	A	9,84		9,84
	B	5,38		5,38
	C	10,35	10,35	
	D	6,54	6,54	

Tabela 13 - Tempo normal para as tarefas da linha V1

Código	Tarefas	Tempo médio de processamento das N' observações (s)	Fator de desempenho do colaborador	Tempo Normal (s)
501023	A	7,17	1,2	8,60
	B	7,96	1,2	9,55
	C			
	D	4,15	1,1	4,56
	E	6,34	1,1	6,97
	F	4,9	1,1	5,39
	G	4,86	1,1	5,35
048915	A	7,17	1,2	8,60
	B	7,96	1,2	9,55
	C			
	D	4,15	1,1	4,56
	E	6,34	1,1	6,97
	F	4,9	1,1	5,39
	G	4,86	1,1	5,35
501021	A	7,17	1,2	8,60
	B	7,96	1,2	9,55
	C			
	D	4,15	1,1	4,56
	E	4,46	1,1	4,90
	F	6,1	1,2	7,32
	G	6,02	1,2	7,22
017383	A	7,17	1,2	8,60
	B	7,96	1,2	9,55
	C			
	D	7,7	1,1	8,47
	E	5,4	1,2	6,48
	F	5,17	1,2	6,20

Tabela 14 - Tempo normal para as tarefas da linha V2

O passo seguinte passou pelo cálculo do tempo padrão de cada tarefa e, posteriormente, pela soma dos tempos das tarefas individuais. Para tal foi necessário ajustar os tempos normais das tarefas através da introdução de um fator de compensação, que entra em linha de conta com os efeitos da fadiga, os períodos de descanso e as paragens imprevistas. Como foi referido no

ponto 2.3. e de acordo com os valores apresentados no **Anexo A**, neste projeto foram utilizadas as tolerâncias para necessidades pessoais (5), as tolerâncias básicas para fadiga (4), a tolerância para ficar em pé (2) e a monotonia média (1), que dão o valor de 12% ao fator de compensação.

As **Tabelas 15 e 16** mostram para as linhas V1 e V2, respectivamente, os cálculos referidos e qual o *takt time* para cada um dos códigos a ser estudados. O *takt time* é calculado através da divisão do tempo disponível para a produção pelo número médio de válvulas pedidas pelo cliente. O número médio de válvulas pedidas pelo cliente corresponde à procura mensal de cada produto (código de válvulas). O tempo disponível para a produção do número médio das válvulas pedidas pelo cliente num mês corresponde às horas que são necessárias utilizar nesse mês para produzir um certo código de válvulas.

Código	Tarefas	Tempo Normal (s)	Fator de tolerância	Tempo Padrão (s)	Σ tempos individuais das tarefas (s)	Takt time (s)
007130	A	9,84	1,12	11,02	35,96	30,80
	B	5,38		6,03		
	C	10,35		11,59		
	D	6,54		7,32		
525000	A	6,46		7,24	13,26	29,01
	B	5,38		6,03		
525105	A	9,84		11,02	35,96	30,82
	B	5,38		6,03		
	C	10,35		11,59		
	D	6,54		7,32		
880232	A	9,84		11,02	35,96	34,01
	B	5,38		6,03		
	C	10,35		11,59		
	D	6,54		7,32		

Tabela 15 - Tempos padrão e *takt time* para as tarefas da Linha V1

Código	Tarefas	Tempo Normal (s)	Fator de tolerância	Tempo Padrão (s)	Σ tempos individuais das tarefas (s)	Takt time (s)
501023	A	8,60	1,12	9,63	60,37	22,84
	B	9,55	1,12	10,70		
	C			15,10		
	D	4,56	1,12	5,11		
	E	6,97	1,12	7,81		
	F	5,39	1,12	6,04		
	G	5,35	1,12	5,99		
048915	A	8,60	1,12	9,63	60,37	22,84
	B	9,55	1,12	10,70		
	C			15,10		
	D	4,56	1,12	5,11		
	E	6,97	1,12	7,81		
	F	5,39	1,12	6,04		
	G	5,35	1,12	5,99		
501021	A	8,60	1,12	9,63	62,31	25,52
	B	9,55	1,12	10,70		
	C			15,10		
	D	4,56	1,12	5,11		
	E	4,90	1,12	5,49		
	F	7,32	1,12	8,20		
	G	7,22	1,12	8,09		
017383	A	8,60	1,12	9,63	59,12	22,85
	B	9,55	1,12	10,70		
	C			15,10		
	D	8,47	1,12	9,49		
	E	6,48	1,12	7,26		
	F	6,20	1,12	6,94		

Tabela 16 - Tempos padrão e *takt time* para as tarefas da Linha V2

Após ter a soma dos tempos individuais das tarefas de cada código para cada linha foi necessário realizar um diagrama das precedências para cada código. As precedências para a linha V1 encontram-se na **Figura 35** e para a linha V2 na **Figura 36**.

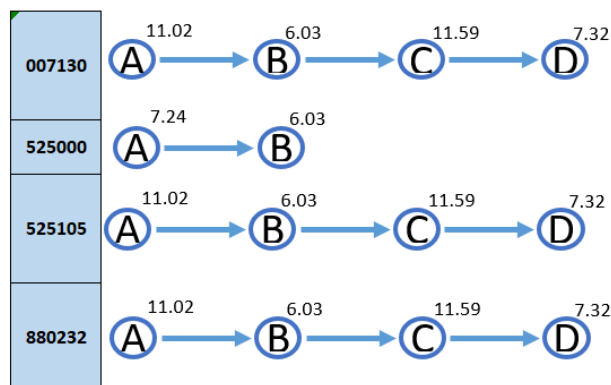


Figura 35 - Diagrama de Precedências para a linha V1

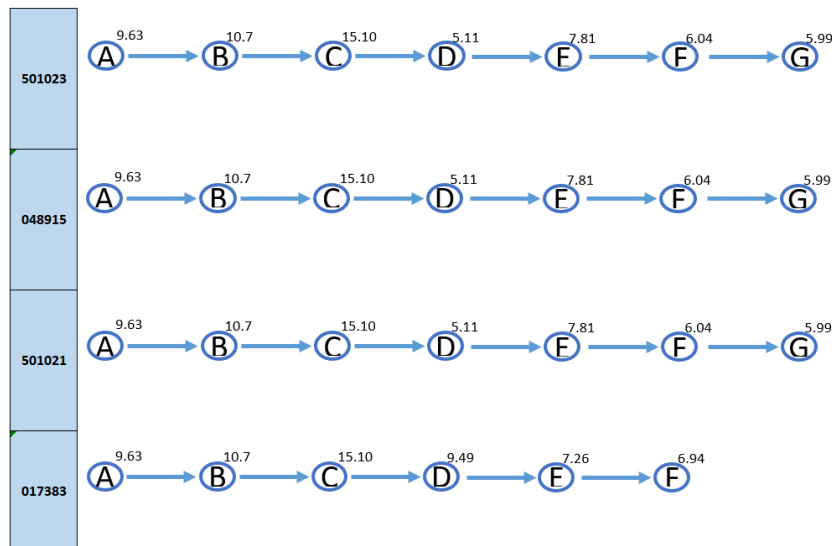


Figura 36 - Diagrama de Precedências para a linha V2

Neste caso, e de acordo com os diagramas de precedência definidos para as linhas V1 e V2, não é necessário recorrer a nenhuma regra heurística para alocar as tarefas aos postos de trabalho porque as tarefas são sequenciais. Assim sendo, elas vão sendo alocadas a cada posto até não haver mais disponibilidade de tempo no posto para lá colocar a tarefa seguinte.

Este processo de alocação das tarefas aos postos de trabalho encontra-se na **Tabela 17** para a linha V1 e na **Tabela 18** para a linha V2.

Código	Posto	Tarefas escolhidas	Tempo disponível
007130	1	a	30.8-11.02 = 19.78
		b	19.78-6.03 = 13.75
		c	13.75-11.59 = 2.16
	2	d	30.8 - 7.32 = 23.48
525000	1	a	29.01 - 7.24 = 21.77
		b	21.77 - 6.03 = 15.74
525105	1	a	30.82 - 11.02 = 19.8
		b	19.8 - 6.03 = 13.77
		c	13.77 - 11.59 = 2.18
	2	d	30.82 - 7.32 = 23.5
880232	1	a	34.01-11.02 = 22.99
		b	22.99 - 6.03 = 16.96
		c	16.96 - 11.59 = 5.37
	2	d	34.01 - 7.32 = 26.69

Tabela 17 - Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V1

Código	Posto	Tarefas escolhidas	Tempo disponível
501023	1	a	22.84-9.63 = 13.21
		b	13.21-10.7 = 2.51
	2	c	22.84-15.10 = 7.74
		d	7.74-5.11 = 2.63
	3	e	22.84-7.81 = 15.03
		f	15.03 - 6.04 = 8.99
		g	8.99-5.99 = 3
048915	1	a	22.84-9.63 = 13.21
		b	13.21-10.7 = 2.51
	2	c	22.84-15.10 = 7.74
		d	7.74-5.11 = 2.63
	3	e	22.84-7.81 = 15.03
		f	15.03 - 6.04 = 8.99
		g	8.99-5.99 = 3
501021	1	a	25.52-9.63 = 15.89
		b	15.89-10.7 = 5.19
	2	c	25.52-15.1 = 10.42
		d	10.42 - 5.11 = 5.31
	3	e	25.52 - 5.49 = 20.03
		f	20.03 - 8.2 = 11.83
		g	11.83 - 8.09 = 3.74
017383	1	a	22.85-9.63 = 13.22
		b	13.22-10.7= 2.52
	2	c	22.85-15.10 = 7.75
		d	22.85-9.49 = 13.36
	3	e	13.36-7.26 = 6.1
		f	22.85-6.94 = 15.91

Tabela 18 - Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V2

No caso da linha V2 o ensaiador é uma máquina pelo que o mesmo não precisa de um operário para desempenhar a tarefa a ele alocada – neste caso a tarefa “c” que só pode ser realizada pelo ensaiador. Feito o balanceamento das linhas é possível observar que para a linha V2 o número de postos de trabalho resultante do balanceamento é 3, que corresponde ao número definido pela empresa. No caso do código “017383” este mostra 4 postos de trabalho, mas um deles corresponde à tarefa desempenhada pelo ensaiador, que é uma máquina, pelo que apenas são necessários 3 trabalhadores (o trabalhador do posto 1 abastece o posto 2, ou seja, o ensaiador). Nos outros códigos o número de postos é 3, o que corresponde a 3 trabalhadores a contar já que no posto 2 além do trabalho efetuado pelo ensaiador está também um operário a montar partes das válvulas.

Contudo para a linha V1 a solução de balanceamento para o código 525000 tem apenas um posto de trabalho, o que de momento não é o que acontece na empresa. Na linha V1 estão sempre alocadas duas pessoas qualquer que seja o código a produzir, exceto no terceiro turno em que só está uma pessoa.

Relativamente à eficiência das linhas, as soluções de balanceamento encontradas conduziram aos valores apresentados nas **Tabelas 19 e 20** para cada um dos códigos produzidos nas linhas V1 e V2, respetivamente.

Código	Takt time (s)	Nº min de postos de trabalho	Tempo inativo em cada posto	% tempo inativo em cada posto	% tempo inativo	Eficiência da linha (%)	Tarefas por posto
007130	30,8	2	2,16	7%	42	58	a,b,c
			23,48	76%			d
525000	29,01	1	15,74	54%	54	46	a,b
525105	30,82	2	2,18	7%	42	58	a,b,c
			23,5	76%			d
880232	34,01	2	5,37	16%	47	53	a,b,c
			26,69				d

Tabela 19 - Eficiência da linha V1

Código	Takt time (s)	Nº min de postos de trabalho	Tempo inativo em cada posto	% tempo inativo em cada posto	% tempo inativo	Eficiência da linha (%)	Tarefas por posto
501023	22,84	3	2,51	11%	13	87	a,b
			2,63	12%			c,d
			3	13%			e,f,g
048915	22,84	3	2,51	11%	13	87	a,b
			2,63	12%			c,d
			3	13%			e,f,g
501021	25,52	2	5,19	20%	23	77	a,b
			5,31	21%			c,d
			3,74	15%			e,f,g
017383	22,85	3	2,52	11%	55	45	a,b
			7,75	34%			c
			6,1	27%			d,e
			15,91	70%			f

Tabela 20 - Eficiência da linha V2

Na linha V1, é possível observar através da **Tabela 19** que os valores para a eficiência se encontram muito baixos e que os postos de trabalho não estão equilibrados. Isto, pode-se dever ao facto de que o posto 1 estar sobrecarregado comparativamente ao posto 2. Além disso, é de notar que para o código “525000” atualmente a linha produz com dois postos de trabalho quando a solução de balanceamento mostra que apenas é necessário um posto (correspondente a um operário) para produzir este código. Sendo um dos maiores problemas na empresa o absentismo, quando estão a produzir este código na linha V1 uma solução seria colocar um dos operários da linha numa das células em que está a ocorrer o absentismo. Caso não haja absentismo, o operário

a mais da linha V1 pode ter como sua responsabilidade as tarefas do autoabastecimento na célula de modo a haver um melhor fluxo.

Relativamente à linha V2, como é de notar na **Tabela 20**, o número mínimo de postos de trabalho necessários à montagem das válvulas corresponde ao que está atualmente a ocorrer na empresa (3 operários afetos a 3 postos de trabalho), exceto no caso do código “501021”. Como neste caso o *takt time* é superior ao dos outros códigos de válvulas, o número mínimo teórico de postos de trabalho é 2, o que não corresponde aos 3 que atualmente estão a ser utilizados. Assim sendo, apesar de se obter este resultado teórico o mesmo não é possível de implementar na prática.

No código “017383” a eficiência encontra-se muito baixa comparativamente aos outros códigos. Isto deve-se ao facto da tarefa “f” ser a única alocada ao posto de trabalho.

Sendo o *takt time* nas linhas V1 e V2 sempre superior ao tempo que efetivamente os postos utilizam para produzir as válvulas, uma solução para que as linhas sejam melhor balanceadas e, conseqüentemente, as tarefas melhor distribuídas pelos postos de trabalho seria adotar um novo *takt time*. Deste modo, iria existir menos tempo inativo nos postos de trabalho, o que levaria a que a produção fluísse de forma mais rápida e eficiente.

Assumindo um *takt time* para a linha V1 de 20 segundos de modo a que não haja muito tempo inativo nos postos de trabalho obter-se-iam os seguintes resultados (**Tabela 21**):

Código	Posto	Tarefas escolhidas	Tempo disponível
007130	1	a	20.00 - 11.02 = 8.98
		b	8.98 - 6.03 = 2.95
	2	c	20.00 - 11.59 = 8.41
		d	8.41 - 7.32 = 1.09
525000	1	a	20.00 - 7.24 = 12.76
		b	12.76 - 6.03 = 6.73
525105	1	a	20.00 - 11.02 = 8.98
		b	8.98 - 6.03 = 2.95
	2	c	20.00 - 11.59 = 8.41
		d	8.41 - 7.32 = 1.09
880232	1	a	20.00 - 11.02 = 8.98
		b	8.98 - 6.03 = 2.95
	2	c	20.00 - 11.59 = 8.41
		d	8.41 - 7.32 = 1.09

Tabela 21 - Novos dados da Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V1

Como se pode verificar na **Tabela 22** a eficiência da linha V1 aumenta significativamente em comparação com a obtida inicialmente quando o posto 1 tinha todas as tarefas alocadas exceto a tarefa “d”.

Código	Takt time (s)	Nº min de postos de trabalho	Tempo inativo em cada posto	% tempo inativo em cada posto	% tempo inativo	Eficiência da linha (%)	Tarefas por posto
007130	20	2	2,95	15%	10	90	a,b
			1,09	5%			c,d
525000	20	1	6,73	34%	34	66	a,b
525105	20	2	2,95	15%	10	90	a,b
			1,09	5%			c,d
880232	20	2	2,95	15%	10	90	a,b
			1,09				c,d

Tabela 22 - Novos dados da Eficiência da Linha V1

Para a linha V2 adotando para os códigos “501023” e “048915” um *takt time* de 20.35 segundos e para os restantes um *takt time* de 22.00 segundos é possível que o tempo inativo em cada posto de trabalho se reduza significativamente como é possível observar na **Tabela 23**.

Código	Posto	Tarefas escolhidas	Tempo disponível
501023	1	a	$20.35 - 9.63 = 10.72$
		b	$10.72 - 10.7 = 0.02$
	2	c	$20.35 - 15.10 = 5.25$
		d	$5.25 - 5.11 = 0.14$
		e	$20.35 - 7.81 = 12.54$
	3	f	$12.54 - 6.04 = 6.5$
		g	$6.5 - 5.99 = 0.51$
048915	1	a	$20.35 - 9.63 = 10.72$
		b	$10.72 - 10.7 = 0.02$
	2	c	$20.35 - 15.10 = 5.25$
		d	$5.25 - 5.11 = 0.14$
		e	$20.35 - 7.81 = 12.54$
	3	f	$12.54 - 6.04 = 6.5$
		g	$6.5 - 5.99 = 0.51$
501021	1	a	$22.00 - 9.63 = 12.37$
		b	$12.37 - 10.7 = 1.67$
	2	c	$22.00 - 15.10 = 6.9$
		d	$6.9 - 5.11 = 1.79$
		e	$22.00 - 5.49 = 16.51$
	3	f	$16.51 - 8.2 = 8.31$
		g	$8.31 - 8.09 = 0.22$
017383	1	a	$22.00 - 9.63 = 12.37$
		b	$12.37 - 10.7 = 1.67$
	2	c	$22.00 - 15.10 = 6.9$
		d	$22.00 - 9.49 = 12.51$
	3	e	$12.51 - 7.26 = 5.25$
		f	$22.00 - 6.94 = 15.06$

Tabela 23 - Novos dados da Alocação das tarefas aos postos de trabalho na Linha V2

Observando a **Tabela 24** é de notar que a eficiência aumenta para todos os códigos da linha restando assim tempo para outras atividades.

Código	Takt time (s)	Nº min de postos de trabalho	Tempo inativo em cada posto	% tempo inativo em cada posto	% tempo inativo	Eficiência da linha (%)	Tarefas por posto
501023	20,35	3	0,02	0%	1	99	a,b
			0,14	1%			c,d
			0,51	3%			e,f,g
048915	20,35	3	0,02	0%	1	99	a,b
			0,14	1%			c,d
			0,51	3%			e,f,g
501021	22	2	1,67	8%	7	93	a,b
			1,79	8%			c,d
			0,22	1%			e,f,g
017383	22	3	1,67	8%	51	49	a,b
			6,9	31%			c
			5,25	24%			d,e
			15,06	68%			f

Tabela 24 - Novos dados da Eficiência da Linha V2

Ao adotar novos *takt times* para os diferentes códigos de ambas as linhas é observado um grande aumento na eficiência das linhas, bem como um maior equilíbrio entre a carga dos vários postos de trabalho. Esta redução no *takt time* além de aumentar a eficiência nas linhas faz com que ao trabalhar mais rapidamente sejam libertos recursos (neste caso operários) para efetuar outras tarefas em outras áreas da fábrica, ou para produzir outros códigos nestas mesmas linhas.

5.7. Cálculo do OEE esperado após alterações

Uma análise global aos resultados previstos caso haja a implementação das soluções de melhoria mostra que os ganhos no tempo disponível para a produção em ambas as linhas são bastante significativos.

Para cada um dos problemas identificados os ganhos correspondentes em termos de tempo de produção para ambas as linhas encontram-se na **Tabela 25**.

Proposta de Melhoria	Ganho de tempo de produção - linha V1	Ganho de tempo de produção - linha V2	Válvulas produzidas a mais diariamente - linha V1	Válvulas produzidas a mais diariamente - linha V1
1) Criação de stock	24 min			
2) Autoabastecimento	48 min	114 min	152	361
3) Mudanças de Turno	36 min	31.5 min	114	100
4) Registo da Produção da MIP45	11 min		35	
5) Planeamento Refinado	14 min	31 min	44	98
6) Balanceamento				

Tabela 25 - Ganhos no tempo de produção para as diferentes propostas de melhoria

O objetivo da empresa é melhorar a eficiência da célula sendo que esta é dada pelo OEE. Nas reuniões de turno diárias o Chefe de Equipa mostra qual foi o OEE Global de cada célula e qual o objetivo que se pretende alcançar, pelo que neste projeto o objetivo passou também por melhorar o OEE Global.

A média do OEE Global entre os meses de setembro e dezembro da linha V1 é de 76% e da linha V2 é de 75% (**Anexo C**).

Como foi visto no ponto 4.1. o cálculo do OEE Global é representado da seguinte forma:

$$\text{OEE Global} = \frac{\text{Produção Real}}{\text{Produção Objetivo}}$$

De acordo com a **Tabela 26**, é possível observar que o OEE das linhas não é 100% pelo que a média real de válvulas produzidas por hora é inferior à média esperada pela empresa.

Linhas	Tempo disponível de produção	Média esperada de válvulas por hora	Média do OEE Global	Média de válvulas realmente produzidas	Válvulas produzidas diariamente
V1	1330 minutos	190	76%	144	3192
V2			75%	144	3192

Tabela 26 - Valor real das válvulas produzidas diariamente nas linhas V1 e V2

As propostas de melhoria trazem grandes ganhos no tempo disponível para as linhas produzirem, pelo que diariamente é esperado que o número de válvulas produzidas na célula aumente. Ao aumentar o número de válvulas aumenta a produção real das linhas e consequentemente da célula. De acordo com a **Tabela 27**, é esperado um aumento do OEE Global na linha V1 de 8% e na linha V2 de 13%.

Linhas	Tempo ganho após propostas de melhoria	Válvulas produzidas a mais após melhorias	Total de válvulas diariamente após melhorias	Novo OEE Global
V1	109 minutos	345	3537	84%
V2	176.5 minutos	559	3751	88%

Tabela 27 - Valor do OEE Global após implementação das propostas de melhoria

Apesar de na empresa não ter sido estabelecida uma meta para o aumento do OEE que pretendiam, os resultados mostram uma melhoria bastante significativa em relação ao OEE atual da empresa.

6. Conclusões e Trabalho Futuro

Este último capítulo é dedicado à conclusão do presente relatório de projeto, sendo expostas as reflexões finais e as limitações sentidas ao longo da sua realização. São também apresentadas perspectivas de trabalho futuro.

6.1. Conclusões

O crescimento da competitividade nos vários mercados originou um aumento no número de produtos disponíveis para os consumidores. Para uma empresa se manter competitiva e conseguir dar resposta às exigências dos mercados é fundamental que o seu foco seja no acréscimo de valor ao produto e na eliminação de todos os desperdícios.

A empresa OLI - Oliveira & Irmão, SA., tem como sua ambição melhorar os seus processos de modo a ser o mais eficiente possível. Neste sentido, surgiu o presente projeto, que tem por objetivo melhorar o fluxo produtivo de uma célula de montagem de válvulas recorrendo a várias ferramentas da filosofia *Lean*.

As propostas de solução para a criação de *stock* e para o autoabastecimento estão interligadas. Ao propor que se crie um desvio nas tubagens da linha V1 para que os copos possam ser enviados para os contentores quando estes não são desejados na produção é de esperar que os componentes fluam de melhor forma na linha e que haja uma redução significativa do número de paragens da célula para autoabastecer os copos. Através desta alteração, todos os outros 4 componentes poderão ser encaminhados para a linha sempre em fluxo, o que leva a que o *stock* dos mesmos seja reduzido. A maioria do *stock* é simplesmente evidência física de perda de tempo e desperdício de recursos através da cadeia de valor (Rafuse, 1996). Aleado a isto, caso o autoabastecimento passe a ser responsabilidade do *MIZU* os operários deixam de se ausentar das linhas de trabalho para realizar esta tarefa e as paragens relacionadas com a mesma são eliminadas. O facto de as tubagens serem alteradas ajuda a que o *MIZU* não tenha de autoabastecer tantos componentes para a linha V1.

A normalização das tarefas das mudanças de turno apenas foi alvo de teste na semana anterior ao encerramento do estágio, contudo mostrou rapidamente uma organização e sincronização na célula. Todos os operários tinham as suas respetivas tarefas e não perdiam

tempo a realizar tarefas repetidas nem ficavam parados à espera do fim do turno, como por vezes acontecia. O resultado que foi observado e que é de esperar desta melhoria é a redução do tempo necessário nas mudanças de turno e conseqüentemente um aumento na produção de válvulas.

Com a criação de um *standard* do registo de produção da MIP45 e a alocação dessa tarefa aos Técnicos de Injeção e ao Chefe de Equipa é esperado haver não só ganhos no que toca ao tempo disponível de produção como também menos erros no planeamento da produção. Ao deixar esta tarefa para uma só pessoa a possibilidade de existirem erros na realização da mesma é muito mais baixa. Assim sendo, ao registar de forma correta o inventário produzido diariamente, o mesmo estaria mais controlado e conseqüentemente o planeamento seria feito de melhor forma pois estaria a contar com dados corretos.

É esperado que com a MACRO criada no Excel o Chefe de Equipa consiga realizar o planeamento refinado de maneira mais eficiente. Como a MACRO mostra facilmente o planeamento semanal de acordo com os postigos que devem entrar na MIP45, e como o planeamento aparece organizado seguindo o critério de menor número de paragens e de posse de todos os componentes para começar uma produção, é de esperar que esta automatização da tarefa facilite o planeamento refinado ao Chefe de Equipa levando a menos erros e a menos paragens na célula.

Ao utilizar as sugestões derivadas do Balanceamento das Linhas é esperado que na linha V1 os gastos sejam menores quando se produz o código 525000 visto que apenas é necessário um operário e que o processo seja mais agilizado. Na linha V2, haverá também uma maior agilidade na produção e na eficiência o que irá originar um aumento do tempo disponível para produzir e conseqüentemente um aumento no número de válvulas produzidas.

Relativamente aos desafios encontrados ao longo do projeto, um muito significativo prendeu-se com a resistência dos operadores à mudança. Apesar de se apelar bastante à compreensão e cooperação de todos, nem sempre as ideias ou sugestões eram facilmente aceites. A recolha de tempo para o balanceamento também se tornou um pouco complicada visto que existem centenas de códigos a ser produzidos o que tornava difícil balancear os códigos pretendidos. Outro problema passou pelo facto de apesar de haver propostas aceites pela empresa, como havia uma sobrecarga de trabalho as mesmas não foram implementadas e os seus

resultados não puderam ser analisados. O facto de os estágios terem sido interrompidos também se tornou um problema pois as soluções não puderam ser implementadas por falta de tempo.

Os resultados esperados comprovaram que a aplicação de conceitos simples do *Lean*, podem trazer grandes ganhos à eficiência do processo.

6.2. Perspetivas de trabalho futuro

No que diz respeito a desenvolvimentos futuros, o mais importante passa por dar continuidade ao projeto. Como as propostas de melhoria ainda não foram aplicadas seria relevante que as mesmas o fossem num futuro próximo. Um desvio nas tubagens da linha V1 que une o *robot* da MIP45 ao tapete rolante que entrega os componentes à linha seria algo relativamente simples de implementar e que traria benefícios no tempo disponível para produção e no inventário. Os componentes passariam quase todos a ir sempre em fluxo para a linha, o que levaria a menos paragens para autoabastecer e a menos inventário criado.

Realocar a tarefa do autoabastecimento ao *MIZU* traria valores bastante significativos no que toca à redução das paragens em ambas as linhas. Tendo em conta as rotas de 45 em 45 minutos que o *MIZU* faz para autoabastecer as linhas, o mesmo teria de colocar 3 caixas dos componentes que estão a utilizar para autoabastecer nas linhas quando necessário. Para ser mais fácil o enchimento das caixas XL com componentes na empresa está a ser testada uma maneira de os componentes que deveriam ir para contentores caírem diretamente em caixas XL. Esta também é uma ideia que caso implementada trará benefícios ao autoabastecimento.

Propostas de solução como a reorganização das tarefas na célula, desde as mudanças de turno, o registo de produção da MIP45 até tarefas relacionadas com o balanceamento, não só não trazem qualquer gasto para a empresa (à exceção do tempo de formação) e mostram ser bastante significativas. Com estas propostas o tempo disponível para produção aumenta e a empresa consegue cumprir o seu objetivo de que o tempo inativo e as saídas dos postos de trabalho sejam as menores possíveis.

A MACRO no Excel não pode ser testada, mas já foi encaminhada para o Chefe de Equipa. Esta MACRO poderá ajudar muito numa melhor visão do planeamento semanal e em perceber como reduzir as paragens nas linhas. É algo que também não acarreta qualquer tipo de custo de implementação mas que se mostra bastante eficaz.

Referências

- Ahire, C. P., & Relkar, A. S. (2012). Correlating failure mode effect analysis (FMEA) & overall equipment effectiveness (OEE). *Procedia Engineering*, 38, 3482–3486.
- Almeida, M., & Minho, U. (n.d.). *Modelos de Simulação de Processos por Junção de Componentes Component-Based Development of Process Simulation Models. Capsi 2015*, 177–190.
- Arromba, A. R., Teixeira, L., & Xambre, A. R. (2019). Information flows improvement in production planning using lean concepts and BPMN an exploratory study in industrial context. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2019-June(June)*, 19–22.
- Augusto, V. M., Depto, F., & Produção, D. E. De. (2006). *Masp_1_Enegep2006_Tr470319_8411*. 1–9.
- Avikal, S., Jain, R., Mishra, P. K., & Yadav, H. C. (2013). A heuristic approach for U-shaped assembly line balancing to improve labor productivity. *Computers and Industrial Engineering*, 64(4), 895–901.
- Bandara, W., Indulska, M., Chong, S., & Sadiq, S. (2007). Major Issues in Business Process Management : an. *Ecis 2007, 2007*, 1240–1251.
- Berlinck, M. T. (2012). A questão da qualidade. *Revista Latinoamericana de Psicopatologia Fundamental*, 15(3), 459–463.
- Bohoris, G. A., Vamvalis, C., Tracey, W., & Ignatiadou, K. (1995). TPM implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1(4), 3–16.
- Boysen, N., Fliedner, M., & Scholl, A. (2007). A classification of assembly line balancing problems. *European Journal of Operational Research*, 183(2), 674–693.
- Brocke, J. (n.d.). *Handbook on Business Process Management 1*.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards and Interfaces*, 34(1), 124–134.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in logistics and supply chains*.

- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1–4), 307–323.
- De Araújo Patrício, A. C. F., De Lima, N. S., Lopes Rodrigues, B. F., Minhaqui Ferreira, M. A., Dos Santos, T. D., & De Brito Rodrigues, T. D. (2019). Ishikawa Diagram: Causes and Solutions of Hiv Infection in Nursing Professionals Due to Sharps Use / Diagrama de Ishikawa: Causas e Soluções da Infecção ao Hiv Adquirida por Profissionais de Enfermagem Através de Materiais Perfurocortantes. *Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online*, 11(3), 707.
- De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2006). OEE and equipment effectiveness: An evaluation. *International Journal of Production Research*, 44(23), 4987–5003.
- El-Namrouty, K. A. (2013). Seven Wastes Elimination Targeted by Lean Manufacturing Case Study "Gaza Strip Manufacturing Firms". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68.
- Emmanouilidis, C., Taisch, M., & Kiritsis, D. (2013). Advances in Production Management Systems Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 397(PART 1).
- Erel, E., & Sarin, S. C. (1998). A survey of the assembly line balancing procedures. *Production Planning and Control*, 9(5), 414–434.
- Fazlollahtabar, H., Hajmohammadi, H., & Es'Haghzadeh, A. (2011). A heuristic methodology for assembly line balancing considering stochastic time and validity testing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 52(1–4), 311–320.
- Fleischer, J., Weismann, U., & Nigggeschmidt, S. (2006). Calculation and optimisation model for costs and effects of availability relevant service elements. *Proceedings of LCE*, (Figure 2), 675–680. Retrieved from
- Fonseca, L. M., & Domingues, J. P. (2018). The best of both worlds? Use of Kaizen and other continuous improvement methodologies within Portuguese ISO 9001 certified organizations. *TQM Journal*, 30(4), 321–334.
- Freitas, A. P., & Pereira, J. P. (2008). *Process Simulation Support in BPM Tools : The Case of BPMN*. 1–9.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249.

- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46–64.
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE. *Procedia CIRP*, 57, 128–133.
- Huang, S. H., Dismukes, J. P., Shi, J., Su, Q., Razzak, M. A., Bodhale, R., & Robinson, D. E. (2003). Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis. *International Journal of Production Research*, 41(3), 513–527.
- Imai, M. (2005). *Praise for Gemba Kaizen*.
- Infante, E. (2011). Aplicação das ferramentas da qualidade em uma trefilaria de arames. *Aleph*, 1–9.
- Jeong, K. Y., & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations and Production Management*, 21(11), 1404–1416.
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (2005). of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 55–78.
- Kiremire, A. R. (2011). The application of the pareto principle in software engineering. *Consulted January, 13, 2016*.
- Koerich, M. S., Backes, D. S., Sousa, F. G. M. de, Erdmann, A. L., & Albuquerque, G. L. (2009). Pesquisa-ação: ferramenta metodológica para a pesquisa qualitativa. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 11(3).
- Kovacevic, M., Jovicic, M., DJapan, M., & Zivanovic-Macuzic, I. (2016). Lean thinking in healthcare: Review of implementation results. *International Journal for Quality Research*, 10(1), 219–230.
- Kumar, N., & Mahto, D. (2013). Assembly Line Balancing: A Review of Developments and Trends in Approach to Industrial Application. *Global Journal of Research In Engineering*, 13(2), 807–811.
- Lacerda, A. P., Xambre, A. R., & Alvelos, H. M. (2016). Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 54(6), 1708–1720.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. McGraw-Hill.

- Lubben, R. T. (1989). *Just-in-time Uma estratégia avançada de produção*. McGraw-Hill.
- Mathur, A., Dangayach, G. S., Mittal, M. L., & Sharma, M. K. (2011). Performance measurement in automated manufacturing. *Measuring Business Excellence*, 15(1), 77–91.
- Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F., & Campos, D. F. (2012). Action research in production engineering: A structure proposal for its conduction. *Producao*, 22(1), 1–13.
- 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.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Oliveira, I. M. D., Da Paz, C. C., Da Silva, A. M., & Ferreira, W. D. P. (2017). Balanceamento de linha e arranjo físico: estudo de caso em uma linha de produção de cabines para máquinas de construção. *Exacta*, 15(1), 101–110.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089.
- Özcan, U., & Toklu, B. (2009). Multiple-criteria decision-making in two-sided assembly line balancing: A goal programming and a fuzzy goal programming models. *Computers and Operations Research*, 36(6), 1955–1965.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090.
- Peinado, J., & Graeml, A. (2007). *Administração da Produção Administração da Produção*. 718.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao Pensamento Lean*. *Comunidade de Lean Thinking*.
- Pinto, J. P. (2014). *No Pensamento Lean A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel - Edições Técnicas, Lda.

- Puvasvaran, A. P., Mei, C. Z., & Alagendran, V. A. (2013). Overall equipment efficiency improvement using time study in an aerospace industry. *Procedia Engineering*, 68, 271–277.
- Rafuse, M. E. (1996). Emerald Article : Working capital management : an urgent need to refocus Working capital management : an urgent need to refocus. *Management Decision*, 34(2), 59–63.
- Rogowski, W., & Swoboda, W. (2020). Business Process Model and Notation. In *Management im Gesundheitswesen*.
- Sangpikul, A. (2017). Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 21(August), 83–87.
- Stevenson, W. J. (2012). *Operations Management* (Eleventh). McGraw-Hill.
- Sharp, B., Page, N., Dawes, J., March, F. R., Steijn, R. Van, Connell, R. M., Allen, A. M., Pedraza-, A. J., Lejda, K., Zielińska, E., Services, G., Directors, D., Pasin, F., Control, L., District, K., Suleman, Q., Mitchell, R., Friswell, R., Mooren, L., ... Control, R. (2013). Pareto Analysis of Total Quality Management Factors Critical To Success for Service. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 23(2), 273–280.
- Shook, J. (n.d.). Production Simplified by. In *New York*.
- Soltan, H., & Mostafa, S. (2015). Lean and Agile Performance Framework for Manufacturing Enterprises. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 476–484.
- Stojcetovic, B., Šarkočević, Ž., Lazarević, D., & Marjanović, D. (2016). Application of the Pareto Analysis in Project Management. *International Quality Conference, June 2015*.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564.
- Sutari, O. (2015). Process Improvement using Lean Principles on the Manufacturing of Wind Turbine Components - a Case Study. *Materials Today: Proceedings*, 2(4–5), 3429–3437.
- Technology, Q., & Management, Q. (2012). *Q t q m ©*. 9(2), 137–152.
- Van Kemenade, E. (2014). The Myth of the PDCA-Cycle in Times of Emergent Change. *Quality World*, JUNE.

Westbrook, R. (1995). Action research : a new paradigm for research in. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(12), 6–20.

Vilarinho, P. M., & Simaria, A. S. (2002). A two-stage heuristic method for balancing mixed-model assembly lines with parallel workstations. *International Journal of Production Research*, 40(6), 1405–1420.

Wong, K. C. (2011). Using an Ishikawa diagram as a tool to assist memory and retrieval of relevant medical cases from the medical literature. *Journal of Medical Case Reports*, 5(1), 120.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.

Zahrotun, N., & Taufiq, I. (2018). Lean Manufacturing: Waste Reduction Using Value Stream Mapping. *E3S Web of Conferences*, 73, 2–7.

Anexos

Anexo A - Tabela com os fatores de tolerância (Peinado & Graeml, 2007)

DESCRIÇÃO	%	DESCRIÇÃO	%
A. Tolerâncias invariáveis:		4. Iluminação deficiente:	
1. Tolerâncias para necessidades pessoais	5	a. ligeiramente abaixo do recomendado	0
2. Tolerâncias básicas para fadiga	4	b. bem abaixo do recomendado	2
B. Tolerâncias variáveis:		c. muito inadequada	
1. Tolerância para ficar em pé	2	5. Condições atmosféricas (calor e umidade) – variáveis	0-10
2. Tolerância quanto à postura		6. Atenção cuidadosa	
a. ligeiramente desajeitada	0	a. trabalho razoavelmente fino	0
b. desajeitada (recurvada)	2	b. trabalho fino ou de precisão	2
c. muito desajeitada (deitada, esticada)	7	c. trabalho fino ou de grande precisão	5
3. Uso de força ou energia muscular (erguer, puxar ou levantar)		7. Nível de ruído:	
Peso levantado em quilos		a. contínuo	0
2,5	0	b. intermitente – volume alto	2
5,0	2	c. intermitente – volume muito alto	5
7,5	2	d. timbre elevado – volume alto	5
10,0	3	8. Estresse mental	
12,5	4	a. processo razoavelmente complexo	1
15,0	5	b. processo complexo, atenção abrangente	4
17,5	7	c. processo muito complexo	8
20,0	9	9. Monotonia:	
22,5	11	a. baixa	0
25,0	13	b. média	1
27,5	17	c. elevada	4
30,0	22	10. Grau de tédio	
		a. um tanto tedioso	0
		b. tedioso	2
		c. muito tedioso	5

Anexo B – Modelação dos Processos em BPMN

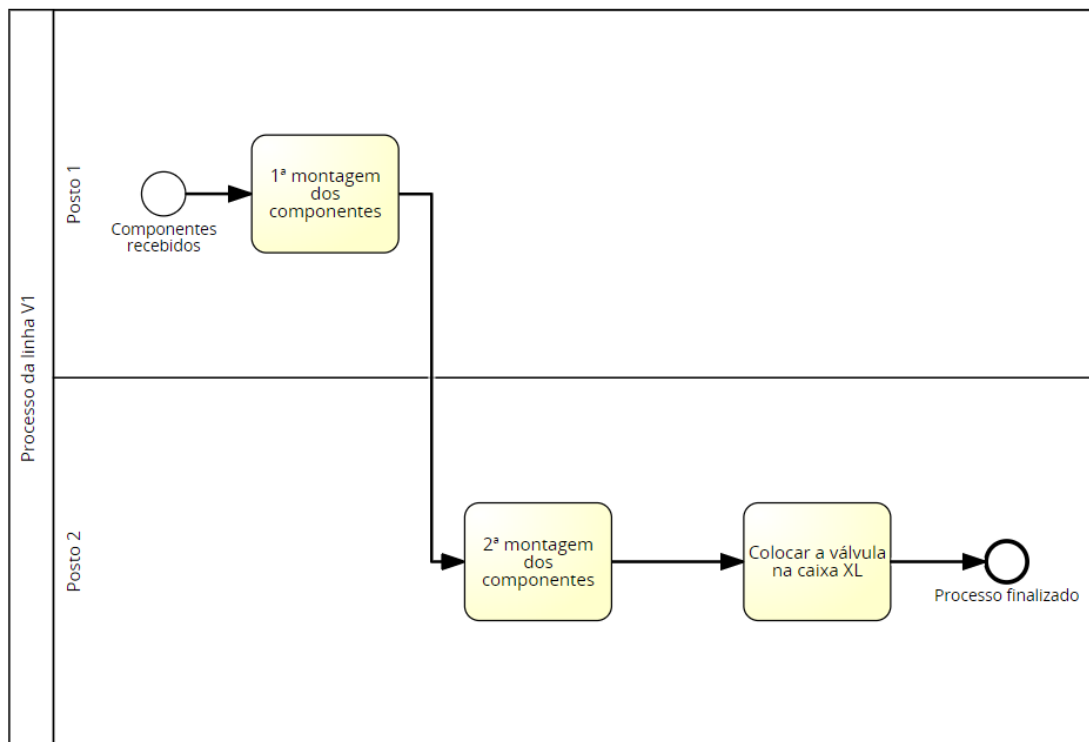


Figura 37 - Processo de produção da linha V1

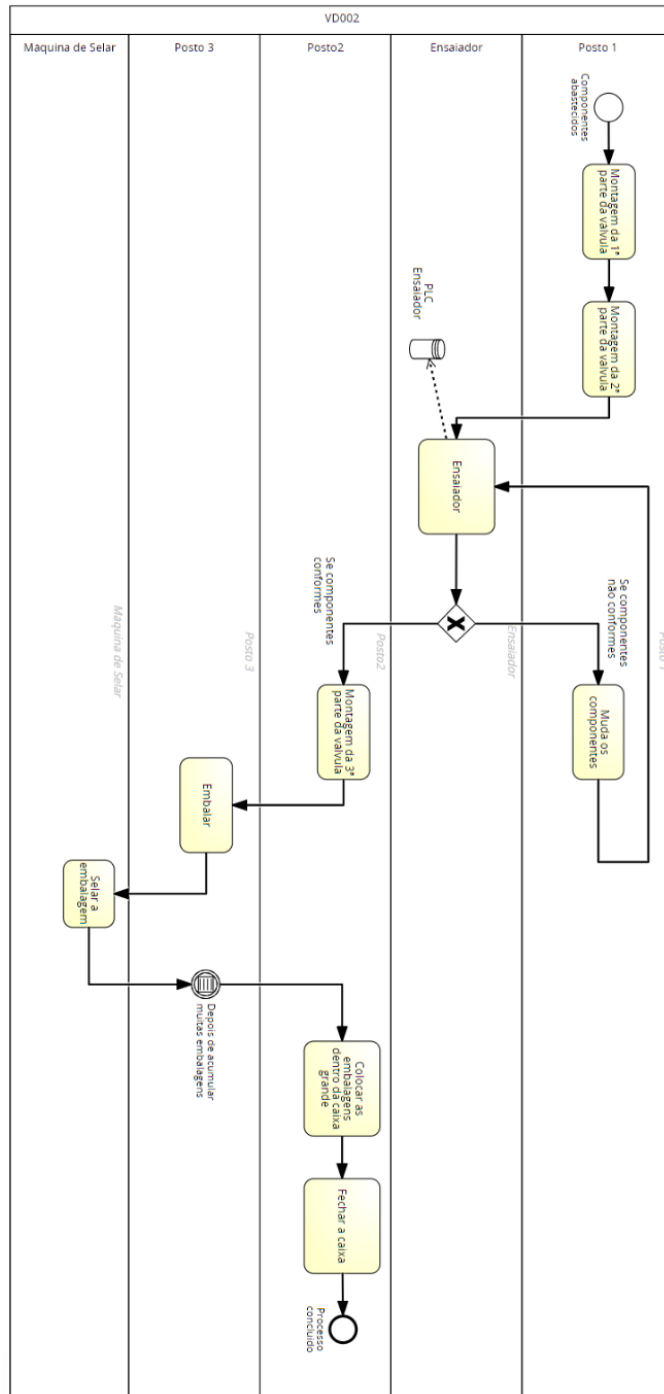


Figura 38 - Processo de produção da linha V2

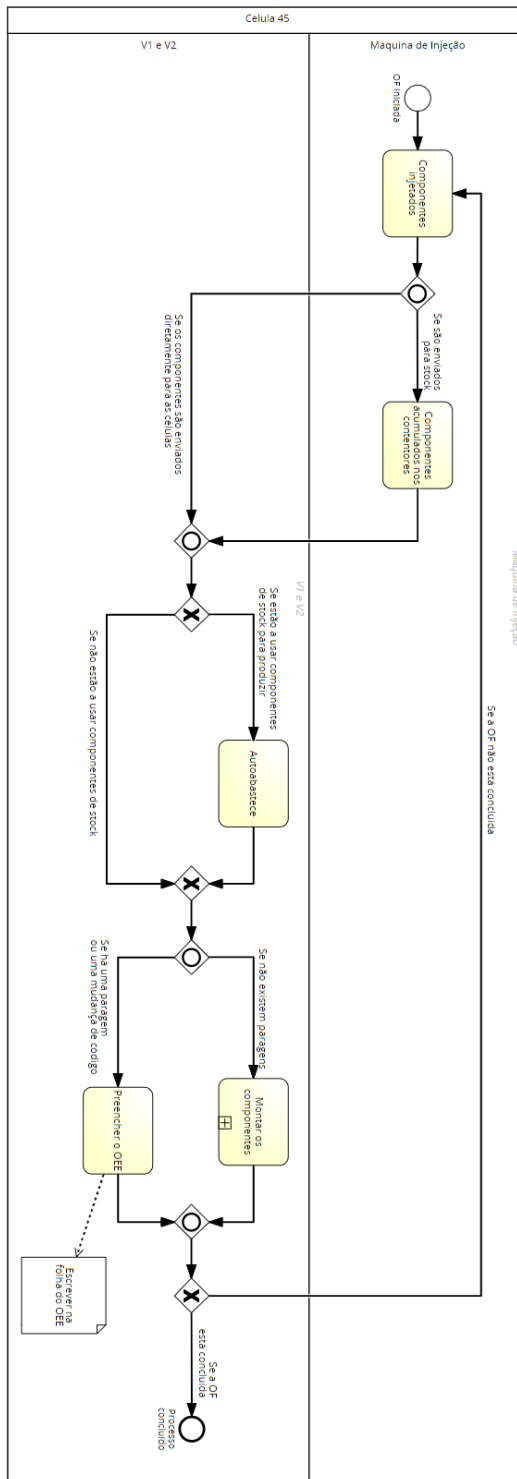


Figura 39 - Processo de autoabastecimento dos componentes por parte dos operadores

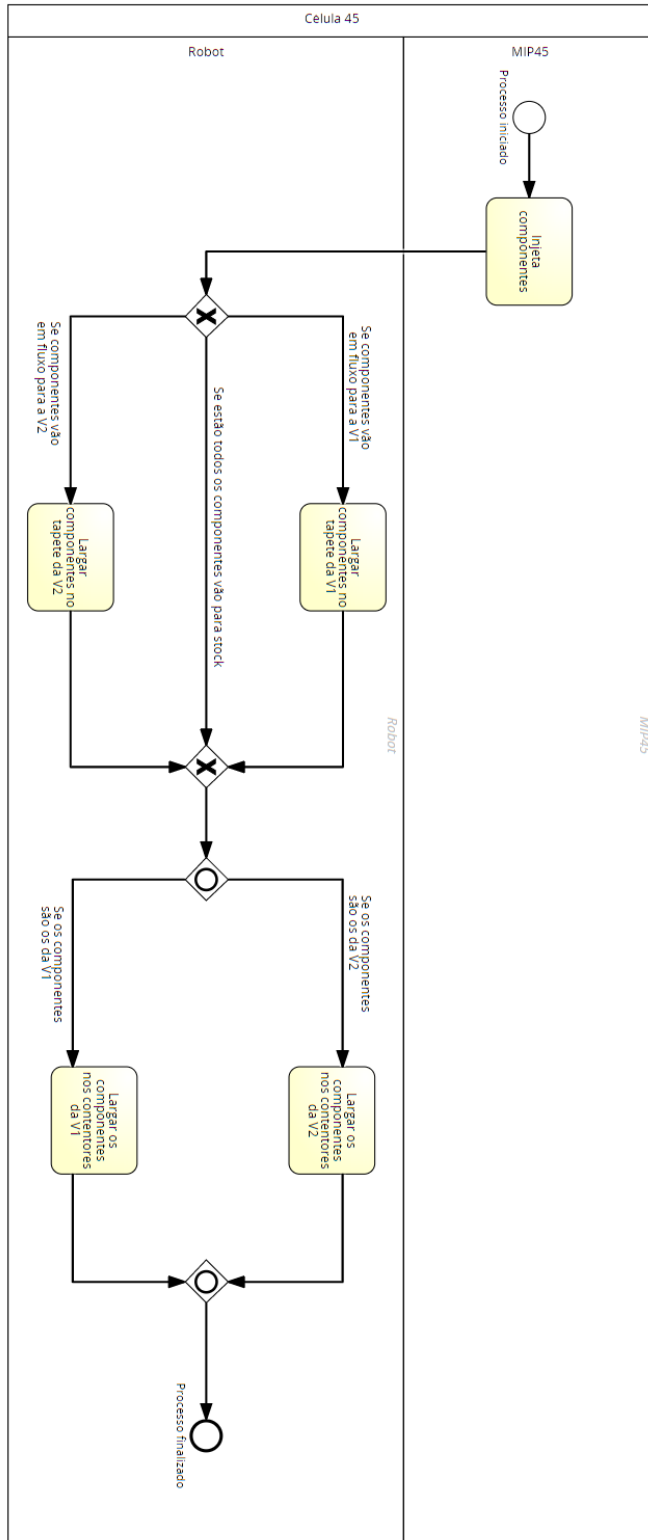


Figura 40 - Processo de abastecimento das linhas V1 e V2 e dos contentores

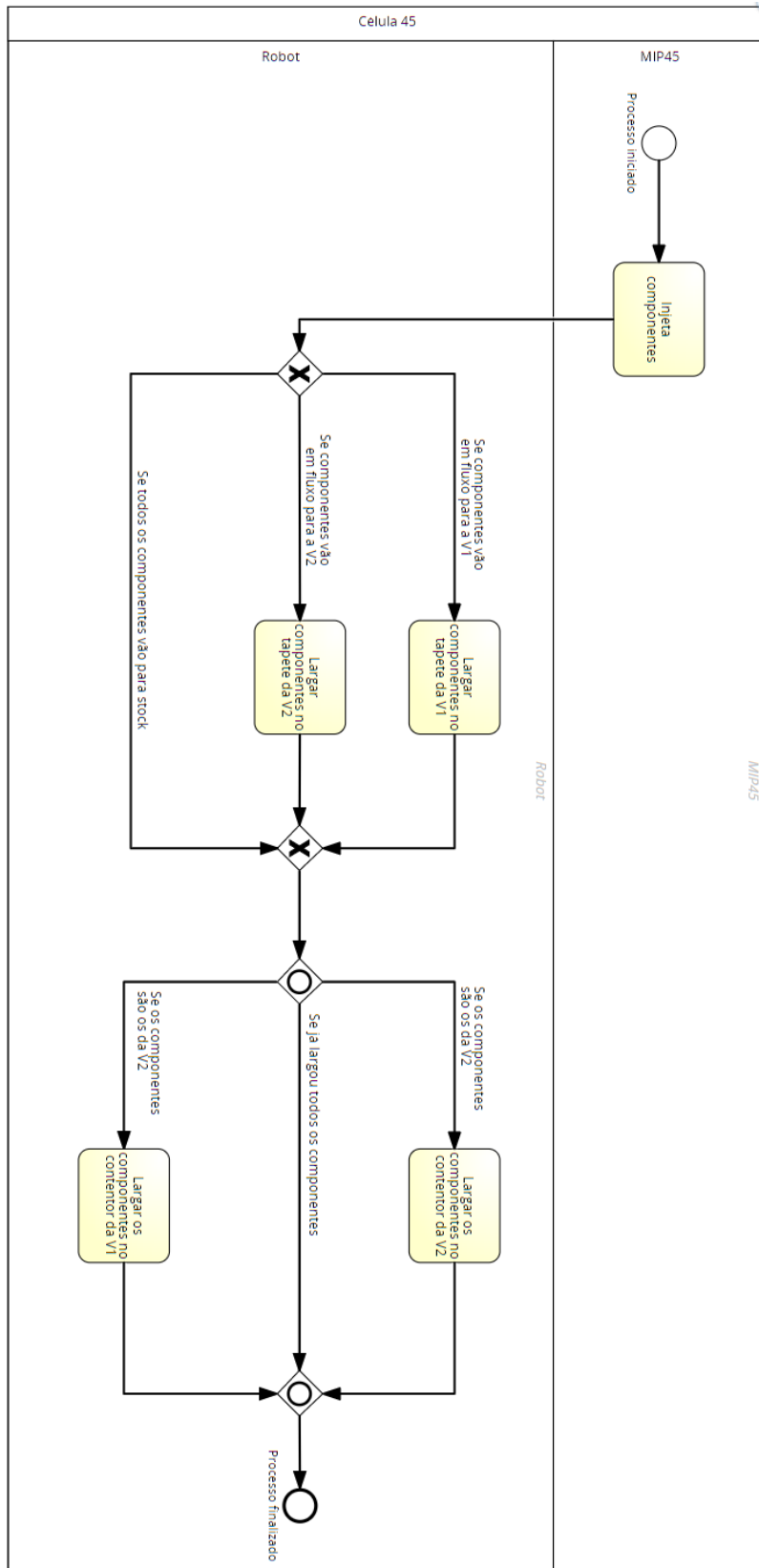


Figura 41 - Processo de abastecimento da linha V1 e V2 quando todos os componentes da linha V1 são enviados em fluxo exceto o copo

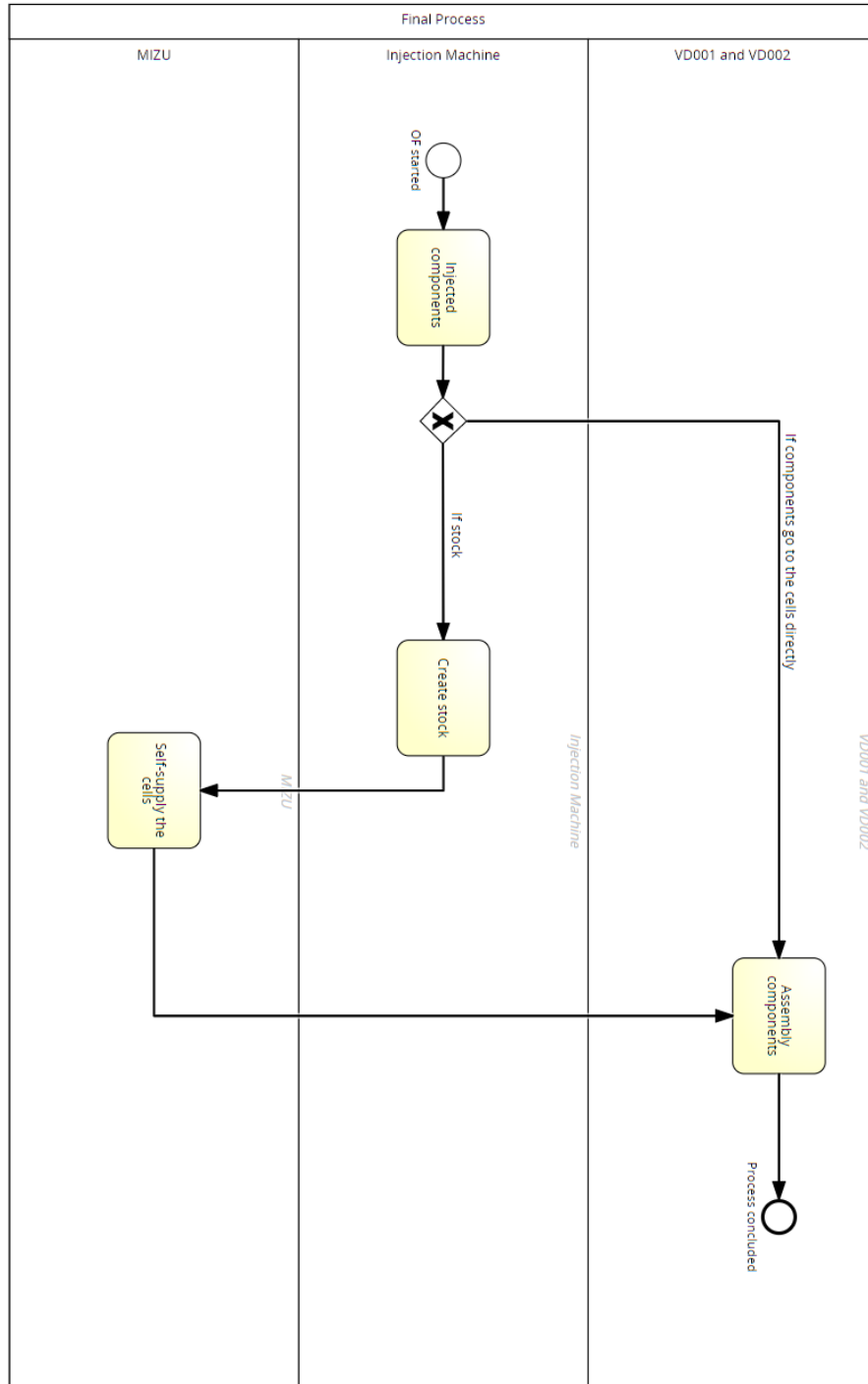


Figura 42 - Processo modelado do autoabastecimento se este for realizado pelo MIZU

Anexo C - Média dos OEE's das linhas V1 e V2 entre os meses de janeiro e setembro de 2019

		VD001			VD002		
		OEE linha de montagem	OEE operadores	OEE global	OEE linha de montagem	OEE operadores	OEE global
janeiro	1T	85	90	84	75	81	68
	2T	84	84	76	77	77	68
	3T	80	73	62	79	66	58
Média		84	84	76	77	77	68
fevereiro	1T	83	86	78	73	90	68
	2T	82	87	79	76	88	75
	3T	83	84	75	80	68	59
Média		83	86	78	76	88	68
março	1T	86	89	85	80	84	74
	2T	84	99	93	78	90	79
	3T	80	73	62	79	66	58
Média		84	89	85	79	84	74
abril	1T	84	84	78	73	93	73
	2T	82	87	77	81	88	79
	3T	88	83	82	86	85	80
Média		84	84	78	81	88	79
maio	1T	81	98	87	69	90	82
	2T	82	86	76	70	87	72
	3T	84	88	77	80	88	75
Média		82	88	77	70	88	75
junho	1T	78	81	68	71	96	81
	2T	77	74	63	71	88	69
	3T	86	71	64	66	90	70
Média		78	74	64	71	90	70
julho	1T	87	103	97	81	98	88
	2T	84	79	74	82	100	91
	3T	82	77	72	77	99	86
Média		84	79	74	81	99	88
agosto	1T	86	86	81	81	98	87
	2T	86	89	86	81	89	79
	3T	88	59	58	86	83	78
Média		86	86	81	81	89	79
setembro	1T	84	92	90	72	97	81
	2T	81	78	66	77	88	76
	3T	86	71	68	85	81	75
Média		84	78	68	77	88	76
Total média		83	83	76	77	88	75

Anexo D – Tabela com o tempo médio em que as linhas não se abastecem diretamente da MIP 45

Autoabastecimento	Dia		Dia		Dia			Dia			Dia			Dia			Dia		Média das horas de autoabastecimento por dia				
	14		15		17			18			19			20			21			22		26	
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3		H3	H1	H2	
Duração	7h e 10	7h	0h	7h e 10	7h	0h	0h	0h	0h	0h	0h	0h	1h e 20	0h	7h	0h	3h	0h	7h	7h e 10	0h	6h	

Tabela 28 - Tempo médio que a linha V1 não se abastece diretamente da MIP45 entre 14 e 26 de fevereiro

Autoabastecimento	Dia		Dia		Dia			Dia			Dia			Dia			Dia		Média das horas de autoabastecimento por dia				
	14		15		17			18			19			20			21			22		26	
	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3	H1	H2	H3		H3	H1	H2	
Duração	3h e 50	7h	2h e 20	3h e 20	7h	2h e 40	7h	0h	7h	1h e 30	7h	7h	7h	5h e 30	7h	7h	0h	0h	0h	2h e 25	6h e 40	10:35h	

Tabela 29 - Tempo médio que a linha V2 não se abastece diretamente da MIP45 entre 14 e 26 de fevereiro

Anexo D – Tarefas realizadas no início e fim de cada turno de acordo com os postos de trabalho

Início de Turno - Turno 1								
VD001	Posto 1	Verificar os componentes	Auditoria aos componentes injetados	Preencher OEE			Manutenção autónoma	
	Posto 2	Verificar os componentes					Manutenção autónoma	
VD002	Posto 1	Verificar os componentes	Auditoria aos componentes injetados	Testar ensaiador		Programar Laser	Manutenção autónoma	
	Posto 2	Verificar os componentes	Preencher OEE			Programar Laser	Manutenção autónoma	
	Posto 3	Verificar os componentes	Análise da ficha de produto e ficha de embalagem	Preencher OEE	Picking-by-light	Programar Laser	Manutenção autónoma	
Fim de Turno - Turno 1								
VD001	Posto 1	Contar os Não Conformes	Preencher OEE	Registrar a produção e os Não Conformes	Limpar o posto	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
	Posto 2	Limpar o posto	Registrar a Produção da MIP45			Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
VD002	Posto 1	Contar os Não Conformes	Limpar o posto			Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
	Posto 2	Limpar o posto		Registrar a produção e os Não Conformes	Preencher OEE	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
	Posto 3	Limpar o posto		Registrar a produção e os Não Conformes	Preencher OEE	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
Início de Turno - Turno 2								
VD001	Posto 1	Verificar os componentes	Auditoria aos componentes injetados	Preencher OEE			Manutenção autónoma	
	Posto 2	Verificar os componentes					Manutenção autónoma	
VD002	Posto 1	Verificar os componentes	Auditoria aos componentes injetados	Testar ensaiador		Programar Laser	Manutenção autónoma	
	Posto 2	Verificar os componentes	Preencher OEE			Programar Laser	Manutenção autónoma	
	Posto 3	Verificar os componentes	Análise da ficha de produto e ficha de embalagem	Preencher OEE	Picking-by-light	Programar Laser	Manutenção autónoma	
Fim de Turno - Turno 2								
VD001	Posto 1	Limpar o posto	Preencher OEE	Contar os Não Conformes	Registrar a Produção da MIP45	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
	Posto 2	Limpar o posto	Registrar a produção e os Não Conformes	Contar os Não Conformes	Registrar a Produção da MIP45	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
VD002	Posto 1	Limpar o posto		Contar os Não Conformes	Registrar a produção e os Não Conformes	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
	Posto 2	Limpar o posto	Preencher OEE	Contar os Não Conformes	Registrar a produção e os Não Conformes	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
	Posto 3	Limpar o posto		Contar os Não Conformes	Registrar a produção e os Não Conformes	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	
Início de Turno - Turno 3								
VD001	Posto 1	Verificar os componentes	Auditoria aos componentes injetados	Preencher OEE		Manutenção autónoma		
VD002	Posto 1	Verificar os componentes	Auditoria aos componentes injetados	Testar ensaiador	Preencher OEE	Manutenção autónoma	Programar Laser	
	Posto 2	Verificar os componentes			Preencher OEE	Manutenção autónoma	Programar Laser	
	Posto 3	Verificar os componentes	Análise da ficha de produto e ficha de embalagem	Picking-by-light	Preencher OEE	Manutenção autónoma	Programar Laser	
Fim de Turno - Turno 3								
VD001	Posto 1	Limpar o posto	Preencher OEE	Contar os Não Conformes	Registrar a produção e os Não Conformes	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	Registrar a Produção da MIP45
VD002	Posto 1	Limpar o posto	Preencher OEE	Contar os Não Conformes	Registrar a produção e os Não Conformes	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	Registrar a Produção da MIP45
	Posto 2	Limpar o posto	Preencher OEE	Contar os Não Conformes	Registrar a produção e os Não Conformes	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	Registrar a Produção da MIP45
	Posto 3	Limpar o posto	Preencher OEE	Contar os Não Conformes	Registrar a produção e os Não Conformes	Levar o lixo	Levar os Não Conformes ao Moinho	Registrar a Produção da MIP45

Anexo E – Regista da produção da MIP45

Registo de Produção da MIP45

Data:

Hora:

Cgpo	V0001	V0002	Tubo	V0001	V0002	Qtd
BA502540464			BA50000001190			
BA5000000204			BA05540550			
BA50000881358			BA50000001189			
BA5000012961			BA5000080307			
BA5000012341			BA5000013069			
BA5000000206			BA5000000376			

Data:

Hora:

Cgpo	V0001	V0002	Tubo	V0001	V0002	Qtd
BA05540464			BA50000001190			
BA5000000204			BA05540550			
BA50000881358			BA50000001189			
BA5000012961			BA5000080307			
BA5000012341			BA5000013069			
BA5000000206			BA5000000376			

Data:

Hora:

Cgpo	V0001	V0002	Tubo	V0001	V0002	Qtd
BA05540464			BA50000001190			
BA5000000204			BA05540550			
BA50000881358			BA50000001189			
BA5000012961			BA5000000807			
BA5000012341			BA5000013069			
BA5000000206			BA5000000376			

Data:

Hora:

Cgpo	V0001	V0002	Tubo	V0001	V0002	Qtd
BA05540464			BA50000001190			
BA5000000204			BA05540550			
BA50000881358			BA50000001189			
BA5000012961			BA5000080307			
BA5000012341			BA5000013069			
BA5000000206			BA5000000376			

Figura 43 - Folha para o registo da produção da MIP45 por parte dos técnicos de injeção

OLI | STANDARD DO REGISTO DE PRODUÇÃO DA MIP0045

1. Ir ao arquivo buscar as folhas dos componentes necessários a registar.
2. Ir até ao painel da MIP0045.

- a) Clicar em "F6" e ver em "n02" o número de injeções da máquina.
- b) Ir com o cursor até o "n02" e clicar em "Enter" para que o número de injeções fique a zero.



3. Anotar nas folhas de cada componente (tubo, copo, ...) o valor correspondente ao total de peças desse componente que foram injetadas.

- a) Para as anilhas e os anéis porta vedantes que são os mesmos em ambas as linhas o valor será:

Valor a preencher na folha = Número de injeções x 4 (número de cavidades)

(O mesmo acontecerá em copos ou tubos que sejam injetados simultaneamente em ambas as linhas).

- b) Caso isso não aconteça o valor a anotar nas folhas será:

Valor a preencher na folha = Número de injeções x 2 (número de cavidades)

4. Ir ao computador da MIP0069.
5. Abrir o IFS.

6. Colocar o código de operação.

(O código de operação aparece na folha de cada componente entre asteriscos → *código de operação*).



7. Clicar em "Injection".



8. Clicar em "Report Time".



9. Em "Status" caso os componentes sejam conformes clicar em "Conforme", caso sejam não conformes clicar em "Não Conforme".



10. Preencher "Initial Counter" → Colocar o valor "0".

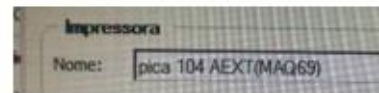
11. Preencher "Final Counter" → Colocar o número total de peças injetadas para cada componente.

12. Colocar em "Real Cavities" o valor "1".

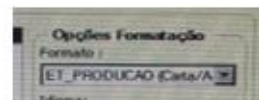
13. Colocar em "Notes" o texto "x1".

14. Clicar em "OK".

15. No Nome da Impressora clicar em "Pica 104 AEXT (MÁQ69)".



16. Em Formato da Impressora clicar em "ET_Produção".



17. Clicar em "OK".

18. Colar a etiqueta na folha.

Figura 44 - Standard do registo de produção da MIP45

Anexo F – Médias das mudanças de posições entre os meses de novembro e dezembro

Data/hora início	Causa de paragem	Duração
04/11/2019 18:33:50	Mudança de Molde	00:03:3 4
06/11/2019 01:25:11	Mudança de Molde	00:29:4 4
06/11/2019 22:56:20	Mudança de Molde	00:45:0 8
07/11/2019 01:37:55	Mudança de Molde	00:04:2 0
07/11/2019 08:07:26	Mudança de Molde	00:07:0 1
07/11/2019 21:46:32	Mudança de Molde	00:39:1 6
08/11/2019 01:03:28	Mudança de Molde	00:08:5 1
08/11/2019 18:29:45	Mudança de Molde	00:30:1 9
11/11/2019 11:59:23	Mudança de Molde	00:25:0 3
12/11/2019 01:05:50	Mudança de Molde	00:04:2 4
12/11/2019 09:30:15	Mudança de Molde	00:31:4 5
12/11/2019 16:55:18	Mudança de Molde	00:53:5 2
13/11/2019 01:22:00	Mudança de Molde	00:27:2 0
13/11/2019 07:47:33	Mudança de Molde	00:02:4 7

Data/hora início	Causa de paragem	Duração
03/12/2019 00:22:53	Mudança de Molde	00:06:5 0
03/12/2019 07:48:31	Mudança de Molde	00:04:2 8
03/12/2019 17:27:11	Mudança de Molde	00:44:1 5
04/12/2019 00:29:24	Mudança de Molde	00:04:2 9
04/12/2019 03:55:34	Mudança de Molde	00:27:3 0
04/12/2019 08:56:46	Mudança de Molde	00:05:3 6
04/12/2019 17:31:53	Mudança de Molde	00:32:5 3
05/12/2019 10:08:39	Mudança de Molde	00:04:2 0
05/12/2019 18:57:44	Mudança de Molde	00:04:2 5
06/12/2019 07:30:02	Mudança de Molde	00:04:2 6
06/12/2019 23:24:09	Mudança de Molde	00:04:1 9
09/12/2019 15:44:57	Mudança de Molde	00:18:0 4
10/12/2019 03:58:44	Mudança de Molde	00:32:0 5
10/12/2019 08:01:10	Mudança de Molde	00:03:5 8

13/11/2019 17:06:48	Mudança de Molde	00:27:3 2
14/11/2019 01:25:17	Mudança de Molde	00:23:1 7
14/11/2019 07:34:03	Mudança de Molde	00:03:3 6
15/11/2019 07:24:43	Mudança de Molde	00:03:2 0
18/11/2019 19:43:05	Mudança de Molde	00:35:2 1
19/11/2019 13:09:51	Mudança de Molde	00:28:1 6
20/11/2019 04:28:48	Mudança de Molde	00:28:1 2
21/11/2019 01:57:36	Mudança de Molde	00:05:0 5
21/11/2019 17:47:40	Mudança de Molde	00:17:5 6
22/11/2019 00:45:33	Mudança de Molde	00:30:0 2
22/11/2019 07:55:11	Mudança de Molde	00:30:4 0
22/11/2019 15:46:24	Mudança de Molde	00:10:1 0
22/11/2019 22:16:55	Mudança de Molde	00:27:4 9
25/11/2019 20:11:17	Mudança de Molde	00:32:0 7
26/11/2019 01:42:27	Mudança de Molde	00:54:1 2
26/11/2019 08:59:03	Mudança de Molde	00:17:2 7

10/12/2019 12:05:58	Mudança de Molde	00:52:3 2
11/12/2019 01:19:56	Mudança de Molde	00:27:2 5
11/12/2019 07:27:51	Mudança de Molde	00:05:0 4
11/12/2019 18:13:31	Mudança de Molde	00:06:2 5
12/12/2019 07:05:41	Mudança de Molde	00:04:0 9
12/12/2019 17:08:54	Mudança de Molde	00:37:4 7
13/12/2019 07:29:16	Mudança de Molde	00:05:1 8
16/12/2019 08:27:19	Mudança de Molde	00:12:0 4
17/12/2019 03:53:35	Mudança de Molde	00:35:3 3
18/12/2019 17:54:26	Mudança de Molde	00:22:1 4
18/12/2019 22:51:33	Mudança de Molde	00:37:0 4
19/12/2019 10:53:25	Mudança de Molde	00:20:1 2
Média dezembro:		00:17:4 9
Mudanças por dia:		1,7

27/11/2019 01:19:00	Mudança de Molde	00:12:0 3
27/11/2019 04:00:50	Mudança de Molde	00:05:0 7
28/11/2019 00:32:58	Mudança de Molde	00:12:0 5
28/11/2019 07:44:17	Mudança de Molde	00:08:5 8
29/11/2019 02:55:22	Mudança de Molde	00:12:3 5
29/11/2019 07:44:44	Mudança de Molde	00:05:5 3
29/11/2019 09:03:43	Mudança de Molde	00:49:3 5
29/11/2019 17:43:30	Mudança de Molde	00:34:4 7
30/11/2019 03:43:23	Mudança de Molde	00:08:5 0
Média novembro:		00:21:3 0
Mudanças por dia:		1,9

Anexo G – Planejamento primeira semana de março

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Work Center N	Earliest Start Date	Order No	Part No	Part Des Ordenar	Lot Size	Component Stock	Qty Complete	Shop Order Status	Finish Date	Qty Remainin	Número de pessoas	Tube + Copo
2	VD001	02/03/2020	909130	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	1245	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	1245	2	BA050540550-BA5000000204
3	VD001	02/03/2020	909122	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	1536	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	1536	1	BA050540550-BA50000881358
4	VD001	02/03/2020	910638	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1920	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	1920	1	BA050540550-BA050540464
5	VD001	03/03/2020	910646	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	1125	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	1125	2	BA050540550-BA5000000204
6	VD001	03/03/2020	910648	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	1536	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	1536	1	BA050540550-BA50000881358
7	VD001	04/03/2020	912637	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1920	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	1920	1	BA050540550-BA050540464
8	VD001	04/03/2020	912639	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1360	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	1360	1	BA050540550-BA050540464
9	VD001	04/03/2020	912633	IE81000880570	VAL AEX AE102 DS LAT 6L P1	1033	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	1033	2	BA5000000190-BA50000012241
10	VD001	05/03/2020	912665	IE81000007130	VAL AEX DD TOP/ZAF V2 FC12 G CL A2 P1	1155	COMPLETO	0	Planned	05/03/2020	1155	2	BA050540550-BA5000000204
11	VD001	05/03/2020	910634	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	955	COMPLETO	0	Planned	05/03/2020	0	1	BA050540550-BA50000881358
12	VD001	06/03/2020	910645	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	1188	COMPLETO	0	Planned	06/03/2020	1188	2	BA050540550-BA5000000204
13	VD001	06/03/2020	912632	IE81000880570	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	2308	COMPLETO	0	Planned	06/03/2020	2308	2	BA050540550-BA5000000206
14	VD001	06/03/2020	912663	IE81000880570	VAL AEX DD TOP/ZAF V2 FC12 G CL A2 P1	750	COMPLETO	0	Planned	06/03/2020	750	2	BA050540550-BA5000000206
15	VD001	07/03/2020	912641	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1920	PARCIAL	0	Planned	07/03/2020	1920	1	BA050540550-BA050540464

Figura 45 - Planejamento enviado pelo departamento do planejamento para a linha V1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Work Center No	Earliest Start Date	Order No	Part No	Part Description Ordenar	Lot Size	Component Stock	Qty Complete	Shop Order Status	Finish Date	Qty Remainin	Nº de pessoas	Tube + Copo	Já foi produzido?	Quantidade que já produziram
2	VD001	02/03/2020	910638	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1920	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	1920	1	BA050540550-BA050540464		
3	VD001	04/03/2020	912637	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1920	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	1920	1	BA050540550-BA050540464		
4	VD001	04/03/2020	912639	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1360	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	1360	1	BA050540550-BA050540464		
5	VD001	02/03/2020	909130	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	1245	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	1245	2	BA050540550-BA5000000204		
6	VD001	03/03/2020	910646	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	1125	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	1125	2	BA050540550-BA5000000204		
7	VD001	05/03/2020	912665	IE81000007130	VAL AEX DD TOP/ZAF V2 FC12 G CL A2 P1	1155	COMPLETO	0	Planned	05/03/2020	1155	2	BA050540550-BA5000000204		
8	VD001	06/03/2020	910645	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	1188	COMPLETO	0	Planned	06/03/2020	1188	2	BA050540550-BA5000000204		
9	VD001	06/03/2020	912632	IE81000880570	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	2308	COMPLETO	0	Planned	06/03/2020	2308	2	BA050540550-BA5000000206		
10	VD001	06/03/2020	912663	IE81000880570	VAL AEX DD TOP/ZAF V2 FC12 G CL A2 P1	750	COMPLETO	0	Planned	06/03/2020	750	2	BA050540550-BA5000000206		
11	VD001	02/03/2020	909122	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	1536	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	1536	1	BA050540550-BA50000881358		
12	VD001	03/03/2020	910648	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	1536	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	1536	1	BA050540550-BA50000881358		
13	VD001	05/03/2020	910634	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	955	COMPLETO	0	Planned	05/03/2020	0	1	BA050540550-BA50000881358		
14	VD001	04/03/2020	912633	IE81000880570	VAL AEX AE102 DS LAT 6L P1	1033	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	1033	2	BA5000000190-BA50000012241		
15	VD001	07/03/2020	912641	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1920	PARCIAL	0	Planned	07/03/2020	1920	1	BA050540550-BA050540464		

Figura 46 - Planejamento na linha V1 após a utilização da MACRO

Work Center No	Earliest Start Date	Order No	Part No	Part Description	Ordenar	Lot Size	Component Stock	Qty Complete	Shop Order Status	Finish Date	Qty Remaining	Nº de pessoas	Tubo + Copo
VD002	02/03/2020	912719	IE81000011331	VAL AIN QUADRA PN FC11 G CLP1 TUB COR	82	82	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	82	2	BA050540550-BA050540464
VD002	02/03/2020	910640	IE81000007130	VAL AEX DD TOP/ZAF V2 FC12 G CL A2 P1	675	675	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	675	2	BA050540550-BA0500000204
VD002	02/03/2020	912634	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	585	585	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	585	2	BA050540550-BA0500000204
VD002	04/03/2020	912720	IE05000852129	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6	256	256	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	256	2	BA5000000190-BA050540464
VD002	03/03/2020	912721	CD05000500210	MEC FAST INT INDY H6 T6 AZOR ALFA FIN	208	208	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	208	3	BA5000000190-BA50000012241
VD002	05/03/2020	911709	IE81000525124	VAL AEX DD AUT 9L FC9 G CL A1 P2	50	50	COMPLETO	0	Released	05/03/2020	50	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	03/03/2020	912730	CE05000501021	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6 PORT	10	10	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	10	3	BA5000000190-BA050540464
VD002	02/03/2020	912664	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	675	675	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	675	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	05/03/2020	912723	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	46	46	COMPLETO	0	Planned	05/03/2020	46	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	04/03/2020	912150	IE05000852129	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6	100	100	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	100	2	BA5000000190-BA050540464
VD002	03/03/2020	909206	CD05000500210	MEC FAST INT INDY H6 T6 AZOR ALFA FIN	2500	2500	COMPLETO	2400	Started	03/03/2020	100	3	BA5000000190-BA50000012241
VD002	04/03/2020	910928	IE53000042086	VAL AIN SPEED DD PN UK FC18 A2	248	248	COMPLETO	230	Started	04/03/2020	18	2	BA50000013069-BA5000000204
VD002	03/03/2020	911803	IE53000013176	VAL AIN SPEED DD PN FC15 A2	50	50	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	50	2	BA50000013069-BA5000000204
VD002	03/03/2020	909204	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	680	680	COMPLETO	680	Started	03/03/2020	0	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	04/03/2020	912691	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	54	54	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	54	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	04/03/2020	912693	IE05000852129	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6	384	384	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	384	2	BA5000000190-BA050540464
VD002	03/03/2020	912726	CD05000500210	MEC FAST INT INDY H6 T6 AZOR ALFA FIN	1275	1275	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	1275	3	BA5000000190-BA50000012241
VD002	05/03/2020	910672	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1000	1000	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	1000	1	BA050540550-BA050540464
VD002	05/03/2020	912688	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1020	1020	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	1020	1	BA050540550-BA050540464
VD002	06/03/2020	912680	IE81000525122	VAL AEX DD AUT 6L G P11-A4 CF P1	1625	1625	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	1625	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	06/03/2020	907900	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	3920	3920	PARCIAL	574	Started	06/03/2020	3346	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	05/03/2020	912672	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	733	733	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	733	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	06/03/2020	912718	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	600	600	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	600	1	BA050540550-BA50000881358
VD002	05/03/2020	912671	IE82000525000	VAL AEX DI P2	983	983	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	983	1	BA050540550-BA050540464
VD002	05/03/2020	910654	IE81000525122	VAL AEX DD AUT 6L G P11-A4 CF P1	240	240	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	240	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	06/03/2020	910285	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	100	100	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	100	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	06/03/2020	910668	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	40	40	SEM STOCK	40	Started	06/03/2020	0	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	07/03/2020	912659	CD05000501034	MEC POU5 REGU ECO T6 UB3R 3/8P SD	1000	1000	SEM STOCK	0	Planned	07/03/2020	1000	3	BA5000000190-BA050540464
VD002	07/03/2020	912658	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	100	100	SEM STOCK	0	Planned	07/03/2020	100	3	BA5000000190-BA5000000206

Figura 47 - Planeamento enviado pelo departamento do planeamento para a linha V2

Work Center No	Earliest Start Date	Order No	Part No	Part Description	Ordenar	Lot Size	Component Stock	Qty Complete	Shop Order Status	Finish Date	Qty Remaining	Nº de pessoas	Tubo + Copo
VD002	02/03/2020	912719	IE81000011331	VAL AIN QUADRA PN FC11 G CLP1 TUB COR	82	82	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	82	2	BA050540550-BA050540464
VD002	02/03/2020	910640	IE81000007130	VAL AEX DD TOP/ZAF V2 FC12 G CL A2 P1	675	675	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	675	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	02/03/2020	912634	IE81000880232	VAL AEX DD 2010 6L FC9 G CF A2 P2	585	585	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	585	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	05/03/2020	911709	IE81000525124	VAL AEX DD AUT 9L FC9 G CL A1 P2	50	50	COMPLETO	0	Released	05/03/2020	50	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	05/03/2020	912723	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	46	46	COMPLETO	0	Planned	05/03/2020	46	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	04/03/2020	912691	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	54	54	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	54	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	04/03/2020	912720	IE05000852129	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6	256	256	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	256	2	BA5000000190-BA050540464
VD002	03/03/2020	912730	CE05000501021	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6 PORT	10	10	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	10	3	BA5000000190-BA050540464
VD002	04/03/2020	912150	IE05000852129	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6	100	100	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	100	2	BA050540550-BA050540464
VD002	04/03/2020	912693	IE05000852129	VAL POU5 ECO REG MEC DS T6	384	384	COMPLETO	0	Planned	04/03/2020	384	2	BA5000000190-BA050540464
VD002	02/03/2020	912664	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	675	675	COMPLETO	0	Planned	02/03/2020	675	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	03/03/2020	909204	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	680	680	COMPLETO	680	Started	03/03/2020	0	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	03/03/2020	912721	CD05000500210	MEC FAST INT INDY H6 T6 AZOR ALFA FIN	208	208	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	208	3	BA5000000190-BA50000012241
VD002	03/03/2020	909206	CD05000500210	MEC FAST INT INDY H6 T6 AZOR ALFA FIN	2500	2500	COMPLETO	2400	Started	03/03/2020	100	3	BA5000000190-BA50000012241
VD002	03/03/2020	912726	CD05000500210	MEC FAST INT INDY H6 T6 AZOR ALFA FIN	1275	1275	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	1275	3	BA5000000190-BA50000012241
VD002	04/03/2020	910928	IE53000042086	VAL AIN SPEED DD PN UK FC18 A2	248	248	COMPLETO	230	Started	04/03/2020	18	2	BA50000013069-BA5000000204
VD002	03/03/2020	911803	IE53000013176	VAL AIN SPEED DD PN FC15 A2	50	50	COMPLETO	0	Planned	03/03/2020	50	2	BA50000013069-BA5000000204
VD002	05/03/2020	910672	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1000	1000	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	1000	1	BA050540550-BA050540464
VD002	05/03/2020	912688	IE82000525000	VAL AEX DI P2	1020	1020	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	1020	1	BA050540550-BA050540464
VD002	06/03/2020	912671	IE82000525000	VAL AEX DI P2	983	983	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	983	1	BA050540550-BA050540464
VD002	06/03/2020	912680	IE81000525122	VAL AEX DD AUT 6L G P11-A4 CF P1	1625	1625	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	1625	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	05/03/2020	910654	IE81000525122	VAL AEX DD AUT 6L G P11-A4 CF P1	240	240	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	240	2	BA050540550-BA5000000204
VD002	05/03/2020	912672	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	733	733	PARCIAL	0	Planned	05/03/2020	733	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	06/03/2020	912718	IE82000881490	VAL AEX DI AE104 6L P1	600	600	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	600	1	BA050540550-BA50000881358
VD002	06/03/2020	907900	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	3920	3920	PARCIAL	574	Started	06/03/2020	3346	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	06/03/2020	910285	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	100	100	PARCIAL	0	Planned	06/03/2020	100	3	BA5000000190-BA5000000206
VD002	06/03/2020	910668	IE81000880567	VAL AEX AE102 DD LAT FC15 CL G P1	40	40	SEM STOCK	40	Started	06/03/2020	0	2	BA050540550-BA50000881358
VD002	07/03/2020	912659	CD05000501034	MEC POU5 REGU ECO T6 UB3R 3/8P SD	1000	1000	SEM STOCK	0	Planned	07/03/2020	1000	3	BA5000000190-BA050540464
VD002	07/03/2020	912658	CD05000111244	MEC ECO T11 + UB3R S/MANIP ARCH	100	100	SEM STOCK	0	Planned	07/03/2020	100	3	BA5000000190-BA5000000206

Figura 48 - Planeamento na linha V1 após a utilização da MACRO