

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Juliana Filipa Fernandes da Silva

**Análise e melhoria de uma unidade de
produção do ramo automóvel**

Tese de Mestrado Integrado
Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efectuado sob orientação de:
Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho
Engenheira Carla Alexandra Pereira Nogueira

Outubro 2011

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus orientadores, professor Dinis Carvalho e Carla Nogueira que me acompanharam neste percurso final, e que foram essenciais para a realização deste projecto.

Agradeço, também à entidade Faurecia, que me deu a oportunidade de desenvolver este projecto.

Agradeço também a todos os que, de forma directa ou indirecta, foram intervenientes no projecto, desde operadores, supervisores, manutenção e engenharia, que me deram todo o suporte que necessitei.

Gostaria de agradecer a todos os professores que fizeram parte do meu percurso académico, aos meus pais (que me educaram e me deram a possibilidade de estudar) e amigos, que me acompanharam nesta jornada e que em algum momento foram importantes para o meu desenvolvimento académico, profissional e pessoal.

A todos o meu **MUITO OBRIGADO!**



Análise e melhoria de uma unidade de produção do ramo automóvel

Resumo

Este projecto de dissertação de mestrado decorreu numa das fábricas da multinacional Francesa, Faurecia, Assentos Automóvel, Lda, situada em São João da Madeira. O projecto proposto encontra-se inserido na política de melhoria contínua da empresa, onde o objectivo principal é analisar, diagnosticar e melhorar o desempenho de uma unidade produtiva, com o auxílio da implementação dos conceitos, princípios, práticas e ferramentas associadas ao *Lean Thinking*, que se encontram inerentes ao sistema de excelência da Faurecia.

Os objectivos definidos, foram a redução das movimentações e dos transportes, a simplificação dos fluxos de materiais, a implementação de fluxo tenso (*pull production*), a redução do tempo nas mudanças de ferramentas e a redução dos inventários e do Lead Time, aumento da produtividade.

A metodologia seguida na dissertação teve início na revisão bibliográfica, depois realizou-se uma análise da unidade produtiva, onde se utilizou o *Material and Information Flow Diagram* (MIFD). No diagnóstico utilizaram-se o Lead Time (LT), a produtividade, o *Work In Process* (WIP) e m^2 . A fase seguinte foi a de implementação das acções de melhoria, através da realização de Workshops SMED, e da implementação de Kanban de Produção e redimensionamento do Kanban de Abastecimento.

Foi alcançada a simplificação dos fluxos de materiais, e um ganho de 75 m^2 , com a alteração do layout. Outro resultado alcançado foi a redução do tempo de troca de ferramenta, de 58% em quatro equipamentos, e em 67% num equipamento.

Conseguiu reduzir-se o stock de matéria-prima em 0,87%, o valor de stock de WIP em 42%, e o de Produto acabado em 93% do seu valor inicial. Quanto ao valor de *Lead Time* (LT) de Matéria-Prima obteve-se uma redução de 39,92%, o Lead Time (LT) do processo diminuiu em 19,99%, quanto ao valor de Lead Time (LT) de WIP obteve-se uma redução de 63,94%, e o valor de Lead Time do Produto Acabado, comparado com o inicial, conseguiu-se uma redução de 94,69%. Analisando globalmente, o *Lead Time* (LT) total, teve um ganho de 55,15%, ou seja, o valor de LT antes das alterações e melhorias efectuadas era igual a 236,38 horas, enquanto o valor da situação actual (depois das melhorias implementadas) é igual a 106,02 horas.

Obteve-se uma diminuição dos tempos de ciclo e conseqüente melhoria da capacidade produtiva, em cerca de 8%.

Desta forma conclui-se que os objectivos foram cumpridos com distinção.



Analysis and improvement at a production unit in the Automotive Industry

Abstract

This dissertation project was held in one of the factories of the French multinational Faurecia, Automotive Seating, Ltd, located in São João da Madeira. The proposed project is inserted in continuous improvement policy of the company, where the main purpose is analyze, diagnose and improve the performance of a production unit, with the help of implementation of concepts, principles, practices and tools associated with lean thinking, which are inherent in the Faurecia Excellence System.

The objectives were to reduce the movement and transport, facilitating the flow of materials, the implementation of pull production, reduction of change over time, increase productivity, and reduced inventories and lead time.

The approach began in the dissertation literature review, after was performed an analysis of the production unit. In this analysis was used the tool Material and Information Flow Diagram (MIFD). In the diagnosis were used the Lead Time (LT) and productivity, the Work In Process (WIP) and the free area. The next phase was the implementation of improvement actions, by conducting workshops SMED and implementation of Production and supply Kanban.

Was achieved the simplification of material flow, and a gain of 75,286 m² in changing of the layout. Another result was reached to reduce the change over time by 58% in some the equipments, and 67% in one of the equipments of the production unit that have change over.

The implemented actions were able to reduce the stock of raw material in 0.87%, the stock of WIP by 42% and the finish good in 93% of its initial value. It also were reduced the value of Lead Time (LT) of Raw Material by 39,92%, the Lead Time (LT) of process decreased by 19,99%, the value of Lead Time (LT) of WIP obtained a reduction of 63.94%. Looking globally, the value of total Lead Time (LT) had a gain of 55,15%, i.e., the value of LT before the improvements made was equal to 236.38 hours, while the value of the current situation (after improvements implemented) is equal to 106.02 hours.

We obtained a reduction of cycle times and improve the productive capacity resulting in about 8%.

Thus we conclude that the objectives have been met with distinction.



Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Siglas e Abreviaturas.....	xix
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação.....	2
1.3 Objectivos.....	2
1.4 Metodologia.....	3
1.4.1 Definição do processo de investigação.....	3
1.4.2 Planeamento da pesquisa de literatura.....	4
1.4.3 Metodologia das diferentes fases da dissertação.....	7
1.5 Estrutura de Dissertação.....	7
2 Descrição da unidade de produção.....	9
2.1 Caracterização/ descrição da empresa.....	9
2.1.1 Filosofia da empresa.....	11
2.1.2 Sistema de excelência Faurecia.....	12
2.1.3 Organização.....	14
2.2 Enquadramento da unidade de produção.....	14
3 Revisão bibliográfica.....	15
3.1 Enquadramento do tema.....	15
3.2 História do lean manufacturing.....	15
3.3 Conceitos fundamentais.....	17
3.4 Identificação dos 7 Desperdícios.....	17
3.5 Princípios do lean manufacturing.....	19
3.6 Ferramentas utilizadas na dissertação.....	22
3.6.1 Geração de Ideias.....	22

3.6.2	Mapeamento do Processo.....	22
3.6.3	Kanban	23
3.6.4	Controlo Visual	23
3.6.5	Standard de Trabalho	23
3.6.6	5S.....	24
3.6.7	SMED.....	24
3.7	Configuração do layout.....	27
3.8	Análise do desempenho de sistemas de produção	28
4	Caracterização e diagnóstico da unidade produtiva.....	31
4.1	Apresentação do Layout	31
4.2	Produto.....	31
4.3	BOM – Bill Of Materials	33
4.4	Descrição dos equipamentos.....	34
4.5	Caracterização dos fluxos	36
4.6	MIFD/MIFA.....	40
4.7	Pedido do Cliente	47
4.8	Cálculo do Lead Time.....	48
4.9	Problemas e desperdícios.....	56
5	Acções de melhoria.....	57
5.1	Workshop: Simplificação dos Fluxos.....	57
5.2	Alteração de fluxo de produção.....	60
5.3	Workshop SMED: Redução do Tempo Troca de Ferramenta	61
5.4	Redimensionamento kanban de abastecimento.....	63
5.5	Implementação de kanban de produção	66
6	Resultados.....	73
6.1	Simplificação dos fluxos de materiais.....	73
6.2	Ganhos dos workshops SMED	73
6.3	Resultados de implementação do kanban	74
6.3.1	Stock matéria-prima, WIP e produto acabado.....	74



6.3.2	Resultado do Lead Time (LT)	75
6.4	MIFD: Material and Information Flow Diagram.....	78
7	Conclusões	81
7.1	Dificuldades encontradas na realização do Projecto	82
7.2	Propostas para Trabalho Futuro.....	82
	Referências Bibliográficas	83
	Anexos	88
Anexo 1.	BOM's – Bill of Materials	89
Anexo 2.	MIFD Inicial	91
Anexo 3.	Alternativas da Configuração do Layout.....	92
Anexo 4.	Fluxo de Material Inicial VS Actual	94
Anexo 5.	Cálculos dimensionamento Kanban de Produção	96
	Dimensionamento M06.1.....	96
	Dimensionamento M06.2.....	98
	Dimensionamento M07.....	101
	Dimensionamento M08.....	103
	Dimensionamento M09.1.....	106
	Dimensionamento M09.2.....	108
	Dimensionamento M09.3.....	109
	Dimensionamento M10.....	109
	Dimensionamento M11 e M12.....	110
Anexo 6.	MIFD Actual.....	111

Índice de Figuras

Figura 1.1: Árvore de relevância.....	6
Figura 2.1: Representação geográfica dos países onde a Faurecia está representada (fonte: Faurecia, 2010).....	10
Figura 2.3: Vendas em 2009 grupo Faurecia (fonte: Faaurecia, 2011)	10
Figura 2.4: Localização das empresas Faurecia em Portugal (Fonte: Faurecia, 2011).....	10
Figura 2.5: Produto do grupo de negócios assentos automóveis (Fonte: Faurecia, 2010)	11
Figura 2.6: Produtos Faurecia Metal (Fonte: Faurecia, 2011)	11
Figura 2.7. Pirâmide do FES (Faurecia, 2010).....	13
Figura 2.8: Organização da produção (fonte: Faurecia, 2010).....	14
Figura 3.1: Representação casa <i>Toyota Production System</i> (Fonte: Google Imagens, 2011)	19
Figura 3.2: SMED (Fonte: Shingo (2000) citado em Sugai et al, 2007)	26
Figura 4.1: Conjuntos de anteparas	31
Figura 4.1:Layout das Preparatórias PQ25.....	32
Figura 4.5: Representação dos fluxos de material.....	36
Figura 4.6: Diagrama do fluxo do processo	37
Figura 4.7: MIFD Inicial Preparatórias PQ25.....	41
Figura 4.8: Informação nos blocos constituintes do MIFD	43
Figura 4.9:MIFA Inicial.....	45
Figura 5.1:Localização no layout da fábrica do espaço para a GAP das Preparatórias PQ25.....	58
Figura 5.2: Layout actual	59
Figura 5.3: Representação dos fluxos de material.....	59
Figura 5.4: Representação gráfica dos resultados da alteração da ferramenta da M10.....	60
Figura 5.5: Alteração na BOM da referência de PA Conjunto de Anteparas para AF 4P Esquerdo	60
Figura 5.6: Alteração na BOM da referência de PA Conjunto de Anteparas para AF 4P Direito.....	61
Figura 5.7: Localização do suporte das ferramentas para cada equipamento.....	61
Figura 5.8: Identificação visual das ferramentas por referência.....	62
Figura 5.9: Carta kanban de abastecimento	66
Figura 5.10: Dimensionamento kanban para Biela Frontal Interior.....	67
Figura 5.11: Dimensionamento do shopstock do produto acabado	70
Figura 5.12: Carta Kanban de Produção	71
Figura 6.1: MIFD Actual Preparatórias PQ25.....	79
Figura A0.3: Formato de Apresentação do MIFD Inicial.....	91

Figura A0.4: Configuração Layout equacionada (A).....	92
Figura A0.5: Configuração Layout equacionada (B)	92
Figura A0.6: Configuração Layout equacionada (C)	93
Figura A0.7: Representação Fluxos de Material no Layout inicia.....	94
Figura A0.8: Representação dos Fluxos de Material no Layout Actual.....	95
Figura A0.9: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Frontal Interior/Exterior (M06.1).	96
Figura A0.10: Dimensionamento Kanban Produção Subconjunto Sector Dentado (M06.1)	97
Figura A0.11: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Equipada Esquerda/Direita (M06.1).....	97
Figura A0.12: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M06.2).....	98
Figura A0.13: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Interior Direita/Esquerda (M06.2).....	99
Figura A0.14: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Reforço de Antepara Esquerda/Direita (M06.2).....	100
Figura A0.15: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M07).....	101
Figura A0.16: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Interior Direita/Esquerda (M07).....	102
Figura A0.17: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Sector Dentado Exterior Direita/Esquerda (M08).....	103
Figura A0.18: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Frontal Exterior Direita/Esquerda Rebitada (M08).....	104
Figura A0.19: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Frontal Interior Direita/Esquerda Rebitada (M08).....	105
Figura A0.20: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M09.1).....	106
Figura A0.21: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Interior Direita/Esquerda (M09.1).....	107
Figura A0.22: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Reforço Antepara Direita/Esquerda (M09.1).....	108
Figura A0.23: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Antepara Direita+Esquerda (M09.2)	108



Figura A0.24: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Antepara + Reforço (Direita+Esquerda) (M09.3).....	109
Figura A0.25: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Anteparas Exterior e Interior Direita/Esquerda (M10).....	109
Figura A0.26: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M10).....	110
Figura A0.27: Dimensionamento Kanban Produção Conjuntos Antepara para AF 4P Esquerda/Direita (M11+M12).....	110
Figura A0.28: Formato de Apresentação MIFD Actual.....	111



Índice de Tabelas

Tabela 1.1: Resultado do <i>brainstorming</i>	5
Tabela 3.1: Vantagens e desvantagens dos arranjos físicos (Fonte: Torres (2001) citado em Viveiros, 2005).....	28
Tabela 4.1: Representação da lista de materiais Conjunto de Anteparas Exterior e Interior para AF Esquerdo.....	33
Tabela 4.2: Representação da lista de materiais Conjunto de Anteparas Exterior e Interior para AF Direito	34
Tabela 4.3: Identificação e descrição dos equipamentos	35
Tabela 4.4: Acções de melhoria identificadas no MIFA	43
Tabela 4.5: Pedido do Cliente	47
Tabela 4.6: Produção diária.....	47
Tabela 4.7: identificação dos componentes e quantidades definidas.....	50
Tabela 4.8: Cálculo do <i>Lead Time</i> (LT) matéria-prima.....	51
Tabela 4.9: Valores de stock produto semi-acabado e produto acabado.....	52
Tabela 4.10: Identificação e caracterização dos subconjuntos	54
Tabela 4.11: Cálculo do <i>Lead Time</i> (LT) subconjuntos e produto final.....	55
Tabela 4.12: Resumo dos Valores de LT	56
Tabela 5.1: Pedido do cliente.....	63
Tabela 5.2: <i>Tack Time</i> (TT)	63
Tabela 5.3: PDP Preparatórias PQ25	64
Tabela 5.4: Dimensionamento Kanban de Abastecimento	65
Tabela 5.5: Caracterização dos Produtos Semi-acabados e Acabados.....	68
Tabela 5.6: Resumo do dimensionamento do kanban de produção	72
Tabela 6.1: Tempos de troca de ferramenta.....	74
Tabela 6.2: Ganhos de stock de matéria-prima.....	74
Tabela 6.3: Ganhos de stock de WIP e produto acabado	75
Tabela 6.4: Cálculo <i>Lead Time</i> (LT) Matéria-prima.....	76
Tabela 6.5: Cálculo do <i>Lead Time</i> (LT) para o Processo, WIP e Produto Acabado.....	77
Tabela 6.6: Resumo Resultados <i>Lead Time</i> (LT).....	78
Tabela A0.1: Lista de materiais conjunto antepara AF 4P esquerdo	89
Tabela A0.2: Lista de materiais conjunto antepara AF 4P direito.....	90





Lista de siglas, abreviaturas e acrónimos

AF – Assentos da Frente

FES – *Faurecia Excellence System* (Sistema de Excelência Faurecia)

GAP – Grupo Autónomo de Produção

I&D – Investigação e Desenvolvimento

JIT – *Just In Time*

LM – *Lean Manufacturing*

LT – *Lead Time*

MI – Metodologias de Investigação

MIEGI – Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

MIFA - Material and Information Flow Analysis

MIFD – Material and Information Flow Diagram

PDCA – Plan Do Check Act

PPH – *Parts per Person per Hour* (Peças/Hora/Homem)

PDP – Programa Diário de Produção

SMED – *Single Minute Exchange Die*

TC – Tempo de Ciclo

TPS – *Toyota Production System*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TT – *Tack Time*

UAP – Unidade Autónoma de Produção

U.C. – Unidade Curricular

U.P. – Unidade de Produção

SMED – *Single Minute Exchange Die*

VSM - Value Stream Map

WIP – *Work In Process*

4P – 4 Portas

1 Introdução

O presente relatório descreve e reflecte o trabalho realizado para a dissertação ramo de especialização Engenharia Industrial, do curso Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial.

A introdução é composta pelo enquadramento, pela motivação e os objectivos do projecto. Sendo o último ponto deste capítulo a descrição da estrutura do relatório.

1.1 Enquadramento

Analisando a sociedade actual verifica-se que esta é uma época em que o crescimento da economia e da globalização, e as mudanças da sociedade, que são cada vez maiores e mais rápidas, forçam as empresas a desenvolverem a flexibilidade e a melhorar a sua estrutura, sendo imposto a procura da melhoria contínua para os seus produtos e processos. Isto acontece para que as empresas possam adaptar-se de forma mais ágil ao ambiente e evitarem desperdícios, levando ao aumento da produtividade e conseqüentemente às melhorias de competitividade (Viveiros, 2005); (Womack and Jones, 2003).

A indústria automóvel, indústria onde a empresa, em que o projecto se realiza, está inserida, detém actualmente um peso de 7% do PIB, de 25% no total das exportações nacionais, de 4% no emprego e de 18% no investimento estrangeiro da indústria transformadora. Esta indústria, caracteriza-se como sendo uma indústria altamente competitiva, com características oligopolistas (mercado em que só há um pequeno número de vendedores para uma multidão de compradores) e globalizada, mas sujeita a especificações de carácter regional, onde imperam fortes movimentos e fusões e aquisições, o que tem induzido mudanças estratégicas de fundo quer ao nível de construtores de veículos quer na respectiva estrutura de fornecedores. Além disso é uma indústria que atravessa horizontalmente diversos sectores de actividade desde a têxtil à metalomecânica, lidando com a multiplicidade de tecnologias, competências e processos organizacionais com vista à produção de componentes, módulos e sistemas numa lógica de produto complexo, global e integrado. (Felizardo, R; Selada, C., 2011)

Este projecto de dissertação de mestrado decorre numa das fábricas da multinacional Francesa, Faurecia, Assentos Automóvel, Lda, situada em São João da Madeira – Fábrica Metálica, onde o produto final é a estrutura metálica dos assentos e encostos automóvel.

A Faurecia procura a melhoria contínua, redução dos custos operacionais, eliminação de desperdícios, de forma a criar valor para os seus clientes, colaboradores e accionistas, tudo isto através da implementação do sistema de excelência Faurecia (FES – *Faurecia Excellence System*), que em muitos

dos seus objectivos e ferramentas de melhoria se baseia no Sistema Toyota de Produção (TPS – *Toyota Production System*).

O FES pretende proporcionar uma visão abrangente da forma como a Faurecia deve funcionar, na sequência da implementação e do aperfeiçoamento contínuo dos seus processos essenciais, permitir uma abordagem estruturada à concretização da visão, e integrar ferramentas e técnicas concebidas para ajudar cada um dos colaboradores a progredir e a contribuir para o sucesso do grupo (Faurecia, 2010).

O projecto proposto pela empresa para a realização da dissertação encontra-se inserido na política de melhoria contínua da empresa.

Mais especificamente, o projecto irá debruçar-se sobre uma unidade de produção da empresa, designada internamente por Preparatórias PQ25, produz Anteparas Esquerdas e Direitas para os assentos 4 portas, onde serão analisados e diagnosticados os principais desperdícios de forma a sugerir alterações que os eliminem e melhorem a produtividade, assim como o ambiente de trabalho.

Sendo assim, o tema da dissertação é “Análise, e Melhoria de Unidade de Produção do ramo automóvel”, de forma a responder à pergunta de investigação: “Existem melhorias significativas de desempenho da unidade produtiva com a implementação das acções de melhoria propostas no projecto?”

1.2 Motivação

Como já foi referido, anteriormente, a Faurecia opera na indústria automóvel, que é uma das indústrias mais competitivas, o que por si só é um factor de motivação para o desenvolvimento deste trabalho.

Outro factor de motivação é conseguir aplicar ferramentas e ideologias da metodologia *Lean Manufacturing*, tendo assim a oportunidade de implementar as ferramentas que tanto foram discutidas e no decorrer do curso.

A área onde se encontra localizada a unidade de produção, Preparatórias PQ25, é necessária para a colocação de uma nova linha de montagem da unidade de produção PQ25, sendo esta mais uma motivação para o decorrer do projecto.

1.3 Objectivos

O objectivo do projecto é analisar, diagnosticar e melhorar o desempenho da unidade produtiva (Preparatórias PQ25), com o auxílio da implementação dos princípios e ferramentas *lean*, que se encontram inerentes no sistema de excelência da Faurecia. Do objectivo principal, consegue-se desdobrar os seguintes objectivos:



- Redução das movimentações e dos transportes;
- Simplificação dos fluxos de materiais;
- Implementação de fluxo tenso (*pull production*);
- Redução do tempo nas mudanças de ferramentas;
- Redução dos inventários e do Lead Time;
- Aumento da Produtividade.

Os objectivos definidos para o projecto, enquadram-se no âmbito da melhoria contínua e na eliminação do desperdício, dois pontos fulcrais quando se fala em flexibilidade e competitividade.

1.4 Metodologia

Segue-se a descrição de qual a metodologia seguida ao longo da dissertação.

1.4.1 Definição do processo de investigação

A primeira fase do trabalho passa pela escolha do tema. A formação em metodologias de investigação é uma ferramenta que auxilia o desenvolvimento de qualquer tipo de investigação, como por exemplo as teses de mestrado ou doutoramento. Para além de auxiliar no desenvolvimento da análise de literatura e do pensamento crítico, ajuda também na compreensão das etapas do processo de investigação que o investigador terá de percorrer.

As filosofias de investigação que mais se adequam à dissertação são, o pragmatismo, que argumenta que o que deve determinar a filosofia de investigação a adoptar é a pergunta de investigação, e o funcionalismo que coloca a ênfase na racionalidade, o projecto de investigação é centrado num estudo de avaliação (Saunders et al, 2007).

A abordagem seleccionada foi a abordagem dedutiva, onde é desenvolvida uma teoria e hipóteses, assim como é desenvolvida uma estratégia de investigação planeada para testar as hipóteses, onde se cria uma estrutura conceptual ou teórica em que se testa subsequentemente com dados.

A escolha da estratégia de investigação será guiada pela pergunta de investigação e objectivos, do conhecimento que se tem, do tempo e de outros tipos de recursos disponíveis. A estratégia não deverá ser tida como mutuamente exclusiva, sendo possível usar um conjunto de estratégias. A estratégia de investigação seleccionada foi a Acção de Investigação (Action Research) caracterizada por quatro aspectos principais: possui uma investigação activa, e não uma investigação da acção; existe envolvimento de trabalhadores e não apenas do investigador, criando-se um ambiente de colaboração entre ambos; possui uma natureza iterativa do processo de diagnóstico, planeamento, tomar a acção e

avaliação. Distingue-se das outras abordagens pela ênfase na acção e na promoção de “mudança de organização” (Araújo, 2009).

Para a recolha de dados serão seguidos os multi-métodos, que significam que poderão ser servidos diferentes propósitos e que a triangulação dos resultados fica facilitada.

1.4.2 Planeamento da pesquisa de literatura

Uma análise crítica da literatura é necessária para ajudar a desenvolver um entendimento do tema que se encontra relacionado com a pergunta de investigação e objectivos.

“A revisão da literatura constitui os alicerces em que se fundamenta a investigação a desenvolver”, sendo que o seu “propósito” específico irá depender da abordagem que se espera utilizar na investigação (Araújo, 2009).

Esta deverá ter claramente definido, a pergunta de investigação e objectivos e os parâmetros da sua pesquisa, de ter gerado palavras-chave e termos de pesquisa.

Quando se fala na definição dos parâmetros de pesquisa refere-se à definição da língua de pesquisa, da área de estudo, do sector de negócio, da área geográfica, do período de publicação e do tipo de literatura.

- **Língua de Publicação:** Inglês e Português;
- **Área de Estudo:** Ferramentas e Princípios do *Lean Manufacturing*;
- **Sector de Negócio:** Indústria Automóvel;
- **Área geográfica:** Europa; Ásia e América;
- **Período de Publicação:** Últimos 10 anos;
- **Tipos de Literatura:** Jornais e revistas científicas, Teses de mestrado e doutoramento.

A selecção e definição das palavras-chave são a parte mais importante do planeamento da pesquisa de literatura.

“As palavras-chave são termos básicos que descrevem as questões e objectivos da investigação e são utilizadas para pesquisar fontes terciárias” (Araújo, 2009).

As técnicas utilizadas na geração e definição das palavras-chave são o Brainstorming e a árvore de relevância.

O Brainstorming é uma técnica muito utilizada e muito útil nesta situação de geração de ideias, pode ser feito individualmente ou em grupo e é aconselhado que todas as palavras e pequenas frases que surjam



sobre o tema de investigação sejam anotadas. Depois deve analisar-se as palavras resultantes e seleccionar as mais relevantes (Araújo, 2009)

As árvores de relevância fornecem um método muito vantajoso para dar alguma estrutura ao processo de pesquisa bibliográfica e orientação ao longo do processo (Sharp and Howard, 1996 citado por Araújo, 2009). As árvores de relevância são construídas depois de realizar o Brainstorming.

O resultado do Brainstorming sobre o tema “Análise, Diagnóstico e Aplicação de Acções de Melhoria a uma Unidade de Produção numa empresa do ramo automóvel seguindo os Princípios do Lean Manufacturing”, com a pergunta de investigação “Existem melhorias significativas de desempenho da unidade produtiva com a implementação das alterações propostas no projecto?”, encontra-se na Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Resultado do *brainstorming*

Resultado do Brainstorming	
Projecto de uma Unidade Produtiva	Lean Manufacturing
Princípios Lean	Vantagens de Implementação
Layout	Production Planning
Sistemas de Produção	Ferramentas Lean
Standard Work	5S
Value Stream Map	7 Desperdícios
Avaliação do impacto da implementação de Ferramentas Lean	SMED

Efectuando uma árvore de relevância obtêm-se o esquema da Figura 1.1. Este esquema ajuda a estruturar a pesquisa para a revisão crítica da literatura.

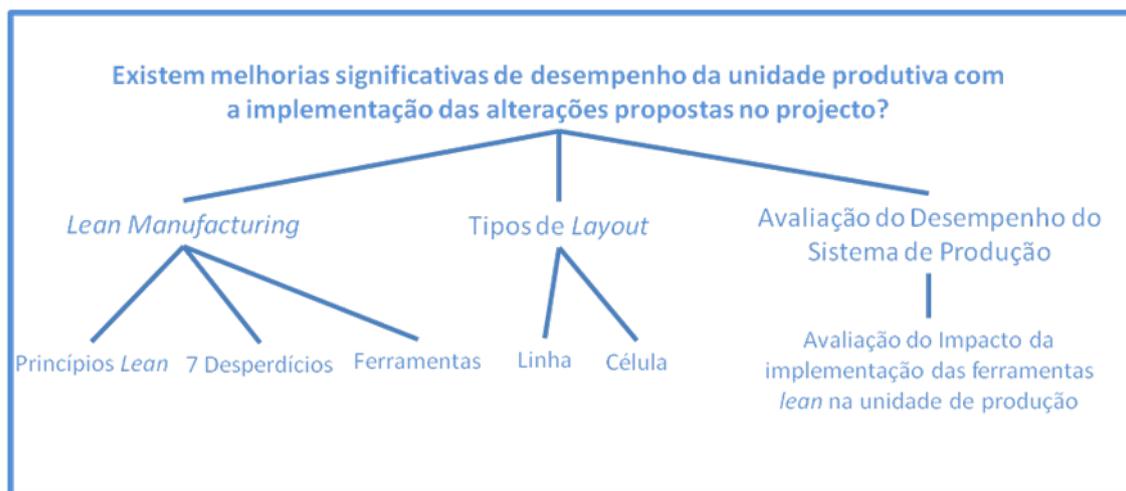


Figura 1.1: Árvore de relevância

A revisão crítica de literatura apresentará a seguinte estrutura:

- História do *Lean Manufacturing* (ou *Toyota Production System*);
- Princípios do *Lean Manufacturing*,
- Ferramentas do *Lean Manufacturing*,
- Configuração Layout;
- Avaliação de desempenho dos sistemas de produção depois da implementação de ferramentas do *Lean Manufacturing*.

As fontes bibliográficas encontram-se classificadas em 3 tipos, primárias, secundárias e terciárias.

As fontes primárias são consideradas os primeiros outputs de trabalhos, tais como relatórios e teses, algumas publicações de organismos governamentais, sendo que nesta classe estão incluídos ainda material não publicado como cartas, minutas de reuniões, etc. As fontes primárias são as mais difíceis de localizar (Araújo, 2009).

A utilização de fontes secundárias é mais importante numa revisão de literatura. Exemplos deste tipo de fontes são os livros e revistas científicas que resultam de fontes primárias.

As fontes terciárias, também conhecidas como ferramentas de pesquisa são usadas para auxiliar a localização de literatura primária ou secundária, ou para introdução de um tópico. Exemplos de fontes terciárias são os resumos, catálogos e bases de dados online.

A pesquisa bibliográfica será iniciada pela pesquisa de fontes terciárias, ou seja, serão utilizadas ferramentas de pesquisa para localizar fontes primárias e secundárias, exemplos de fontes terciárias utilizadas foram o ScienceDirect, catálogo da biblioteca da universidade do Minho e Google. Da análise de fontes primárias foram recolhidas informações de fontes secundárias.

1.4.3 Metodologia das diferentes fases da dissertação

Depois do enquadramento do projecto e definição dos objectivos a fase seguinte é a revisão bibliográfica do tema, de forma a lembrar todos os aspectos importantes e alternativas que se poderão utilizar.

O projecto iniciar-se-á com a análise e diagnóstico da unidade produtiva, Preparatórias PQ25. Para esta análise serão utilizadas ferramentas do Sistema de Excelência Faurecia (FES) que se enquadram na com as ferramentas da metodologia *Lean Manufacturing*.

A análise da unidade produtiva será feita com o auxílio do *Material and Information Flow Diagram* (MIFD), para a análise de fluxos, análise dos tempos de troca de ferramenta, do cálculo do Lead Time (LT) e cálculo de stocks de matéria-prima, produto semi-acabado e produto final.

Para o diagnóstico da unidade produtiva serão analisados alguns dos indicadores de desempenho seguidos pela empresa: produtividade, *Work In Process* (WIP), área disponível (m²) e Lead Time (LT).

A fase seguinte será a de implementar as acções de melhoria proposta, através da realização de Workshops SMED (Single Minute Exchange Die), Implementação do Kanban de Produção e Redimensionamento do Kanban de Abastecimento, e medição do desempenho da unidade produtiva comparando os resultados com a análise inicial.

1.5 Estrutura de Dissertação

Este relatório encontra-se estruturado três secções.

A primeira secção é composta pela capa, resumo, abstract os índices de conteúdos, figuras, tabelas e equações, e pela lista de siglas e abreviaturas.

A segunda e, maior secção, é composta pelo corpo de texto. O primeiro capítulo é a Introdução, onde é feito um pequeno enquadramento, descrita qual a motivação e os objectivos, e descrita a metodologia do trabalho utilizada.

No segundo capítulo é realizada a Descrição da Unidade de Produção, onde é incluída a caracterização da empresa (História, Apresentação e Filosofia da empresa, como esta se encontra organizada), e o enquadramento da unidade produtiva.

O terceiro capítulo é o da revisão bibliográfica, que é composta pelo enquadramento do tema, a sua história e princípios, a descrição das ferramentas que irão ser utilizadas no desenvolvimento do projecto e algumas análises realizadas no âmbito da Produção Lean.

O capítulo quatro é composto pela análise e diagnóstico da unidade produtiva, onde são identificados todos os desperdícios e quais as necessidades prioritárias onde se deve actuar.

O quinto capítulo descreve todas as acções de melhoria implementadas para conseguir realizar os objectivos.

O capítulo seis é composto pela descrição e enumeração de todos os resultados.

O sétimo e último capítulo desta secção, é composto pelas conclusões, a descrição de algumas dificuldades encontradas na realização do projecto e as propostas de trabalho futuro.

A terceira secção é composta pelas referências bibliográficas.

Da quarta e última secção fazem parte os anexos.



2 Descrição da unidade de produção

Neste capítulo, será apresentada a empresa, Faurecia, será descrita um pouco da sua história, filosofia e como está organizada. Poderá também ler-se a descrição da unidade de produção, Preparatórias PQ25, e dos principais problemas encontrados.

2.1 Caracterização/ descrição da empresa

Localizada em São João da Madeira, no distrito de Aveiro, a Faurecia Assentos Automóvel, Lda (Fábrica Metálica) faz parte do grupo Faurecia, multinacional francesa do ramo automóvel. A Faurecia é o 5º maior produtor de equipamento automóvel a nível mundial, e é especialista em desenvolvimento, concepção, fabrico e distribuição dos principais módulos que integram os veículos ligeiros (Faurecia, 2010).

Em Portugal o início da produção de bancos deu-se em 1962, em São João da Madeira, e as primeiras exportações ocorreram em 1973, sendo a empresa conhecida como Bertrand Faure (Faurecia, 2010).

Em 1974, passa a sociedade anónima, e em 1981 a Bertrand Faure inicia a sua participação maioritária na Molaflex. Em 1989 passa a ser designada por Bertrand Faure Portugal – Equipamentos para automóveis, SA. No ano de 2000 surge a nova designação, Faurecia, Assentos de Automóvel, Lda (Faurecia, 2010).

Actualmente a Faurecia encontra-se em 33 países (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), tem 75000 colaboradores, 38 centros de Pesquisa & Desenvolvimento e 238 fábricas. É líder em 4 grupos de negócios, e em 2010 obteve 13.8bn€ em vendas (Figura 2.2), sendo este valor distribuído pelos diferentes grupos: 33% pertencente aos Assentos de Automóveis (Faurecia, *Automotive Seating*); 35% às tecnologias de controlo de emissões (Escapes) (Faurecia, *Emissions Control Technologies*); 22% aos Sistemas de Interiores (Faurecia, *Interior Systems*); e 10% nos Exteriores de Automóveis (Faurecia, *Automotive Exteriors*).

As unidades fabris em Portugal pertencentes ao grupo Faurecia são: a Faurecia, Sistemas de Escapes Portugal, Lda em Bragança; a Faurecia, Assentos de automóvel, Lda, em São João da Madeira onde existem a Fábrica Metálica (onde irá decorrer o projecto), Fábrica Corte & Costura, Fábrica Moldados e Fábrica Estofos; em Vouzela existe a Sasal – Assentos de Automóveis S.A; em Nelas a EDA – Estofagem de Assentos, Unipessoal, Lda; em Palmela a Vampro, Palmela (AutoEuropa) (Join venture com 50% capital da Faurecia, Assentos de Automóvel, Lda, destinada à montagem de bancos em sistema Just-In-Time, com a AutoEuropa); e a Faurecia, Sistemas de Interior, também em Palmela (Faurecia, 2010).

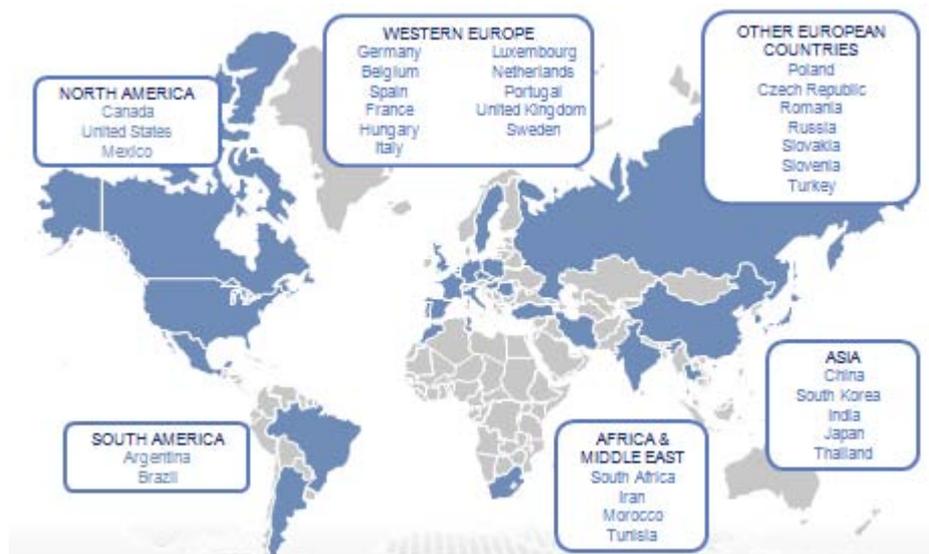


Figura 2.1: Representação geográfica dos países onde a Faurecia está representada (fonte: Faurecia, 2010)

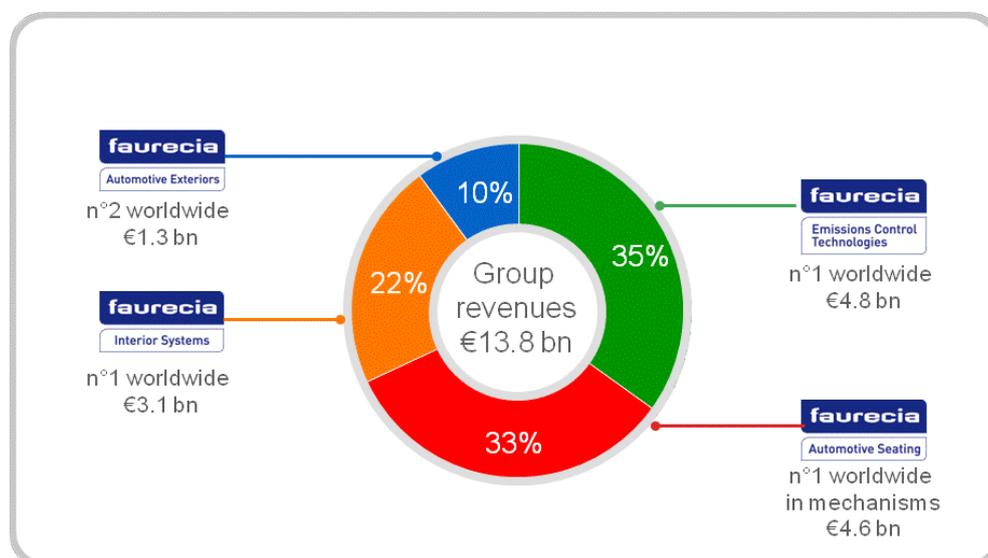


Figura 2.2: Vendas em 2009 grupo Faurecia (fonte: Faurecia, 2011)

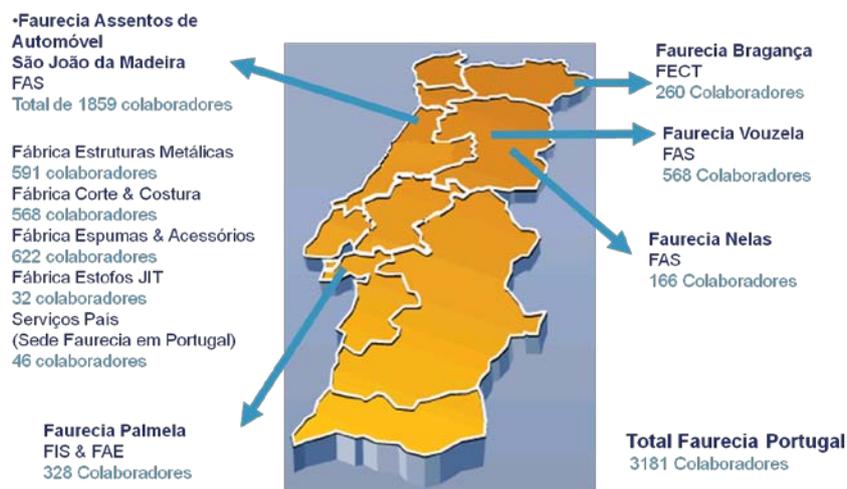


Figura 2.3: Localização das empresas Faurecia em Portugal (Fonte: Faurecia, 2011)



A Faurecia, Assentos Automóvel, Lda em São João da Madeira – Fábrica Metálica, pertence ao grupo de negócios Assentos de Automóvel. Os produtos deste grupo de negócios podem ser vistos na Figura 2.4. A empresa em questão produz estruturas metálicas dos assentos (frente/trás) e encostos (frente/trás) (Figura 2.5), articulações e corrediças (Faurecia, 2010).



Figura 2.4: Produto do grupo de negócios assentos automóveis (Fonte: Faurecia, 2010)



Figura 2.5: Produtos Faurecia Metal (Fonte: Faurecia, 2011)

Actualmente a empresa fabrica cerca de 5346 conjuntos (Assentos e Encostos) por dia, tem 591 colaboradores e um volume de vendas anual de 108 milhões €. Os clientes finais da Faurecia, são a Opel, Suzuki, Seat, Volkswagen, PSA Peugeot/Citroen, Renault e Audi (Faurecia, 2011).

2.1.1 Filosofia da empresa

Para melhor conhecer o “mundo” da Faurecia é necessário entender qual a sua filosofia e qual a cultura que implementa nas suas fábricas.

A Faurecia é especializada em desenvolvimento, concepção, fabrico e distribuição dos principais módulos que integram os veículos ligeiros, tendo como missão a criação e fornecimento de produtos, soluções técnicas e serviços inovadores de alta qualidade que promovam a competitividade dos seus

clientes e representem um valor acrescentado para os seus colaboradores e accionistas. Assumem um compromisso em termos de preservação de meio ambiente e de responsabilidade social.

A sua visão é a liderança mundial em cada uma das linhas de produtos, utilizando como estratégia a centralização dos esforços na satisfação dos clientes, tornando-se referência do mercado de equipamentos originais e servindo os principais construtores de automóveis. A Faurecia identifica como seu “objectivo a perfeição técnica e o seu motor a paixão automóvel” (Faurecia, 2010).

A Faurecia pretende proporcionar aos seus colaboradores, um ambiente estimulante, saudável e seguro, assim como, a definição do futuro individual e colectivo, vivendo os sete valores básicos do Grupo: “Iniciativa, Responsabilidade, Transparência, Motivação, Trabalho em Equipa, Rapidez e Definir o “nosso” futuro” (Faurecia, 2010).

A Empresa está empenhada em criar valor para os seus clientes, colaboradores e accionistas, alcançando a excelência em termos de Qualidade, Custos e Entregas. Para cumprir este objectivo desenvolveram o sistema FES (Faurecia Excellence System).

Dada a utilidade deste sistema para o desenvolvimento e crescimento da Faurecia, é de extrema importância a sua caracterização.

2.1.2 Sistema de excelência Faurecia

O Sistema de Excelência Faurecia que assenta em quatro pilares: Liderança, Desenvolvimento, Produção e Clientes, os quais são consolidados nas parcerias com Fornecedores e no Envolvimento dos Colaboradores. No contexto de melhoria contínua a Faurecia definiu o FES como o caminho para alcançarem os fins propostos (Faurecia, 2010).

Assenta em princípios e práticas universais reconhecidos e comprovados. As normas são continuamente melhoradas através de benchmarking (análise comparativa) e do desenvolvimento de melhores práticas. Este conjunto de metodologias e ferramentas comuns foi o caminho escolhido pela Faurecia para desenvolver as pessoas e reforçar a cultura comum (Faurecia, 2010).

O FES abrange todas as actividades da empresa, desde a Investigação e Desenvolvimento (I&D) até às vendas, passando pela produção e pelas funções de suporte. Cada indivíduo desempenha um papel activo neste sistema.

O sistema de melhoria contínua, na empresa, é representado por uma pirâmide, composta por seis subsistemas complementares sendo o topo da pirâmide a excelência, como se pode observar na Figura 2.6.



Na base da pirâmide encontra-se o envolvimento dos colaboradores (*employee empowerment*) que é tida como uma condição para o sucesso, pois a busca da melhoria contínua só é possível com um envolvimento muito activo de todos os colaboradores, a todos os níveis, chefias, pessoal técnico, técnicos especializados e operadores (Faurecia, 2010).



Figura 2.6. Pirâmide do FES (Faurecia, 2010)

A seguir ao envolvimento dos colaboradores vem a parceria com os fornecedores (*Supplier partnership*), onde o objectivo é alcançar o melhor nível na Qualidade, Custos e Entrega, integrando uma base de fornecimento global e otimizando a nossa estrutura de custos (Faurecia, 2010).

Um ponto também muito importante neste sistema, é o Cliente (*Customer*). Onde o objectivo é aliar a ambição de crescimento rentável da Faurecia, à satisfação dos seus clientes, com a finalidade de construir uma relação personalizada com cada cliente (Faurecia, 2010).

No que diz respeito à produção (*Production*), o FES tem como objectivo elevar as unidades ao mais alto nível de desempenho e competitividade à escala mundial, abrangendo a qualidade e eficiência na produção, bem como o Controlo e Logística de Produção e na Engenharia de Fabrico, através da introdução de métodos de "*Lean Manufacturing*".

O ponto Desenvolvimento (*Development*) no sistema FES, tem como objectivo a concepção de produtos inovadores que assegurem a rentabilidade. É pretendido que se antecipe as expectativas dos clientes.

A liderança (*Leadership*) tem por objectivo conseguir delinear uma visão estratégica e clara do futuro, de forma a ser implementada com sucesso, utilizando processos de controlo eficazes.

Tal como está concebido, o sistema FES é um sistema dinâmico, assente na educação e formação, bem como em auditorias e indicadores.

2.1.3 Organização

De forma a satisfazer os requisitos dos clientes e a melhorar os processos internos, a Fábrica Metálica com o envolvimento do pessoal (Employee Empowerment) (re) organizou-se em Unidades Autónomas de Produção (UAP), com o funcionamento da forma que se observa na Figura 2.7.

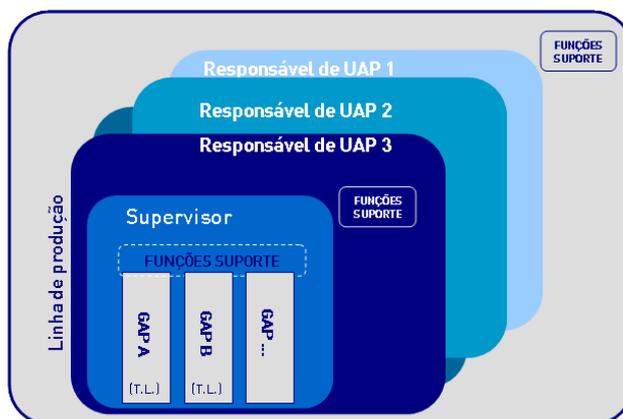


Figura 2.7: Organização da produção (fonte: Faurecia, 2010)

Cada UAP (Unidade Autónoma de Produção) é responsável por Projectos, estes são associados a clientes (Como por exemplo o Projecto PQ25 faz Assentos e Encostos para a Volkswagen, Seat e Audi). Cada projecto pode ter associado um ou mais, Grupos Autónomos de Produção (GAP). A UAP 3 possui 3 GAP: Assentos da Frente (AF) com 6 linhas de produção (Soldadura e Montagem), Encostos da Frente (EF), também esta com 6 linhas de produção e as Preparatórias, que produzem Anteparas (Figura 4.1) para os assento da frente 4 portas.

2.2 Enquadramento da unidade de produção

A unidade de produção seleccionada é designada internamente por Preparatórias PQ25. Esta unidade de produção, tem duas referências de produto final, 8353 726/732 conjunto de anteparas interior e exterior para assentos da frente esquerdos e 8353 727/733 conjunto de anteparas interior e exterior para assentos da frente direitos, que entra no processo de Soldadura dos Assentos da Frente 4 Portas da unidade de produção PQ25.

3 Revisão bibliográfica

A revisão crítica da literatura é de extrema utilidade para a realização da investigação. Para além de permitir rever os conceitos teóricos dos tópicos a focar na investigação, é neste capítulo onde se faz uma revisão de tudo o que já foi realizado até ao momento, e se pode e deve ter uma visão crítica sobre esta informação recolhida.

3.1 Enquadramento do tema

Em um clima de negócios em crescente mudança, que leva a um ambiente de produção caracterizado pelo aumento da variedade de produtos e a redução do ciclo de vida destes (Browne e Duggan, 1991) cresce também a importância de sistemas de produção flexíveis, adaptáveis e eficazes. Uma das formas mais conhecidas para tornar o sistema mais flexível é a aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing*, tema global escolhido para abordar na dissertação.

3.2 História do lean manufacturing

Os conceitos e práticas aplicadas neste projecto surgem na Toyota Motor Company após a Segunda Guerra Mundial, na altura com a designação de Toyota Production System. Nesta altura o Japão deparava-se com a necessidade de reconstruir o país depois de ter sido severamente devastado pela guerra. Por outro lado, a indústria europeia e norte-americana lideravam os mercados, pois possuíam enormes capacidades e recursos (Sebrosa, 2008), sendo que a indústria, nesta altura, baseava-se essencialmente na produção em massa. Este tipo de produção tem como características, a pequena variedade de produtos oferecida, sendo cada produto fabricado em enormes quantidades (Carvalho, 2008), permitindo altas taxas de produção por trabalhador e produtos a preços baixos. No entanto, a produção em massa recorria a processos de fabrico pouco flexíveis, ou seja, tinha pouca capacidade para se adaptarem ao que o mercado pedia, sendo um dos motivos a dificuldade da preparação de produção que implicava grandes custos, o que impedia a produção de pequenas quantidades ou unitária. Dado este contexto, as empresas sentiam a necessidade de conciliar a elevada produtividade com a produção de uma grande variedade de produtos (Poppendieck, 2002).

Na década de 1980, os conceitos desenvolvidos pela Toyota forçaram uma mudança de paradigmas na indústria automóvel tanto na Europa como na América do Norte. A produção em massa e as técnicas de gestão científica do início de 1900 foram gradualmente sendo postas de lado e substituídas pela agora denominada Produção “Lean”. Os conceitos de produção “Lean” foram amplamente adoptados na Europa e nos Estados Unidos da América, e segundo Womack, Jones e Roos (1990) esta forma de estar

na produção revolucionou completamente o mundo das empresas do ramo automóvel em todo o mundo. Como se pode observar ao longo do tempo, os princípios da Produção “Lean” ou produção magra, tornaram-se universais e têm vindo a ser aplicados com sucesso a diversas áreas (Poppendieck, 2002).

Taichii Ohno (1988), apresenta o Just in Time como um processo de fluxo, onde as partes correctas chegam à montagem no momento em que são necessárias e somente nas quantidades necessárias. Ohno defende que uma empresa que estabeleça este tipo de fluxo pode alcançar stock zero.

Actualmente, coexistem várias definições para a produção Lean. Por exemplo, Womack and Jones (1996) definem-no como uma abordagem que procura uma forma de melhor organizar e gerir os relacionamentos de uma empresa com os seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção segundo o qual cada vez mais é possível fazer mais com menos (menos equipamento, menos esforço humano, menos tempo, etc.).

Segundo Silva et al. (2006), a produção “lean” pode ser entendida como uma tentativa de aplicar o paradigma da produção em massa ao ambiente de produção repetitiva, desde as matérias-primas até à entrega do produto final. O grande objectivo desta filosofia é conciliar a elevada produtividade com a produção de uma variedade de produtos.

Outro exemplo de definição é a de Shah & Ward (2002), citada em Filho e Fernandes (2003), que dizem que a abordagem Lean engloba variedade de práticas de gestão incluindo o Just-In-Time (JIT), sistemas de qualidade, produção celular, entre outras, diz ainda que o ponto fundamental é que essas práticas devem trabalhar de forma sinérgica para criar um sistema de alta qualidade que fabrica produtos ao ritmo do desejo do cliente, sem desperdícios.

Apesar de algumas diferenças nas definições analisadas, todas concordam que a Produção Lean é uma abordagem que utiliza uma combinação de várias técnicas (por exemplo: produção em pequenos lotes, redução dos tempos de set up, redução de stocks, dar importância à qualidade, entre outras), de forma a satisfazer o cliente e minimizar as despesas para a empresa, ou seja, o princípio e também principal objectivo inerente à filosofia “Lean” é a eliminação de todo o desperdício acrescentando valor ao produto.

A essência da produção “lean” é resumida à ideia de que, quando comparado com os sistemas convencionais, necessita de menos recursos (tempo, custo, pessoal, entre outros) (Warnecke and Hüser, 1995).



3.3 Conceitos fundamentais

Para melhor acompanhar o desenvolver deste relatório e trabalho, é necessário ter conhecimento de alguns conceitos relacionados com o sistema produtivo, muito utilizados no meio industrial e acadêmico.

O *Work In Process* (WIP), representa a quantidade de artigos que se encontram em curso de fabrico, ou seja que já iniciaram o processo de fabrico mas ainda continuam no sistema à espera do próximo processamento até se tornarem produto final (Carvalho, 2006)

O *Tack Time* (TT), representa o pedido de cliente. É o tempo de referência que se utiliza para sincronizar a taxa de produção de um processo *pull* ao ritmo das vendas (Queiroz, 2011). Por exemplo, se o cliente pede 1100 produtos por dia, e o fornecedor tem disponível 21,42 horas de trabalho, o tack time é igual a 70,1 segundos (dividindo o tempo disponível pelo pedido do cliente), ou seja, a cada 70,1 segundos deverá sair um produto da unidade, caso contrário corre o risco de falhar a entrega.

O Tempo de Ciclo (TC), é o intervalo de tempo entre duas peças sucessivas, processadas por um sistema produtivo ou um posto de trabalho (Carvalho, 2006).

O *Work Content* (WC), como é denominado na Faurecia, ou o Tempo de Processamento, é o tempo em que a máquina ou posto de trabalho necessita para levar a cabo uma operação ou um conjunto de operações numa peça ou lote de peças (Carvalho, 2006)

Dando um exemplo de uma linha de montagem, que necessita de realizar 3 operações ($TOP_{.1} = 10s$; $TOP_{.2} = 8s$; $TOP_{.3} = 12s$) para montar a peça, o *Work Content* (WC) é a soma dos tempos dessas 3 operações, 30 segundos, enquanto o Tempo de Ciclo (TC) é o tempo mais elevado de operação, 12 segundos.

O *Lead Time* (LT) é o tempo desde que o material ou componente entra no sistema de produção até que sai (Gaona, 1995).

A Produtividade é uma medida de eficiência e como tal é uma razão entre o que se consegue produzir e a quantidade de recursos necessários para o fazer (Carvalho, 2006). Na Faurecia, a produtividade é representada pelo indicador PPH's (Peças/Hora/Homem).

3.4 Identificação dos 7 Desperdícios

Taichi Ohno e Shigeo Shingo definiram 7 tipos de desperdícios, definindo-os como tudo aquilo que não agrega valor ao produto (Womack and Jones, 1996, 2003).

➤ **Transportes desnecessários**

Segundo Badurdeen (2007) não importa o quão bem se realiza o transporte, dado que qualquer transporte realizado não acrescenta valor ao produto final. Desta forma, os transportes são um desperdício que se deve eliminar, estes transportes influenciam os defeitos de qualidade, alto trabalho em curso (WIP) e custos adicionais de transportes.

➤ **Superprodução ou Produção em Excesso**

A produção em excesso de produtos não necessários, representa a produção de algo antes de ser pedido é um tipo de desperdício que se encontra na maioria das organizações e que quase nunca se pensa como um. Um produto ou serviço deve ser puxado pelo cliente, os produtos extras (mais do que o necessário) representam custos. Sendo que este tipo de desperdício mantém o WIP elevado o que impede um fluxo contínuo o que leva a não qualidade do produto (Badurdeen, 2007).

➤ **Esperas**

Este tipo de desperdício é caracterizado como as esperas desnecessárias de pessoas ou produtos para começar o próximo passo. Mesmo um minuto que seja perdido em esperas não poderá ser recuperado mais à frente no processo, sendo este um dos maiores factores que contribuem para o elevado Lead Time (LT). A eliminação destas esperas contribuirá para a redução do WIP e muitos dos problemas relacionados com o WIP elevado (Badurdeen, 2007).

➤ **Stock**

O stock de matéria-prima, produto transformado à espera de ser acabado, ou produto acabado à espera de ser expedido, é resultado directo da superprodução e esperas. Todas as imperfeições do sistema de planeamento e produtivo levam a que se utilize o stock para as esconder. O stock representa dinheiro bloqueado, reduzindo a flexibilidade de produção, aumentando o tempo de troca de ferramenta entre os diferentes produtos. Esconde defeitos de qualidade, que só serão revelados quando o estrago considerável acontecer (Badurdeen, 2007).

➤ **Sobre processamento**

O sobre processamento caracteriza-se por situações em que se encontram definidas no processo de produção a descrição de operações de uma forma errada, por exemplo uma operação que poderia ser realizada em 3 passos está definida por 6.

➤ **Movimentações em Excesso**

Movimentações em excesso podem ser, por exemplo, características das pessoas enquanto estão a trabalhar, quando têm de se deslocar para procurar a ferramenta, a matéria-prima, entre outras.



➤ **Defeitos no Produto**

Todos os desperdícios acima referidos levam a este último – defeitos – e que é extremamente caro para uma organização. Pode levar desde a perda do dinheiro em componentes e produtos a perda do cliente.

Pensando teoricamente, pode dizer-se que todos os desperdícios podem ser eliminados, mas na prática (realidade) esta tarefa torna-se muito difícil de executar, devendo no entanto, ser efectuada até aos últimos esforços, de forma a aproximar-se da excelência.

3.5 Princípios do lean manufacturing

O modelo estrutural da Toyota, que assume os princípios do lean manufacturing, desenvolveu-se e foi melhorado durante anos assumindo, nos dias de hoje, a forma de uma casa. Na casa pode identificar-se os pilares da que sustentam esta metodologia, as suas ferramentas de gestão que têm como objectivo a redução do ciclo de produção viabilizando o lote unitário, sustentando-se na metodologia Kaizen, Melhoria Contínua.

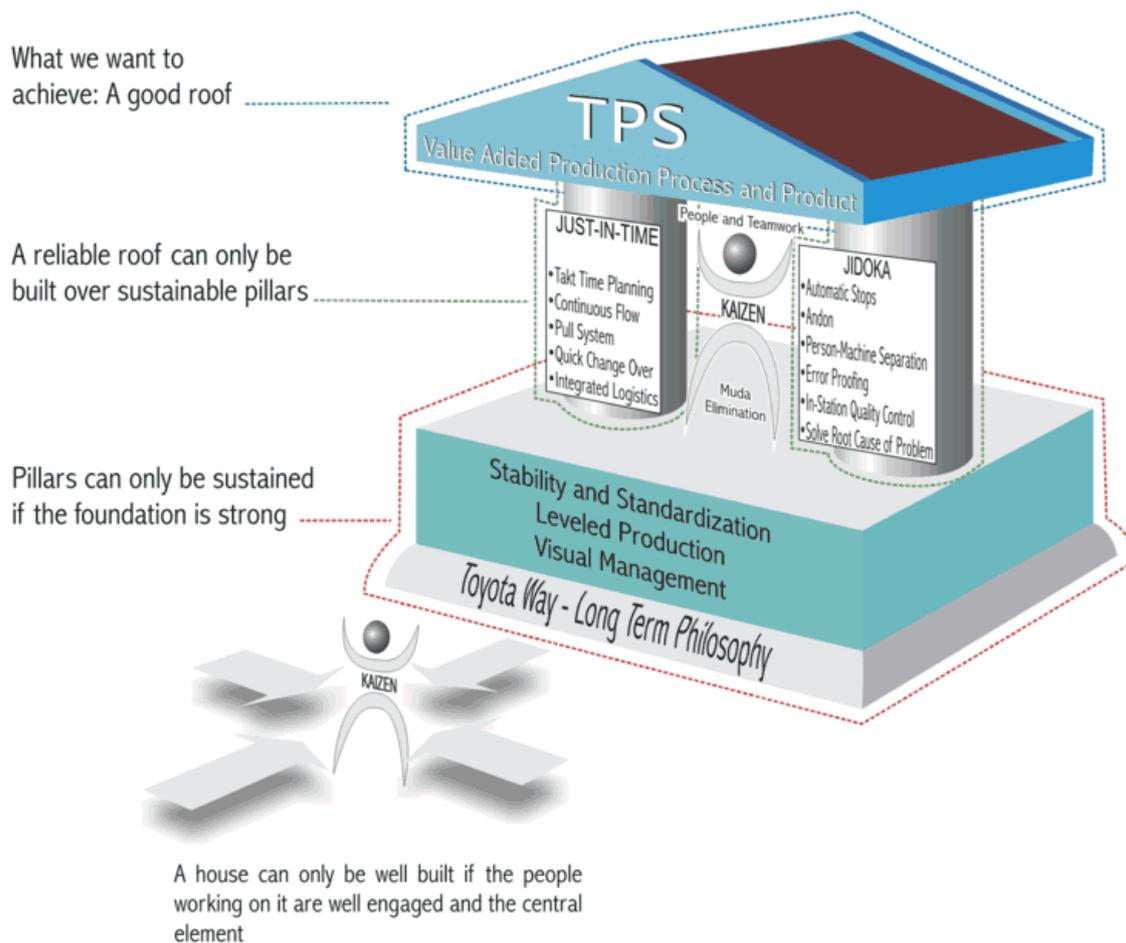


Figura 3.1: Representação casa Toyota Production System (Fonte: Google Imagens, 2011)

Na base dos princípios do Lean Manufacturing encontra-se o chamado “Lean Thinking” ou pensamento lean. O pensamento “lean” definido por Womack e Jones (1996) é a forma de especificar valor, alinhar

na melhor sequência as acções que criam valor, e realizar estas actividades sem interrupção todas as vezes que alguém as solicita e realizá-las de uma forma cada vez mais eficaz.

É também uma forma de tornar o trabalho mais estimulante, uma vez que a metodologia promove um feedback constante sobre os esforços dos trabalhadores convertem-se em valor para o cliente e consequentemente para a empresa (Womack e Jones, 2003).

Um aspecto muito importante no mundo industrial actual tem a ver com a capacidade de se perceber o que realmente o cliente aspira. O valor é determinado pelo cliente final e, por isso, todo o processo de produção de um produto deve ser analisado e optimizado sob o ponto de vista do cliente (Womack and Jones, 1996).

Outro princípio e objectivo que deve estar inerente em todas as organizações é a perfeição, e só é possível atingi-la se as pessoas da organização perceberem que é preciso estar constantemente a melhorar. Este processo de melhoramento consiste em eliminar os desperdícios e reduzir os erros, oferecendo ao cliente aquilo que ele pretende (Womack and Jones, 1996). Qualquer actividade que não adicione valor para o cliente é considerado desperdício. No entanto, há casos em que o desperdício é uma parte necessária do processo e agrega valor à empresa, como por exemplo, os controlos financeiros (Slomp et al., 2009).

Uma ilação que deve ser retirada do pensamento “lean” é que este não se pode reduzir à produção, mas deve estar por todas as partes da empresa para que a maximização do valor seja alcançada.

Resumindo, o pensamento “Lean” representa a forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, e ao mesmo tempo tornar-se cada vez mais capaz de oferecer aos clientes exactamente aquilo que desejam. O pensamento “lean” é também conhecido como o “antídoto para o desperdício (MUDA em Japonês)” (Womack and Jones, 2003).

Analisando a literatura (Womack and Jones, 1996; Badurdeen, 2007) verificaram-se a definição de 5 princípios Lean, considerados essenciais para a eliminação do desperdício.

➤ **Definir valor**

Apenas o valor justifica a existência de uma organização, o valor que as organizações geram destina-se à satisfação simultânea de todas as partes interessadas (ou stakeholders). Todas elas têm interesses e necessidades específicos e a sua satisfação resulta no valor criado pela organização (Pinto, 2008).

A produção “lean” define valor de um produto ou de um serviço do ponto de vista do cliente. Eles valorizam o produto/serviço analisando o quanto ele cumpre os seus requisitos. O valor só pode ser definido pelo cliente final (Badurdeen, 2007).



Por isso o produtor deve sempre arranjar forma de criar valor no produto eliminando tudo o que não acrescenta valor (desperdícios), tudo o que o cliente não está disposto a pagar.

➤ **Identificar todos os passos necessários para produzir o produto ao longo de toda a linha de produção, de modo a não serem gerados desperdícios (Castro e tal, 2010)**

O MIFD (Material and Information Flow Diagram) representa todas as acções para o planeamento, encomenda e produção de um produto específico. Cada passo é colocado em 3 categorias: (1) Aqueles que acrescentam valor; (2) Aqueles que não acrescentam valor mas são necessários e (3) Aqueles que não acrescentam valor e podem ser eliminados (Badurdeen, 2007).

➤ **Optimização do Fluxo**

A optimização do fluxo é muito importante, sendo o primeiro passo manter a ênfase (foco) no produto, o segundo, ignorar fronteiras do trabalho e remover os impedimentos para o fluxo contínuo do produto específico, e o terceiro passo é repensar práticas de trabalho para eliminar fluxo inverso (Badurdeen, 2007).

➤ **Sistema Pull**

A eficácia dos mecanismos pull deve-se ao facto de limitarem a quantidade de trabalhos em curso de fabrico. Segundo Bonney et al., (1999), citado em Pinto (2008), num sistema pull, o sentido do fluxo de informação é oposto ao sentido do fluxo de material. Assim, o sistema pull funciona de acordo com o consumo de produto final pelo cliente, ou seja, as operações são executadas com o objectivo de repor o material retirado pela actividade subsequente; Cada operação “puxa” o material que sai da operação precedente e assim sucessivamente. Desta forma, cada actividade só é executada quando necessário. Este sistema permite controlar o WIP e evita a produção em excesso.

Em oposição ao sistema pull encontra-se o sistema push. Quando uma operação é terminada, o seu output é “empurrado”, independentemente da sua necessidade, para a próxima operação. Cada operação é iniciada sempre que exista material disponível. Este sistema lida com WIP elevado e pode originar um stock elevado de produto final, uma vez que não há a garantia que venham a ser consumidos todos os artigos produzidos (Fernandes, 2007).

➤ **Perfeição/Melhoria Contínua**

A ideia de perfeição ou melhoria contínua é baseada na filosofia Kaizen, que se caracteriza em dez princípios (Faurecia, 2008):

1. Abandonar as ideias fixas, rejeitar o estado actual das coisas;
2. Em vez de explicar o que não pode ser feito, reflectir como fazer;

3. Realizar de imediato as boas propostas de melhoria;
4. Não procurar a perfeição, ganhar 60% de imediato;
5. Corrigir o erro de imediato, no local;
6. Procurar ideias na dificuldade;
7. Procurar a causa real, respeitar os “5 Porquês?” e procurar depois a solução;
8. Levar em conta as ideias de 10 pessoas em vez de esperar uma ideia genial de uma pessoa;
9. Experimentar e depois validar;
10. A melhoria é infinita.

3.6 Ferramentas utilizadas na dissertação

A filosofia da produção “lean” é baseada na procura e remoção dos desperdícios do sistema de uma forma contínua. Existem 4 passos que se devem dar para a sua implementação (Badurdeen, 2007):

1. Identificar o facto de existir desperdícios para remover;
2. Analisar os desperdícios e encontrar as raízes das causas para estes desperdícios;
3. Encontrar soluções para estas causas;
4. Aplicação destas soluções e concretizar o objectivo.

3.6.1 Geração de Ideias

Para ajudar a encontrar e entender as causas dos problemas existe uma ferramenta, denominada por Brainstorming, que é muito utilizada, assim como na recolha e análise de dados. A representação destas causas poderá ser apresentada através de um diagrama causa-efeito (Ishikawa diagram) (Badurdeen, 2007).

3.6.2 Mapeamento do Processo

Para descobrir onde, no processo, existem os desperdícios existe uma ferramenta muito poderosa o **Mapeamento do Processo (MIFA/MIFD)**. O mapa do processo inclui todas as actividades desde o ponto de recepção ou recebimento de ordem (de encomenda) de produção até à produção e envio de produtos, e alguns até ao recebimento dos produtos pelos clientes. Quando se realiza o mapeamento do processo começar-se-á a ver actividades de valor acrescentado e não acrescentado, e ficar com uma ideia mais clara de quais as actividades que não acrescentam valor que são possíveis de eliminar (Badurdeen, 2007).



3.6.3 Kanban

O Kanban é uma das ferramentas mais conhecidas na produção “lean”, sendo um conceito simples mas muito eficaz. O kanban foca-se principalmente na redução da superprodução, e podem assumir a forma de um simples cartão que têm os detalhes do produto da quantidade e local de armazenamento do produto em particular, podendo, no entanto, ser somente intercâmbios de dados electrónicos sofisticados (Kanban electrónico) (Badurdeen, 2007).

Para o sistema puro Kanban funcionar deve existir sempre equilíbrio entre o processo anterior e o processo posterior, ou seja, o processo anterior não poderá produzir mais peças que o processo posterior possa consumir. O que por vezes na prática não é tão simples de conseguir.

Ohno, 1996 determinou 6 regras básicas para o sistema Kanban funcionar:

- A primeira e segunda referem que, o kanban serve como um pedido de retirada, um pedido de transporte ou entrega, funciona como uma ordem de produção.
- A terceira regra proíbe que se retire qualquer material ou que se produza qualquer mercadoria sem Kanban.
- A regra 4 requer que um kanban seja fixado às mercadorias.
- A quinta regra exige produtos 100% livres de defeitos.
- A última regra definida por Ohno pede a redução do nº de Kanban's.

A implementação do kanban para um determinado item, inicia-se com o cálculo da quantidade de peças necessárias para o sistema e, em seguida, a definição do tipo de contentor e a quantidade de peças a serem lá colocadas, tendo-se em consideração aspectos práticos como a velocidade de consumo e a configuração física do item, tal como peso tamanho e forma (Tubino, 1997).

3.6.4 Controlo Visual

O controlo visual é uma ferramenta de fácil aplicação e que pode evitar enganos com graves consequências quer a nível de qualidade como de produtividade.

O objectivo desta ferramenta é reduzir o tempo gasto em, por exemplo, na leituras de indicadores, códigos, na escolha de ferramentas.

3.6.5 Standard de Trabalho

Para poder melhorar, é necessário inicialmente conhecer o existente. É constatado com frequência que as instruções de trabalhos (Standard de Trabalho) não existem ou não correspondem à realidade do que é praticado, o que leva os colaboradores realizarem a mesma tarefa de diferentes formas. Dado isto,

deve existir uma documentação de tudo o que é feito por todos e definir um standard de maneira a todos realizarem a tarefa da mesma forma (Faurecia, 2008)

3.6.6 5S

A ferramenta 5S é muito útil na organização e limpeza, podendo mesmo ter vantagens de produtividade. Segue-se a descrição do significado de cada um dos 5S's (Badurdeen, 2007):

1. Seiri (ELIMINAR)

O primeiro **S** refere-se à classificação dos itens de acordo com a sua importância de utilização e eliminar o que não é útil. Este conceito poderá ser utilizado para limpar o local de trabalho e manter somente as coisas necessárias no posto de trabalho. Numa visão mais global, poderá ser visto como a identificação e remoção de todos os processos desnecessários na organização.

2. Seiton (ARRUMAR)

O segundo **S** refere-se à disposição dos itens seleccionados de uma forma bem organizada e com significado, por exemplo, ter perto do trabalhador as ferramentas que frequentemente utiliza. De uma forma mais geral, é equivalente a reorganizar o processo de trabalho para que este seja mais eficiente.

3. Seiso (LIMPAR)

O terceiro **S** refere-se à manutenção da limpeza, sendo equivalente a ter um processo contínuo de identificação e remoção dos resíduos e/ou desperdícios.

4. Seiketsu (PADRONIZAR)

O quarto **S** é o seguimento contínuo dos 3 S anteriores para conseguir um local de trabalho bem organizado.

5. Shitsuke (RESPEITAR)

O quinto e último S refere-se a treinar e motivar as pessoas a seguir estas boas práticas, como uma parte do seu dia-a-dia. Sendo esta última fase muito importante para qualquer organização uma vez que todos deverão ter a disciplina para atingir o objectivo de organização, sendo, também, muito importante fazer este processo de auto-condução para que não seja necessário que as pessoas façam um esforço extra.

3.6.7 SMED

A redução do tempo de setup, ou tempo de troca de ferramenta habilita as empresas a acompanhar a crescente variabilidade de produtos. A renovação de produtos é frequente e a procura por aqueles que possuam algum carácter inovador tornou-se muito importante. Dado isto é necessário que as organizações estejam preparadas para produzir uma variedade de produtos com o desafio de produzir com os mesmos ou melhores resultados, (Lead Time e Produtividade) (Sugai et al, 2010).



Esta realidade contribuiu para as mudanças na programação da produção e para fazer que um mesmo equipamento seja capaz de produzir diferentes tipos de produtos. A informação que a programação de produção precisa é a quantidade de tempo necessária para mudar a configuração da máquina e para trocar ferramentas e dispositivos, para que o sistema produtivo passe a produzir outro produto, tendo a noção que o tempo gasto significa um custo e que, naturalmente, influencia na decisão a tomar (Sugai et al, 2010).

Caso o tempo total de troca seja muito elevado, geram-se consequências desagradáveis para a empresa, como, por exemplo, o aumento do nível de stocks, interrupção de produção, geração de ociosidade, aumento de custo de produção e, principalmente, dificuldade para atender o cliente (Sugai et al, 2010).

O Single Minute Exchange of Die (SMED) criado por Shigeo Shingo é a metodologia mais conhecida e amplamente divulgada para a sistematização das actividades com o objectivo de reduzir o seu tempo total de setup (Sugai et al, 2010).

Segundo o estudo apresentado por Shingo (1989), que explica a filosofia por trás do Sistema de Produção Toyota, apresenta as seguintes conclusões:

- ✓ A eliminação do desperdício sobre produção ou produção em excesso não pode ser alcançado sem a utilização do SMED;
- ✓ Tempos de ciclo mais curtos exigem produção de lotes mais pequenos, sendo na opinião de Shingo (1989) a utilização do SMED crucial para o sucesso;
- ✓ O objectivo SMED tem de ser atingido se, se quer ser capaz de responder às mudanças da procura do cliente.

A definição de SMED dado por Shingo (1985), citado em Sugai et al (2007), é “[...] uma abordagem científica para redução do setup, que pode ser aplicada em qualquer fábrica e equipamento”.

Na Figura 3.2 encontra-se o esquema que representa o SMED segundo a visão de Shingo (1985) apresentado em Sugai et al (2007).

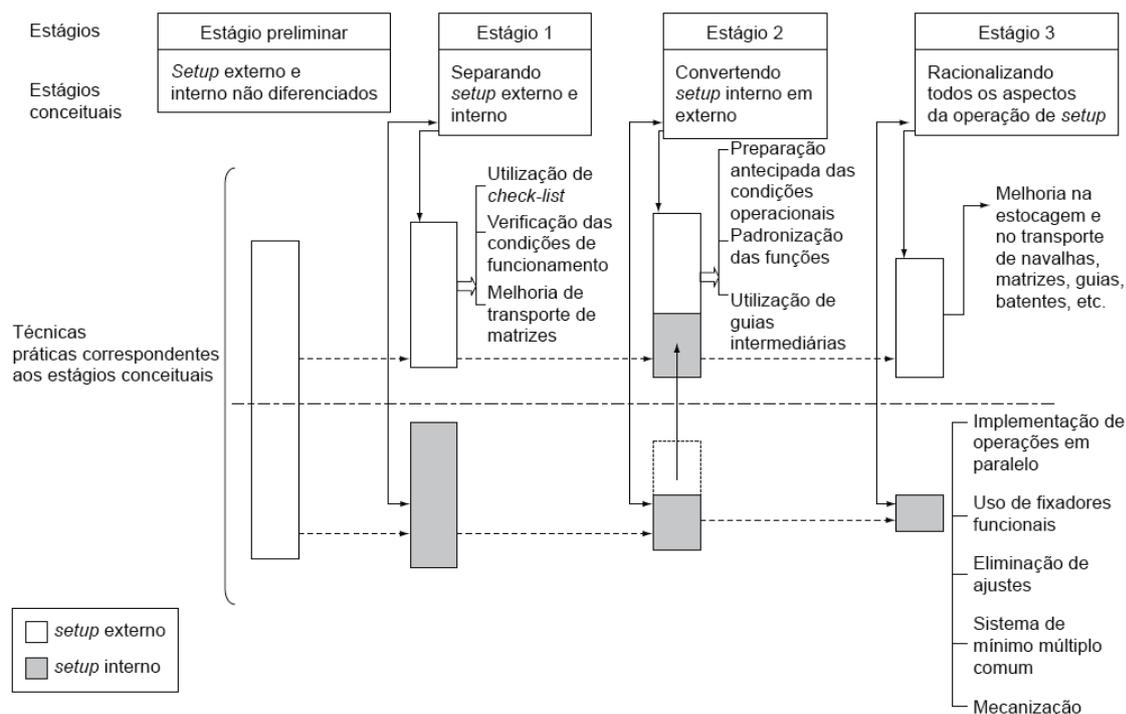


Figura 3.2: SMED (Fonte: Shingo (2000) citado em Sugai et al, 2007)

McIntosh et al (2000), citado em Sugai et al (2007), apresenta uma abordagem diferente da de Shingo para a definição de SMED: SMED como conceito, SMED como metodologia, e SMED como programa de melhoria.

“O SMED como conceito”: entende-se o SMED pelo enunciado dos seus estágios conceituais na busca da redução do tempo de setup ou tempo de preparação com uma meta e uma aplicação específica (Sugai et al., 2007).

“O SMED é uma metodologia”: com a qual os estágios conceituais integrados no modo de fluxograma possibilitam atingir a meta proposta (Sugai et al., 2007).

“O SMED é um programa de melhoria”: com a busca da melhoria contínua, pode-se aprimorar o método de trabalho realizado na operação de setup. Neste programa de melhoria incluem-se melhorias tanto de processo como em equipamentos, formação de equipas e definição de responsabilidades (Sugai et al., 2007).

Segundo Sugai et al (2007) ao observar a metodologia criada por Shingo (Figura 3.2) apontava para o sucesso de uma redução de setup estando esta redução directamente ligada à correcta aplicação das técnicas dentro da sequência dos estágios conceituais. Com os seus estudos práticos concluiu que essa exigência não precisava de ser tão rigorosa.

Concluindo, encontra-se cerca de 5 elementos que não devem faltar numa implementação “lean”, e conseqüentemente na dissertação.



1. Material and Information Flow Diagram (MIFD), análise de fluxos e layout 's
2. Organização do local do trabalho – 5 S
3. SMED – redução do tempo de setup
4. Controlos visuais – Kanban, códigos de cor
5. Melhoria contínua (PDCA, DOE)

3.7 Configuração do layout

O fluxo do processo e o layout são o coração da produção “lean”. “A necessidade de reduzir os ciclos de produção exige a ligação de todas as áreas em um sistema de operações de fluxo integrado com peças unitárias em todo o tipo de actividades” (Viveiros, 2005).

Existem 4 formas de organizações de processos, Torres (2001), citado em Viveiros (2005), apresenta um quadro com as vantagens e desvantagens destas 4 formas, que pode ser visto na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

O layout com fluxo em forma de U é a configuração com mais vantagens. Para além de permitir trabalhar com menos operadores, consegue poupar espaço em relação às outras configurações conhecidas (Quality Training Portal, Resource Engineering, Inc, 2010).

Numa configuração em linha recta (ou forma de I), os equipamentos são dispostos de acordo com a sequência de fabrico do produto, situando-se um imediatamente após do outro, o que facilita o controlo do processo, minimiza o manuseamento de matéria e movimentações de pessoas, uma vez que o material percorre um caminho previamente definido (Shingo, 1996).

A configuração de layout utilizada para qualquer fluxo de trabalho será, muito provavelmente, em função de restrições de instalação e acomodação de outros fluxos de trabalho em vez de uma necessidade de um fluxo padrão específico (Quality Training Portal, Resource Engineering, Inc, 2010).

Algumas medidas, como a uniformização de processos e a sua sincronização e o aperfeiçoamento do layout, usando onde for necessário, correias transportadoras ou outros meios de transporte suplementar, são suficientes para iniciar a produção de fluxo integrado (Shingo, 1996).

Tabela 3.1: Vantagens e desvantagens dos arranjos físicos (Fonte: Torres (2001) citado em Viveiros, 2005)

Layout	Vantagens	Desvantagens
Posicional	<ul style="list-style-type: none"> -Flexibilidade de <i>mix</i> e produto muito alta -Produto ou cliente não é movido ou perturbado -Alta variedade de tarefas para a mão-de-obra -Permite que os operários conheçam o trabalho como um todo -Identificação maior entre trabalhador e o produto, aumentando sua responsabilidade por ele -Investimento mínimo na planta 	<ul style="list-style-type: none"> -Custos unitários muito altos -Programação de espaço ou atividades pode ser complexa -Pode implicar muita movimentação de equipamentos e mão-de-obra
Processo	<ul style="list-style-type: none"> -Alta flexibilidade de <i>mix</i> e de produtos -Relativamente robusto em caso de interrupção de etapas -Supervisão de equipamentos e instalações relativamente fácil -Pouca duplicação de equipamentos, implicando em redução de custos -Possibilidade do operário auferir prêmios por produção como incentivo -Melhor controle de processos complexos ou precisos 	<ul style="list-style-type: none"> -Baixa utilização de recursos -Pode ter alto estoque em processo ou filas de clientes -Fluxo complexo pode ser difícil de controlar
Produto	<ul style="list-style-type: none"> -Baixos custos unitários para altos volumes -Dá oportunidades para especialização de equipamento -Movimentação conveniente de clientes e materiais -Menor tempo total de produção -Menor quantidade de material em processo -Possibilidade de motivar grupos de operários por meio de prêmios de produtividade por linha -Menor área por unidade de produção -Maior simplicidade de controle, com menos registros necessários. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pode ter baixa flexibilidade de <i>mix</i> de produtos -Não muito robusto contra interrupções -Trabalho pode ser repetitivo
Celular	<ul style="list-style-type: none"> -Possibilidade de focar a produção de parte da planta -Dedicação de várias máquinas por operador -Trabalho em equipe com aumento de comunicação -Minimização da movimentação -Tratamento rápido de retrabalhos -Redução de barreiras à movimentação -Pode resultar em maior utilização dos equipamentos -Fluxo simplificado -Encoraja a consideração de equipamentos de propósito geral 	<ul style="list-style-type: none"> -Exige supervisão geral -Exige maior capacitação dos operadores -Exige balanceamento de fluxo entre as células e dentro delas

3.8 Análise do desempenho de sistemas de produção

A filosofia lean thinking tem associada uma grande reputação mundial, sendo aplicada em todas as áreas de actividades económicas, não apenas em organizações com fins lucrativos. A validação dos princípios e soluções lean é confirmada pelo sucesso de empresas como a Toyota, Bosch, entre outras.

Algumas organizações utilizam somente medidas de avaliação de desempenho financeiras, não sendo este modelo o que apresenta mais vantagens. As suas desvantagens são evidenciadas especialmente



diante da necessidade de informação como a qualidade do produto em termos de durabilidade, flexibilidade, disponibilidade, satisfação dos clientes, técnicas, procedimentos ou propriedade de mensuração de produtividade (Badurdeen, 2007).

Segundo Viveiros (2005), depois da implementação das ferramentas “lean” deverão ser analisados a existência da redução de desperdícios, do WIP e do espaço, o cumprimento de regras que melhorem a situação ergonómica dos operadores, a diminuição dos lead times (LT), a redução dos tempos de setup, e se a simplificação dos fluxos de material melhoraram o desempenho dos operadores.

O que é visto na literatura é que devem ser avaliadas quais as vantagens e desvantagens de cada processo e deverá ter-se sempre em atenção a satisfação do operador.

O termo Lean Manufacturing arrasta atrás o termo benefícios, redução de custos e dos lead times. Mas se a organização ainda não tiver implementado a filosofia, necessitará de alguns incentivos, como por exemplo informações mais precisas (Badurdeen, 2007).

Quando a implementação do *lean manufacturing* é bem sucedida, apresenta como vantagens mais conhecidas, (Badurdeen, 2007):

- ✓ Redução:
 - *Lead Times* em pelo menos 50%;
 - WIP em quase 70%;
 - Espaço fabril em cerca de 30% (por vezes mais de 50%);
 - Custos Globais.
- ✓ Aumento da produtividade pelo menos em 30% (em mais de 100% em alguns casos);
- ✓ Melhoria da qualidade em um factor de 2;

Outro tipo de vantagens que o lean manufacturing traz é por exemplo, o espírito de equipa que irá conduzir as organizações à excelência, uma cultura de inovação na organização, aumento de vida das máquinas e maior flexibilidade do sistema de produção (Badurdeen, 2007).

4 Caracterização e diagnóstico da unidade produtiva

Relembrando o tema da dissertação, Análise e Melhoria de unidade produtiva do ramo automóvel, neste capítulo é realizada a caracterização, análise e diagnóstico da unidade produtiva, Preparatórias PQ25.

Para esta análise serão utilizadas ferramentas como os MIFD, para a análise de fluxos, a análise dos indicadores como o *lead time* (LT) e a produtividade (Peças/Hora/Homem ou PPH's).

4.1 Apresentação do Layout

Na Figura 4.2 pode ver-se a localização da unidade produtiva, Preparatórias PQ25, no *Layout* da fábrica. Situa-se no topo sul da fábrica, perto das linhas de produção do PQ25.

A análise começará pela apresentação do *Layout* inicial (Figura 4.2). O espaço ocupado pelo projecto é de exactamente 263,411 m².

Este é ocupado por 12 máquinas correspondentes a 10 postos de trabalho (dez colaboradores por turno). Possui 6 saídas de produto final (Subconjuntos de anteparas) e uma entrada de caixas vazias, rodeado pelo círculo, pode ser visto no *Layout* (Figura 4.2). Assinalado (na Figura 4.2) por setas vermelhas, encontram-se as rack's de abastecimento de componentes, e as setas verdes identificam as rack's de produto semi-acabado. Assinalado com um círculo laranja encontra-se um armário que possui todas as ferramentas dos equipamentos.

4.2 Produto

O GAP (Grupo Autónomo de Produção) Preparatórias PQ25 é uma unidade de produção que faz parte do Projecto PQ25, inserida na UAP 3. Tem como produto final conjuntos de Anteparas para Assentos da Frente (AF) 4 Portas (4P) esquerdos e Anteparas para AF 4 Portas (4P) direitos (Figura 4.1). Estes conjuntos são depois deslocados para outra unidade produtiva (PQ25 – Linha 1 e Linha 2) que produzem os AF 4P, para as marcas Volkswagen e Audi).



Figura 4.1: Conjuntos de anteparas

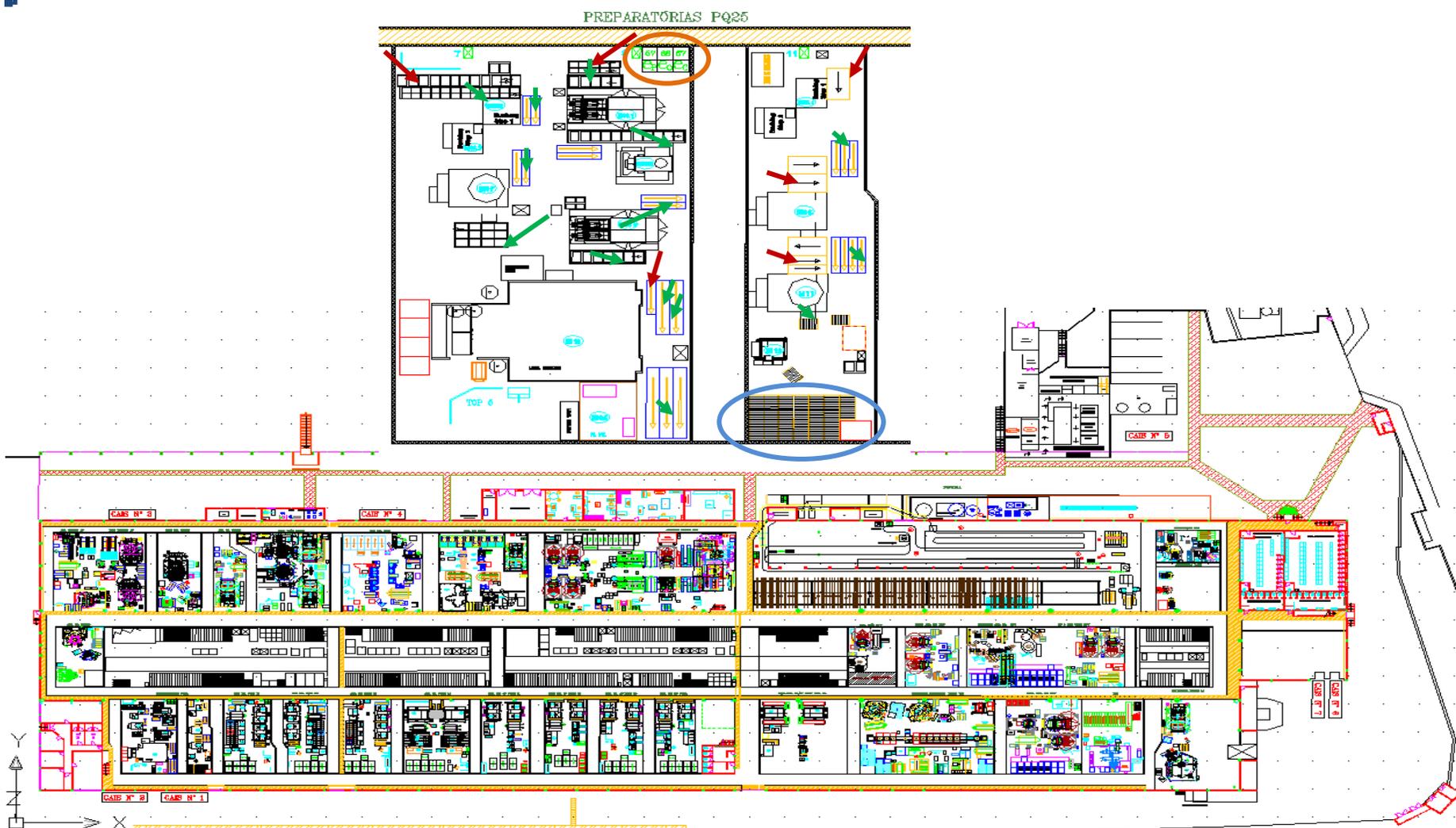


Figura 4.2: Layout das Preparatórias PQ25

4.3 BOM – Bill Of Materials

Uma informação de extrema importância é saber quais os componentes e subconjuntos que compõem o produto, e qual a ordem em que são utilizados. Esta informação é conseguida através da Lista de Material, mais conhecida por BOM (Bill Of Materials).

A lista de materiais, do produto em estudo, disponível na fábrica, encontrava-se em Alemão e muito desactualizada. Sendo assim, foi necessária a sua construção, em que a análise necessária para isso foi muito interessante e importante.

A lista de materiais apresentada é do tipo multi-nível, em que os componentes do nível abaixo (exemplo: 2) compõem o componente do nível acima (exemplo: 1). Na Tabela 4.1 encontra-se a lista de materiais do Conjunto de Anteparas Exterior e Interior para o AF 4P Esquerdo até ao nível 3, a lista de material com todos os níveis pode ver-se na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** no Anexo 1.

Tabela 4.1: Representação da lista de materiais Conjunto de Anteparas Exterior e Interior para AF Esquerdo

Nível	Código	Designação	Qt.
Final Product	8353 726/732	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	
1	644/632	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	1
2	4483 644/632	SubCj. Anteparas Exterior/Int ESQ	1
3	97 673	Placa Ref. Dir. AF	1
3	97 672	Placa Ref. Esq. AF	1
3	4483 461/460	Subcj Antepara Dir/esq	1
2	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 816	Perno L.17 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
3	4482 932	Biela Esq. Equipada	1
2	4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
3	4482 933	Biela Dir. Equipada	1
2	8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.	1
3	8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	1
3	8353 544	Biela Fr.Ext.	1
2	8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.	1
3	8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	1
3	8353 546	Biela Fr.Int.	1
2	8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.	1
3	8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	1
3	97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	1
2	4483 225	Biela Tr. Int. Dir.	1
3	8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	1
3	97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4483 081	Biela Tr. Int. Dir.	1
2	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	2
2	97 822	Anilha Plana D.8 AF	2
2	97 816	Perno L.17 AF	2
1	97 674	Eixo Dent. AF	2
1	97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	2
1	97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	2
1	97 664	Perno Barra Torç. AF	2

Na Tabela 4.2 a lista de materiais do Conjunto de Anteparas Exterior e Interior para o AF 4P Direito, até ao nível 3, a lista de material completa encontra-se na Tabela A0.2 no Anexo 1.

Tabela 4.2: Representação da lista de materiais Conjunto de Anteparas Exterior e Interior para AF Direito

Nível	Código	Designação	Qt.
Final Product	8353 727/733	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir	
1	645/633	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir	1
2	4483 645/633	SubCj. Anteparas Ext/Interior DIR	1
3	97 673	Placa Ref. Dir. AF	1
3	97 672	Placa Ref. Esq. AF	1
3	4483 461/460	Subcj Antepara Dir/esq	1
2	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 816	Perno L.17 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
3	4482 932	Biela Esq. Equipada	1
2	4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
3	4482 933	Biela Dir. Equipada	1
2	8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.	1
3	8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	1
3	8353 544	Biela Fr.Ext.	1
2	8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.	1
3	8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	1
3	8353 546	Biela Fr.Int.	1
2	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	1
3	8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	1
3	97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	1
2	4483 224	Biela Tr. Int. Esq.	1
3	8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	1
3	97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4483 080	Biela Tr. Int. Esq.	1
2	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	2
2	97 822	Anilha Plana D.8 AF	2
2	97 816	Perno L.17 AF	2
1	97 674	Eixo Dent. AF	2
1	97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	2
1	97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	2
1	97 664	Perno Barra Torç. AF	2

4.4 Descrição dos equipamentos

As tecnologias de produção nas preparatórias são o *Bushing*, Rebitagem, Soldadura SPR (Soldadura por resistência), Soldadura MAG (*Metal Active Gás*) e Aparafusamento.

Na Tabela 4.3 pode ver-se a identificação dos equipamentos assim como uma breve descrição do que estes fazem.



Tabela 4.3: Identificação e descrição dos equipamentos

Equipamento	Caracterização	Descrição
M06.1 Step 1 e Step 2	Bushing	Bushing Biela Frontal Exterior e Interior, Biela Equipada, e Sector Dentado
M06.2 Step 1 e Step 2	Bushing	Bushing Reforços de Anteparas, Biela traseira exterior e interior
M07	Rebitagem	Rebitagem Biela traseira exterior e interior + pata
M08	Rebitagem	Rebitagem SCJ de bielas equipadas com sector dentado (c/ pino mola) Rebitagem de pata frontal interior e exterior com bielas frontais
M09.1	Soldadura SPR	Soldar bielas exterior e interior Soldar Reforço Antepara + espaçador
M09.2	Soldadura SPR	Soldar Anteparas com pernos rebites
M09.3	Soldadura SPR	Soldar Anteparas com reforço de antepara
M010	Soldadura MAG	Soldar bielas traseiras exteriores Soldar Antepara com placa
M11	Rebitagem	Rebitagem das patas na antepara
M12	Aparafusamento	Aparafusamento das anteparas

A máquina de Bushing coloca um Norton nas bielas, e reforços, assim como nos sectores dentados com o objectivo de reduzir o efeito de atrito nas partes móveis (Faurecia, 2009)

O processo de rebitagem, une chapas através de deformação, usando ferramentas especiais e assim obtendo a união mecânica, não produz faíscas, vapores ou fumos (Faurecia, 2009).

Na soldadura por resistência, as peças a serem soldadas são pressionadas uma contra a outra, por meio de eléctrodos não consumíveis, fazendo passar por estes uma alta corrente que ocasiona uma quantidade de calor proporcional ao tempo, resistência eléctrica e intensidade de corrente, que deverá ser suficiente para permitir que a região de contacto atinja o ponto de fusão (Bracarence, A, 2000).

Na soldadura SSA, internamente designada, é mais conhecida por soldadura MAG/MIG (Metal Active Gás/Metal Inert Gás), ao arco eléctrico com gás de protecção. Um arco eléctrico é estabelecido entre a peça e um consumível na forma de arame. O arco funde continuamente o arame à medida que este é alimentado à poça de fusão. O material de solda é protegido da atmosfera pelo fluxo de um gás (ou mistura de gases) activo (ESAB, 2005).

Por fim, dá-se o aparafusamento das anteparas.

4.5 Caracterização dos fluxos

Para melhor se compreender a complexidade de fluxos deste projecto, na Figura 4.3 encontra-se esquematizado o fluxo de produto semi-acabado entre os equipamentos, até ao shopstock final (produto final - Conjunto de anteparas).

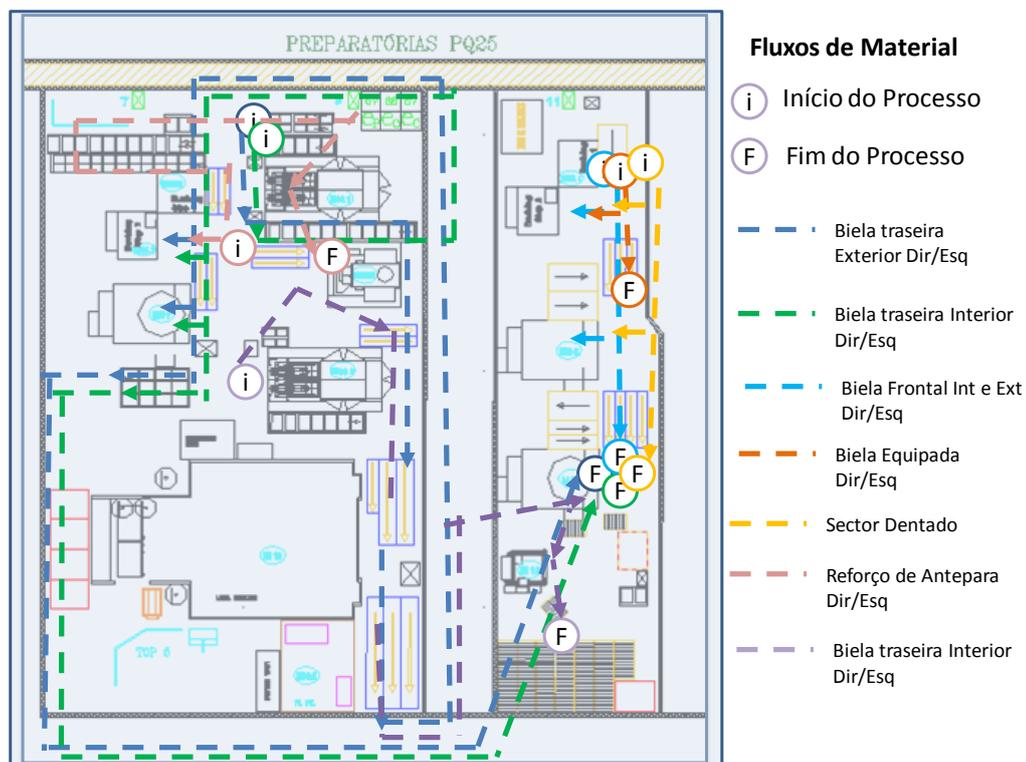


Figura 4.3: Representação dos fluxos de material

Neste processo, é possível identificar-se e definir-se claramente 7 Fluxos. Fluxo das bielas exteriores, das bielas interiores, da biela frontal, da biela equipada, do sector dentado, do reforço de antepara e das Anteparas. Para melhor compreender a complexidade do fluxo de materiais, serão analisados cada um dos fluxos identificados.

Na Figura 4.4 pode ver-se de que forma os subconjuntos fluem de equipamento para equipamento e quais as transformações que sofrem até ao produto final.

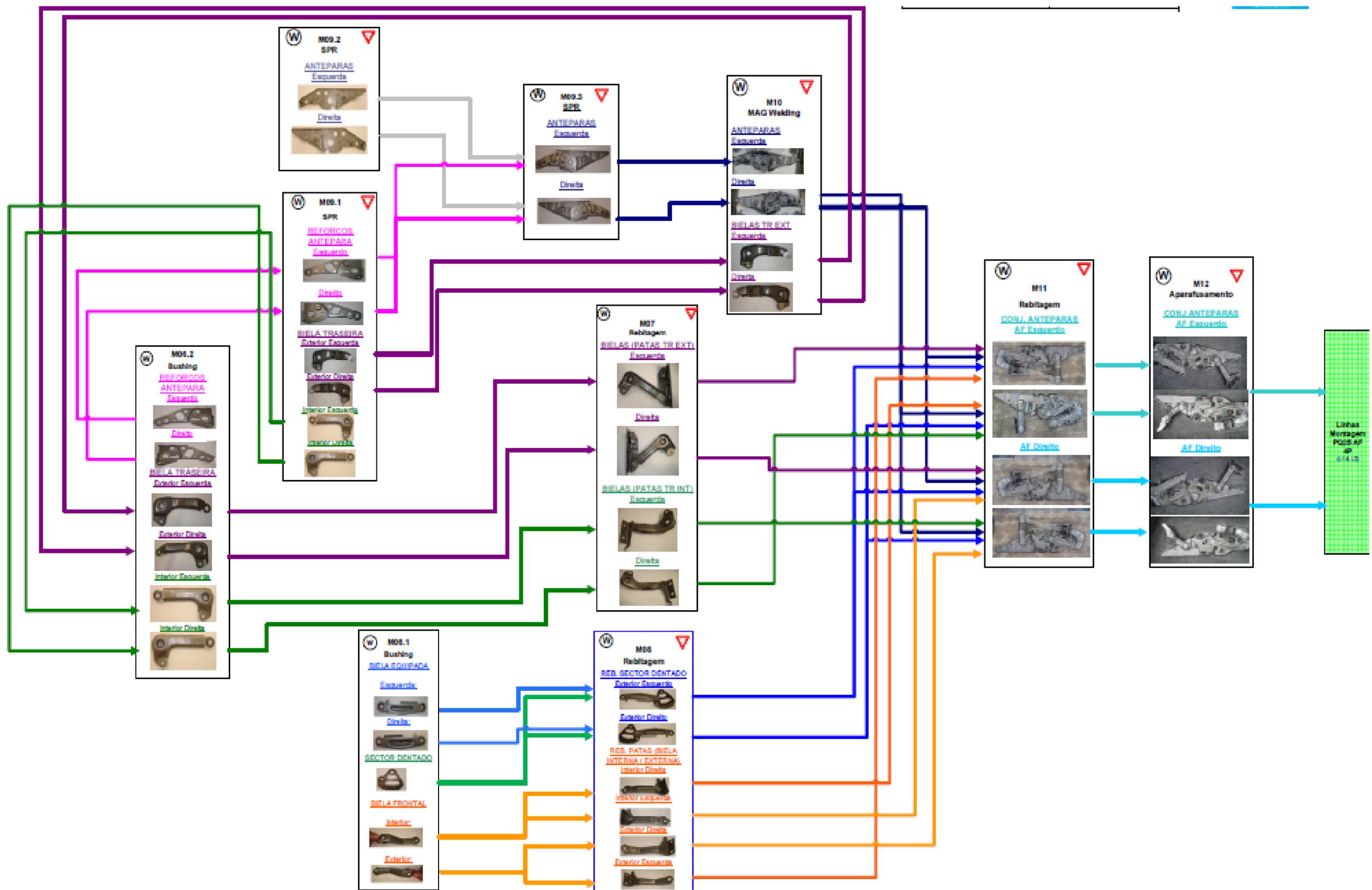


Figura 4.4: Diagrama do fluxo do processo

Na Figura 4.4 encontra-se representado o fluxo (a roxo) das bielas Exteriores. Este processo, tem início na M09.1, onde se solda o espaçador às bielas, segue para a M10, onde se procede à soldadura da Biela com a patilha, seguindo para a M06.2 onde é realizado o bushing do Norton à biela, passa pela M07 para fazer a rebitagem da pata e segue para a M11.

O fluxo das bielas Interiores (setas verdes escuro na Figura 4.4). Este fluxo é em tudo semelhante ao das bielas exteriores com a exceção da rebitagem da patilha, ou seja, o processo tem início na M09.1, onde se solda o casquilho às bielas, seguindo para a M06.2 onde se realiza o bushing do Norton à biela, passa pela M07 para fazer a rebitagem da pata e segue para a M11, onde termina este processo.

A laranja pode ver-se representado o fluxo das bielas Frontais interiores e Exteriores (Direita/Esquerda). O fluxo deste processo tem início na M06.1 onde é realizado o Bushing do Norton à biela, passa para a M08 para fazer a rebitagem do apoio frontal nas bielas (em todas as referências) e a rebitagem do conjunto de suporte nas bielas frontais interiores, depois segue para a M11 onde termina o processo.

O fluxo das Bielas Equipadas, a azul, tem início na M06.1 onde é feito o Bushing do Norton e segue para a M08.

O fluxo do sector dentado encontra-se representado a verde. Este processo, inicia-se na M0.6.1, onde é realizado o Bushing do Norton no Sector dentado, depois segue para a M08 onde é rebitado à Biela equipada, donde saem duas referências, o sector dentado Exterior rebitado e o Sector dentado Interior Rebitado que seguem para a M11.

Pode ver-se representado, a cor-de-rosa, o fluxo do processo de produção dos reforços da Antepara. Este, inicia-se na M06.2, onde é feito o bushing dos anéis Norlinge no Reforço de Antepara, depois segue para a M09.1, onde é soldado o espaçador mais o casquilho no reforço de antepara, seguindo por fim para a M09.3.

O fluxo que falta referir é o das Anteparas, que pode ser visto na Figura 4.4. este processo tem início na M09.2 onde é realizada a rebitagem de um perno na Antepara, depois segue para a M09.3 onde é feita a soldadura do reforço da antepara na antepara (fluxo cinzento na Figura 4.4), seguindo (fluxo azul marinho Figura 4.4) para a M10 onde é soldada o reforço da travessa à Antepara. O passo seguinte deste processo acontece na M11 onde à Antepara são rebitadas as patas (Bielas), por fim segue para a M12 onde é feito o pré aparafusamento e o aparafusamento das anteparas, seguindo para o shopstock como produto final.

Como foi possível observar na análise apresentada, a complexidade do fluxo do processo de produção é elevada, não existindo uma sequência única, e uma consequência é as várias movimentações de material transformado e o elevado valor de *Work in Process* (WIP).

4.6 MIFD/MIFA

O MIFD (*Material and Information Flow Diagram*) é uma ferramenta muito útil para representar a informação de qualquer processo produtivo, desde o fluxo de material ao fluxo de informação, caracterização dos postos de trabalho e a representação do LT.

O MIFA (*Material and InformationFlow Analysis*) é o diagrama onde se encontram identificadas as acções a realizar de forma a melhorar o processo.

Na Figura 4.5, encontra-se o MIFD inicial. Para se poder analisar melhor a imagem foi encurtada, mas o formato de apresentação deste tipo de diagrama encontra-se no Anexo 2, Figura A0.1.

A informação que cada Bloco apresentado no MIFD possui pode ser analisado em maior pormenor na Figura 4.6. O topo do bloco é constituído pela identificação do Posto, pelo tipo (w – Welding ou A – Assembly), depois a informação contida no restante bloco é, o nº de turnos e horas trabalhadas e o Tack Time, depois tem a informação da referência em questão, no exemplo mostrado são os reforços e bielas. Esta análise foi feita para cada equipamento e cada referência. Do lado esquerdo do bloco encontra-se a informação da matéria-prima, este abastecimento é realizado por um comboio de componentes (nº11), e o pedido é realizado através do *Kanban* de abastecimento. As setas a tracejado representam o fluxo de informação e as setas preenchidas a cores representam o fluxo de materiais. Acima do bloco encontram-se identificadas as duas referências que foram transformadas na M06.2 e seguem para a M09.1, para mais uma transformação, tem também apresentado o cálculo do LT.

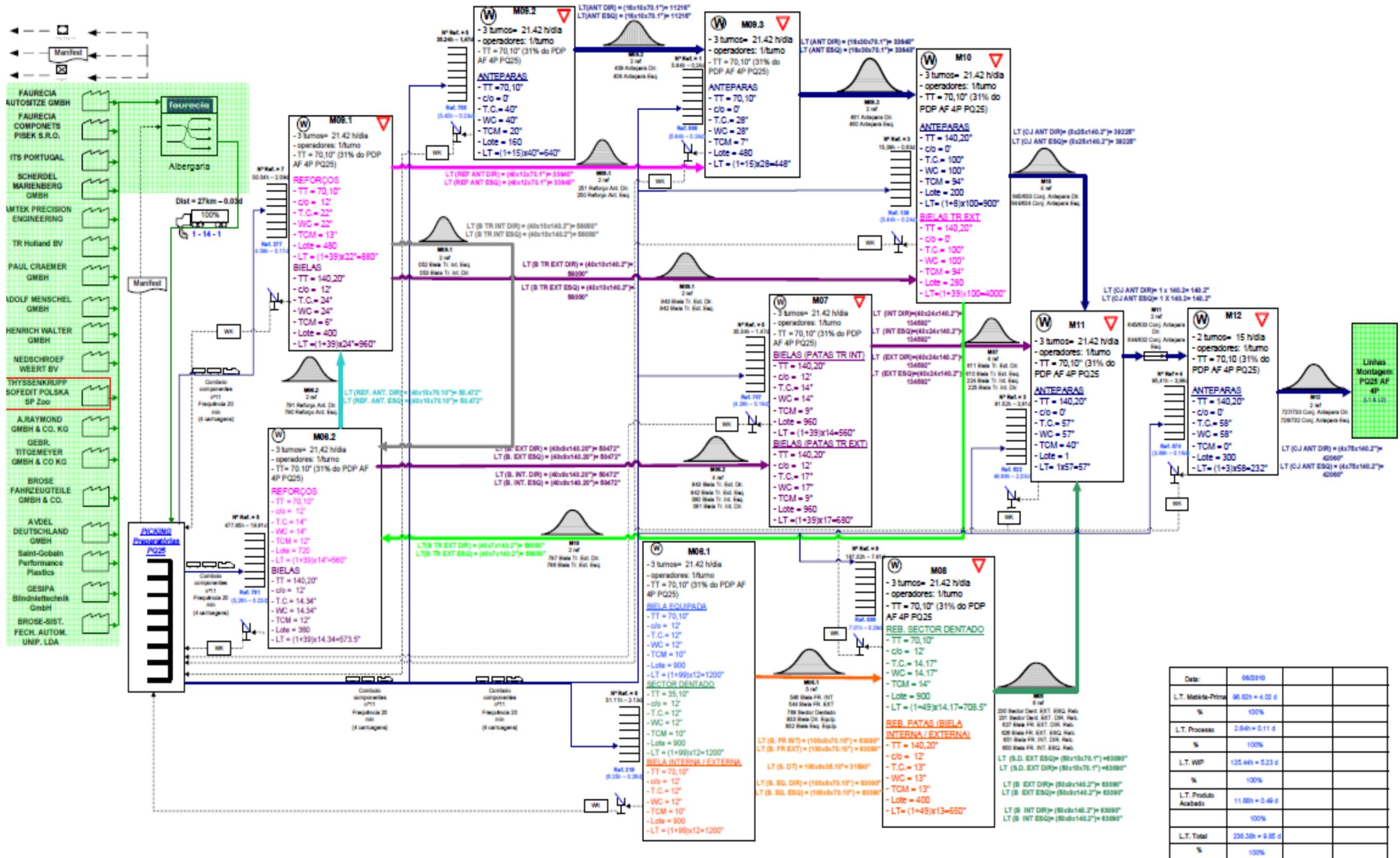


Figura 4.5: MIFD Inicial Preparatórias PQ25

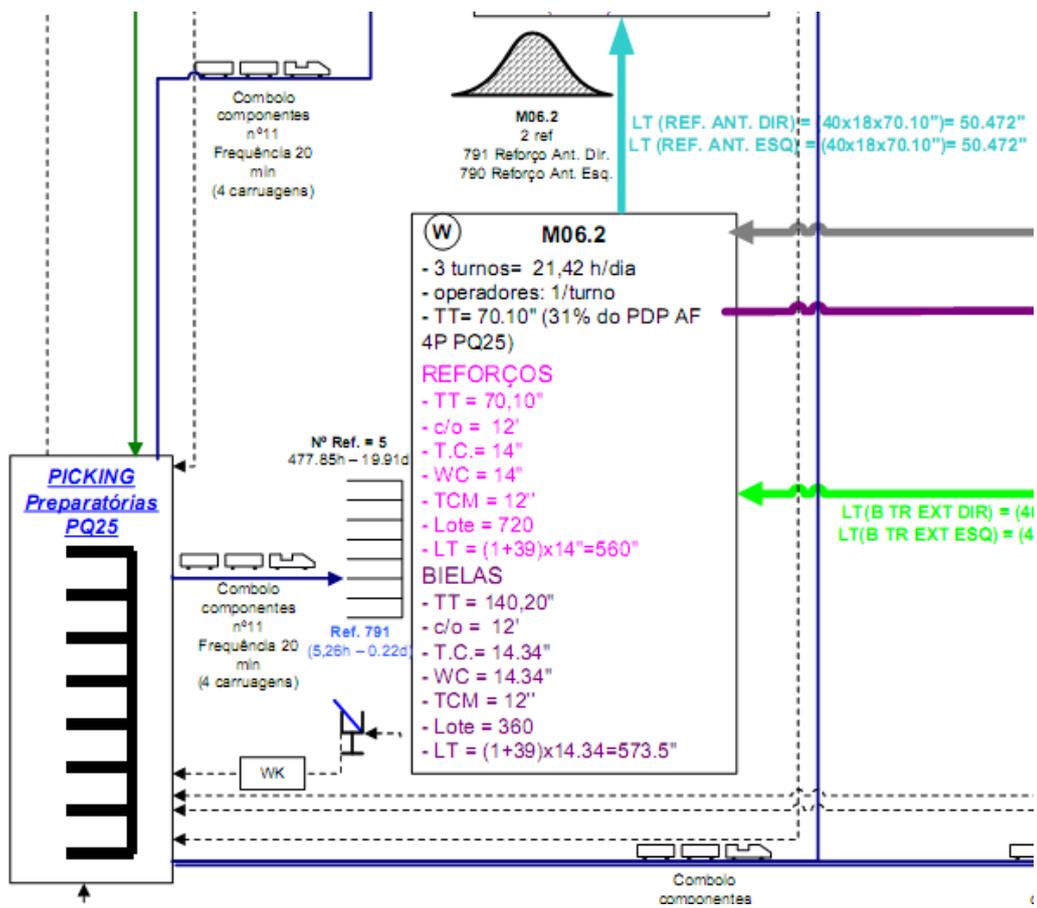


Figura 4.6: Informação nos blocos constituintes do MIFD

Na Figura 4.7 encontra-se o MIFA inicial. Nesta representação, encontram-se identificados os pontos (estrela a amarelo com o número da acção) em que se realizarão acções e workshops de forma a melhorar os resultados.

A identificação das acções do MIFA, (Figura 4.7), são representadas pela uma estrela amarela com um número. Cada número representa uma acção a realizar. Na Tabela 4.4 estão descritas cada uma das acções identificadas como necessárias na análise do MIFD.

Tabela 4.4: Acções de melhoria identificadas no MIFA

Nº	Descrição do Problema	Descrição da Acção	Objectivo
1	Lead time de Matéria Prima muito elevado	Re-dimensionamento Kanban de Abastecimento	Redução de Lead Time
2	Produção para stock, na maioria dos postos, e consequentemente Lead Time muito elevado	Implementação do Kanban de Produção	Redução de Lead Time
3	Tempo de Troca de Ferramenta muito elevado	SMED nos equipamentos M06.1, M06.2, M07, M09.1	Redução do Tempo de troca de Ferramenta e consequente redução tamanho de lote e WIP
4	Tempo de ciclo elevado, e fluxos de material Inversos	Hoshin nos equipamentos M07, M10, M09.1 e M09.2	Melhoria no processo de Produção e Redução do tempo de Ciclo

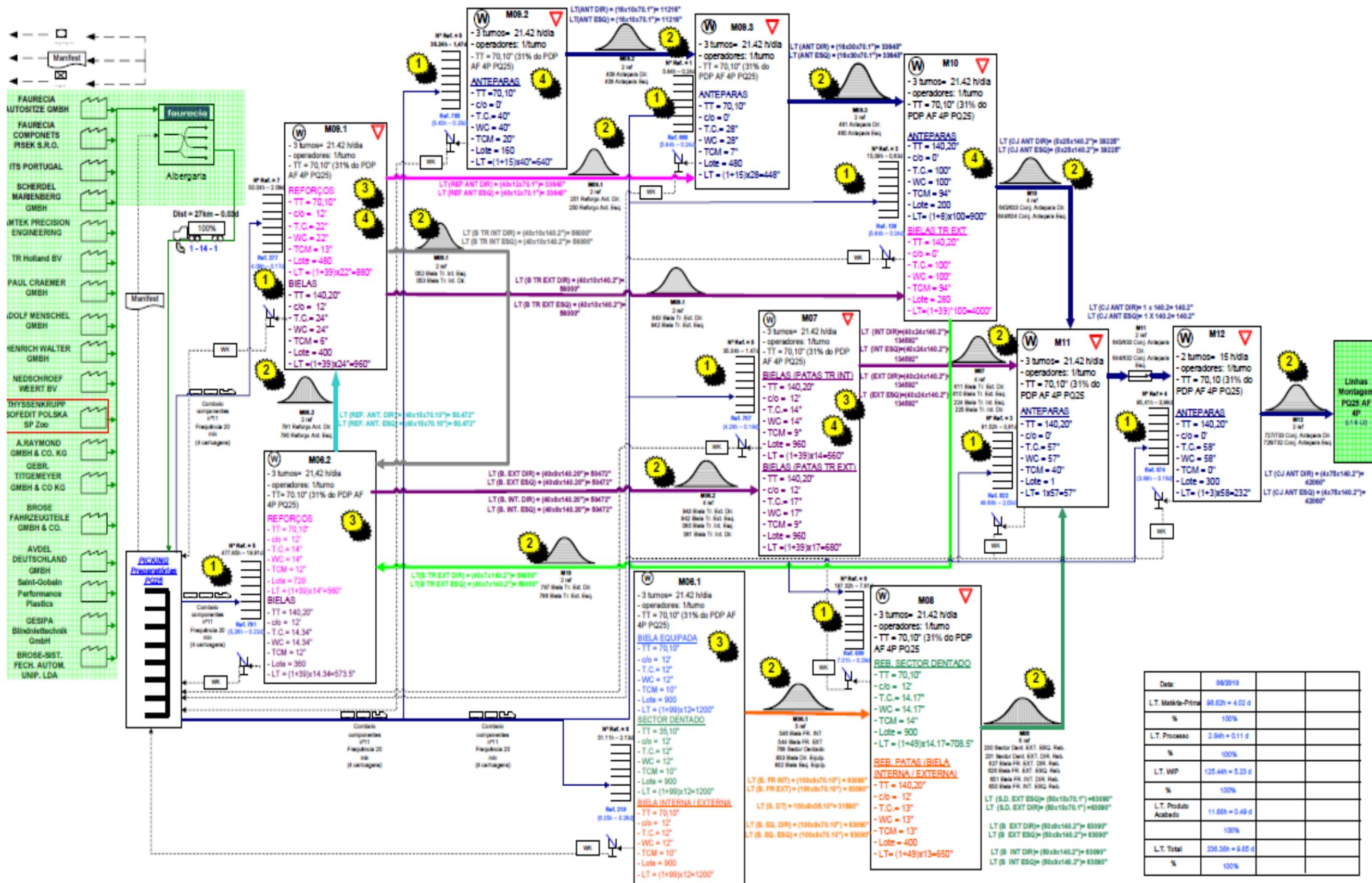


Figura 4.7: MIFA Inicial

4.7 Pedido do Cliente

A produção de Anteparas pela unidade de produção, Preparatórias PQ25, satisfaz a necessidade do Cliente, PQ25, em 31% da Produção total do PQ25 para as referências AF 4P direito (1800 unidades) e esquerdo (1800 unidades), esta informação pode ser analisada na Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Pedido do Cliente

PQ25	Pedido
AF 4P Esquerdo	1800
AF 4P Direito	1800
Capacidade Preparatórias PQ25	31%
Preparatórias PQ25	Pedido Conjuntos
Cj. Antepara Int/Ext AF 4P Esquerdo	550
Cj. Antepara Int/Ext AF 4P Direito	550
Total	1100

O PDP (Programa Diário de Produção) para as preparatórias PQ25 é de 1100 Subconjuntos de Anteparas. A unidade produtiva trabalha em 3 turnos, com um tempo de abertura de 21,42 horas.

O *Tack Time (TT)*, 70,10" (segundos), reflecte o pedido do cliente (ou seja, de quanto em quanto tempo o cliente precisa de um produto) é calculado através da aplicação: seguinte.

$$\text{Tack Time (TT)} = \frac{\text{Tempo de Abertura}}{\text{Pedido do Cliente}} = \frac{21,42 * 3600}{1100} = 70,10'' \quad \mathbf{(4.1)}$$

Sendo que a unidade produtiva fabrica Conjuntos de Anteparas para AF 4P esquerdo e AF 4P direitos, o PDP (1100 subconjuntos) encontra-se dividido entre as duas referências. A unidade produtiva faz 550 conjuntos de Anteparas para AF 4P esquerdo e 550 Conjuntos de Anteparas para AF 4P Direitos. Desta forma o TT específico para cada referência é de 140,20".

$$\text{Tack Time (TT)} = \frac{\text{Tempo de Abertura}}{\text{Pedido do Cliente}} = \frac{21,42 * 3600}{550} = 140,20'' \quad \mathbf{(4.2)}$$

A divisão da produção pelos 3 turnos e objectivos hora (Conjuntos Anteparas) encontram-se descritos na Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Produção diária

Turnos	Produção/Turno	Produção/Hora
1	400	54
2	400	54
3	300	47
Total	1100	

4.8 Cálculo do Lead Time

Neste capítulo é apresentado o *Lead Time* (LT) do processo produtivo. Apresenta-se o cálculo do *Lead Time* (LT) de Matéria-Prima, passando pelo *Lead Time* (LT) do processamento, do *Lead Time* (LT) do *Work In Process* (WIP) e *Lead Time* (LT) Produto Acabado.

Na Tabela 4.7 encontram-se identificados os componentes necessários, assim como o objectivo hora e a respectiva necessidade de componentes para cada equipamento.

É apresentado, também na Tabela 4.7, os objectivos/hora definidos para cada equipamento, não sendo estes específicos por referência. O Kanban de abastecimento implementado foi dimensionado com os objectivos globais, não tendo em conta os consumos específicos de cada referência de matéria-prima, levando ao aumento de stock de matéria-prima. Pode ser visto (na Tabela 4.7) que o valor de stock total é igual a 86915 componentes.

A forma de cálculo do *Lead Time* (LT) da matéria-prima, cujos resultados se encontram na Tabela 4.8, pode ser vista na equação 4.3. O exemplo apresentado é o da referência (97788) da Antepara Esquerda, esta referência é um componente que entra no processo do equipamento M09.2, possui 14 embalagem na rack (suporte onde se encontra o stock) de abastecimento, que está dimensionada para uma hora de produção, e cada embalagem contém 20 peças. O seu tempo de consumo, o Tack Time (TT), é igual a 70,10" (segundos). O valor de LT desta referência é, então, igual a 19628", o equivalente a 5,5 horas (0,23 dias).

$$\text{Quantidade de Componentes} \times \text{TT ref} = (20 \times 14) \times 70,10'' = 19628'' \quad \mathbf{(4.3)}$$

Analisando o LT calculado, na Tabela 4.8, para todas as referências de matéria-prima verifica-se que a referência com o valor mais elevado, 311,6 horas (12,98 dias) é a Anel Norglide D.10 AF (1351944). Esta referência entra no processo do equipamento M06.2, cada embalagem tem 8000 componentes e estão dimensionadas duas cartas *kanban*, logo, no máximo estão à espera para entrar no processo 16000 componentes.

Quando se analisa a situação vê-se que este valor é devido à elevada quantidade de componentes por embalagem. Este tipo de componentes, anilhas, parafuso e pernos, entre outros, designados por pequenos componentes têm grande influência no valor de stock e LT, mas normalmente são desprezados pois, são componentes de preço baixo comparado com outros componentes.

Para além do elevado número de componentes por embalagem, e de apenas ser necessário 0,03 caixas para uma hora de produção, o número de cartas *Kanban* dimensionadas é igual a duas. Este valor deve-



se a uma razão muito simples: o pedido de abastecimento, ou seja, o lançamento da carta Kanban, só acontece na altura que a embalagem termina, e se só existisse uma carta, resultaria em paragem da produção por falta desse componente.

Sendo assim, quando se analisa o *Lead time* (LT) na escolha do componente com o maior impacto, estes pequenos componentes devem ser excluídos.

Seguindo esta lógica, de exclusão de pequenos componentes, verifica-se que o componente com LT mais elevado, 5,5 horas (0,23 dias) é a referência Antepara esquerda/Direita, cujo cálculo do LT encontra-se exemplificado na equação 4.3.

O cálculo do *Lead Time* (LT) para a matéria-prima, ou seja, o LT das referências consideradas críticas ou com LT mais elevado encontra-se calculado na Tabela 4.8. sendo igual a 96,62 horas (4,02 dias).

Capítulo 4. Caracterização e diagnóstico da unidade produtiva

Tabela 4.7: identificação dos componentes e quantidades definidas

Cliente	Referência	Designação	Dimensão Caixa	Qt/Caixa	Necessidade p/Subconjunto	Objectivo/hora (Definido)	Necessidade (peças)/hora	Necessidade (Caixas)/hora	Necessidade (Caixas)/hora	Quantidade de componentes nas Racks	Cartas Kanban
M06.1	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	340 x 240 x 160	5000	6	260	1560	0,31	1,00	10000	2
M06.1	4502 218	Biela Esq. AF	400 x 300 x 147	80	1	260	260	3,25	4,00	320	4
M06.1	4502 219	Biela Dir. AF	400 x 300 x 147	80	1	260	260	3,25	4,00	320	4
M06.1	97 748	Sector Dent. AF	400 x 300 x 147	90	2	260	520	5,78	6,00	540	6
M06.1	4469 706	Biela Fr. Int. AF	400 x 300 x 147	60	1	260	260	4,33	5,00	300	5
M06.1	4469 698	Biela Fr. Ext. AF	400 x 300 x 147	60	1	260	260	4,33	5,00	300	5
M06.2	97 791	Reforço Antepara Dir. AF 4P	400 x 300 x 147	30	1	260	260	8,67	9,00	270	9
M06.2	97 790	Reforço Antepara Esq. AF 4P	400 x 300 x 147	30	1	260	260	8,67	9,00	270	9
M06.2	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	340 x 240 x 160	5000	2	260	520	0,10	1,00	10000	2
M06.2	8351 950	Anel Norglide D.14 AF 4P	340 x 240 x 160	1500	1	260	260	0,17	1,00	3000	2
M06.2	8351 944	Anel Norglide D.10 AF	340 x 240 x 160	8000	1	260	260	0,03	1,00	16000	2
M07	97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	400 x 300 x 147	55	1	180	180	3,27	4,00	220	4
M07	97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	400 x 300 x 147	65	1	180	180	2,77	3,00	195	3
M07	8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	400 x 300 x 147	100	1	180	180	1,80	2,00	200	2
M07	8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	400 x 300 x 147	100	1	180	180	1,80	2,00	200	2
M07	97 812	Perno L.14 AF	300 x 200 x 90	1000	2	180	360	0,36	1,00	2000	2
M08	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	300 x 200 x 90	1500	2	260	520	0,35	1,00	3000	2
M08	97 822	Anilha Plana D.8 AF	300 x 200 x 90	2500	2	260	520	0,21	1,00	5000	2
M08	97 816	Perno L.17 AF	300 x 200 x 90	700	1	260	260	0,37	1,00	1400	2
M08	8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	300 x 200 x 147	100	1	260	260	2,60	3,00	300	3
M08	8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	300 x 200 x 147	100	1	260	260	2,60	3,00	300	3
M08	97 660	Perno Fix. Mola AF	300 x 200 x 90	900	2	260	520	0,58	1,00	1800	2
M08	97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	400 x 300 x 147	120	1	260	260	2,17	3,00	360	3
M08	97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	400 x 300 x 147	120	1	260	260	2,17	3,00	360	3
M08	97 812	Perno L.14 AF	300 x 200 x 90	1000	1	260	260	0,26	1,00	2000	2
M09.1	8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	270 x 210 x 120	650	2	200	400	0,62	1,00	1300	2
M09.1	4489 984	Biela Tr. Int. Esq. AF 4P	300 x 200 x 147	40	1	200	200	5,00	5,00	200	5
M09.1	4489 985	Biela Tr. Int. Dir. AF 4P	300 x 200 x 147	40	1	200	200	5,00	5,00	200	5
M09.1	4490 277	Biela Tr. Ext. Dir. AF	300 x 200 x 147	30	1	200	200	6,67	7,00	210	7
M09.1	4490 276	Biela Tr. Ext. Esq. AF	300 x 200 x 147	30	1	200	200	6,67	7,00	210	7
M09.1	97 824	Espaçador M.8 AF	400 x 300 x 147	700	2	200	400	0,57	1,00	1400	2
M09.1	97 828	Casquilho D.15 AF 4P	300 x 200 x 147	400	2	200	400	1,00	1,00	800	2
M09.2	97 810	Perno L.17,5 AF	300 x 200 x 90	400	2	275	550	1,38	2,00	800	2
M09.2	97 764	Perno L.33 AF 4P	300 x 200 x 147	550	2	275	550	1,00	1,00	1100	2
M09.2	97 814	Perno L.31,65 AF 4P	300 x 190 x 90	300	2	275	550	1,83	2,00	600	2
M09.2	97 788	Antp. Esq. AF 4P	600 x 400 x 147	20	1	275	275	13,75	14,00	280	14
M09.2	97 789	Antp. Dir. AF 4P	600 x 400 x 147	20	1	275	275	13,75	14,00	280	14
M09.3	97 666	Casquilho M.8 AF 4P	400 x 300 x 147	300	2	150	300	1,00	1,00	600	2
M10	97 673	Placa Ref. Dir. AF	300 x 200 x 147	120	1	70	70	0,58	1,00	240	2
M10	97 672	Placa Ref. Esq. AF	300 x 200 x 147	120	1	70	70	0,58	1,00	240	2
M10	4494 136	Patilha Ref. AF	300 x 200 x 147	300	2	70	140	0,47	1,00	600	2
M11	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	300 x 200 x 90	1500	2	60	120	0,08	1,00	3000	2
M11	97 822	Anilha Plana D.8 AF	300 x 200 x 90	2500	2	60	120	0,05	1,00	5000	2
M11	97 816	Perno L.17 AF	300 x 200 x 90	700	2	60	120	0,17	1,00	1400	2
M12	97 674	Eixo Dent. AF	300 x 200 x 147	200	2	54	108	0,54	1,00	400	2
M12	97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	400 x 300 x 147	3000	2	54	108	0,04	1,00	6000	2
M12	97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	290 x 200 x 80	800	2	54	108	0,14	1,00	1600	2
M12	97 664	Perno Barra Torç. AF	300 x 200 x 147	900	2	54	108	0,12	1,00	1800	2
Total										86915	171



Tabela 4.8: Cálculo do Lead Time (LT) matéria-prima

Referência	Designação	Qt/Caixa	Necessidade p/Subconjunto	Necessidade (peças)/hora	Necessidade (Caixas)/hora	Quantidade de componentes nas Racks	Cartas Kanban	TT ref /AF	TT ref	LT " Ref	LT "	LT (Horas)	LT (dias)
8351 946	Anel Norglide D.12 AF	5000	6	1560	1,00	10000	2	8,76	52,58	87625	22432	6,23	0,26
4502 218	Biela Esq. AF	80	1	260	4,00	320	4	70,10	70,10	22432			
4502 219	Biela Dir. AF	80	1	260	4,00	320	4	70,10	70,10	22432			
97 748	Sector Dent. AF	90	2	520	6,00	540	6	17,53	35,05	9463,5			
4469 706	Biela Fr. Int. AF	60	1	260	5,00	300	5	70,10	70,10	21030			
4469 698	Biela Fr. Ext. AF	60	1	260	5,00	300	5	70,10	70,10	21030			
97 791	Reforço Anteparas Dir. AF 4P	30	1	260	9,00	270	9	70,10	70,10	18927	18927	5,26	0,22
97 790	Reforço Anteparas Esq. AF 4P	30	1	260	9,00	270	9	70,10	70,10	18927			
8351 946	Anel Norglide D.12 AF	5000	2	520	1,00	10000	2	35,05	70,10	350500			
8351 950	Anel Norglide D.14 AF 4P	1500	1	260	1,00	3000	2	70,10	70,10	210300			
8351 944	Anel Norglide D.10 AF	8000	1	260	1,00	16000	2	70,10	70,10	1121600	15422	4,28	0,18
97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	55	1	180	4,00	220	4	70,10	70,10	15422			
97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	65	1	180	3,00	195	3	70,10	70,10	13669,5			
8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	100	1	180	2,00	200	2	70,10	70,10	14020			
8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	100	1	180	2,00	200	2	70,10	70,10	14020			
97 812	Perno L.14 AF	1000	2	360	1,00	2000	2	35,05	70,10	70100			
97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1500	2	520	1,00	3000	2	35,05	70,10	105150	25236	7,01	0,29
97 822	Anilha Plana D.8 AF	2500	2	520	1,00	5000	2	35,05	70,10	175250			
97 816	Perno L.17 AF	700	1	260	1,00	1400	2	70,10	70,10	98140			
8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	100	1	260	3,00	300	3	70,10	70,10	21030			
8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	100	1	260	3,00	300	3	70,10	70,10	21030			
97 660	Perno Fix. Mola AF	900	2	520	1,00	1800	2	35,05	70,10	63090			
97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	120	1	260	3,00	360	3	70,10	70,10	25236			
97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	120	1	260	3,00	360	3	70,10	70,10	25236			
97 812	Perno L.14 AF	1000	1	260	1,00	2000	2	70,10	70,10	140200			
8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	650	2	400	1,00	1300	2	35,05	70,10	45565			
4489 984	Biela Tr. Int. Esq. AF 4P	40	1	200	5,00	200	5	70,10	70,10	14020			
4489 985	Biela Tr. Int. Dir. AF 4P	40	1	200	5,00	200	5	70,10	70,10	14020			
4490 277	Biela Tr. Ext. Dir. AF	30	1	200	7,00	210	7	70,10	70,10	14721			
4490 276	Biela Tr. Ext. Esq. AF	30	1	200	7,00	210	7	70,10	70,10	14721			
97 824	Espaçador M.8 AF	700	2	400	1,00	1400	2	35,05	70,10	49070			
97 828	Casquilho D.15 AF 4P	400	2	400	1,00	800	2	35,05	70,10	28040			
97 810	Perno L.17,5 AF	400	2	550	2,00	800	2	35,05	70,10	28040			
97 764	Perno L.33 AF 4P	550	2	550	1,00	1100	2	35,05	70,10	38555	19628	5,45	0,23
97 814	Perno L.31,65 AF 4P	300	2	550	2,00	600	2	35,05	70,10	21030			
97 788	Antp. Esq. AF 4P	20	1	275	14,00	280	14	70,10	70,10	19628			
97 789	Antp. Dir. AF 4P	20	1	275	14,00	280	14	70,10	70,10	19628			
97 666	Casquilho M.8 AF 4P	300	2	300	1,00	600	2	35,05	70,10	21030	21030	5,84	0,24
97 673	Placa Ref. Dir. AF	120	1	70	1,00	240	2	70,10	70,10	16824	21030	5,84	0,24
97 672	Placa Ref. Esq. AF	120	1	70	1,00	240	2	70,10	70,10	16824			
4494 136	Patilha Ref. AF	300	2	140	1,00	600	2	35,05	70,10	21030			
97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1500	2	120	1,00	3000	2	35,05	70,10	105150	175250	48,68	2,03
97 822	Anilha Plana D.8 AF	2500	2	120	1,00	5000	2	35,05	70,10	175250			
97 816	Perno L.17 AF	700	2	120	1,00	1400	2	35,05	70,10	49070			
97 674	Eixo Dent. AF	200	2	108	1,00	400	2	35,05	70,10	14020	14020	3,89	0,16
97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	3000	2	108	1,00	6000	2	35,05	70,10	210300			
97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	800	2	108	1,00	1600	2	35,05	70,10	56080			
97 664	Perno Barra Torç. AF	900	2	108	1,00	1800	2	35,05	70,10	63090			
Total						86915	171					96,62	4,02

Na Tabela 4.10 encontram-se identificados todos os produtos semi-acabados (ou subconjuntos) que se deslocam de um equipamento para outro. Pode observar-se que os equipamentos M06.1, M06.2, M07, M08 e M09.1 possuem um tempo de mudança de ferramenta igual a 12 minutos. Esta tabela inclui, também, o valor do *Tack Time* (TT) por referência e o respectivo Tempo de Ciclo (TC). É apresentada também qual o consumo de cada referência por subconjunto de Anteparas para AF 4P direito/esquerdo.

O stock identificado na unidade produtiva é considerado não controlado, dada a inexistência de *kanban* de produção. A produção é feita para stock, logo o valor de WIP e stock de Produto Acabado é muito elevado. Na Tabela 4.9 pode ver-se o stock de produto semi-acabado (*Work In Process* (WIP)), 15122 produtos semi-acabados, ou subconjuntos, e o valor de produtos acabados (finais), 600 conjuntos de Anteparas para AF 4P direito e esquerdo. Sendo o valor total de subconjuntos e produto final de 15722 produtos.

Tabela 4.9: Valores de stock produto semi-acabado e produto acabado

WIP	15122
Produto Acabado	600
Total	15722

Na Tabela 4.11 encontra-se o cálculo do *Lead Time* (LT), o LT de Processo, o LT de WIP e de Produto acabado para cada referência.

É considerado LT de Processo, o tempo em que uma peça, ou as peças de um lote, demoram a ser processadas no posto de trabalho até colocar essa peça ou lote no *shopstock*. Assim, este valor calcula-se através do número de peças por embalagem, o número de operadores e o Tempo de Ciclo (TC) da referência. A forma de cálculo do LT do Processo pode ser vista na equação (4.4), para a referência Biela Traseira Exterior Direita (8353787), que é um subconjunto do equipamento M10, e é igual a 4000" (segundos), o equivalente a 1,1 hora (0,046 dias).

$$\text{(n}^\circ \text{ peças embalagem) x TC referência} = (40) \times 100 = 4000'' \quad \text{(4.4)}$$

Quando se refere o LT de WIP, refere-se ao tempo em que uma referência pode ficar em espera até ser consumida pelo posto seguinte. Assim, este tempo é calculado através da quantidade de produto semi-acabado ou subconjuntos a multiplicar pelo Tack Time (TT) da referência, ou seja, o tempo que representa o seu ritmo de consumo.



A fórmula de cálculo do *Lead Time* (LT) do WIP, pode ser vista na equação (4.5), sendo assim, o valor de LT da referência Sector Dentado (4482768) que é o produto intermédio que é transformado no equipamento M06.1 e está em espera para o equipamento M08, é igual a 31590" (segundos), o equivalente a 17,52 horas (0,73 dias).

$$\text{Tack Time da referência} \times \text{quantidade de Produto Semi - Acabado} = 35,1 \times 900 = 31590'' \quad (4.5)$$

Os subconjuntos que possuem maior valor, 1,1 hora (0,046 dias), de LT de Processo são as Bielas Traseira Exterior Direita/Esquerda, que se encontra calculado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada..** Uma das razões para esta referência ser a que possui o LT mais elevado é possuir o maior tempo de ciclo a par das outras 2 referências processadas no equipamento M10 (Tabela 4.11), sendo que as Bielas possuem mais componentes por embalagem (40).

Quanto à referência que possui o valor mais elevado de LT do WIP, 37,38 horas (1,55 dias), é o subconjunto designado por Biela Traseira exterior direito com referência 8353611 (Tabela 4.11). Esta referência é processada no equipamento M06 e possui um TT de 140,2" (segundos). Como se pode analisar na Tabela 4.11, todas as referências processadas na M07 e que se destinam ao equipamento M11 possuem o mesmo valor de LT. Este valor elevado, deve-se em parte ao valor do TT elevado e da quantidade de subconjuntos em espera, 960, o maior valor de WIP de todas as referências.

O Lead Time de Produto Acabado, na Tabela 4.11 encontra-se na coluna do LT WIP e PA, e é igual ao LT da referência de Produto Acabado (8353 726/732).

Na Tabela 4.11 encontra-se também calculado o Lead Time (LT) global do processo e o Lead Time Global do WIP e de Produto Final. As referências que constituem o valor de Lead Time (LT), são as mais críticas ou com maior LT em cada equipamento e em cada stock de subconjuntos intermédios.

Os valores deste LT encontram-se na Tabela 4.11, assim como as referências consideradas críticas para o seu cálculo (referências com fundo vermelho na Tabela 4.11). Então o valor de LT WIP é igual a 125,44 horas (5,23 dias), e o LT do Produto Acabado é igual a 11,68 horas (0,49 dias).

O valor de LT do processo é igual a 2,64 horas (0,11 dias), as referências utilizadas para o cálculo são as que possuem LT de processo mais elevado em cada equipamento e encontram-se sombreadas a vermelho na Tabela 4.11).

Tabela 4.10: Identificação e caracterização dos subconjuntos

Fornecedor	Cliente	Referência	Designação	TT	Necessidade/ AF Direito	Necessidade/ AF Esquerdo	Qt de caixas	Qt/caixa	WIP	TC "	C/O '
M06.1	M08	8353 546	Biela Fr.Int.	70,10	1	1	9	100	900	12	12
M06.1	M08	8353 544	Biela Fr.Ext.	70,10	1	1	9	100	900	12	12
M06.1	M08	4482 768	Sector Dentado	35,05	2	2	9	100	900	12	12
M06.1	M08	4482 933	Biela Dir. Equipada	70,10	1	1	9	100	900	12	12
M06.1	M08	4482 932	Biela Esq. Equipada	70,10	1	1	9	100	900	12	12
M06.2	M07	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	140,20	1		9	40	360	14,34	12
M06.2	M07	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	140,20		1	9	40	360	14,34	12
M06.2	M07	4483 081	Biela Tr. Int. Dir.	140,20		1	9	40	360	14,34	12
M06.2	M07	4483 080	Biela Tr. Int. Esq.	140,20	1		9	40	360	14,34	12
M06.2	M09.1	97 791	Reforço Amtepara Dir.	70,10	1	1	18	40	720	14	12
M06.2	M09.1	97 790	Reforço Amtepara Esq.	70,10	1	1	18	40	720	14	12
M07	M11	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	140,20	1		24	40	960	17	12
M07	M11	8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.	140,20		1	24	40	960	17	12
M07	M11	4483 225	Biela Tr. Int. Dir.	140,20		1	24	40	960	14	12
M07	M11	4483 224	Biela Tr. Int. Esq.	140,20	1		24	40	960	14	12
M08	M11	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	70,10	1	1	18	50	900	14,17	12
M08	M11	4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.	70,10	1	1	18	50	900	14,17	12
M08	M11	8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.	140,20	1		9	50	450	13	12
M08	M11	8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.	140,20		1	9	50	450	13	12
M08	M11	8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.	140,20		1	9	50	450	13	12
M08	M11	8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.	140,20	1		9	50	450	13	12
M09.1	M10	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	140,20	1		10	40	400	24	12
M09.1	M10	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	140,20		1	10	40	400	24	12
M09.1	M06.2	4483 053	Biela Tr. Int.Dir.	140,20		1	10	40	400	24	12
M09.1	M06.2	4483 052	Biela Tr. Int. Esq.	140,20	1		10	40	400	24	12
M09.1	M09.3	4483 251	Reforço Antepara Dir.	70,10	1	1	12	40	480	22	
M09.1	M09.3	4483 250	Reforço Antepara Esq.	70,10	1	1	12	40	480	22	
M09.2	M09.3	4483 409	Antepara Dir.	70,10	1	1	10	16	160	40	
M09.2	M09.3	4483 408	Antepara Esq.	70,10	1	1	10	16	160	40	
M09.3	M10	4483 461	Antepara Dir.	70,10	1	1	30	16	480	28	
M09.3	M10	4483 460	Antepara Esq.	70,10	1	1	30	16	480	28	
M10	M11	4483 644/4483	Cj. Anteparas Esq.	140,20		1	25	8	200	100	
M10	M11	4483 645/4483	Cj. Anteparas Dir.	140,20	1		25	8	200	100	
M10	M06.2	8353 787	Biela Tr. Ext. Dir.	140,20	1		7	40	280	100	
M10	M06.2	8353 786	Biela Tr. Ext. Esq.	140,20		1	7	40	280	100	
M11	M12	644/632	Cj. Anteparas Esq.	140,20		1	1	1	1	57	
M11	M12	645/633	Cj. Anteparas Dir.	140,20	1		1	1	1	57	
M12	Linha de M	8353 726/8353	Cj. Antepara Esquerda	140,20		1	75	4	300	58	
M12	Linha de M	8353 727/8353	Cj. Antepara Direita	140,20	1		75	4	300	58	



Tabela 4.11: Cálculo do Lead Time (LT) subconjuntos e produto final

Fornecedor	Cliente	Referência	Designação	TT "	Qt de caixas	Qt/caixa	WIP	TC "	C/O '	LT " Ref	LT " Processo Ref	LT " Processo	LT "	
M06.1	M08	8353 546	Biela Fr.Int.	70,102	9	100	900	12	12	63090	1200,00	1200,00	63090,00	
M06.1	M08	8353 544	Biela Fr.Ext.	70,102	9	100	900	12	12	63090	1200,00			
M06.1	M08	4482 768	Sector Dentado	35,051	9	100	900	12	12	31590	1200,00			
M06.1	M08	4482 933	Biela Dir. Equipada	70,102	9	100	900	12	12	63090	1200,00			
M06.1	M08	4482 932	Biela Esq. Equipada	70,102	9	100	900	12	12	63090	1200,00			
M06.2	M07	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	140,2	9	40	360	14,34	12	50472	573,50	573,50	50472,00	
M06.2	M07	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	140,2	9	40	360	14,34	12	50472	573,50			
M06.2	M07	4483 081	Biela Tr. Int. Dir.	140,2	9	40	360	14,34	12	50472	573,50			
M06.2	M07	4483 080	Biela Tr. Int. Esq.	140,2	9	40	360	14,34	12	50472	573,50			
M06.2	M09.1	97 791	Reforço Amtepara Dir.	70,102	18	40	720	14	12	50472	560,00			
M06.2	M09.1	97 790	Reforço Amtepara Esq.	70,102	18	40	720	14	12	50472	560,00			
M07	M11	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	140,2	24	40	960	17	12	134592	680,00	680,00	134592	
M07	M11	8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.	140,2	24	40	960	17	12	134592	680,00			
M07	M11	4483 225	Biela Tr. Int. Dir.	140,2	24	40	960	14	12	134592	560,00			
M07	M11	4483 224	Biela Tr. Int. Esq.	140,2	24	40	960	14	12	134592	560,00			
M08	M11	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	70,102	18	50	900	14,17	12	63090	708,50	708,50	63090	
M08	M11	4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.	70,102	18	50	900	14,17	12	63090	708,50			
M08	M11	8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.	140,2	9	50	450	13	12	63090	650,00			
M08	M11	8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.	140,2	9	50	450	13	12	63090	650,00			
M08	M11	8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.	140,2	9	50	450	13	12	63090	650,00			
M08	M11	8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.	140,2	9	50	450	13	12	63090	650,00			
M09.1	M10	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	140,2	10	40	400	24	12	56080	960,00	960,00	56080	
M09.1	M10	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	140,2	10	40	400	24	12	56080	960,00			
M09.1	M06.2	4483 053	Biela Tr. Int.Dir.	140,2	10	40	400	24	12	56080	960,00			
M09.1	M06.2	4483 052	Biela Tr. Int. Esq.	140,2	10	40	400	24	12	56080	960,00			
M09.1	M09.3	4483 251	Reforço Antepara Dir.	70,102	12	40	480	22		33648	880,00			
M09.1	M09.3	4483 250	Reforço Antepara Esq.	70,102	12	40	480	22		33648	880,00			
M09.2	M09.3	4483 409	Antepara Dir.	70,102	10	16	160	40		11216	640,00	640,00	11216	
M09.2	M09.3	4483 408	Antepara Esq.	70,102	10	16	160	40		11216	640,00			
M09.3	M10	4483 461	Antepara Dir.	70,102	30	16	480	28		33648	448,00	448,00	33648	
M09.3	M10	4483 460	Antepara Esq.	70,102	30	16	480	28		33648	448,00			
M10	M11	4483 644/4483	Cj. Anteparas Esq.	140,2	25	8	200	100		28040	900,00	4000,00	39256	
M10	M11	4483 645/4483	Cj. Anteparas Dir.	140,2	25	8	200	100		28040	900,00			
M10	M06.2	8353 787	Biela Tr. Ext. Dir.	140,2	7	40	280	100		39256	4000,00			
M10	M06.2	8353 786	Biela Tr. Ext. Esq.	140,2	7	40	280	100		39256	4000,00			
M11	M12	644/632	Cj. Anteparas Esq.	140,2	1	1	1	57		140,2	57,00	57,00	140,2	
M11	M12	645/633	Cj. Anteparas Dir.	140,2	1	1	1	57		140,2	57,00			
M12	Linha de M	8353 726/8353	Cj. Antepara Esquerda	140,2	75	4	300	58		42060	232,00	232,00	42060	
M12	Linha de M	8353 727/8353	Cj. Antepara Direita	140,2	75	4	300	58		42060	232,00			
											9499,00	451584,20		
											PA		42060	

Resumindo, os valores de LT calculados podem ser vistos na Tabela 4.12. o total do LT de todo o processo é igual a 236,38 horas (9,85 dias).

Tabela 4.12: Resumo dos Valores de LT

Data:		Jun-10
Lead Time		
Matéria-prima	Horas	96,62
	Dias	4,02
Processo	Horas	2,64
	Dias	0,11
WIP	Horas	125,44
	Dias	5,23
PA	Horas	11,68
	dias	0,49
Total	Horas	236,38
	Dias	9,85

Para finalizar a análise, falta fazer referência a uma medida de desempenho (produtividade) que é seguida na Faurecia, os PPH's (peça/hora/Homem). Sendo assim, os PPH's alcançados pelos operadores, são de 5,5.

4.9 Problemas e desperdícios

Da análise inicial realizada, um problema identificado que sobressai é a enorme complexidade de fluxos de material, os produtos semi-acabados têm de ser transportados de uns postos de trabalho para outros (posto de processamento seguinte) o que leva a um grande número de movimentações.

O transporte de material é efectuado de duas formas, ou é transportado pelo comboio de abastecimento ou pelo gap leader. O número elevado de movimentações é ainda agravado pelo peso das embalagens, o que piora a classificação ergonómica da unidade de produção.

Outro desperdício visível é a inexistência de controlo de stocks, sendo este muito elevado, tanto para absorver o tempo elevado de troca de ferramenta, tempo de avarias, e tempo de deslocações.

Todos os desperdícios/problemas identificados leva a um Lead Time (LT) elevado.

5 Acções de melhoria

Este capítulo descreve e demonstra todo o trabalho desenvolvido e acções de melhoria implementadas, na concretização do projecto.

O ponto mais básico da implementação/concretização da melhoria contínua, na Faurecia, realiza-se através das ideias de melhoria e Workshops.

A diferença de uma ideia de melhoria para um workshop, é que num workshop se obtém e realiza mais do que uma ideia de melhoria para o mesmo objectivo, e deverão ser apresentados os ganhos conseguidos.

Um Workshop pode ser denominado de duas formas: Hoshin quando os objectivos e alterações propostas melhoram a produtividade da linha ou do posto de trabalho; e SMED quando o objectivo é focado na redução do tempo de troca de ferramenta ou setup e consequentemente stocks e lead time.

A forma de se estruturar um workshop Hoshin, na Faurecia, começa com o tema e apresentação da equipa, seguem-se os objectivos a que se propõe. A análise inicia-se com apresentação do Tack Time e análise do MIFD, assim como de um vídeo da situação em análise. Segue-se o cálculo do Lead Time. Depois desta análise inicial seguem-se as propostas de melhoria, o MIFD e vídeo da situação depois da implementação das melhorias e apresentam-se os ganhos.

A realização de um Workshop SMED, depois da definição do objectivo, deverá iniciar-se com a análise de um vídeo da troca de ferramenta em análise, de seguida deverão ser descritas e listadas pormenorizadamente todas as operações realizadas para a troca de ferramenta. As operações deverão ser classificadas como internas, aquelas que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada, e como externas, as operações que podem ser realizadas sem ser necessário a paragem da máquina. Deverão ser analisadas todas as operações de preparação de troca de ferramenta, que podem ser realizadas com a máquina ainda em funcionamento, poupando desta forma, tempo na mudança. Quanto às operações internas deverão ser analisadas e verificado se existe alguma alteração possível para diminuir o seu tempo.

Todas as acções de melhoria implementadas encontram-se associadas a estes dois conceitos.

5.1 Workshop: Simplificação dos Fluxos

O objectivo deste workshop é a redução dos fluxos de material, de forma a reduzir o stock e melhorar as condições dos operadores. Como foi explicado no capítulo 4.5, devido a esta complexidade tem-se stock elevado, transportes desnecessários e a sobrecarga da condição ergonómica dos operadores.

A simplificação dos fluxos de material foi conseguida através da alteração de layout.

Para decidir a configuração de layout mais adequada foram tidos em consideração os seguintes objectivos: Redução das movimentações e transportes de material; a posição das rack's de forma a melhorar o acesso e às directrizes ergonómicas e de segurança (foram definidas saídas da GAP de 80 cm, e diminuídos o número e distância de transportes de material).

Um ponto importante a referir, é que a área onde as Preparatórias PQ25 se encontravam inicialmente, foi requisitada para outra linha de montagem do PQ25, e a zona da fábrica sugerida para a colocação da GAP das Preparatórias PQ25, ver Figura 5.1, para além de ter menos área disponível, tem uma CNC, máquina de medições 3D, que não pode ser movimentada devido às suas características e ao custo de movimentação e de reiniciar.

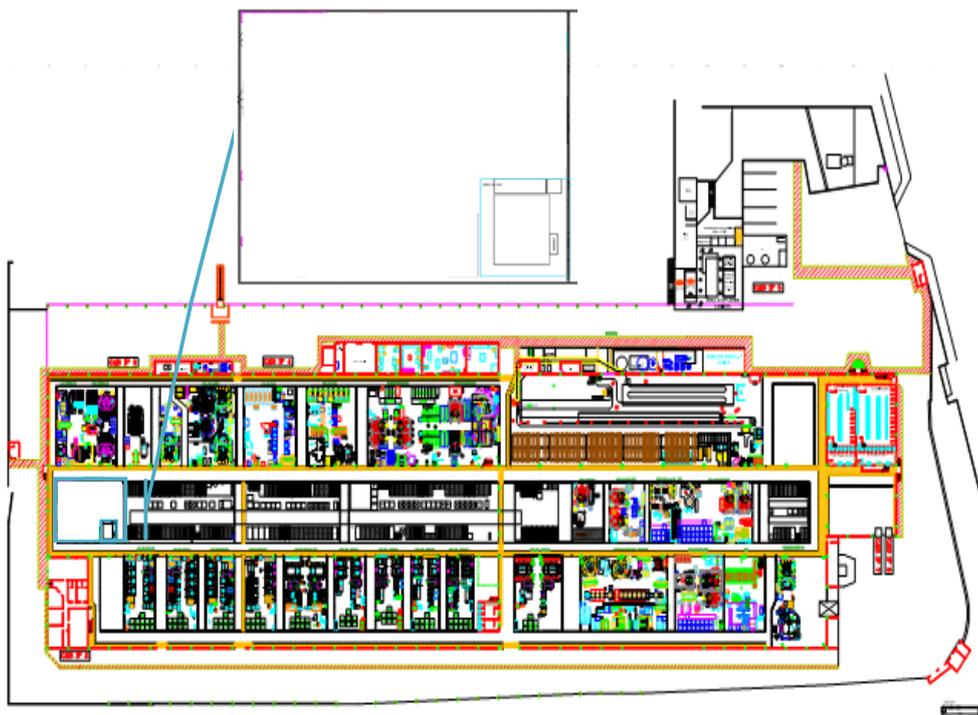


Figura 5.1: Localização no layout da fábrica do espaço para a GAP das Preparatórias PQ25

Sendo assim, na Figura 5.2 pode ver-se a configuração do layout para as Preparatórias PQ25 seleccionada, e que apresentava melhores condições e menor complexidade de fluxos de material, tendo em conta as restrições iniciais apresentadas. No Anexo 3 estão documentadas outras configurações analisadas.

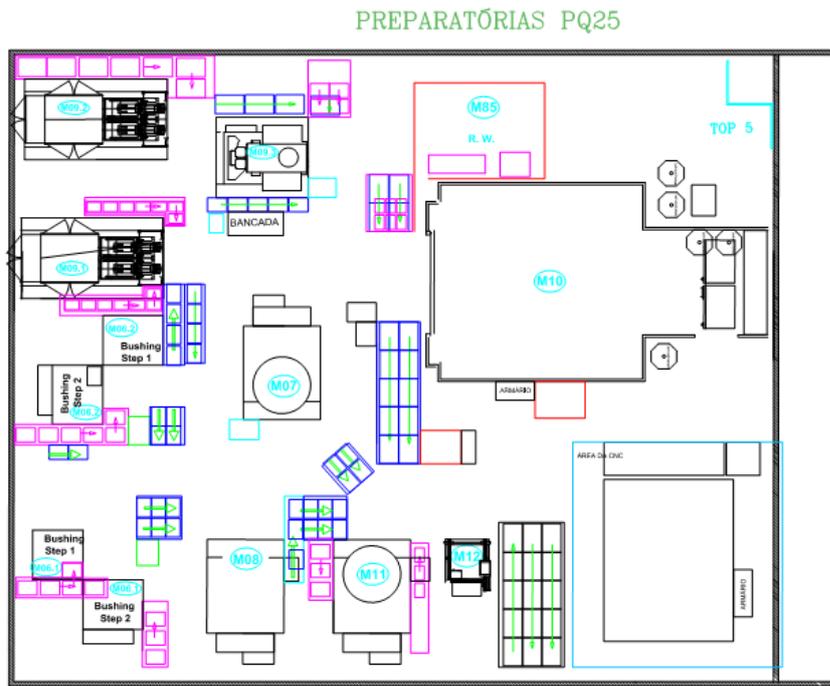


Figura 5.2: Layout actual

Na Figura 5.3 encontram-se representados os fluxos de material dos vários subconjuntos. Comparando esta representação com a representação dos fluxos inicial (Figura 4.3) vê-se claramente uma melhoria.

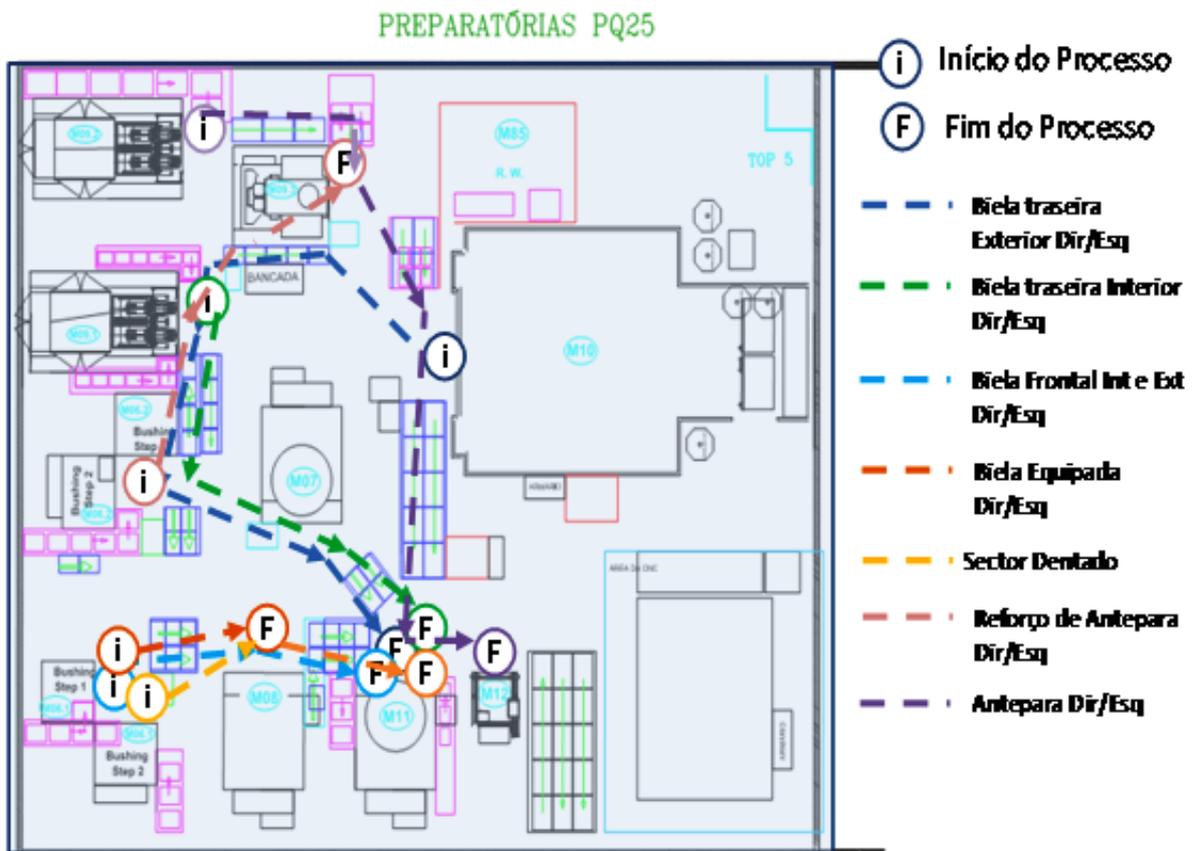


Figura 5.3: Representação dos fluxos de material

Uma melhoria notada em todos os fluxos de material é a diminuição da distância percorrida pelo material para o posto de trabalho seguinte, deixou de ser necessário o uso de carinhos ou comboio de abastecimento para realizar os transportes do material transformado, o percurso que os materiais têm de percorrer foi simplificado, passando a serem muito mais directos. (As imagens que representam os fluxos de material inicial e actual, encontram-se mais visíveis no Anexo 4.

5.2 Alteração de fluxo de produção

No equipamento M10 foi realizada uma alteração na ferramenta de forma a poder soldar a patilha (M10) antes da soldadura do espaçador na biela (M09.1). Esta alteração foi realizada, com o objectivo de simplificar o fluxo de material, que no layout actual tinha fluxo inverso do material (Figura 5.4).

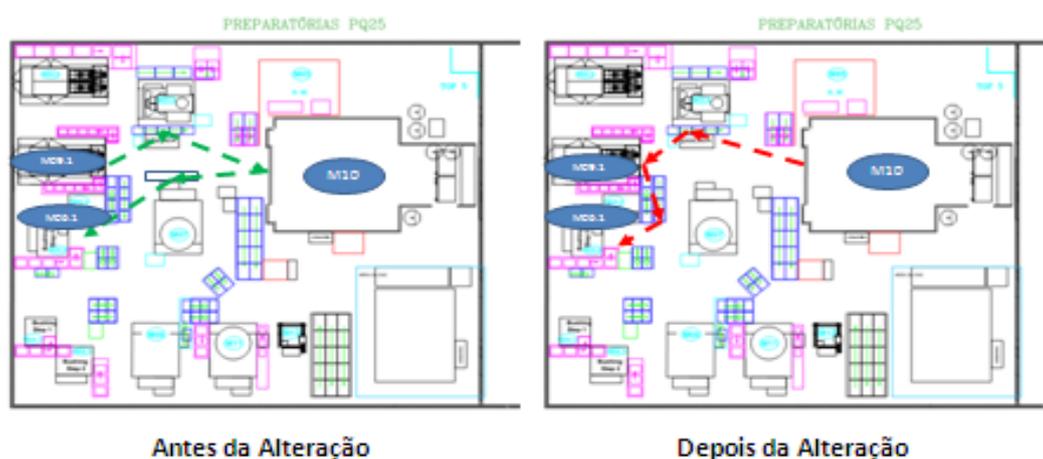


Figura 5.4: Representação gráfica dos resultados da alteração da ferramenta da M10

Esta alteração levou a uma actualização da Lista de Materiais (BOM), numa referência do nível 3: Biela Traseira Exterior esquerda (4482 942) que entra no produto final Conjunto de anteparas para AF 4P Esquerdo (Figura 5.5), verificando-se a mesma alteração na Biela Traseira Exterior Direita na referência de produto final Conjunto de anteparas para AF 4P Direito (Figura 5.6).

↖	3	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	1
↖	4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
↖	4	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	1
↖	5	97 824	Espaçador M.8 AF	1
↖	5	8353 786	Biela Tr. Ext. Esq.	1
↖	6	4494 136	Patilha Ref. AF	1
↖	6	4490 276	Biela Tr. Ext. Esq. AF	1

Figura 5.5: Alteração na BOM da referência de PA Conjunto de Anteparas para AF 4P Esquerdo

↺	3	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	1
↺	4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
↺	4	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	1
↺	5	97 824	Espaçador M.8 AF	1
↺	5	8353 787	Biela Tr. Ext. Dir.	1
↺	6	4494 136	Patilha Ref. AF	1
↺	6	4490 277	Biela Tr. Ext. Dir. AF	1

Figura 5.6: Alteração na BOM da referência de PA Conjunto de Anteparas para AF 4P Direito

5.3 Workshop SMED: Redução do Tempo Troca de Ferramenta

Os equipamentos que possuem troca de ferramenta, como foi referido no capítulo 4.8, são o M06.1, M06.2, M07, M08 e M09.1. Foram realizados para todos estes equipamentos workshops SMED com o objectivo de redução do tempo de troca de ferramenta.

Existem três acções que foram realizadas em todos os equipamentos. Desta forma serão as primeiras a serem descritas.

Inicialmente as ferramentas para as máquinas de todos os modelos encontravam-se centralizadas num armário colocado numa extremidade da GAP Preparatórias PQ25 (ver Figura 5.7). Na análise dos vídeos de troca de ferramenta verificou-se que a operação que demorava mais tempo na troca de ferramenta era a deslocação ao armário para troca das ferramentas. Esta operação é classificada como externa, ou seja, pode ser realizada enquanto a máquina trabalha, mas na realidade isso não se verifica, pois tem de ser o operador a ir até ao armário e fazer a troca de ferramentas, levar para o posto e proceder a montagem das ferramentas na máquina.

A acção que reduziu, e muito, o tempo de troca de ferramenta foi a colocação das referências de cada máquina num suporte junto ao posto de trabalho (ver na Figura 5.7), evitando que este se tenha de deslocar, e talvez até poder confundir as ferramentas.

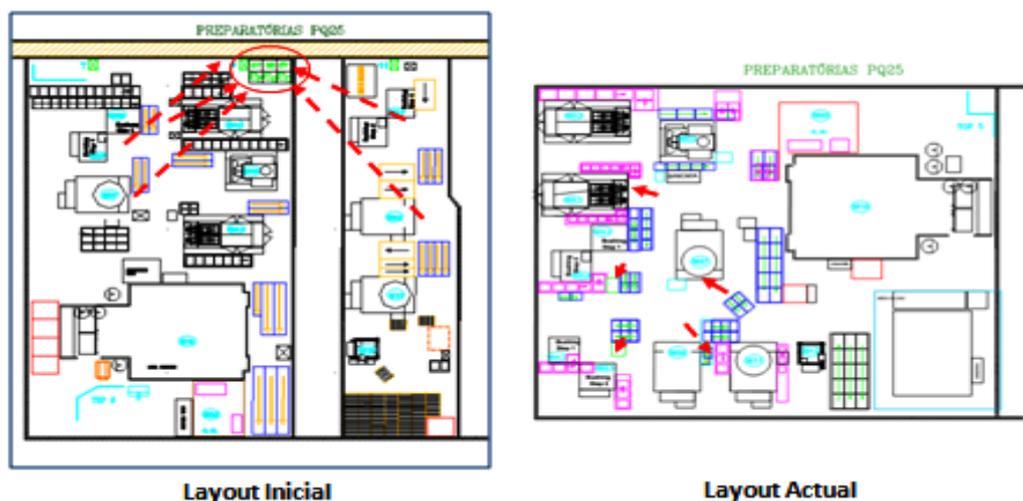


Figura 5.7: Localização do suporte das ferramentas para cada equipamento

Outra acção que foi realizada em todos os SMED foi a de identificação visual das ferramentas por referência, ou seja em cada posto com troca de ferramenta, os módulos são identificados com cores diferentes consoante a referência que produzem. Esta alteração realizou-se para evitar erros na escolha do módulo da ferramenta para a referência a produzir, e para eliminar tempo de leitura do código na ferramenta. Esta alteração pode ser vista na Figura 5.8. Com a marcação do código de cor fica garantida a escolha acertada dos módulos para cada referência.



Figura 5.8: Identificação visual das ferramentas por referência

Todas as trocas de ferramenta incluem alteração do programa na consola da máquina. Inicialmente tinha de ser, obrigatoriamente o Gap Leader a fazer esta alteração, o que poderia estar disponível, ou não (podia encontrar-se a alterar o programa de outro equipamento). Actualmente todos os operadores têm formação para alterarem o programa na consola da máquina, não ficando limitados à disponibilidade do Gap Leader.

As outras acções que levaram à diminuição do tempo de troca de ferramenta são tecnicamente mais específicas, sendo sucintamente descritas neste relatório.

Nos equipamentos M06.1 e M06.2, as ferramentas foram rectificadas, para eliminar a necessidade que existia inicialmente do uso de anilhas para o ajuste da altura da ferramenta.

Na M09.1 foi alterada a forma de aperto da ferramenta na mudança. Inicialmente o eléctrodo da ferramenta era apertado à prensa por parafusos 4xM8, sendo que actualmente foi implementado o aperto rápido do eléctrodo a partir do centrador.

A M09.1 produz 3 referências diferentes, o que leva à existência de três módulos de ferramentas. Cada módulo possuía um eléctrodo diferente. Assim foi criado de um eléctrodo universal para os três módulos de ferramentas.

Foi alterado também o método de fixação das ferramentas à prensa. Inicialmente a fixação era realizada manualmente com uma chave, demorando cerca de 30 segundos. Actualmente está implementado a fixação rápida da ferramenta reduzindo-se o tempo para 8 segundos.

5.4 Redimensionamento kanban de abastecimento

Neste subcapítulo mostra-se o redimensionamento do Kanban de Abastecimento. A implementação do Kanban e o seu correcto dimensionamento, são dois aspectos importantes na redução de stocks e *Lead Time* (LT).

A primeira fase é identificar os componentes, as suas características e necessidades.

Para o cálculo das necessidades é necessário saber qual o pedido do cliente, neste caso o PQ25, para as referências Assentos da Frente (AF) 4 Portas (4P). O pedido do cliente aumentou, relativamente ao mostrado na análise inicial. Na Tabela 5.1 pode ver-se que o pedido do cliente passou para 2100 AF 4P (direito/esquerdo) por dia (anteriormente era 1800 AF 4P (Direito/Esquerdo) por dia – ver Tabela 4.5). passando o pedido do de conjunto de anteparas a ser de 1380 (Tabela 5.1), 33% do PDP de AF 4P esquerdos e direitos do PQ25.

Tabela 5.1: Pedido do cliente

PQ25	Pedido
AF 4P Esquerdo	2100
AF 4P Direito	2100
Capacidade Preparatórias PQ25	33%
Preparatórias PQ25	Pedido Conjuntos
Cj. Antepara Int/Ext AF 4P Esquerdo	690
Cj. Antepara Int/Ext AF 4P Direito	690
Total	1380

Com esta alteração de pedido, alterou também o *Tack Time* (TT). As preparatórias trabalham em 3 turnos, logo o tempo de abertura continua a ser as 21,42 horas. Na Tabela 5.2 pode ver-se o TT global, 55.88" e o TT por referência, 111.75".

Tabela 5.2: Tack Time (TT)

Preparatórias PQ25	Pedido Conjuntos	TT"
Cj. Antepara Int/Ext AF 4P Esquerdo	690	111,76
Cj. Antepara Int/Ext AF 4P Direito	690	111,76
Total	1380	55,88

O PDP das preparatórias, por turno e por hora, pode ser vista na Tabela 5.3. O PDP do 3º turno são menores que nos restantes turnos porque trabalha-se menos uma hora e tem menos uma pessoa.

Tabela 5.3: PDP Preparatórias PQ25

Turnos	PDP/Turno	PDP/hora
T1	500	67
T2	500	67
T3	380	59
Total	1380	

Calculadas as necessidades e Tack Time (TT) para as referências de produto acabado, pode ver-se na Tabela 5.4 toda a informação necessária das referências de matéria-prima (a referência, a designação, o cliente, neste caso é o equipamento a que se destina, assim como a quantidade de componentes por caixa, o tipo de caixa e a sua dimensão).

Pela análise da BOM é possível saber qual a necessidade de cada componente (Tabela 5.4) para um subconjunto. Independentemente da referência a produzir o consumo de Matéria-Prima é igual.

Assim a necessidade de peças por hora é calculada através da necessidade de componentes por conjunto a multiplicar pela produção de conjuntos por hora.

Estando a primeira fase completa, segue-se para a segunda fase: o dimensionamento do número de cartas Kanban necessário para uma hora de produção.

Esta segunda fase inicia-se com o cálculo das necessidades de caixas para cada componente. Possuindo os valores da necessidade de peças por hora e dividindo-os pela quantidade de componentes por embalagem, obtêm-se a necessidade caixas por hora. Pode ver-se o exemplo deste cálculo, para a referência Antepara Esquerda (97 788), cujo cliente é o equipamento M09.2, na equação (5.1). A necessidade de caixas é de 4,19, arredondando o valor, esta referência por hora terá necessidade de 5 caixas deste componente. Logo o número de cartas necessárias, tendo em conta que cada caixa é acompanhada por uma carta Kanban, será igual a 5.

$$\text{Necessidade Caixas/Hora} = \frac{\text{Necessidade de Componentes/Hora}}{\text{n}^\circ \text{Componentes/Caixa}} = \frac{67}{16} = 4,19 \quad (5.1)$$

O funcionamento do Kanban é simples, os postos são abastecidos com caixas dos componentes de matéria-prima necessária, cada caixa é acompanhada por uma carta Kanban, sempre que se consome os componentes da caixa (até ao último componente), a carta Kanban, que acompanhava a embalagem, é lançada (num lançador) para o operador logístico repor o material.

Na Tabela 5.4 pode ver-se o dimensionamento do número de cartas Kanban para todas as referências de matéria-prima. Ao todo encontram-se no processo 102 cartas Kanban de abastecimento, sendo que inicialmente estavam no processo 171 cartas Kanban.



Tabela 5.4: Dimensionamento Kanban de Abastecimento

Cliente	Referência	Designação	Tipo de Caixa	Dimensão Caixa	Quantidade/ Caixa	Necessidade p/ Conjunto	Objectivo /hora	Necessidade (peças)/hora	Necessidade (Caixas)/hora	Necessidade (Caixas)/hora	Nº Cartas Kanban
M06.1	8351 946	Anel Noglide D.12 AF	Cx. Cartão	340 x 240 x 160	5000	6	67	402	0,08	1	2
M06.1	4502 218	Biela Esq. AF	KL1	400 x 300 x 147	80	1	67	67	0,84	1	2
M06.1	4502 219	Biela Dir. AF	KL1	400 x 300 x 147	80	1	67	67	0,84	1	2
M06.1	97 748	Sector Dent. AF	KL1	400 x 300 x 147	90	2	67	134	1,49	2	2
M06.1	4469 706	Biela Fr. Int. AF	KL1	400 x 300 x 147	60	1	67	67	1,12	2	2
M06.1	4469 698	Biela Fr. Ext. AF	KL1	400 x 300 x 147	60	1	67	67	1,12	2	2
M06.2	97 791	Reforço Antepara Dir. AF 4P	KL2	400 x 300 x 147	40	1	67	67	1,68	2	2
M06.2	97 790	Reforço Antepara Esq. AF 4P	KL2	400 x 300 x 147	40	1	67	67	1,68	2	2
M06.2	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	Cx. Cartão	340 x 240 x 160	5000	2	67	134	0,03	1	2
M06.2	8351 950	Anel Norglide D.14 AF 4P	Cx. Cartão	340 x 240 x 160	2000	1	67	67	0,03	1	2
M06.2	8351 944	Anel Norglide D.10 AF	Cx. Cartão	340 x 240 x 160	8000	1	67	67	0,01	1	2
M07	97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	KL2	400 x 300 x 147	55	1	67	67	1,22	2	2
M07	97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	KL2	400 x 300 x 147	65	1	67	67	1,03	2	2
M07	8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	KL2	400 x 300 x 147	200	1	67	67	0,34	1	2
M07	8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	KL2	400 x 300 x 147	200	1	67	67	0,34	1	2
M07	97 812	Perno L.14 AF	cx cartão	300 x 200 x 90	1000	1	67	67	0,07	1	2
M08	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	1500	2	67	134	0,09	1	2
M08	97 822	Anilha Plana D.8 AF	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	2500	2	67	134	0,05	1	2
M08	97 816	Perno L.17 AF	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	700	1	67	67	0,10	1	2
M08	8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	KL2	300 x 200 x 147	150	1	67	67	0,45	1	2
M08	8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	KL2	300 x 200 x 147	150	1	67	67	0,45	1	2
M08	97 660	Perno Fix. Mola AF	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	900	2	67	134	0,15	1	2
M08	97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	KL2	400 x 300 x 147	120	1	67	67	0,56	1	2
M08	97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	KL2	400 x 300 x 147	120	1	67	67	0,56	1	2
M08	97 812	Perno L.14 AF	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	1000	1	67	67	0,07	1	2
M09.1	8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	KL1	270 x 210 x 120	500	2	67	134	0,27	1	2
M09.1	4489 984	Biela Tr. Int. Esq. AF 4P	KL1	300 x 200 x 147	40	1	67	67	1,68	2	2
M09.1	4489 985	Biela Tr. Int. Dir. AF 4P	KL1	300 x 200 x 147	40	1	67	67	1,68	2	2
M09.1	97 824	Espaçador M.8 AF	KL2	400 x 300 x 147	700	2	67	134	0,19	1	2
M09.1	97 828	Casquilho D.15 AF 4P	Cx. Cartão	300 x 200 x 147	800	2	67	134	0,17	1	2
M09.2	97 810	Perno L.17,5 AF	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	400	2	67	134	0,34	1	2
M09.2	97 764	Perno L.33 AF 4P	KL1	300 x 200 x 147	550	2	67	134	0,24	1	2
M09.2	97 814	Perno L.31,65 AF 4P	Cx. Cartão	300 x 190 x 90	300	2	67	134	0,45	1	2
M09.2	97 788	Antp. Esq. AF 4P	KL3	600 x 400 x 147	16	1	67	67	4,19	5	5
M09.2	97 789	Antp. Dir. AF 4P	KL3	600 x 400 x 147	16	1	67	67	4,19	5	5
M09.3	97 666	Casquilho M.8 AF 4P	KL2	400 x 300 x 147	300	4	67	268	0,89	1	2
M10	97 673	Placa Ref. Dir. AF	KL1	300 x 200 x 147	120	1	67	67	0,56	1	2
M10	97 672	Placa Ref. Esq. AF	KL1	300 x 200 x 147	120	1	67	67	0,56	1	2
M10	4490 277	Biela Tr. Ext. Dir. AF	KL2	300 x 200 x 147	60	1	67	67	1,12	2	2
M10	4490 276	Biela Tr. Ext. Esq. AF	KL2	300 x 200 x 147	60	1	67	67	1,12	2	2
M10	4494 136	Patilha Ref. AF	KL1	300 x 200 x 147	300	2	67	134	0,45	1	2
M11	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	1500	2	67	134	0,09	1	2
M11	97 822	Anilha Plana D.8 AF	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	2500	2	67	134	0,05	1	2
M11	97 816	Perno L.17 AF	Cx. Cartão	300 x 200 x 90	700	2	67	134	0,19	1	2
M12	97 674	Eixo Dent. AF	KL1	300 x 200 x 147	200	2	67	134	0,67	1	2
M12	97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	KL2	400 x 300 x 147	3000	2	67	134	0,04	1	2
M12	97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	Cx. Cartão	290 x 200 x 80	800	2	67	134	0,17	1	2
M12	97 664	Perno Barra Torç. AF	KL1	300 x 200 x 147	900	2	67	134	0,15	1	2

Na Figura 5.9 encontra-se um exemplo de uma carta Kanban utilizada na Faurecia. Do canto superior esquerdo pode ver-se definido o tipo de embalagem, e a quantidade de componentes por embalagem. A parte central da carta é composta pelo código de barras, pela referência e designação do componente. Na parte inferior da carta está identificado o comboio que faz o abastecimento e a carruagem em que o componente vem, assim como o cliente (PQ25 – Preparatórias PQ25).

Embalagem	Quantidade	*T446970602A*		PQ25 - Preparatórias	Cliente
CP 300-200-107	100				
Refa	4469		706	D	Carruagem
			Biela Fr. Int. AF		
KANBAN ABASTECIMENTO					
Comboio N°	Cliente				
11	PQ25 - Preparatórias				

Figura 5.9: Carta kanban de abastecimento

5.5 Implementação de kanban de produção

Não existia implementado o Kanban de Produção, ou seja, os stocks não eram controlados. Um dos objectivos propostos para a dissertação era a implementação do Kanban de Produção.

Como no dimensionamento do Kanban de Abastecimento, também foi realizada a caracterização dos produtos (acabados e semi-acabado), o cálculo do *Tack Time* (TT), o tempo de ciclo associado a cada referência. Estes valores podem ser consultados na Tabela 5.5.

O método de dimensionamento do Kanban de Produção depende da existência de troca de ferramenta ou não no posto de trabalho. Assim nos equipamentos que possuem troca de ferramenta (na Tabela 5.5 identificado por C/O – *Change Over*), M06.1, M06.2, M07, M08 e M09.1, deverá existir constituição de lote, ou seja, deverá existir um lote definido para produzir antes de trocar a produção para outra referência.

No caso de não existir troca de ferramenta, como nos equipamentos M09.2, M09.3 M10, M11 e M12 será só dimensionado o número de cartas Kanban.

No corpo do relatório serão demonstrados dois exemplos de dimensionamento, um em que o equipamento exige troca de ferramenta e outro em que não é necessário troca de ferramenta. Os restantes cálculos podem ser analisados no Anexo 5.

Na Figura 5.10 encontra-se o cálculo do número de caixas necessárias para a constituição do lote e o número de caixas para a referência Biela Frontal Interior que é transformada no equipamento M06.1 que efectua troca de ferramenta sempre que troca de referência a produzir.

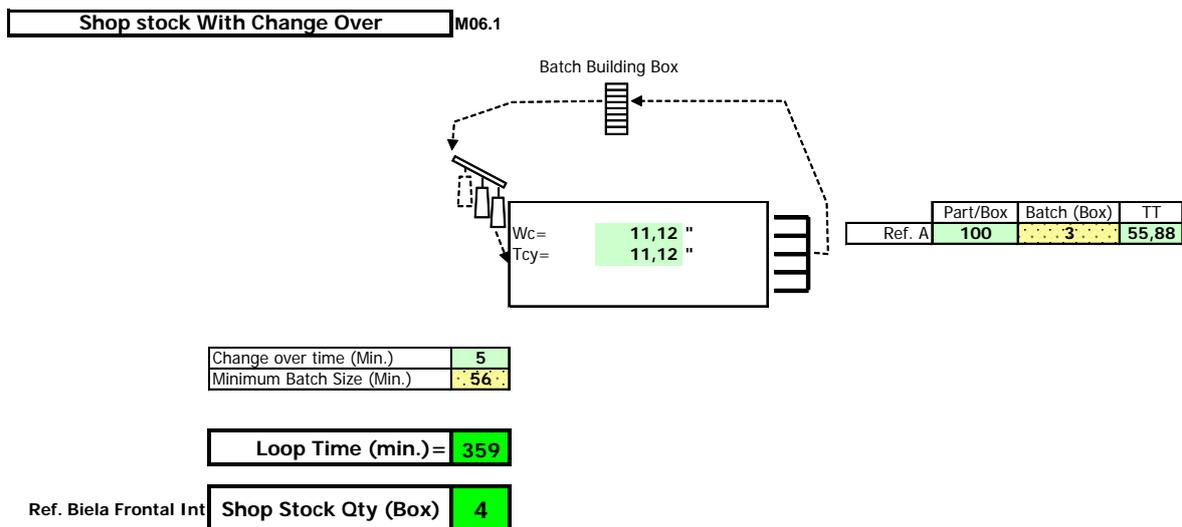


Figura 5.10: Dimensionamento kanban para Biela Frontal Interior

Toda a informação que se encontra (Figura 5.10) nas células a sombreado verde-claro, WC (*Work Content* – tempo de efectivo de produção), TCy (Tempo de Ciclo da Referência), Part/Box (quantidade de peças por caixa), TT (Tack Time da Referência) e *Change Over Time* (Tempo de troca de ferramenta), são dados introduzidos e já anteriormente calculados (ver Tabela 5.5).

O *Batch (Box)* refere-se ao tamanho de lote, ou seja a quantidade necessária de caixas a produzir antes de trocar de referência, e a sua fórmula de cálculo pode ser vista na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** A quantidade de caixas por lote está dimensionada para dez vezes o tempo de troca de ferramenta, é por isso que se multiplica este tempo por dez e divide-se pelo tempo que demora a produzir uma caixa de bielas. Assim o número de caixas que constituem um lote será de 3.

$$\text{Batch (Box)} = \left(\frac{(C/O \times 10) \times 60}{TCy * (\text{Part/Box})} \right) = \left(\frac{(5 \times 10) \times 60}{11.12 \times 100} \right) = 3 \quad (5.2)$$

Tabela 5.5: Caracterização dos Produtos Semi-acabados e Acabados

Fornecedor	Cliente	Referência	Designação	Referências produzidas	TT	WC(")	TCM "	TC "	Necessidade de peças por Assento Direito	Necessidade de peças por Assento Esquerdo	C/O(')	Qt/caixa	
M06.1	M08	8353 546	Biela Fr.Int.	5	55,88	11,12	4	11,12	1	1	5	100	
		8353 544	Biela Fr.Ext.			11,12	4	11,12	1	1		100	
		4482 768	Sector Dentado			27,94	3	9,63	2	2		60	
		4482 933	Biela Dir. Equipada			11,12	4	11,12	1	1		100	
		4482 932	Biela Esq. Equipada			11,12	4	11,12	1	1		5	100
M06.2	M07	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	6	111,76	14,34	6	14,34	1	1	5	40	
		4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.			14,34	6	14,34	1			40	
		4483 081	Biela Tr. Int. Dir.			14,34	6	14,34	1			40	
		4483 080	Biela Tr. Int. Esq.			14,34	6	14,34	1			40	
	M09.1	97 791	Reforço Amtepara Dir.			11,52	3,5	11,52	1			1	40
		97 790	Reforço Amtepara Esq.			11,52	3,5	11,52	1			1	5
M07	M11	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	4	111,76	12,74	8	12,74	1	1	4	40	
		8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.			12,74	8	12,74	1			40	
		4483 225	Biela Tr. Int. Dir.			12,74	8	12,74	1			40	
		4483 224	Biela Tr. Int. Esq.			12,74	8	12,74	1			40	
M08	M11	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	6	55,88	14,17	14	14,17	1	1	5	40	
		4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.			14,17	14	14,17	1	1		40	
		8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.			13	7,5	13	1	1		50	
		8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.			13	7,5	13	1	1		5	50
		8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.			13	7,5	13	1	1		50	
		8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.			13	7,5	13	1	1		5	50
M09.1	M06.2	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	6	111,76	11,59	3	11,59	1	1	5	40	
		4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.			11,59	3	11,59	1			40	
	4483 053	Biela Tr. Int. Dir.	11,59			3	11,59	1	1			40	
	4483 052	Biela Tr. Int. Esq.	11,76			3	11,59	1	1			5	40
	M09.3	4483 251	Reforço Antepara Dir.			19,26	6	19,26	1			1	40
4483 250		Reforço Antepara Esq.	19,26	6	19,26	1	1	4	40				
M09.2	M09.3	4483 409/408	Antepara Dir/Esq	2	55,88	44,90	23	44,90	1	1		8	
M09.3	M10	4483 461/460	Subcj Antepara Dir/esq	2	55,88	54,82	14	54,82	1	1		8	
M10	M11	4483 644/632	SubCj. Anteparas Exterior/Int ESQ	6	111,76	72,72	15	72,72	0	1		8	
		4483 645/633	SubCj. Anteparas Ext/Interior DIR						1	0		8	
	8353 787	Biela Tr. Ext. Dir.	1						0	40			
	8353 786	Biela Tr. Ext. Esq.	0						1	40			
M11	M12	644/632	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	4	111,76	55,46	26	55,5	1	1		1	
		645/633	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir	4	111,76	55,46	26	55,5	1	1		1	
M12	na de Montagem	8353 726/732	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	4	111,76	55,50	0	55,5	1	1		4	
		8353 727/733	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir									4	111,76



Na equação 5.3 encontra-se calculado o tempo que demora a constituir o lote para a referência das Biela Frontal Interior. O cálculo é feito através da multiplicação do número de caixas que constituem o lote (3) pela quantidade de peças por caixa, multiplicando este resultado pelo tempo de ciclo da referência (11.12”), por fim multiplica-se por 60 para passar para minutos. Sendo assim, o tempo de constituição de lote é de 65 minutos.

$$\begin{aligned} \text{Minimum Batch Size (Min)} &= \text{Batch (Box)} \times (\text{Parts/Box}) \times \text{TCy} \times 60 \Leftrightarrow \text{(5.3)} \\ \Leftrightarrow 3 \times 100 \times 11.12 \times 60 &= 56 \end{aligned}$$

A seguir terá de se calcular o número de caixas necessária para além do lote, de forma a absorver o tempo que demora a produzir depois de lançar o pedido de reposição do lote.

A primeira parte será calcular o chamado Loop Time (Tempo de Loop). O cálculo deste tempo (Equação (5.4)) é composto pelo tempo de produzir uma peça (cálculo com o *Work Content*), mais o tempo de produzir uma caixa (menos uma peça) com o tempo de ciclo), mais o tempo de produzir um lote, mais o tempo de consumo de um lote (calculado com o TT), mais o tempo de troca de ferramenta. A soma de todos estes tempos representa o tempo que demora a percorrer o Loop, ou seja, desde que se produz a primeira peça até que seja necessário produzir esta referência novamente.

$$\begin{aligned} \text{Loop Time (Min)} &= \left(\frac{\text{WC}}{60}\right) + \frac{[(\text{Parts/box}) - 1] \times \text{TCy}}{60} + \text{Minimum Batch size} + \frac{[(\text{parts/box}) \times \text{Batch (Box)}] \times \text{TT}}{60} + \text{C/O} \Leftrightarrow \text{(5.4)} \\ \Leftrightarrow \text{Loop Time (Min)} &= (11.12/60) + [(100 - 1) \times 11.12]/60 + 56 + [(100 \times 3 \times 55.88)/60] + 5 = 359 \text{ min} \end{aligned}$$

Na Equação (5.5) encontra-se o cálculo do número de caixas necessárias para a referência de Biela Frontal Inferior. Calcula-se através da divisão do Loop Time pelo TT, dividindo o resultado pelo número de peças por caixa, o que dá uma necessidade de 4 caixas e conseqüentemente 4 cartas Kanban.

$$\text{Shop Stock Qty Box} = \frac{\left[\frac{\text{Loop Time}}{\left[\frac{\text{TT}}{60} \right]} \right]}{(\text{Parts/Box})} = \frac{\left[\frac{359}{\left[\frac{55.88}{60} \right]} \right]}{100} = 4 \text{ (5.5)}$$

Todas as referências que sejam produzidas em equipamentos com troca de ferramenta foram dimensionadas da mesma forma que para o produto semi-acabado Biela Frontal Interior.

O dimensionamento do Kanban para o Produto Acabado, engloba dois equipamentos, M11 e M12 (O fluxo da M11 para a M12 é feito peça a peça) e o resultado encontra-se na Figura 5.11. Estes equipamentos não possuem troca de ferramenta. A seguir explica-se quais os cálculos que se realizou para o dimensionamento.

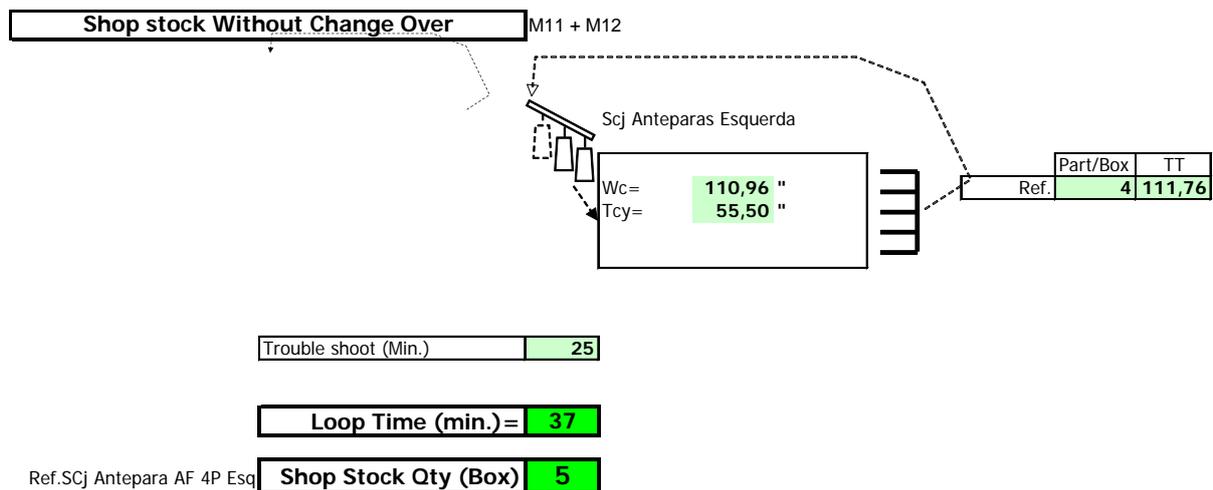


Figura 5.11: Dimensionamento do shopstock do produto acabado

Da mesma forma, os valores que estão nas células (da Figura 5.11) são valores inseridos, calculados anteriormente (ver Tabela 5.5).

Como estes equipamentos não têm troca de ferramenta não necessitam de constituir um lote, poderá trocar de referência sempre que queira, necessite ou esteja programado.

Terá de se calcular o Loop Time (Tempo de Loop). O cálculo deste tempo encontra-se calculado na Equação (5.6) e é composto pelo tempo de produzir uma peça (cálculo com o *Work Content*), mais o tempo de produzir uma caixa (menos uma peça) com o tempo de ciclo), mais o tempo de produzir um lote, mais o tempo de consumo de um lote (calculado com o TT), mais o tempo de troca de ferramenta. A soma de todos estes tempos representa o tempo que demora a percorrer o Loop, ou seja, desde que se produz a primeira peça até que seja necessário produzir esta referência novamente.

$$\text{Loop Time (Min)} = \left(\frac{WC}{60}\right) + \frac{[(\text{Parts/box} - 1) \times TCy]}{60} + \frac{((\text{parts/box}) \times TT)}{60} + \text{TroubleShoot} \Leftrightarrow \quad (5.6)$$

$$\Leftrightarrow \text{Loop Time (Min)} = (110,96/60) + \frac{[(4 - 1) \times 55,50]}{60} + \frac{(4 \times 111,76)}{60} + 25 = 37 \text{ min}$$

O cálculo do número de caixas necessárias para a referência de Produto acabado, conjunto de Anteparas para AF 4P Esquerdo, Calcula-se através da divisão do Loop Time pelo TT, dividindo o resultado pelo número de peças por caixa, o que dá uma necessidade de 5 caixas e conseqüentemente 5 cartas Kanban.

$$\text{Shop Stock Qty Box} = \frac{\left\lceil \frac{\text{Loop Time}}{\left\lceil \frac{TT}{60} \right\rceil} \right\rceil}{(\text{Parts/Box})} = \frac{\left\lceil \frac{37}{\left\lceil \frac{111,76}{60} \right\rceil} \right\rceil}{4} = 5 \quad (5.7)$$

Na Figura 5.12 encontra-se uma imagem da Carta Kanban de Produção, para a referência Biela Frontal Interior. A Carta Kanban acompanha a caixa de subconjunto até esta estar completamente vazia. Esta

carta encontra-se numerada, possui a informação de quem é o fornecedor e o cliente, a quantidade por caixa e a identificação (referência e designação).

M06.1		M08	Preparatórias PQ25
Quantidade 100	BIELA FRONTAL INTERIOR		
Ref ^a	8353 546		
KANBAN PRODUÇÃO			
Fornecedor	1/4	Cliente	
M06.1		M08	Preparatórias PQ25

Figura 5.12: Carta Kanban de Produção

Na Tabela 5.6 encontra-se resumida toda a informação do dimensionamento do Kanban.

Tabela 5.6: Resumo do dimensionamento do kanban de produção

Fornecedor	Cliente	Referência	Designação	Referências produzidas	TT	WC(")	TCM "	TC "	C/O(')	Qt/caixa	Cartas para Lote	Total Cartas Kanban		troble Shoot	Tamanho de Lote	WIP
M06.1	M08	8353 546	Biela Fr.Int.	5	55,88	11,12	4	11,12	5	100	3	4	Constituição de lote	0	300	400
		8353 544	Biela Fr.Ext.			11,12	4	11,12		100	3	4		0	300	400
		4482 768	Sector Dentado			27,94	3	9,63		60	6	9		0	360	540
		4482 933	Biela Dir. Equipada			11,12	4	11,12		100	3	4		0	300	400
		4482 932	Biela Esq. Equipada			11,12	4	11,12		100	3	4		0	300	400
M06.2	M07	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	6	111,76	14,34	6	14,34	5	40	6	7	Constituição de lote	0	240	280
		4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.			14,34	6	14,34		40	6	7		0	240	280
		4483 081	Biela Tr. Int. Dir.			14,34	6	14,34		40	6	7		0	240	280
		4483 080	Biela Tr. Int. Esq.			14,34	6	14,34		40	6	7		0	240	280
	M09.1	97 791	Reforço Antepara Dir.			11,52	3,5	11,52		40	6	8		0	240	320
		97 790	Reforço Antepara Esq.			11,52	3,5	11,52		40	6	8		0	240	320
M07	M11	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	4	111,76	12,74	8	12,74	4	40	5	6	Constituição de lote	0	200	240
		8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.			12,74	8	12,74		40	5	6		0	200	240
		4483 225	Biela Tr. Int. Dir.			12,74	8	12,74		40	5	6		0	200	240
		4483 224	Biela Tr. Int. Esq.			12,74	8	12,74		40	5	6		0	200	240
M08	M11	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	6	111,76	14,17	14	14,17	5	40	6	8	Constituição de lote	0	240	320
		4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.			14,17	14	14,17		40	6	8		0	240	320
		8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.			13	7,5	13		50	5	6		0	250	300
		8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.			13	7,5	13		50	5	6		0	250	300
		8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.			13	7,5	13		50	5	6		0	250	300
		8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.			13	7,5	13		50	5	6		0	250	300
M09.1	M06.2	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	6	111,76	11,59	3	11,59	5	40	7	8	Constituição de lote	0	280	320
		4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.			11,59	3	11,59		40	7	8		0	280	320
	M06.2	4483 053	Biela Tr. Int. Dir.			11,59	3	11,59		40	7	8		0	280	320
		4483 052	Biela Tr. Int. Esq.			11,59	3	11,59		40	7	8		0	280	320
	M09.3	4483 251	Reforço Antepara Dir.			19,26	6	19,26		40	4	6		0	160	240
4483 250		Reforço Antepara Esq.	19,26	6	19,26	40	4	6	0	160	240					
M09.2	M09.3	4483 409/408	Antepara Dir/Esq	2	55,88	44,90	23	44,90		8	4	20	8	32		
M09.3	M10	4483 461/460	Subcj Antepara Dir/esq	2	55,88	54,82	14	54,82		8	5	20	8	40		
M10	M11	4483 644/632	SubCj. Anteparas Exterior/Int ESQ	6	111,76	72,72	15	72,72		8	4	20	8	32		
		4483 645/633	SubCj. Anteparas Ext/Interior DIR							8	4	20	8	32		
	M09.1	8353 787	Biela Tr. Ext. Dir.							40	2	20	40	80		
8353 786		Biela Tr. Ext. Esq.	40	2	20	40	80									
M11	M12	644/632	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	4	111,76	55,46	26	55,5		1	1	25	1	1		
		645/633	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir			55,46	26	55,5		1	1	25	1	1		
M12	na de Montagem	8353 726/732	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	4	111,76	55,50	0	55,5		4	5	25	4	20		
		8353 727/733	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir			55,50	0	55,5		4	5	25	4	20		



6 Resultados

Este capítulo é composto pela análise de todos os resultados alcançados.

No início do relatório foram identificados alguns dos problemas e desperdícios encontrados, e foram definidos objectivos para os contrariar. Segue-se a descrição dos resultados obtidos com a implementação das acções de Melhoria

6.1 Simplificação dos fluxos de materiais

Um problema que foi identificado na análise inicial, foi a complexidade de fluxos de material.

Com a alteração da configuração do layout estes fluxos foram em muito simplificados. Apesar da configuração do Layout seleccionada não ser do tipo de nenhuma configuração conhecida como “*Lean*” (em linha, em U etc), a configuração proposta foi considerada e trabalhada para reduzir ao máximo movimentações desnecessárias, para reduzir o transporte de material assim como para reduzir e simplificar os fluxos de material e informação.

Com a alteração do *Layout*, ficou claro que para além das condições ergonómicas terem melhorado, conseguiu-se a simplificação dos fluxos de materiais.

Uma melhoria visível foi a aproximação das rack’s ao posto de trabalho, não sendo necessária a deslocação do operador do seu posto de trabalho, nem de comboio de abastecimento para abastecer o produto transformado.

Um resultado extra obtido com esta alteração foi o ganho de m², da configuração inicial (263,411 m²) para a configuração actual (188,125 m²), reduziu-se cerca de 75,286 m².

6.2 Ganhos dos workshops SMED

Outro problema identificado foi o do elevado tempo de troca de ferramenta (12 minutos). As acções realizadas para melhorar este ponto, foram os workshops SMED. Acções como: a localização das ferramentas junto ao equipamento a que pertencem, o código de gestão visual, e todas as outras acções específicas conseguiu reduzir-se, em 58%, o tempo de troca de ferramenta dos equipamentos M06.1, M06.2, M08 e M09.1 (5 minutos) e em 67%, o do equipamento M07 (4 minutos). Os valores de tempo de troca de ferramenta podem ser visto na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Tempos de troca de ferramenta

Fornecedor	Referência	Designação	Referências produzidas	TT	WC(")	TC "	C/O(")	
M06.1	8353 546	Biela Fr.Int.	5	55,88	11,12	11,12	5	
	8353 544	Biela Fr.Ext.			11,12	11,12		
	4482 768	Sector Dentado			27,94	9,63		9,63
	4482 933	Biela Dir. Equipada				11,12		11,12
	4482 932	Biela Esq. Equipada			55,88	11,12		11,12
M06.2	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	6	111,76	14,34	14,34	5	
	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.			14,34	14,34		
	4483 081	Biela Tr. Int. Dir.			14,34	14,34		
	4483 080	Biela Tr. Int. Esq.			111,76	14,34		14,34
	97 791	Reforço Amtepara Dir.			55,88	11,52		11,52
	97 790	Reforço Amtepara Esq.		11,52	11,52	5		
M07	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	4	111,76	12,74	12,74	4	
	8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.			12,74	12,74		
	4483 225	Biela Tr. Int. Dir.			12,74	12,74		
	4483 224	Biela Tr. Int. Esq.			111,76	12,74		12,74
M08	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	6	55,88	14,17	14,17	5	
	4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.			14,17	14,17		
	8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.			13	13		
	8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.			111,76	13		13
	8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.			13	13		
	8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.	111,76	13	13	5		
M09.1	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	6	111,76	11,59	11,59	5	
	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.			11,59	11,59		
	4483 053	Biela Tr. Int.Dir.			11,59	11,59		
	4483 052	Biela Tr. Int. Esq.			111,76	11,59		11,59
	4483 251	Reforço Antepara Dir.				19,26		19,26
	4483 250	Reforço Antepara Esq.			55,88	19,26		19,26

6.3 Resultados de implementação do kanban

Um outro desperdício identificado, na análise inicial, foi o elevado stock de matéria-prima, produto transformado e acabado, e o valor elevado de Lead Time (LT). As razões encontradas para estes valores elevados para além da configuração do layout e o tempo elevado de troca de ferramenta, foi a inexistência do sistema pull.

6.3.1 Stock matéria-prima, WIP e produto acabado

Com a alteração de Layout, o dimensionamento do Kanban de Abastecimento e de Produção os resultados obtidos foram muito positivos.

Com o redimensionamento do Kanban de abastecimento, conseguiu reduzir-se o stock de matéria prima em 0,87% (de 86915 componentes que se tinham nas rack's inicialmente, passou a ter-se no máximo 86160).

Tabela 6.2: Ganhos de stock de matéria-prima

Data:	Jun-10	Jun-11	Ganho
Stock MP	86915	86160	0,87%



Com a implementação do Kanban de Produção conseguiu reduzir-se o valor de stock de WIP em 42%, sendo inicialmente igual a 15122 subconjuntos e agora é igual a 8758, e o de Produto acabado em 93%, inicialmente era igual a 600 conjuntos de anteparas e actualmente é igual a 40 conjuntos (Tabela 6.3).

Tabela 6.3: Ganhos de stock de WIP e produto acabado

Data:	Jun-10	Jun-11	Ganho
WIP	15122	8758	42%
PA	600	40	93%

6.3.2 Resultado do Lead Time (LT)

O valor de Lead Time de Matéria-Prima, que encontra-se calculado na Tabela 6.4. Na Tabela 6.5, onde se pode ver-se o cálculo do LT de processo, WIP e Produto Acabado.

O valor de *Lead Time* (LT) de Matéria-Prima é igual a 58,05 horas (o equivalente a 2,42 dias). Se comparado com o valor de LT calculado para a situação inicial, 96,62 horas (o equivalente a 4,02 dias), nota-se uma redução de tempo igual a 39,92%.

Quanto ao Lead Time (LT) do processo, tem-se (na Tabela 6.6) que o seu valor actual é igual a 2,11 horas (0,09 dias), enquanto o valor na situação inicial era de 2,64 dias (0,11 dias), ou seja, um ganho de 19,99%.

O Lead Time (LT) de WIP é igual a 45,23 horas (1,88 dias), sendo que inicialmente era de 125,44 horas (5,23 dias), obtendo uma redução de 63,94%.

Por fim, o Lead Time de Produto Acabado é igual a 0,62 horas (o equivalente a 0,03 dias), que comparado com o inicial que era de 11,68 horas (0,49 dias), obteve-se um ganho de 94,69%.

Quanto ao *Lead Time* (LT) total, também visível na Tabela 6.6, obteve-se um ganho de 55,15%, ou seja, o valor de LT antes das alterações e melhorias efectuadas era igual a 236,38 horas, o equivalente a 9,85 dias, enquanto o valor da situação actual (depois das melhorias implementadas) é igual a 106,02 horas, o equivalente a 4,42 dias.

Tabela 6.4: Cálculo *Lead Time* (LT) Matéria-prima

Referência	Designação	Quantidade/ Caixa	Necessidade p/ Conjunto	Objectivo /hora	Necessidade (Caixas)/hora	Nº Cartas Kanban	Quantidade de componentes nas Racks	TT" da ref	LT" Ref	LT"
8351 946	Anel Norglide D.12 AF	5000	6	67	1	2	10000	6,99	69850,0	8940,8
4502 218	Biela Esq. AF	80	1	67	1	2	160	55,88	8940,8	
4502 219	Biela Dir. AF	80	1	67	1	2	160	55,88	8940,8	
97 748	Sector Dent. AF	90	2	67	2	2	180	13,97	2514,6	
4469 706	Biela Fr. Int. AF	60	1	67	2	2	120	55,88	6705,6	
4469 698	Biela Fr. Ext. AF	60	1	67	2	2	120	55,88	6705,6	
97 791	Reforço Antepara Dir. AF 4P	40	1	67	2	2	80	55,88	4470,4	4470,4
97 790	Reforço Antepara Esq. AF 4P	40	1	67	2	2	80	55,88	4470,4	
8351 946	Anel Norglide D.12 AF	5000	2	67	1	2	10000	27,94	279400,0	
8351 950	Anel Norglide D.14 AF 4P	2000	1	67	1	2	4000	55,88	223520,0	
8351 944	Anel Norglide D.10 AF	8000	1	67	1	2	16000	55,88	894080,0	
97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	55	1	67	2	2	110	55,88	6146,8	7264,4
97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	65	1	67	2	2	130	55,88	7264,4	
8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	200	1	67	1	2	400	55,88	22352,0	
8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	200	1	67	1	2	400	55,88	22352,0	
97 812	Perno L.14 AF	1000	1	67	1	2	2000	55,88	111760,0	
97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1500	2	67	1	2	3000	27,94	83820,0	13411,2
97 822	Anilha Plana D.8 AF	2500	2	67	1	2	5000	27,94	139700,0	
97 816	Perno L.17 AF	700	1	67	1	2	1400	55,88	78232,0	
8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	150	1	67	1	2	300	55,88	16764,0	
8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	150	1	67	1	2	300	55,88	16764,0	
97 660	Perno Fix. Mola AF	900	2	67	1	2	1800	27,94	50292,0	
97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	120	1	67	1	2	240	55,88	13411,2	
97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	120	1	67	1	2	240	55,88	13411,2	
97 812	Perno L.14 AF	1000	1	67	1	2	2000	55,88	111760,0	
8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	500	2	67	1	2	1000	27,94	27940,0	
4489 984	Biela Tr. Int. Esq. AF 4P	40	1	67	2	2	80	55,88	4470,4	
4489 985	Biela Tr. Int. Dir. AF 4P	40	1	67	2	2	80	55,88	4470,4	
97 824	Espaçador M.8 AF	700	2	67	1	2	1400	27,94	39116,0	
97 828	Casquilho D.15 AF 4P	800	2	67	1	2	1600	27,94	44704,0	
97 810	Perno L.17,5 AF	400	2	67	1	2	800	27,94	22352,0	4470,4
97 764	Perno L.33 AF 4P	550	2	67	1	2	1100	27,94	30734,0	
97 814	Perno L.31,65 AF 4P	300	2	67	1	2	600	27,94	16764,0	
97 788	Antp. Esq. AF 4P	16	1	67	5	5	80	55,88	4470,4	
97 789	Antp. Dir. AF 4P	16	1	67	5	5	80	55,88	4470,4	
97 666	Casquilho M.8 AF 4P	300	4	67	1	2	600	13,97	8382,0	
97 673	Placa Ref. Dir. AF	120	1	67	1	2	240	55,88	13411,2	6705,6
97 672	Placa Ref. Esq. AF	120	1	67	1	2	240	55,88	13411,2	
4490 277	Biela Tr. Ext. Dir. AF	60	1	67	2	2	120	55,88	6705,6	
4490 276	Biela Tr. Ext. Esq. AF	60	1	67	2	2	120	55,88	6705,6	
4494 136	Patilha Ref. AF	300	2	67	1	2	600	27,94	16764,0	
97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1500	2	67	1	2	3000	27,94	83820,0	
97 822	Anilha Plana D.8 AF	2500	2	67	1	2	5000	27,94	139700,0	
97 816	Perno L.17 AF	700	2	67	1	2	1400	27,94	39116,0	
97 674	Eixo Dent. AF	200	2	67	1	2	400	27,94	11176,0	11176,0
97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	3000	2	67	1	2	6000	27,94	167640,0	
97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	800	2	67	1	2	1600	27,94	44704,0	
97 664	Perno Barra Torç. AF	900	2	67	1	2	1800	27,94	50292,0	
						102	86160	3004947	208991	



Tabela 6.5: Cálculo do Lead Time (LT) para o Processo, WIP e Produto Acabado

Fornecedor	Cliente	Referência	Designação	TT"	WC(")	TC "	C/O(")	Qt/caixa	Total Cartas Kanban	WIP	LT "	LT" Processo	LT" Processo Crítico	LT" Crítico	
M06.1	M08	8353 546	Biela Fr.Int.	55,88	11,12	11,12	5	100	4	400	22351,3	1112,0	1112,0	22351,3	
		8353 544	Biela Fr.Ext.		11,12	11,12		100	4	400	22351,3	1112,0			
		4482 768	Sector Dentado		27,94	9,63		9,63	60	9	540	15087,1			577,8
		4482 933	Biela Dir. Equipada		55,88	11,12		11,12	100	4	400	22351,3			1112,0
		4482 932	Biela Esq. Equipada		55,88	11,12		11,12	100	4	400	22351,3			1112,0
M06.2	M07	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	111,76	14,34	14,34	5	40	7	280	31291,8	573,8	573,8	31291,8	
		4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.		14,34	14,34		40	7	280	31291,8	573,8			
		4483 081	Biela Tr. Int. Dir.		14,34	14,34		40	7	280	31291,8	573,8			
		4483 080	Biela Tr. Int. Esq.		14,34	14,34		40	7	280	31291,8	573,8			
	M09.1	97 791	Reforço Antepara Dir.	55,88	11,52	11,52	5	40	8	320	17881,0	460,8	460,8	460,8	
97 790		Reforço Antepara Esq.	11,52		11,52	40		8	320	17881,0	460,8				
M07	M11	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	111,76	12,74	12,74	4	40	6	240	26821,6	509,6	509,6	26821,6	
		8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.		12,74	12,74		40	6	240	26821,6	509,6			
		4483 225	Biela Tr. Int. Dir.		12,74	12,74		40	6	240	26821,6	509,6			
		4483 224	Biela Tr. Int. Esq.		12,74	12,74		40	6	240	26821,6	509,6			
M08	M11	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	55,88	14,17	14,17	5	40	8	320	17881,0	566,8	650,0	33527,0	
		4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.		14,17	14,17		40	8	320	17881,0	566,8			
		8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.		111,76	13		13	50	6	300	33527,0			650,0
		8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.		111,76	13		13	50	6	300	33527,0			650,0
		8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.		111,76	13		13	50	6	300	33527,0			650,0
		8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.		111,76	13		13	50	6	300	33527,0			650,0
M09.1	M06.2	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	111,76	11,59	11,59	5	40	8	320	35762,1	463,6	770,4	35762,1	
	M06.2	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.		11,59	11,59		40	8	320	35762,1	463,6			
		4483 053	Biela Tr. Int. Dir.		11,59	11,59		40	8	320	35762,1	463,6			
		4483 052	Biela Tr. Int. Esq.		11,59	11,59		40	8	320	35762,1	463,6			
		M09.3	4483 251		Reforço Antepara Dir.	55,88		19,26	19,26	4	40	6			240
4483 250	Reforço Antepara Esq.		19,26	19,26	40		6	240	13410,8		770,4				
M09.2	M09.3	4483 409/408	Antepara Dir/Esq	55,88	44,90	44,90		8	4	32	1788,1	359,2	359,2	1788,1	
M09.3	M10	4483 461/460	Subcj Antepara Dir/esq	55,88	54,82	54,82		8	5	40	2235,1	438,6	438,6	2235,1	
M10	M11	4483 644/632	SubCj. Anteparas Exterior/Int ESQ	111,76	72,72	72,72		8	4	32	3576,2	581,8	2908,8	8940,5	
		4483 645/633	SubCj. Anteparas Ext/Interior DIR					8	4	32	3576,2	581,8			
	M09.1	8353 787	Biela Tr. Ext. Dir.					40	2	80	8940,5	2908,8			
8353 786		Biela Tr. Ext. Esq.	40	2	80	8940,5	2908,8								
M11	M12	644/632	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	111,76	55,46	55,5		1	1	1	111,8	55,5	55,5	111,8	
		645/633	Sbcj. Antepara Int/Ext AF dir		55,46	55,5		1	1	1	111,8	55,5			
M12	a de Mont	8353 726/732	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	111,76	55,50	55,5		4	5	20	2235,1	222,0	222,0	2235,1	
		8353 727/733	Sbcj. Antepara Int/Ext AF dir		55,50	55,5		4	5	20	2235,1	222,0			
Total											746198,30	25743,80	7599,90	162829,25	
														2235,1	



Tabela 6.6: Resumo Resultados *Lead Time* (LT)

Data:		Jun-10	Jun-11	
		Lead Time		Ganho
Matéria Prima	Horas	96,62	58,05	39,92%
	Dias	4,02	2,42	
Processo	Horas	2,64	2,11	19,99%
	Dias	0,11	0,09	
WIP	Horas	125,44	45,23	63,94%
	Dias	5,23	1,88	
PA	Horas	11,68	0,62	94,69%
	Dias	0,49	0,03	
Total	Horas	236,38	106,02	55,15%
	Dias	9,85	4,42	

6.4 MIFD: Material and Information Flow Diagram

É pretendido demonstrar a representação gráfica da unidade produtiva, Preparatórias PQ25, no fim de todas as implementações realizadas.

Assim na Figura 6.1 (e no Anexo 6) pode ver-se, representado num esquema, as grandes diferença do que existia inicialmente e como se apresenta actualmente o projecto. Para além dos valores de LT, em que as diferenças são bem visíveis, pode ver-se que actualmente já existe aplicação de Kanban de produção e passou a ter-se stocks controlados.

Esta mudança levou também, a uma diminuição dos tempos de ciclo e conseqüente melhoria da capacidade produtiva. De 5,1 PPH's (peças/Hora/Homem) passou para 5,5 PPH's, com um aumento de cerca de 7%, passando a conseguir produzir 33% do PDP do PQ25, contra 31% antes da mudança do Layout



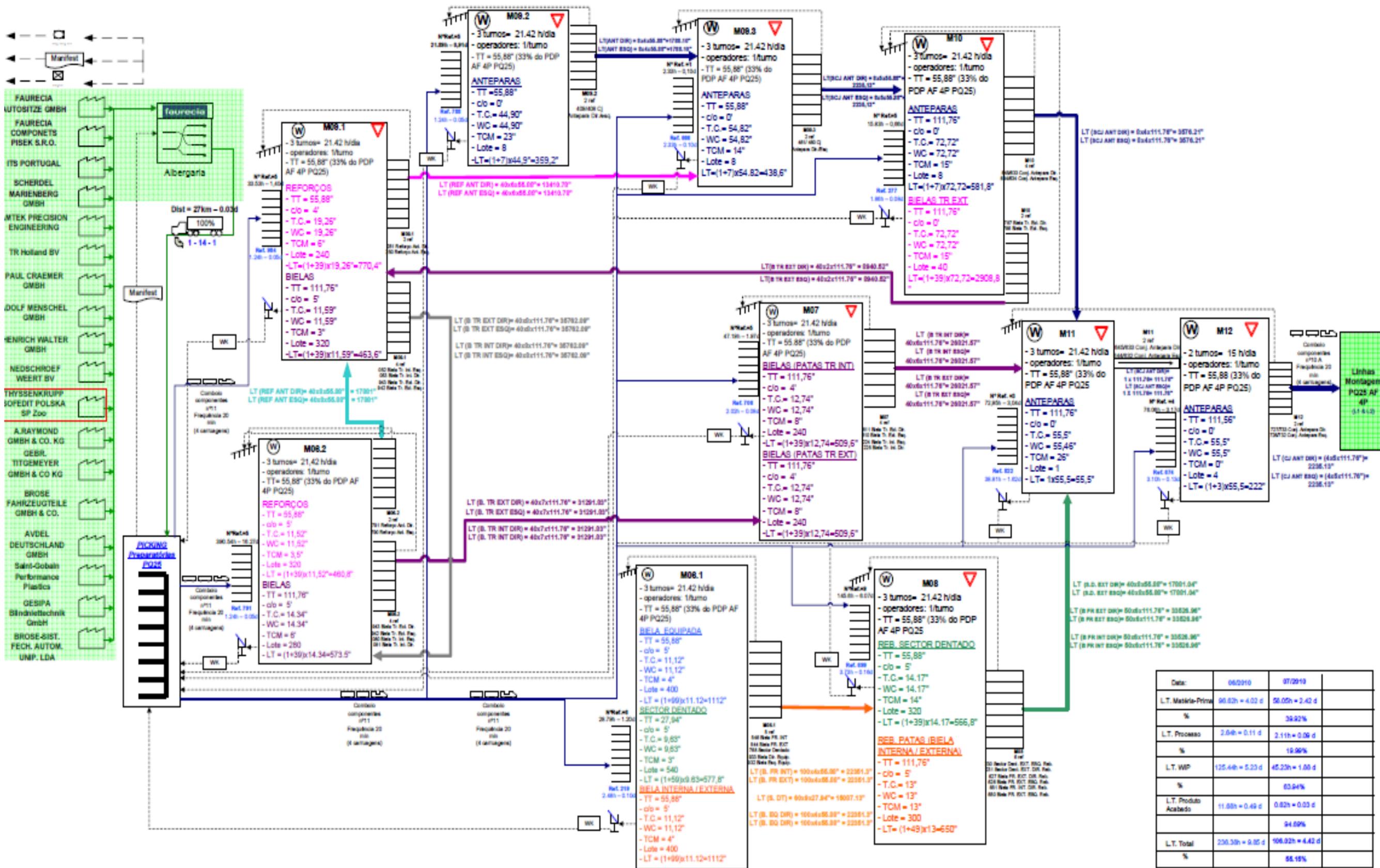


Figura 6.1: MIFD Actual Preparatórias PQ25

Data:	06/2010	07/2010
L.T. Matéria-Prima	90,82h = 4,02 d	56,05h = 2,42 d
%		39,82%
L.T. Processo	2,04h = 0,11 d	2,11h = 0,08 d
%		19,96%
L.T. WIP	125,44h = 5,23 d	45,23h = 1,98 d
%		63,94%
L.T. Produto Acabado	11,88h = 0,49 d	0,82h = 0,03 d
%		94,69%
L.T. Total	230,33h = 9,85 d	106,82h = 4,42 d
%		55,19%

7 Conclusões

Este capítulo tem como objectivo, encerrar a dissertação, resumindo os principais resultados, as principais dificuldades encontradas durante a sua realização e as propostas do trabalho futuro.

O tema da dissertação foi “Análise e melhoria de unidade produtiva do ramo automóvel”, e teve como objectivo principal conseguir melhorias nos fluxos de material, redução de movimentações e transportes desnecessários e redução do Lead Time e stocks.

Conseguiu demonstrar-se, que com as acções de melhoria realizadas foi possível atingir todos os objectivos.

Foi possível simplificar os fluxos de materiais, e as condições ergonómicas dos postos de trabalho. Conseguiu-se um ganho de m^2 de 75, 286 m^2 (configuração inicial: 263,411 m^2 ; a configuração actual: 188,125 m^2).

Outro resultado alcançado foi a redução do tempo de troca de ferramenta, que inicialmente era igual a 12 minutos, e actualmente é igual a 5 minutos nos equipamentos M06.1, M06.2, M08 e M09.1, reduzindo-se em 58%, e na M07 é igual a 4 minutos, obtendo-se uma redução em 67% do tempo.

Conseguiu reduzir-se o stock de matéria-prima em 0,87% (de 86915 componentes que se tinham nas rack's inicialmente, passou a ter-se no máximo 86160), o valor de stock de WIP em 42%, sendo inicialmente igual a 15122 subconjuntos e agora é igual a 8758, e o de Produto acabado em 93%, inicialmente era igual a 600 conjuntos de anteparas e actualmente é igual a 40 conjuntos.

Quanto ao valor de *Lead Time* (LT) de Matéria-Prima obteve-se uma redução de 39,92% (actualmente é igual a 58,05 horas, enquanto no início era igual a 96,62 horas. O *Lead Time* (LT) do processo, conseguiu obter-se uma redução de 19,99%, sendo o seu valor actual igual a 2,11 horas e o valor inicial era igual a 2,64 dias. O *Lead Time* (LT) de WIP é igual a 45,23 horas, sendo inicialmente igual a 125,44 horas, obtendo-se uma redução de 63,94%. O valor de *Lead Time* do Produto Acabado é igual a 0,62 horas, que comparado com o inicial que era de 11,68 horas têm-se uma redução de 94,69%. Analisando globalmente, o *Lead Time* (LT) total, teve um ganho de 55,15%, ou seja, o valor de LT antes das alterações e melhorias efectuadas era igual a 236,38 horas, enquanto o valor da situação actual (depois das melhorias implementadas) é igual a 106,02 horas.

Por fim, obteve-se uma diminuição dos tempos de ciclo e conseqüente melhoria da capacidade produtiva, em cerca de 8% (de 5,1 PPH's (peças/Hora/Homem) passou para 5,5 PPH's).

Globalmente conclui-se que este trabalho foi de extrema importância, para o desenvolvimento e consolidação dos conhecimentos adquiridos durante o percurso académico.

Um objectivo pessoal que tinha para o projecto, é que a empresa ficasse satisfeita com o trabalho desenvolvido e que retirasse partido das acções realizadas e ferramentas implementadas, o que se verificou.

7.1 Dificuldades encontradas na realização do Projecto

Uma dificuldade encontrada no início do projecto foi a desorganização de informação que existia nesta unidade de produção, não existia BOM actualizada (nem em Inglês ou Português, só em alemão), e não existia stock contabilizado.

7.2 Propostas para Trabalho Futuro

Uma proposta para combater o problema do elevado stock dos componentes pequenos de matéria-prima, é o abastecimento destes em tubos ou calhas. O que passará a acontecer é o seguinte: O operador logístico despeja o conteúdo da embalagem para uma calha que conduz os componentes para o equipamento, ficando mais acessível para o operador da produção; quando o operador logístico abastece este componente lança uma carta para o operador da produção, que só será lançada de volta, para existir reposição do material, quando o nível dos componentes atingir o stock mínimo definido, existindo uma marca a vermelho na calha (gestão visual), diminuindo em muito o valor de stock, e reduzindo consequentemente o Lead Time.

Este método encontra-se em período experimental num dos equipamentos das preparatórias (M09.1).

Existem marcados, num futuro próximo, outros workshops SMED de forma a reduzir ainda mais o tempo de mudança de ferramenta, e consequentemente a redução de stock e Lead Time.



Referências Bibliográficas

- Araújo, M. (2009) Apontamentos da Unidade Curricular: Metodologias de Investigação. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas
- Badurdeen, Aza (2007) Lean Manufacturing Basis [Online], [Último acesso em 10 de Junho de 2010] Disponível em: <http://leanmanufacturingconcepts.com>
- Bracarense, A. Q. (2000) 'Processo de Soldagem por resistência' [Online], [Último acesso a 10 de Outubro de 2011]. Disponível em: www.infosolda.com.br/new_site/getFile.php?t=d&i=134
- Browne, J. and Duggan, J. (1991) "Production Activity Control: A practical Approach to Scheduling", The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 4, 79-103
- Carvalho, Dinis (2006), 'Fundamentos de Dinâmica de Produção', Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho
- Carvalho, Dinis (2008), 'Introdução aos Sistemas de Produção', Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho
- Castro, S. A., Rentes, A. F., Silva, A. L. e Silva, V. C. O. (2010) 'Aplicando os Conceitos de Lean Production em uma Indústria de Calçados: Um Estudo de Caso'. Escola de Engenharia de São Carlos - USP
- ESAB (2005), 'Soldagem MIG/MAG' [Online], [Último acesso a 10 de Outubro 2011]. Disponível em: http://www.esab.com.br/br/por/instrucao/biblioteca/upload/1901104rev0_apostilasoldagemmig_mag.pdf
- Faurecia (2008), Manual de Ferramentas FES – Faurecia Excellence System, Documento Interno - Propriedade da Faurecia
- Faurecia (2009), Manual de Tecnologias, Documento Interno – Propriedade da Faurecia
- Faurecia (2010), Manual de Acolhimento, Documento Interno – Propriedade da Faurecia
- Faurecia (2011), Manual de Acolhimento, Documento Interno – Propriedade da Faurecia
- Felizardo, J. R; Selada, C. (2011), 'Da produção à concepção: Meio século de história automóvel em Portugal' [Online], [Último acesso a 19 de Agosto 2011]. Disponível em: http://in3.dem.ist.utl.pt/msc_04history/aula_8_a.pdf



Fernandes, N. (2007) 'Contribuições para o Controlo da Actividade de Produção no Sector de Produção por Encomenda', Tese de Doutoramento em Engenharia de Produção e Sistemas

Filho, M. G., Fernandes, F.C.F. (2003), 'Manufatura Enxuta: Uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras', *Gestão & Produção, São Carlos, v.11, n.1, p.1-19 Janeiro – Abril de 2004*

Google Imagens (2011) 'Casa Sistema Toyota de Produção' [Online], [Último Acesso a 15 Agosto de 2011]. Disponível em:

http://bp0.blogger.com/_8bDUyWI3LiQ/SDy3ICRerII/AAAAAAAAABg/Rp1unfcraww/s1600-h/casa+toyota.png

Gaona, Hugo Blas Mendieta, (1995) 'O Uso da Simulação para Avaliar Mudanças Organizacionais na Produção', Tese de Mestrado em Engenharia de Produção

McIntosh, R. I.; Culley, S. J.; Mileham, A. R., (2000), ' A critical evaluation of Shingo's 'SMED' methodology', *International Journal of Production Research*, v.38, n. 11, p. 2377-2395, 2000

Onho, Taichii (1988), 'Toyota Production System: Beyond large-scale production', Productivity Inc, 1988

Pinto, J. (2008), 'Lean thinking: criar valor eliminando desperdício', *Comunidade Lean Thinking* [Online], [Último acesso 10 de Junho de 2010]. Disponível em: <http://www.leanthinkingcommunity.org/.../JoaoPintoIntroducaoaoLeanThinking>

Poppendieck, M. (2002), 'Principles of Lean Thinking', Poppendieck.LCC [Online], [Último acesso em 22 Junho de 2010]. Disponível em:

<http://www.poppendieck.com/papers/LeanThinking.pdf>

Quality Training Portal, Resource Engineering, Inc (2010) 'Lean Manufacturing Layout Options' [Online], [Último acesso 20 de Agosto de 2010]. Disponível em:

http://www.qualitytrainingportal.com/resources/lean_manufacturing/lean_manufacturing_layouts.htm

Queiroz, Abelardo Alves (2011) 'Criando Fluxo Contínuo' [Online], [Último acesso 22 Outubro de 2011]. Disponível em:

<http://www.geteq.ufsc.br/controle/upload/arquivos/fluxo%20contínuo%20ir.pdf>

Saunders, M., Lewis, P. and Thornhill, A. (2007), *Research Methods for Business Students*, 4^a Edition. Financial Times Prentice-Hall



- Sebrosa, Rui (2008), 'Modelo de avaliação das condições de aplicação da produção magra: O caso da indústria gráfica'. Universidade Nova de Lisboa – Dissertação de Mestrado [Online], [Último acesso a 8 Agosto de 2011]. Disponível em: http://run.unl.pt/bitstream/10362/1334/1/sebrosa%20_2008.pdf
- Shah, R.; Ward, P.T. (2002), 'Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance'. *Journal of Operations Management*, v. 335, p. 1 - 21, 2002
- Sharp, J. A., Howard, K. (1996), 'The management of a student research project', Gower – The Open University, Second Edition
- Shingo, Shingeo (1985), 'A revolution in manufacturing: The SMED System', Productivity Press, Cambridge, MA, 1985.
- Shingo, Shingeo. (1989) 'A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint' [Online], [Último acesso 30 de Julho de 2010]. Disponível em: http://www.kellogg.northwestern.edu/course/opns430/modules/lean_operations/shingo.pdf
- Shingo, Shingeo (1996), 'O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção'. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996
- Shingo, Shingeo (2000), 'O sistema de troca rápida de ferramentas', Porto Alegre, Bookman Editora, 2000
- Silva, S. C., Alves, A. C. and Moreira, F. (2006) 'Linking production paradigms and organizational approaches to production Systems', *Intelligent Production machines and Systems*
- Slomp, J., Bokhorst, J. A. C. and Germs, R. (2009) 'A lean production control system for high-variety/low-volume environments: a case study implementation', *Production planning & Control*, v. 20, n. 7, p.586-595
- Sugai, M., McIntosh, R.I. e Novaski O. (2007) 'Metodologia de Shigeo Shingo (SMED: análise crítica e estudo de caso' *Gestão & Produção, São Carlos*, v.14, n.2, p. 323-335, Maio-Agosto 2007
- Sugai, M., Novaski, O., Omizolo, V. e Moraes, F (2010) 'Proposta de um modelo para a classificação da fase pós setup conforme características do período de aceleração', Faculdade de Engenharia Mecânica – Unicamp [Online], [Último acesso 22 de Agosto de 2010]. Disponível em: <http://www.grima.ufsc.br/cobef4/files/161044365.pdf>
- Torres, Isaiás (2001), 'Integração de ferramentas computacionais aplicadas ao projeto e desenvolvimento de arranjo físico de instalações industriais', Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade de São Carlos 2001

Tubino, D. F. (1997), 'Manual de planejamento e controle da produção'. São Paulo: Atlas 1997

Viveiros, Reinaldo C. (2005) 'Avaliação de um processo de implantação da mentalidade enxuta e seu desempenho no fluxo de valor: um estudo de caso', Universidade de Taubaté – SP [Online], [Último acesso a 4 de Outubro 2011]. Disponível em:

http://www.ppga.com.br/mestrado/2005/carraro-reinaldo_viveiros.pdf

Warnecke, H. J. and Hüser, M. (1995), 'Lean Production', *International Journal Production Economics*, v.41, p.37 – 43

Womack, J., Jones, D. and Roos, D. (1990) *The Machine That Changed the World: The Story of lean Production*, Rawson Associates, New York

Womack, J. and Jones, D. (1996) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York

Womack, J. and Jones, D. (2003) 'An outline of: Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation', New York, NY: Free Press, Simon & Schuster, Inc



Anexos

Anexos

Esta secção é composta pelos documentos que apesar de não serem considerados prioritários para comporem o corpo de texto, são importantes para reflectir todo o trabalho realizado.

O Anexo 1 é composto pela Listas de Materiais (BOM)

O Anexo 2 é composto pelo formato do MIFD Inicial.

O Anexo 3 apresenta algumas das configurações de Layout que foram equacionadas, antes da versão final.

O Anexo 4 é composto pelas imagens que representam os fluxos de material inicial e actual.

O Anexo 5 é composto pelos cálculos do dimensionamento do Kanban de Produção para todas as referências de subconjuntos, e Produto Acabado.

O Anexo 6 é composto pelo formato do MIFD Actual.



Anexo 1. BOM's – Bill of Materials

Tabela A0.1: Lista de materiais conjunto antepara AF 4P esquerdo

Nível	Código	Designação	Qt.
Final Product	8353 726/732	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	
1	644/632	Sbcj. Antepara Int/Ext AF esq	1
2	4483 644/632	SubCj. Anteparas Exterior/Int ESQ	1
3	97 673	Placa Ref. Dir. AF	1
3	97 672	Placa Ref. Esq. AF	1
3	4483 461/460	Subcj Antepara Dir/esq	1
4	97 666	Casquilho M.8 AF 4P	4
4	4483 409/408	conj. Antepara Dir/Esq	1
5	97 788	Antp. Esq. AF 4P	1
5	97 789	Antp. Dir. AF 4P	1
5	97 810	Perno L.17,5 AF	2
5	97 764	Perno L.33 AF 4P	2
5	97 814	Perno L.31,65 AF 4P	2
4	4483 251	Reforço Antepara Dir.	1
5	8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	1
5	97 828	Casquilho D.15 AF 4P	1
5	97 791	Reforço Antepara Dir.	1
6	97 791	Reforço Antepara Dir. AF 4P	1
6	8351 950	Anel Norglide D.14 AF 4P	1
4	4483 250	Reforço Antepara Esq.	1
5	8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	1
5	97 828	Casquilho D.15 AF 4P	1
5	97 790	Reforço Antepara Esq.	1
6	97 790	Reforço Antepara Esq. AF 4P	1
6	8351 944	Anel Norglide D.10 AF	1
2	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 816	Perno L.17 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
3	97 748	Sector Dent. AF	1
3	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
3	4482 932	Biela Esq. Equipada	1
3	4502 218	Biela Esq. AF	1
3	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
3	97 748	Sector Dent. AF	1
3	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
3	4482 933	Biela Dir. Equipada	1
4	4502 219	Biela Dir. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	8353 626	Biela fr. Ext. Esq. Reb.	1
3	8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	1
3	8353 544	Biela Fr.Ext.	1
4	4469 698	Biela Fr. Ext. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	8353 651	Biela fr. Int. Dir. Reb.	1
3	8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	1
3	8353 546	Biela Fr.Int.	1
4	4469 706	Biela Fr. Int. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	8353 610	Biela Tr. Ext. Esq.	1
3	8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	1
3	97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
4	8353 786	Biela Tr. Ext. Esq.	1
5	4494 136	Patilha Ref. AF	1
5	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	1
6	97 824	Espaçador M.8 AF	1
6	4490 276	Biela Tr. Ext. Esq. AF	1
2	4483 225	Biela Tr. Int. Dir.	1
3	8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	1
3	97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4483 081	Biela Tr. Int. Dir.	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
4	4483 053	Biela Tr. Int.Dir.	1
5	4489 985	Biela Tr. Int. Dir. AF 4P	1
5	97 824	Espaçador M.8 AF	1
2	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	2
2	97 822	Anilha Plana D.8 AF	2
2	97 816	Perno L.17 AF	2
1	97 674	Eixo Dent. AF	2
1	97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	2
1	97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	2
1	97 664	Perno Barra Torç. AF	2

Tabela A0.2: Lista de materiais conjunto antepara AF 4P direito

Nível	Código	Designação	Qt.
Final Product	8353 727/733	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir	
1	645/633	SbCj. Antepara Int/Ext AF dir	1
2	4483 645/633	SubCj. Anteparas Ext/Interior DIR	1
3	97 673	Placa Ref. Dir. AF	1
3	97 672	Placa Ref. Esq. AF	1
3	4483 461/460	Subcj Antepara Dir/esq	1
4	97 666	Casquilho M.8 AF 4P	4
4	4483 409/408	conj. Antepara Dir/Esq	1
5	97 788	Antp. Esq. AF 4P	1
5	97 789	Antp. Dir. AF 4P	1
5	97 810	Perno L.17,5 AF	2
5	97 764	Perno L.33 AF 4P	2
5	97 814	Perno L.31,65 AF 4P	2
4	4483 251	Reforço Antepara Dir.	1
5	8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	1
5	97 828	Casquilho D.15 AF 4P	1
5	97 791	Reforço Antepara Dir.	1
6	97 791	Reforço Antepara Dir. AF 4P	1
6	8351 950	Anel Norglide D.14 AF 4P	1
4	4483 250	Reforço Antepara Esq.	1
5	8308 932	Espaçador D.17,5 AF 4P	1
5	97 828	Casquilho D.15 AF 4P	1
5	97 790	Reforço Antepara Esq.	1
6	97 790	Reforço Antepara Esq. AF 4P	1
6	8351 944	Anel Norglide D.10 AF	1
2	4483 230	Sector Dent. Ext. Esq. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 816	Perno L.17 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
4	97 748	Sector Dent. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
3	4482 932	Biela Esq. Equipada	1
4	4502 218	Biela Esq. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	4483 231	Sector Dent. Ext. Dir. Reb.	1
3	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 768	Sector Dentado	1
4	97 748	Sector Dent. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
3	4482 933	Biela Dir. Equipada	1
4	4502 219	Biela Dir. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	8353 627	Biela fr. Ext. Dir. Reb.	1
3	8303 151	Apoio Fr. Dir. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 699	Cj. Suporte Int. Dir. AF	1
3	8353 544	Biela Fr.Ext.	1
4	4469 698	Biela Fr. Ext. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	8353 650	Biela fr. Int. Esq. Reb.	1
3	8303 150	Apoio Fr. Esq. AF	1
3	97 660	Perno Fix. Mola AF	1
3	97 822	Anilha Plana D.8 AF	1
3	97 698	Cj. Suporte Int. Esq. AF	1
3	8353 546	Biela Fr.Int.	1
4	4469 706	Biela Fr. Int. AF	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
2	8353 611	Biela Tr. Ext. Dir.	1
3	8352 485	Apoio Tr. Dir. AF	1
3	97 707	Cj Apoio Int. Tr. Dir. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4482 943	Biela Tr. Ext. Dir.	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
4	8353 786	Biela Tr. Ext. Esq.	1
5	4494 136	Patilha Ref. AF	1
5	4482 942	Biela Tr. Ext. Esq.	1
6	97 824	Espaçador M.8 AF	1
6	4490 276	Biela Tr. Ext. Esq. AF	1
2	4483 224	Biela Tr. Int. Esq.	1
3	8352 484	Apoio Tr. Esq. AF	1
3	97 706	Cj Apoio Int. Tr. Esq. AF	1
3	97 812	Perno L.14 AF	1
3	4483 080	Biela Tr. Int. Esq.	1
4	8351 946	Anel Norglide D.12 AF	1
4	4483 052	Biela Tr. Int. Esq.	1
5	4489 984	Biela Tr. Int. Esq. AF 4P	1
5	97 824	Espaçador M.8 AF	1
2	97 820	Anilha Plana D.10 AF 4P	2
2	97 822	Anilha Plana D.8 AF	2
2	97 816	Perno L.17 AF	2
1	97 674	Eixo Dent. AF	2
1	97 830	Anilha Plana D.12,2 AF	2
1	97 818	Parafuso Torx M8x21 AF	2
1	97 664	Perno Barra Torç. AF	2



Anexo 2.MIFD Inicial

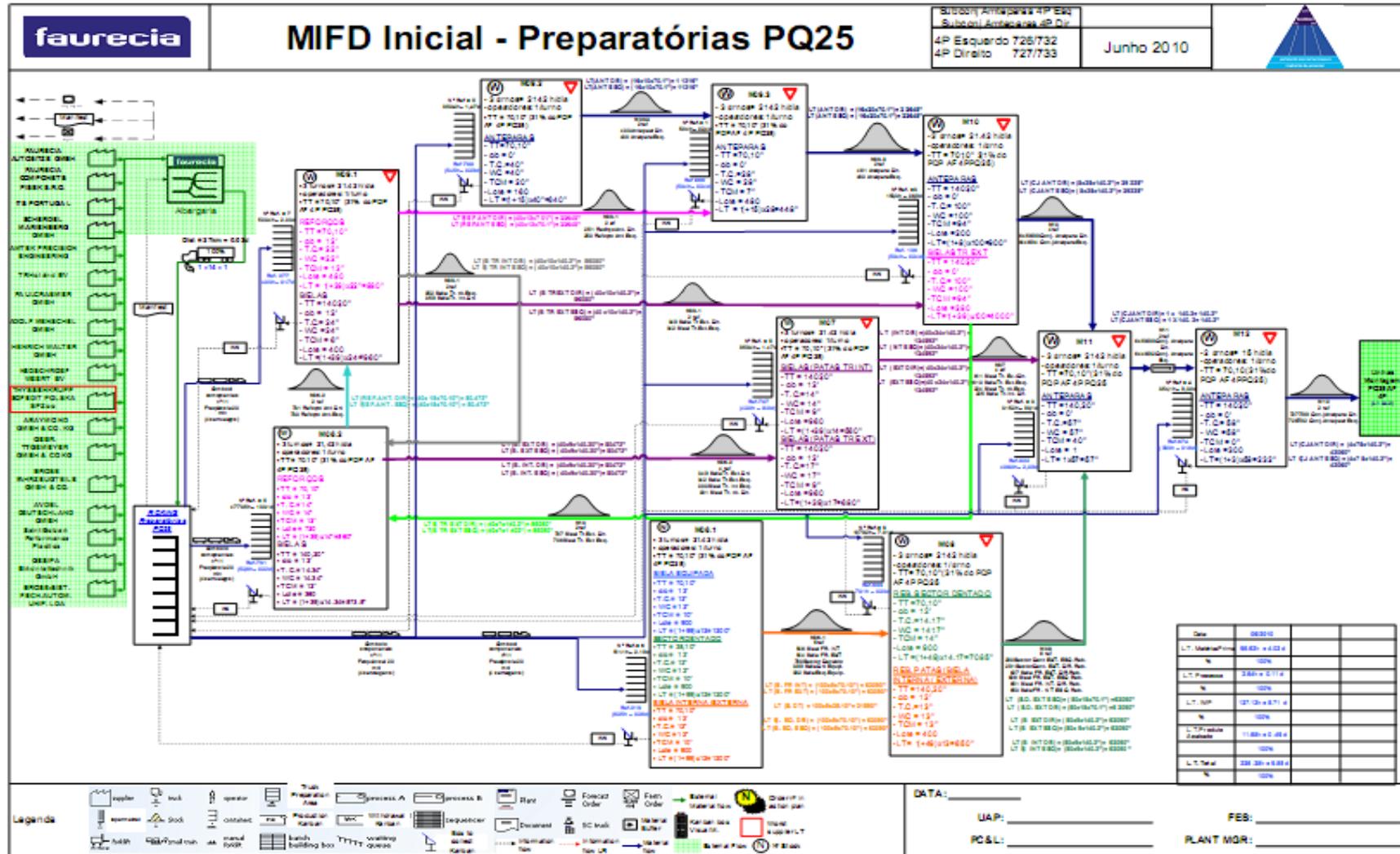


Figura A0.1: Formato de Apresentação do MIFD Inicial



Anexo 3. Alternativas da Configuração do Layout

Nas, Figura A0.2, Figura A0.3 e Figura A0.4, encontram-se algumas das configurações estudadas para a alteração de Layout.

As configurações A (Figura A0.2) e B (Figura A0.3) foram postas de parte devido a impossibilidade de deslocar a CNC, devido a elevados custos de movimentação e de reprogramação.

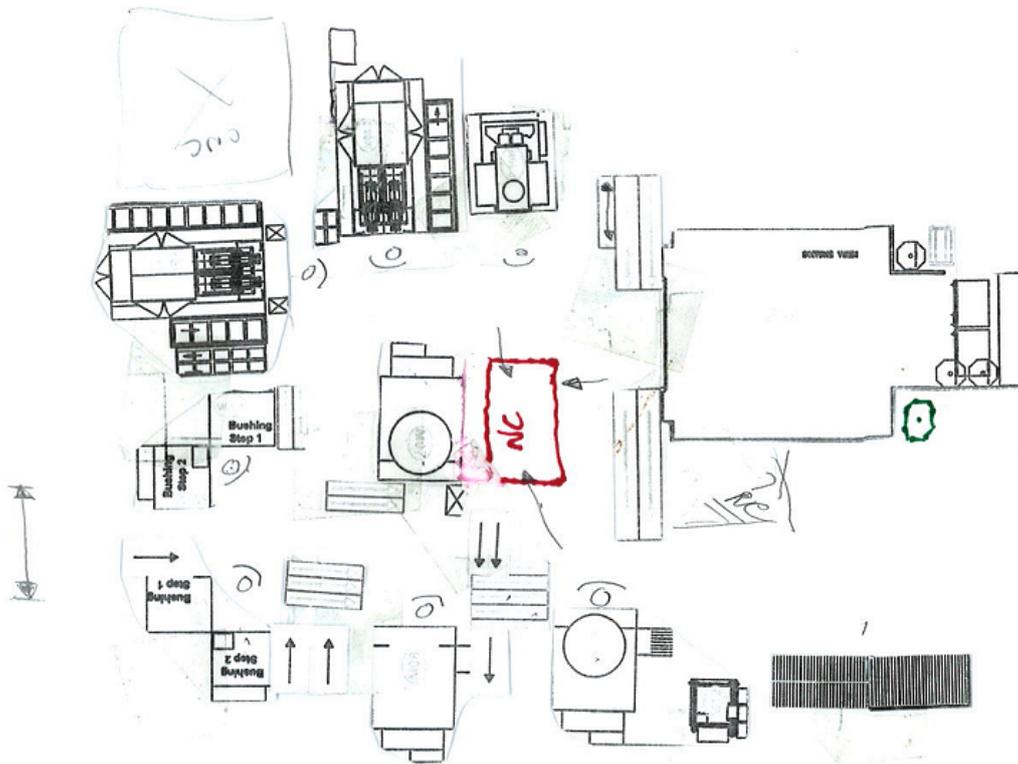


Figura A0.2: Configuração Layout equacionada (A)

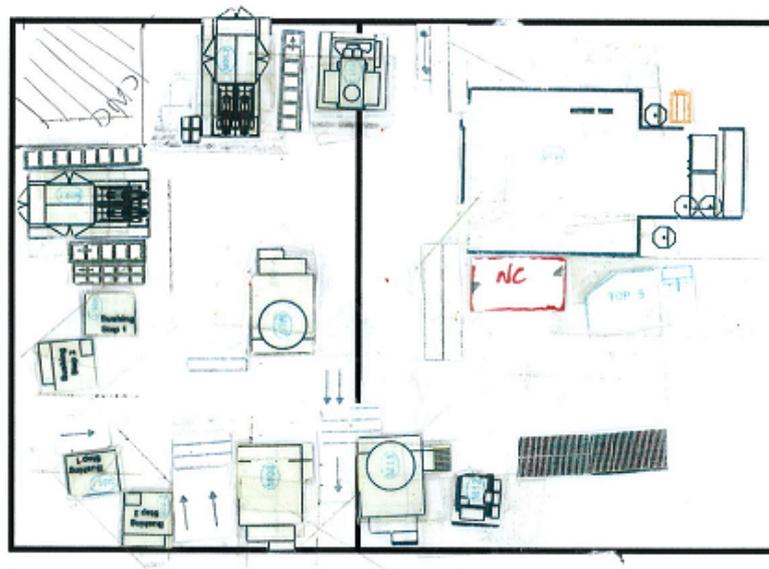


Figura A0.3: Configuração Layout equacionada (B)

Quanto à configuração C (Figura A0.4), que já é muito próxima da seleccionada para implementar, não foi seleccionada pois as movimentações para abastecer o equipamento M09.3, com os subconjuntos da M09.1 e M09.2, eram mais elevadas.

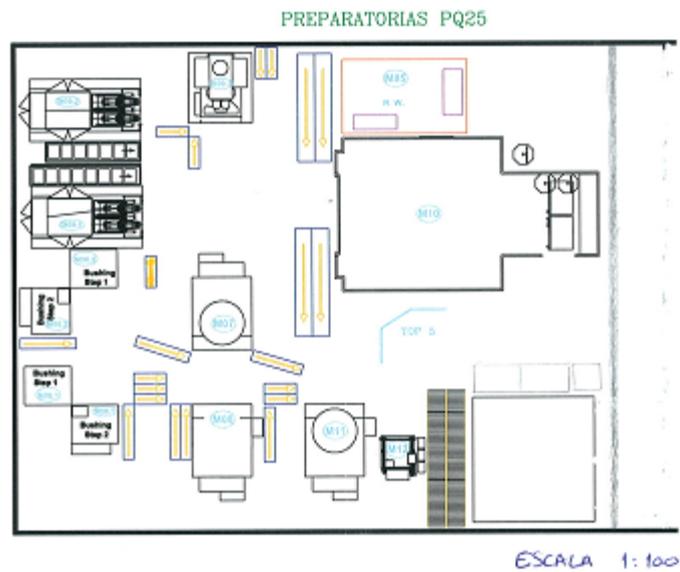


Figura A0.4: Configuração Layout equacionada (C)

Anexo 4. Fluxo de Material Inicial VS Actual

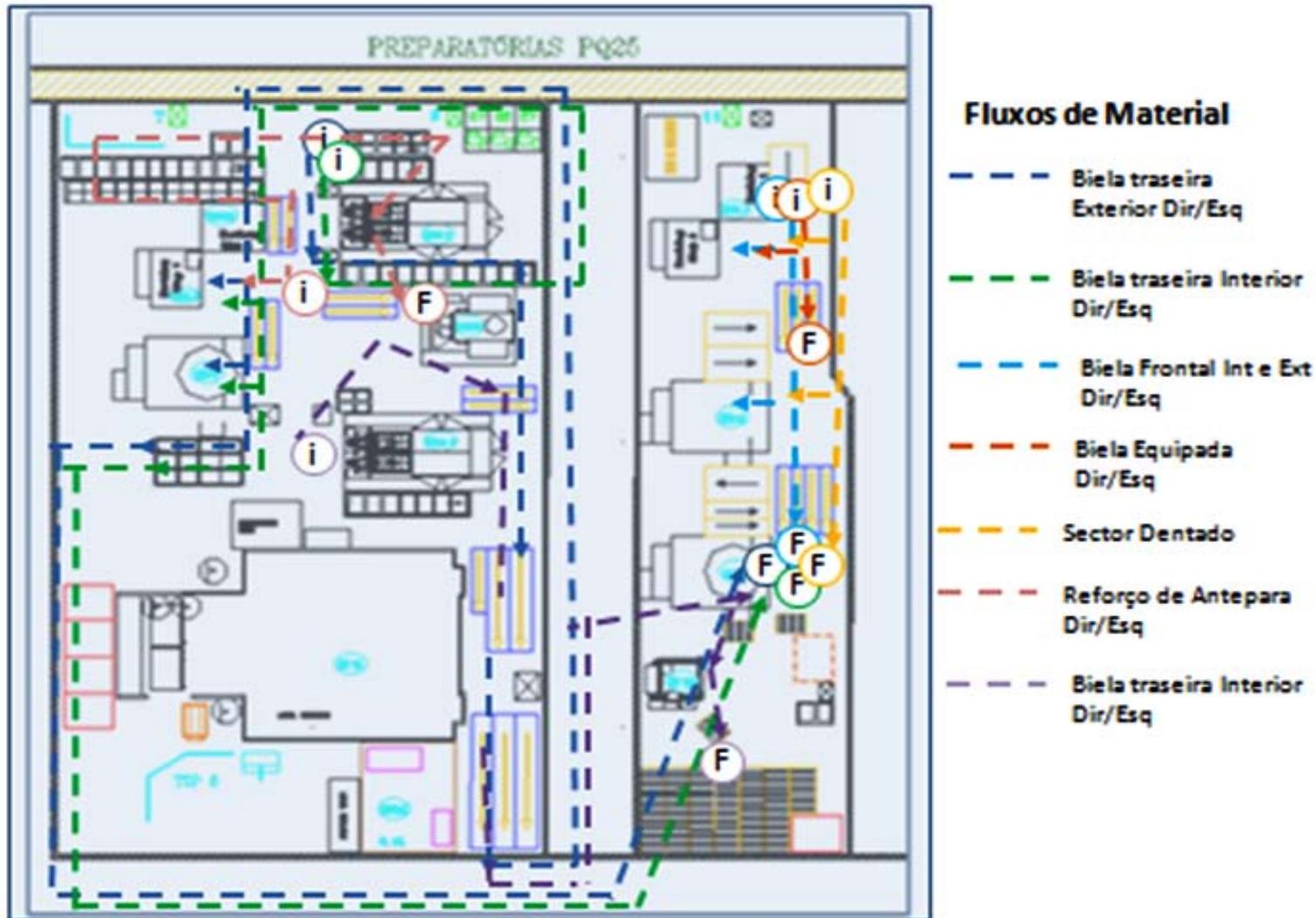


Figura A0.5: Representação Fluxos de Material no Layout inicia



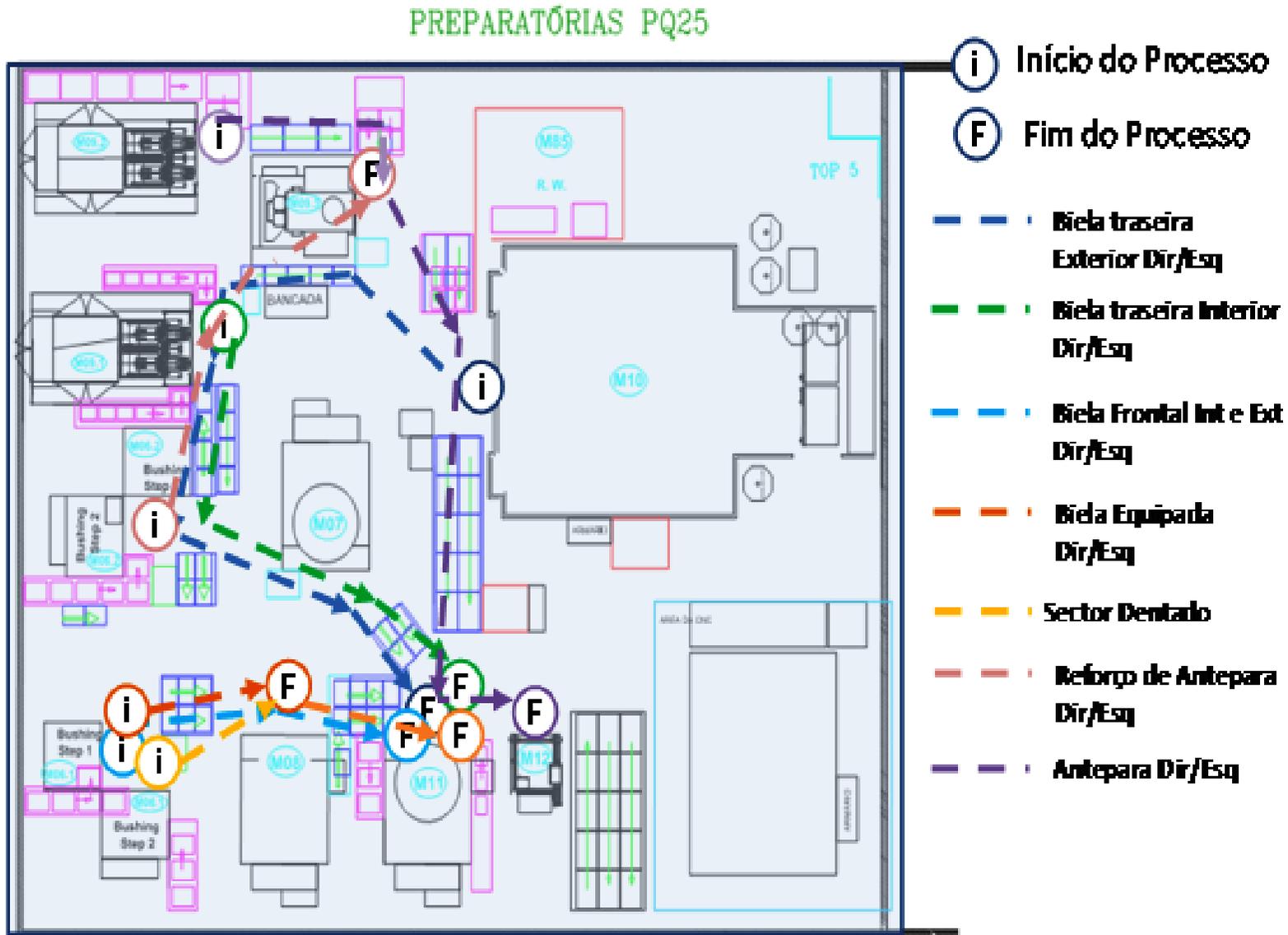


Figura A0.6: Representação dos Fluxos de Material no Layout Actual

Anexo 5. Cálculos dimensionamento Kanban de Produção

Este Anexo é composto pelos cálculos do dimensionamento do Kanban de produção, está organizado por equipamento.

Dimensionamento M06.1

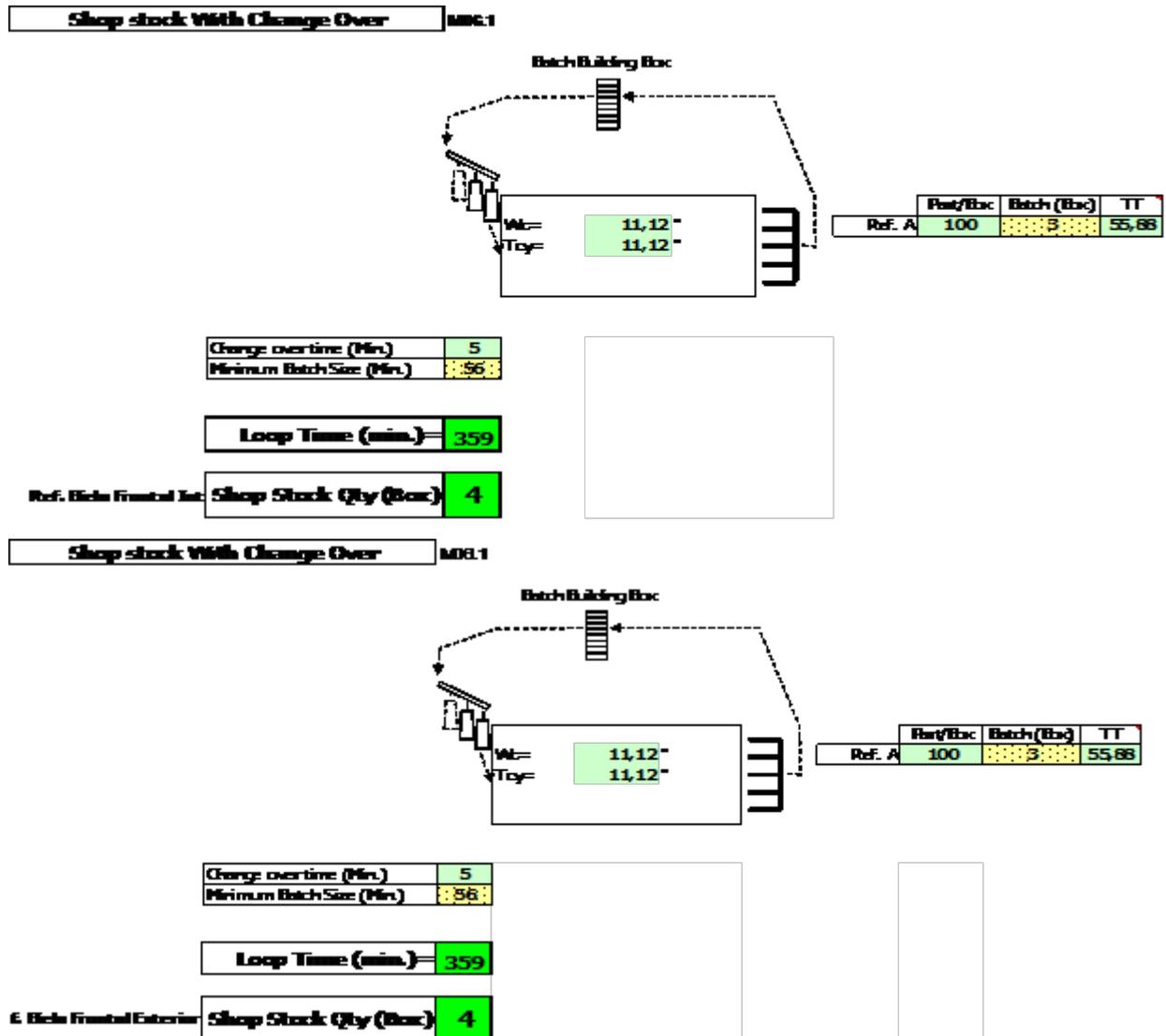


Figura A0.7: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Frontal Interior/Exterior (M06.1)



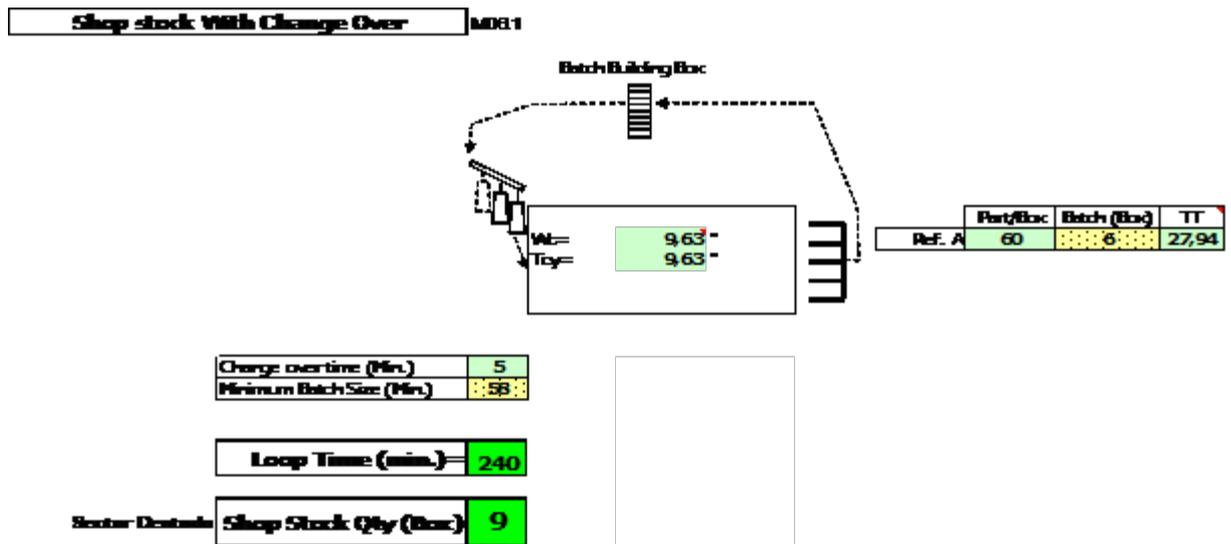


Figura A0.8: Dimensionamento Kanban Produção Subconjunto Sector Dentado (M06.1)

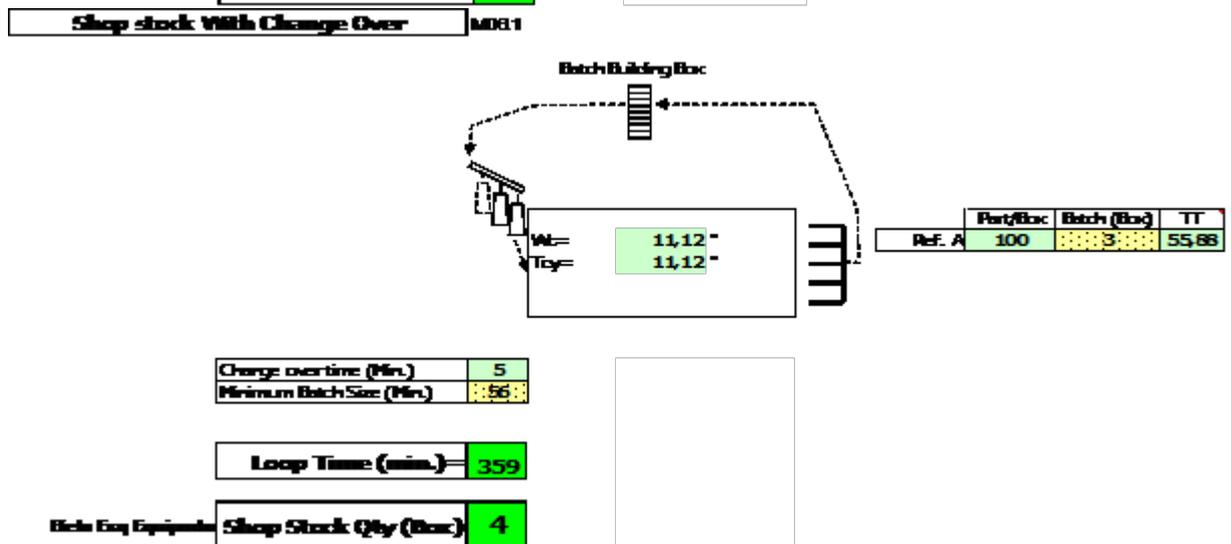
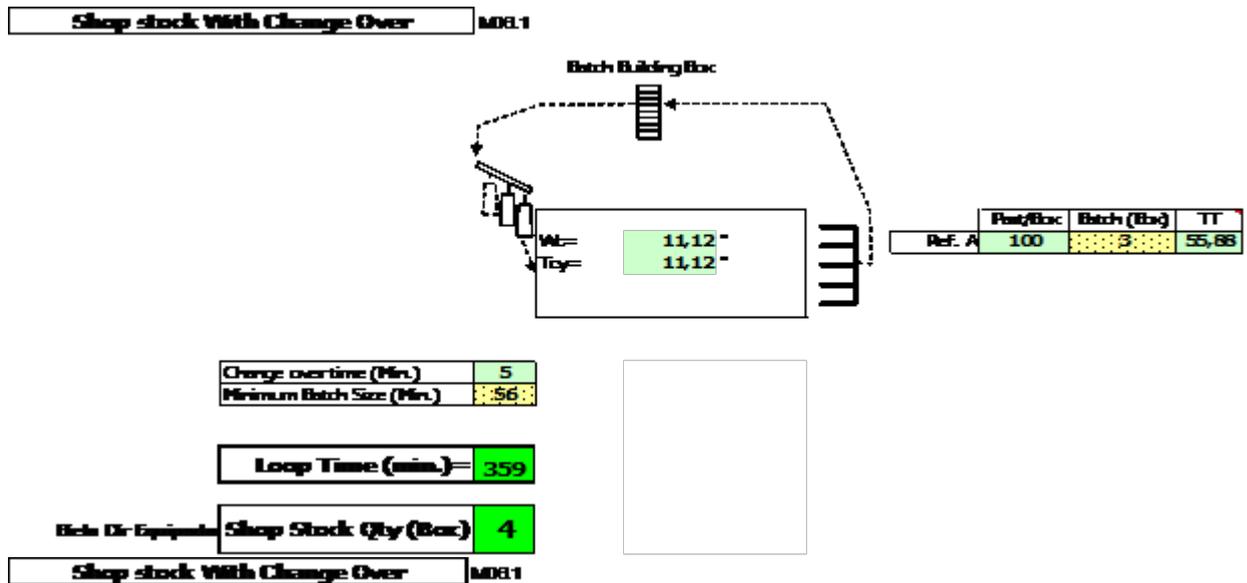


Figura A0.9: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Equipada Esquerda/Direita (M06.1)

Dimensionamento M06.2

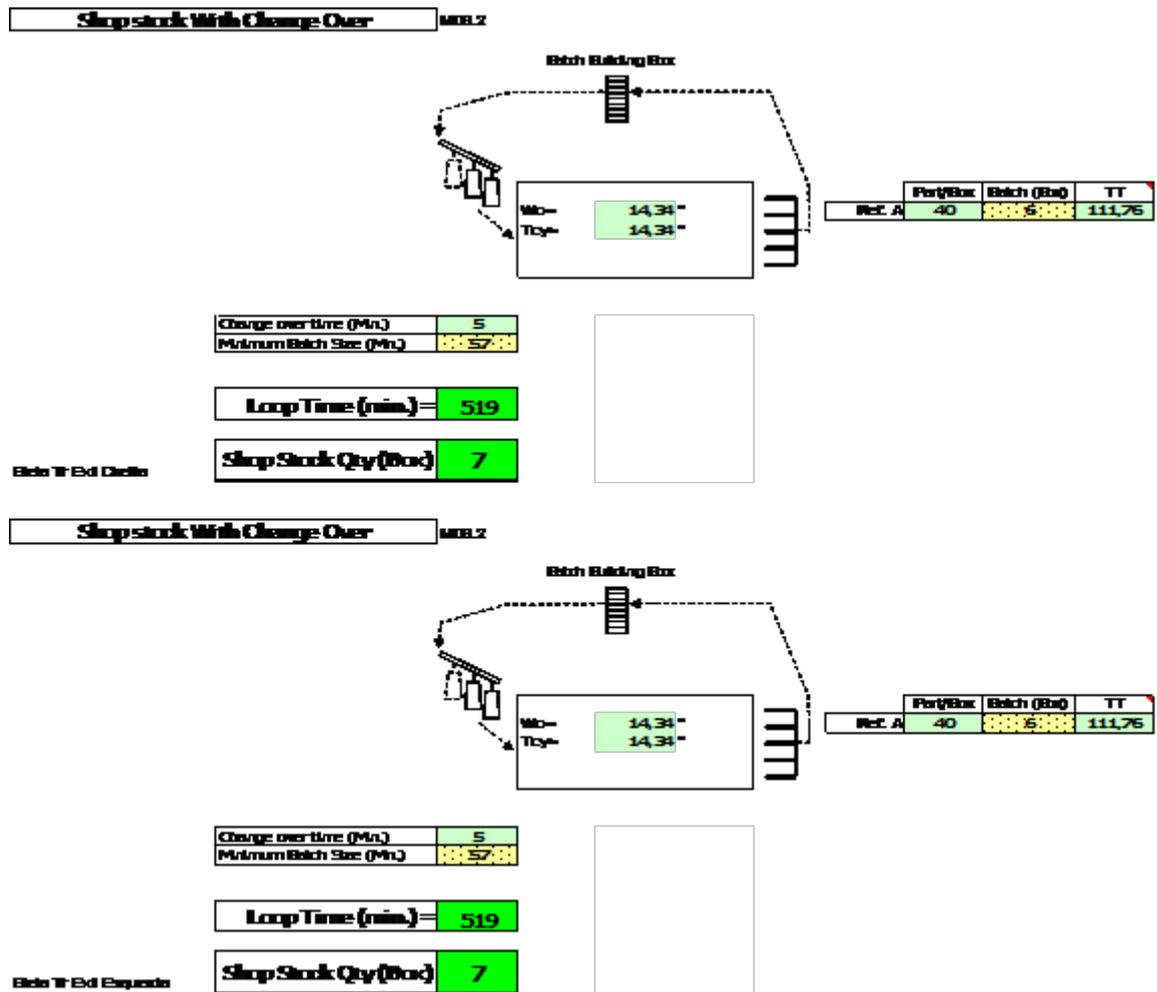


Figura A0.10: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M06.2)



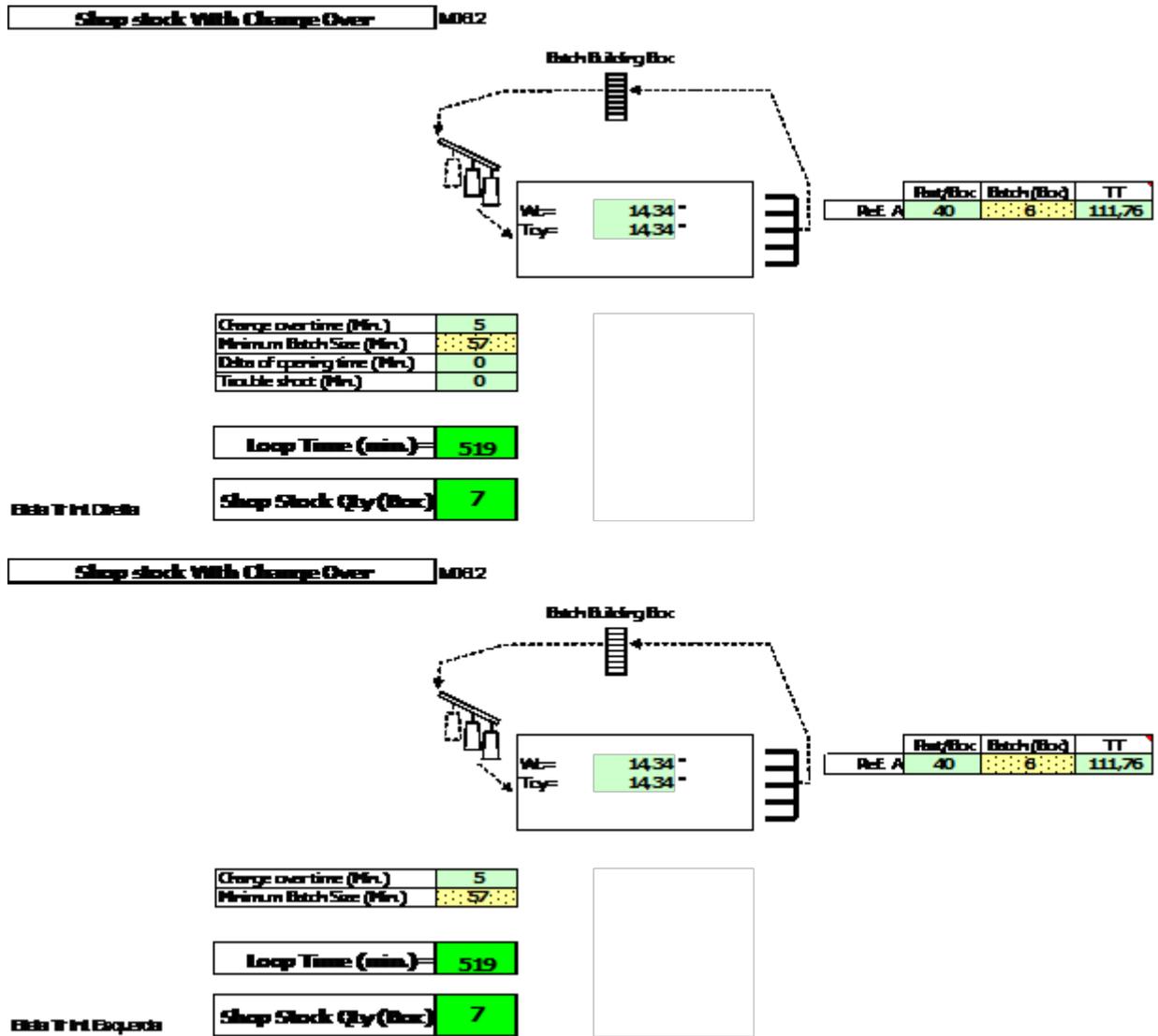
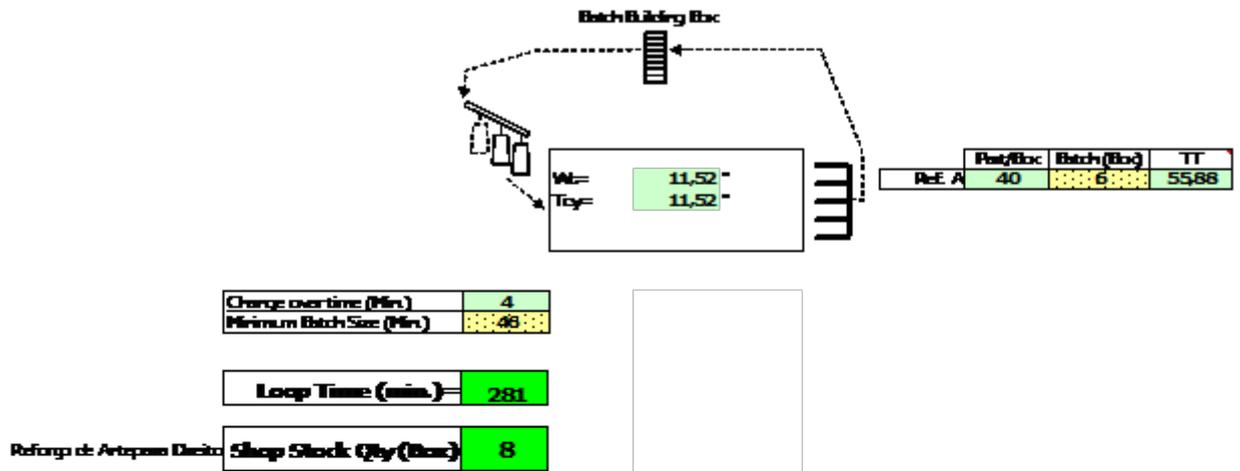


Figura A0.11: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Interior Direita/Esquerda (M06.2)

Shop stock With Change Over M06.2



Shop stock With Change Over M06.2

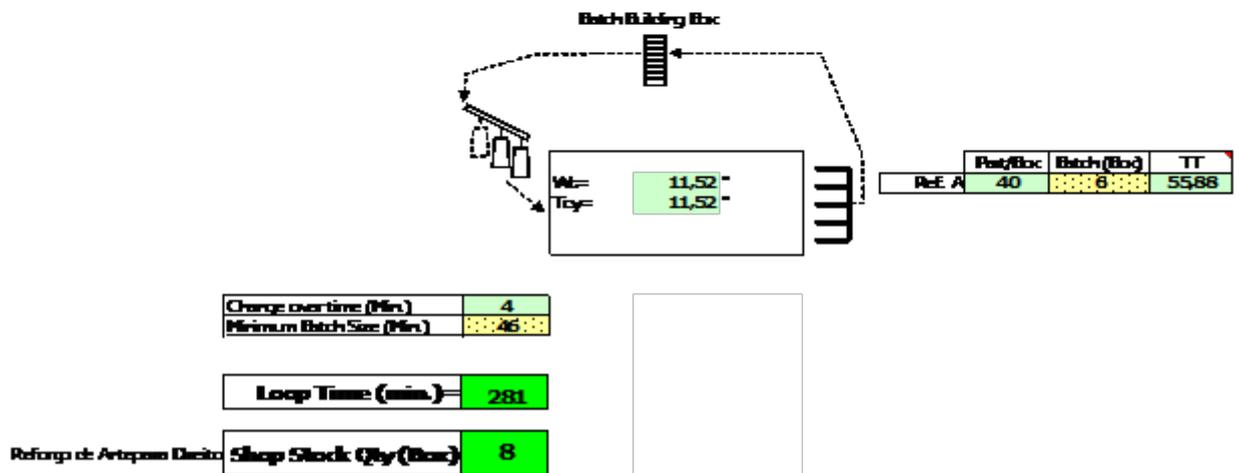


Figura A0.12: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Reforço de Antepara Esquerda/Direita (M06.2)



Dimensionamento M07

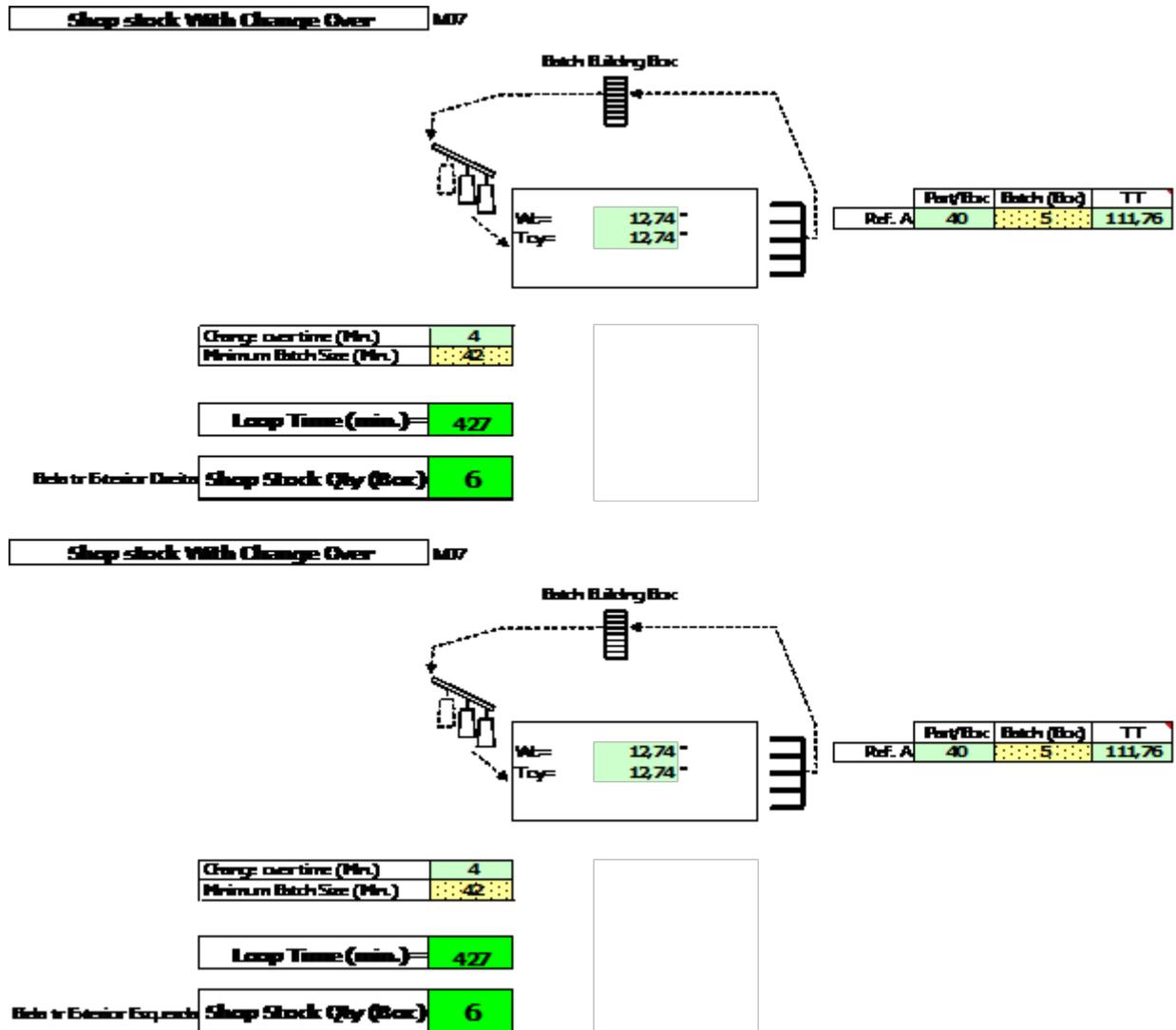


Figura A0.13: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M07)

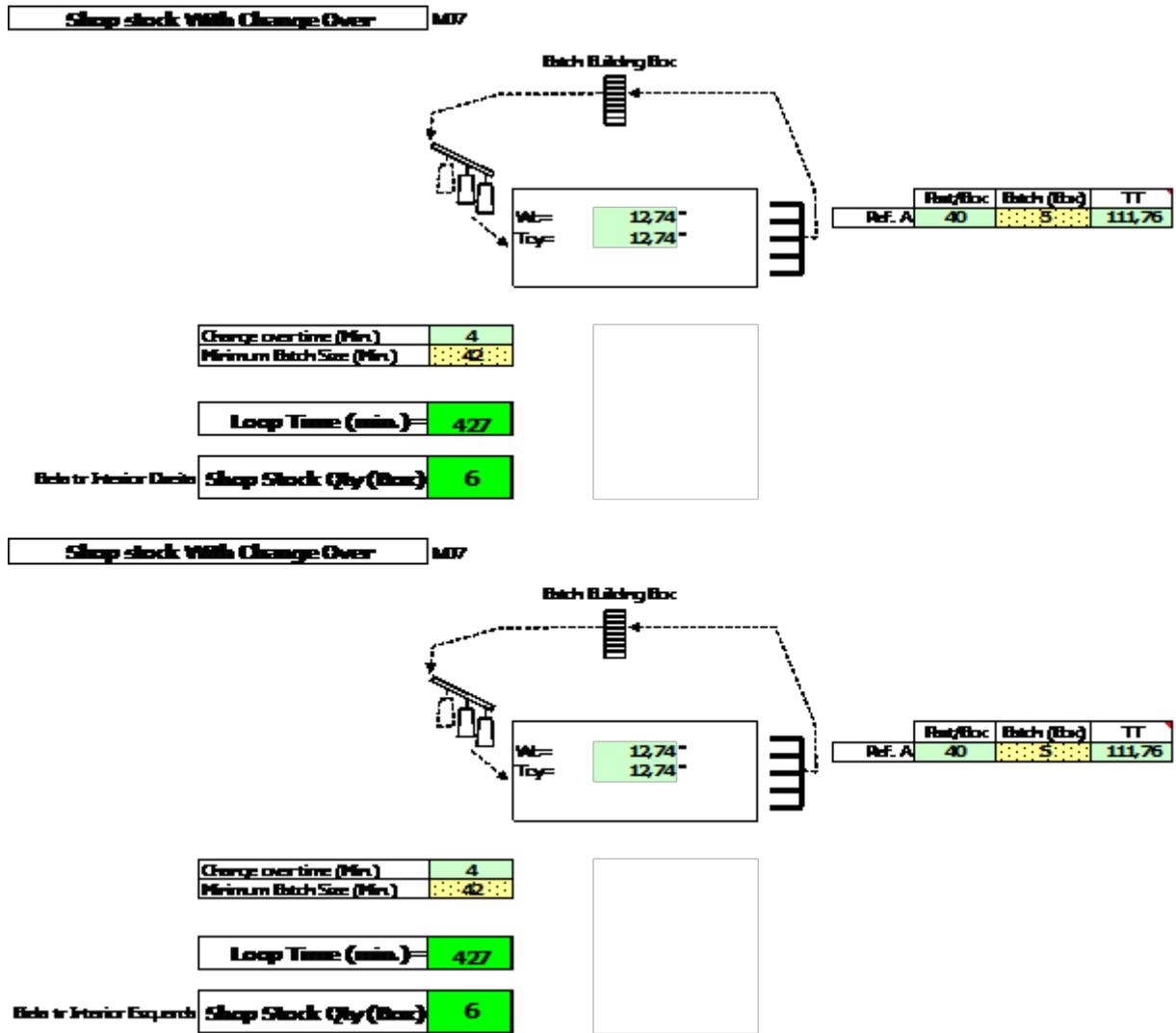


Figura A0.14: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Interior Direita/Esquerda (M07)

Dimensionamento M08

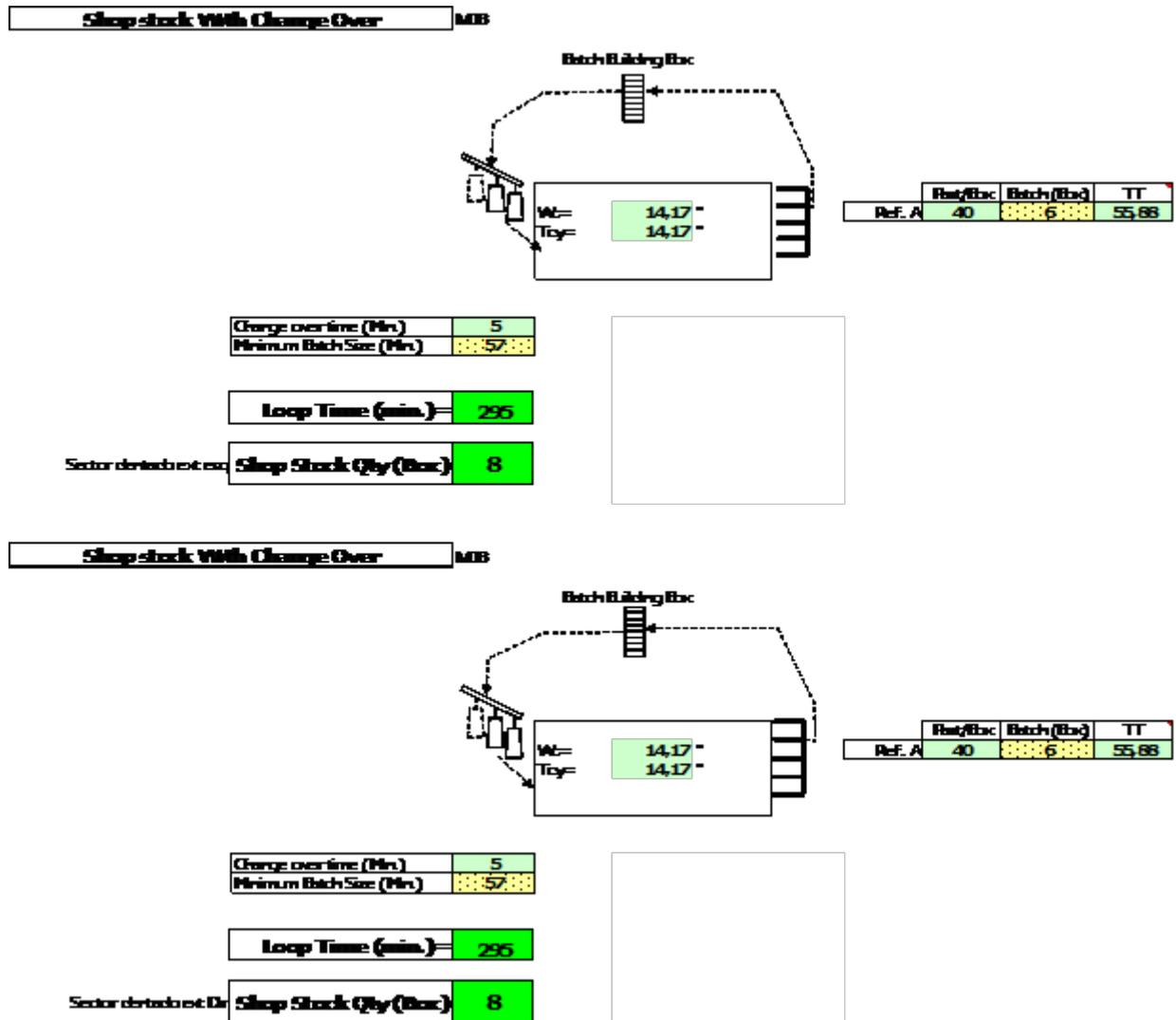
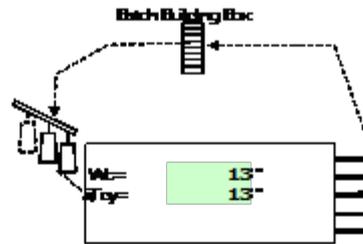


Figura A0.15: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Sector Dentado Exterior Direito/Esquerdo (M08)

Shop stock With Change Over M08



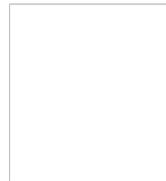
	Rest(Bloc)	Batch(Bloc)	TT
Ref. A	50	5	111,76

Change over time (Min.)	5
Minimum Batch Size (Min.)	54

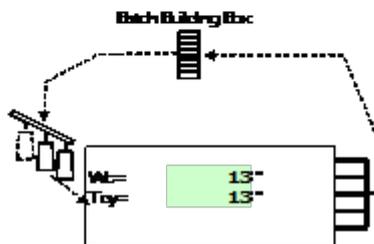
Loop Time (min.)	536
------------------	-----

Bela fr Est direita rebitada

Shop Stock Qty (Bloc)	6
-----------------------	---



Shop stock With Change Over M08



	Rest(Bloc)	Batch(Bloc)	TT
Ref. A	50	5	111,76

Change over time (Min.)	5
Minimum Batch Size (Min.)	54

Loop Time (min.)	536
------------------	-----

Bela fr Est esquerda rebitada

Shop Stock Qty (Bloc)	6
-----------------------	---

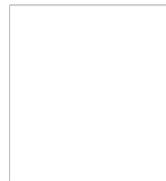


Figura A0.16: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Frontal Exterior Direita/Esquerda Rebitada (M08)



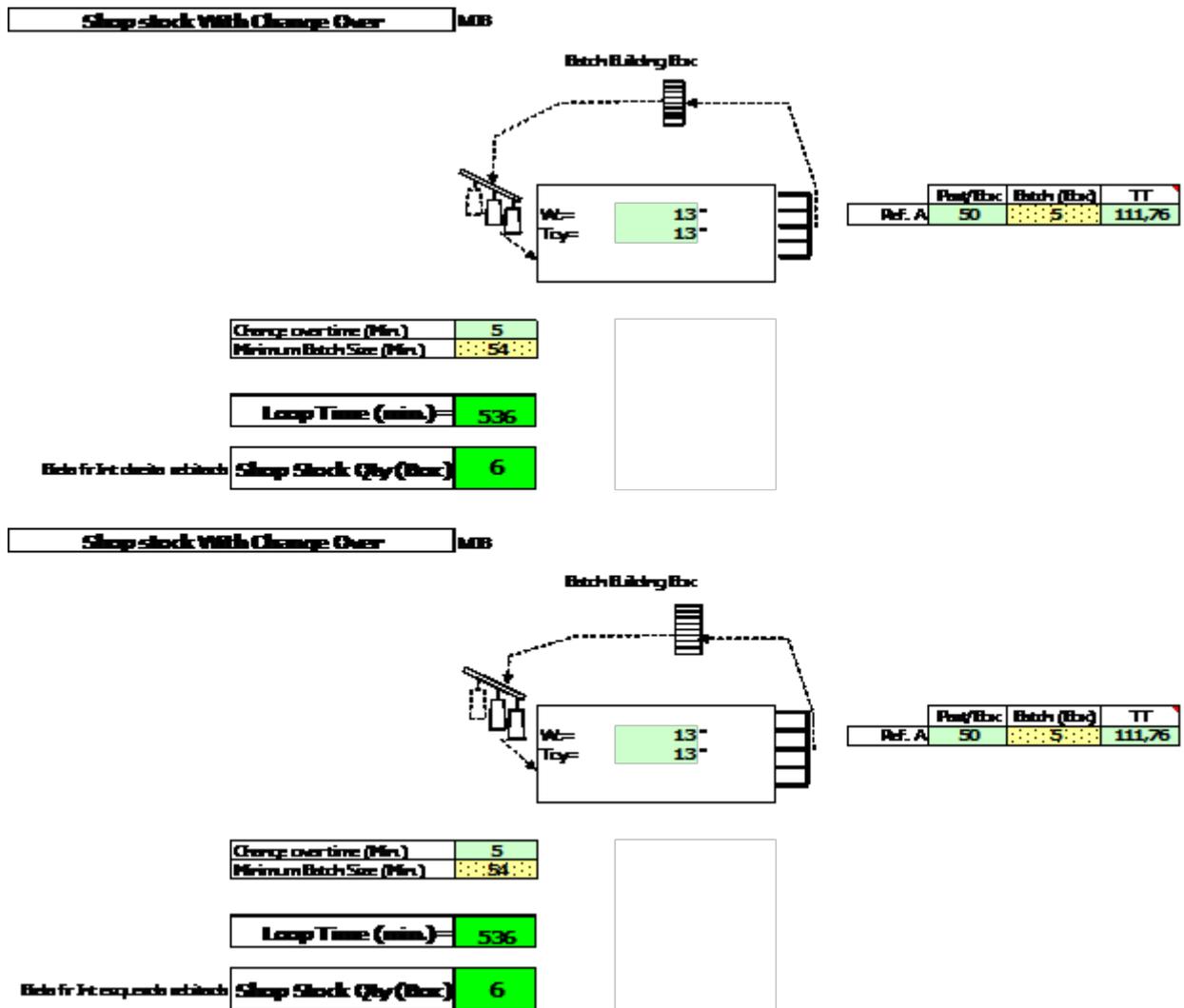


Figura A0.17: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Frontal Interior Direita/Esquerda Rebitada (M08)

Dimensionamento M09.1

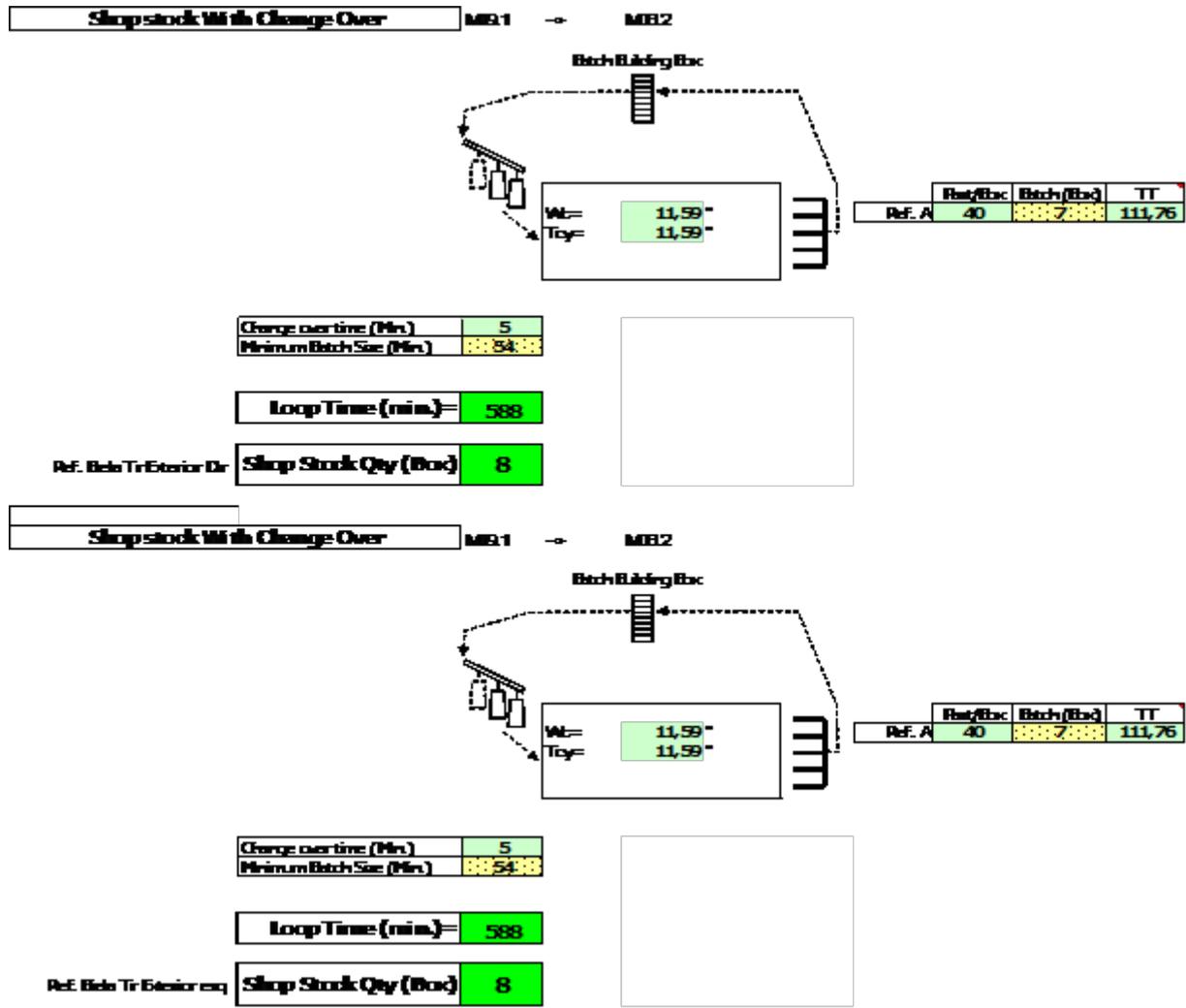


Figura A0.18: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M09.1)



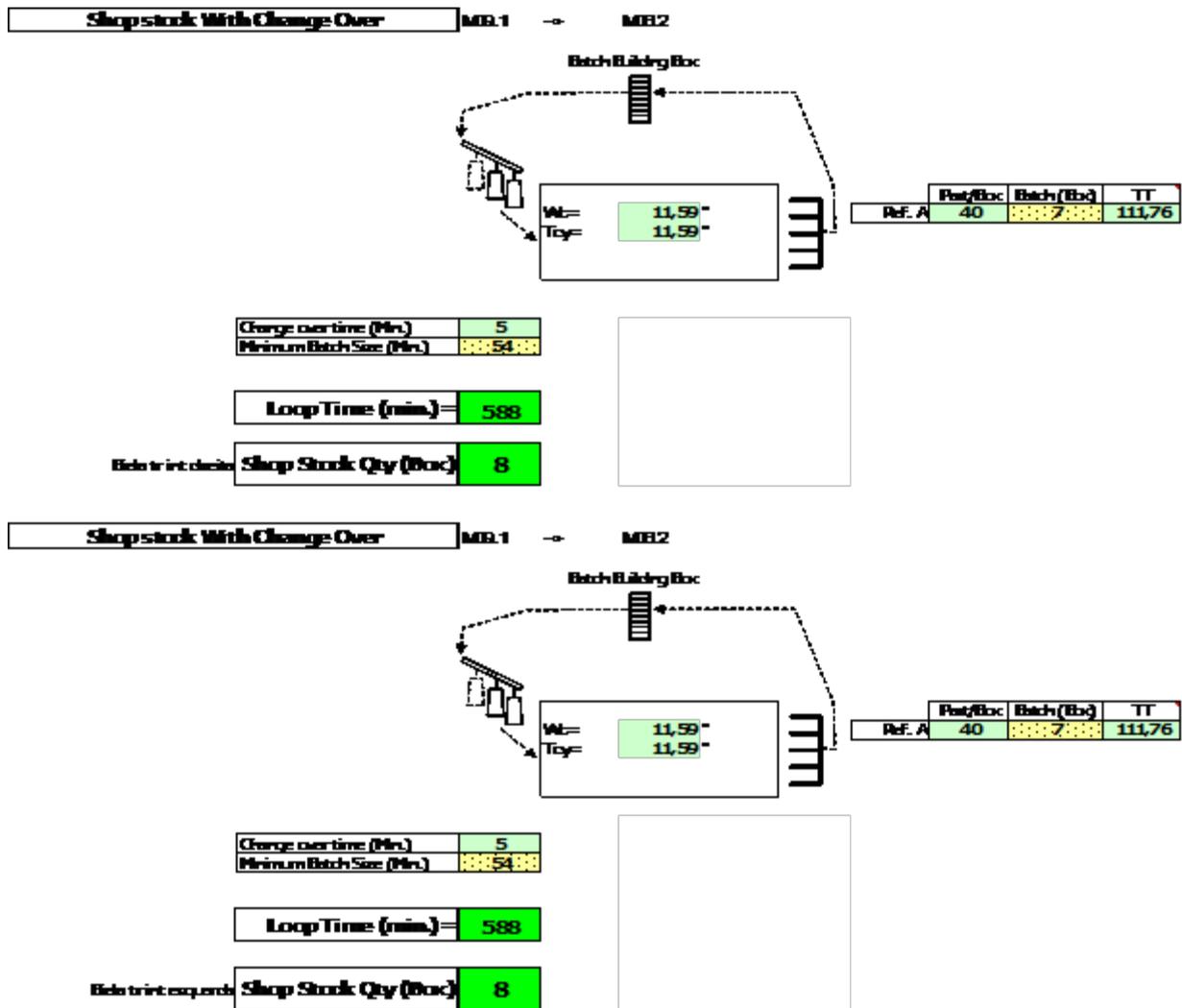


Figura A0.19: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Interior Direita/Esquerda (M09.1)

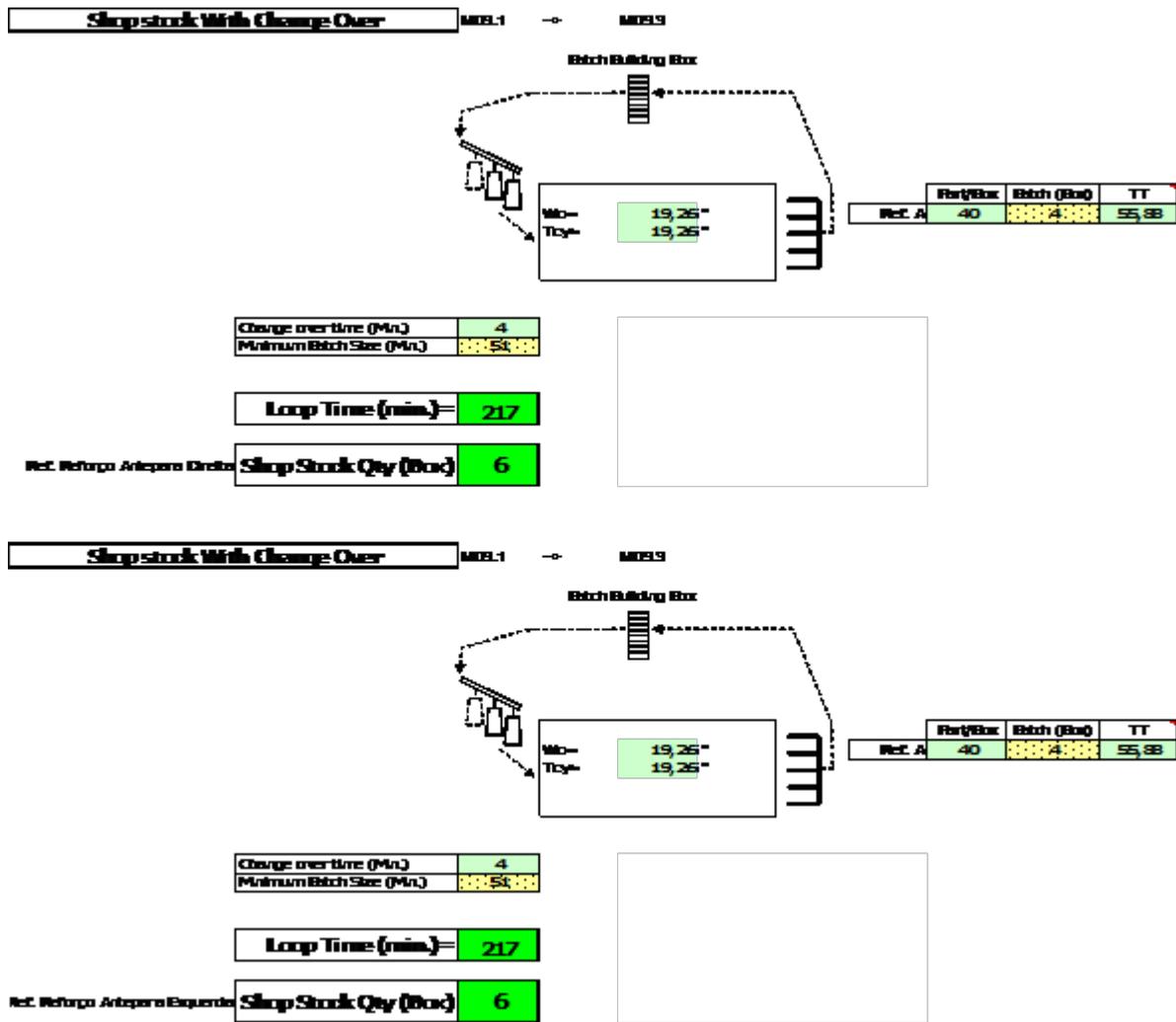


Figura A0.20: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Reforço Antepara Direita/Esquerda (M09.1)

Dimensionamento M09.2

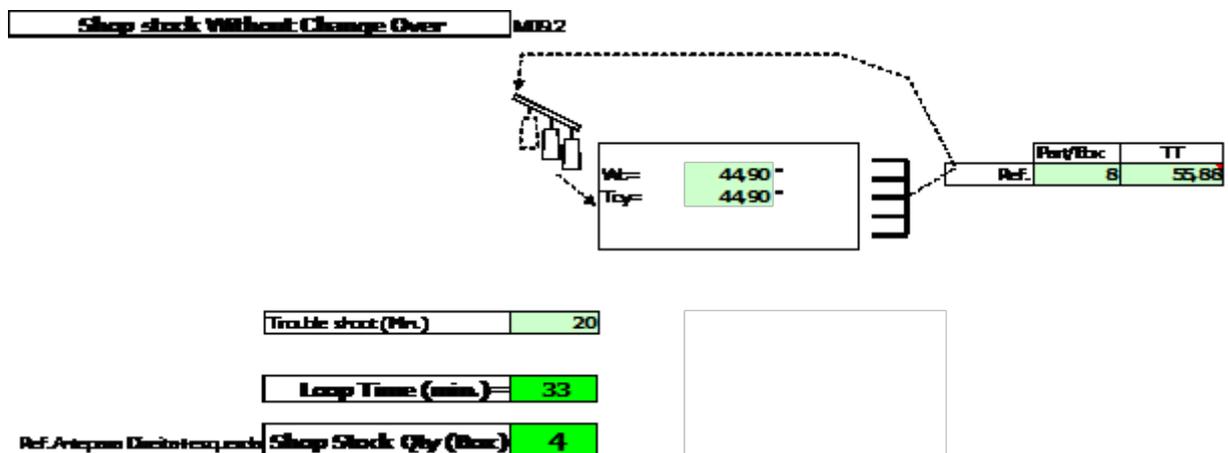


Figura A0.21: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Antepara Direita+Esquerda (M09.2)

Dimensionamento M09.3

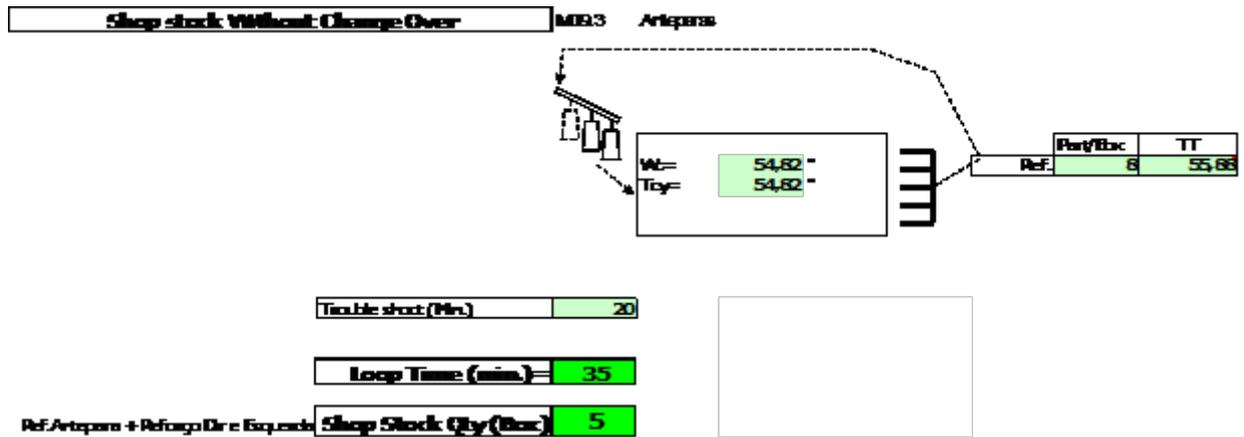


Figura A0.22: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Anteparas + Reforço (Direita+Esquerda) (M09.3)

Dimensionamento M10

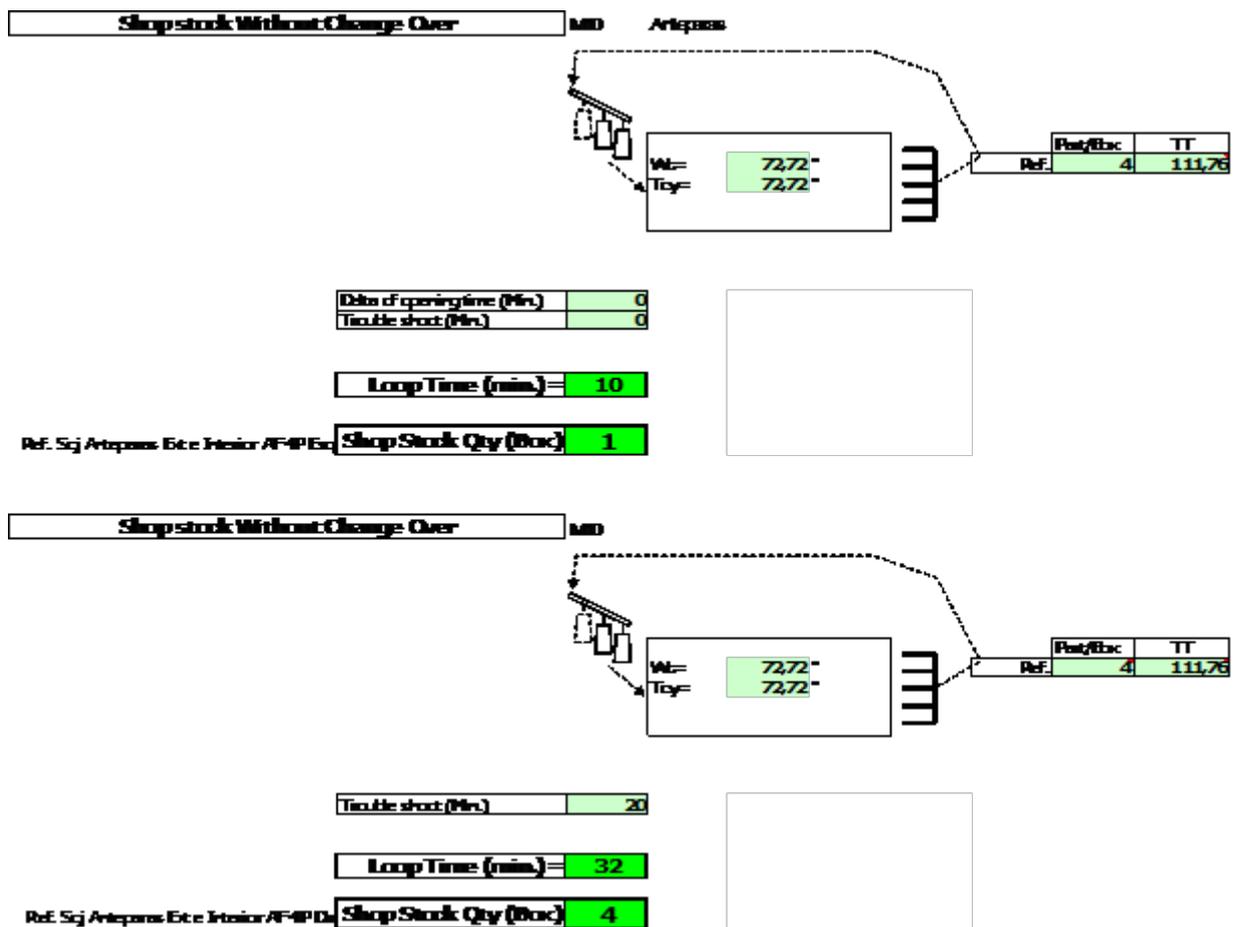


Figura A0.23: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Anteparas Exterior e Interior Direita/Esquerda (M10)

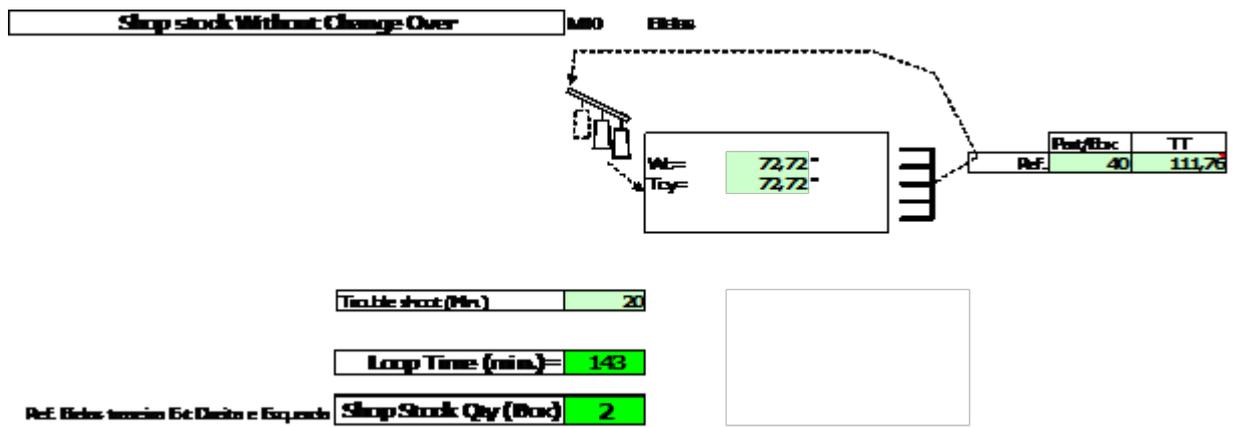


Figura A0.24: Dimensionamento Kanban Produção Subconjuntos Biela Traseira Exterior Direita/Esquerda (M10)

Dimensionamento M11 e M12

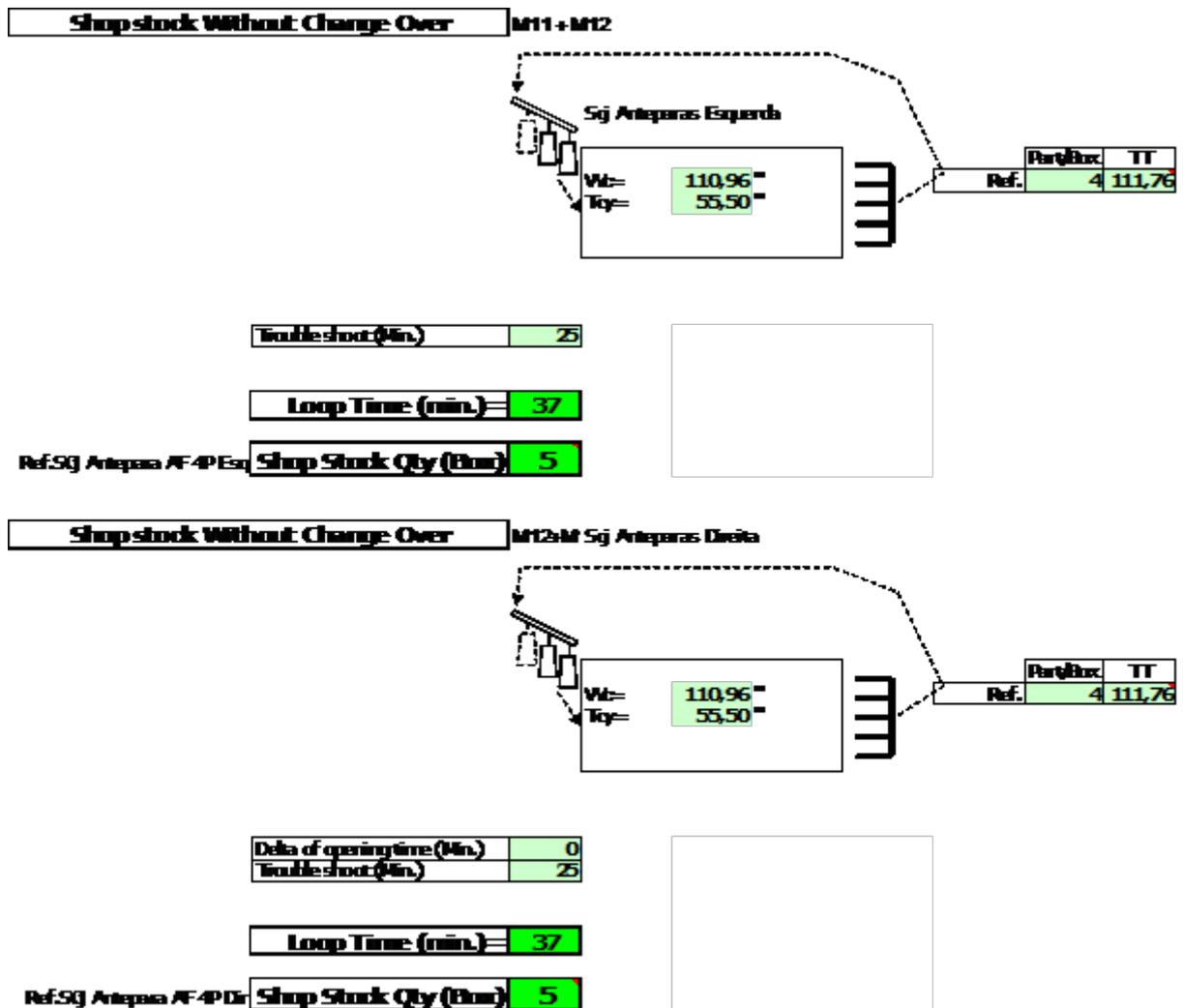


Figura A0.25: Dimensionamento Kanban Produção Conjuntos Antepara para AF 4P Esquerda/Direita (M11+M12)



Anexo 6.MIFD Actual

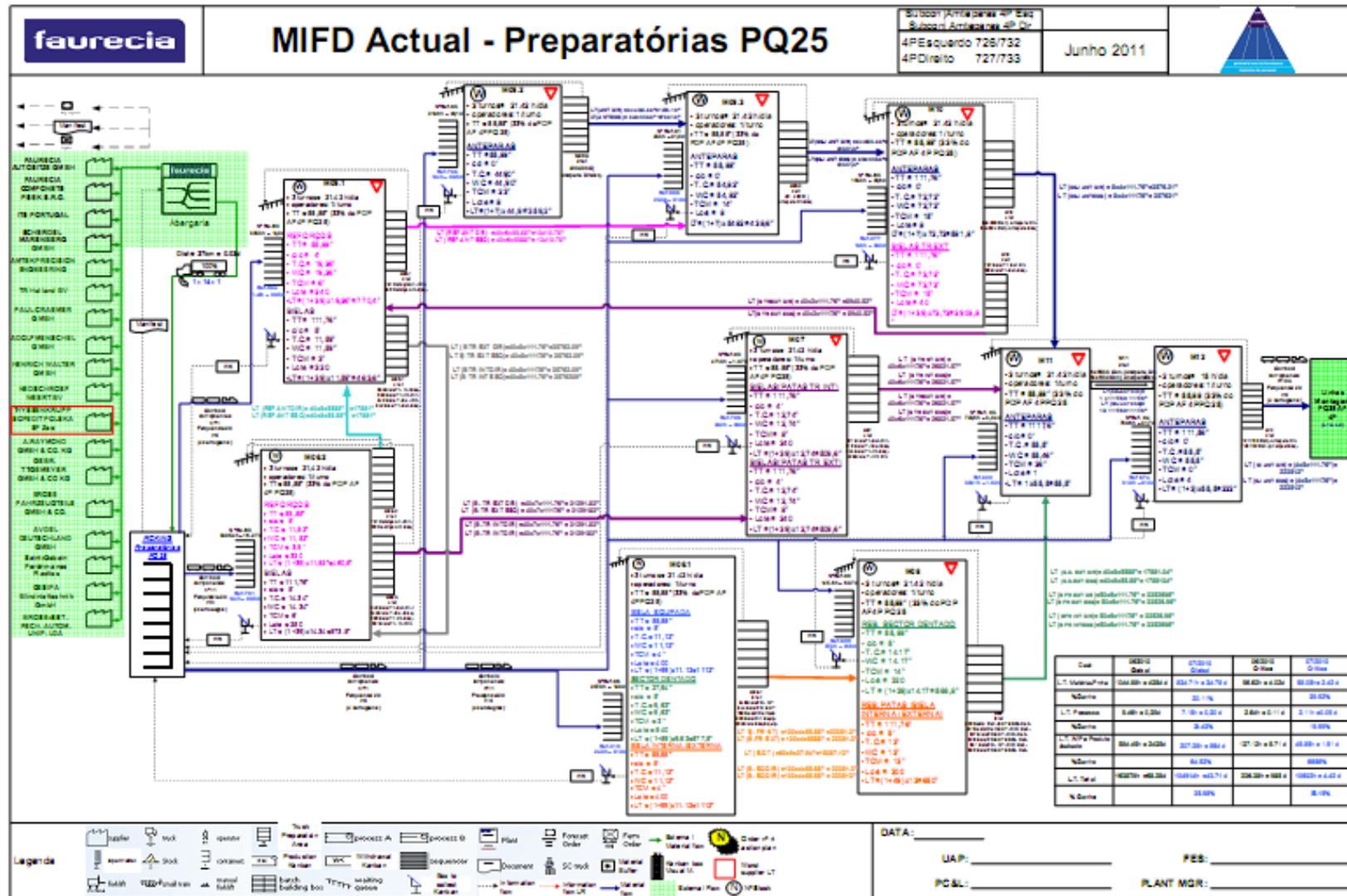


Figura A0.26: Formato de Apresentação MIFD Actual