

Optimização de Processos Produtivos

Simoldes Plásticos

Ricardo Miguel da Silva e Costa

Relatório de Projecto Final do MIEM

Orientador na Simoldes Plásticos: Eng.º António Couto

Orientador na FEUP: Eng.ª Ana Reis



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Produção, Desenvolvimento e Engenharia Automóvel

Julho 2009

Aos meus pais e ao meu irmão

Resumo

O presente documento é o resultado do estágio curricular na empresa Simoldes Plásticos, com o tema “*Optimização de Processos Produtivos*”, no âmbito da cadeira de Projecto Final de Curso do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. O objectivo deste projecto consistiu na aplicação de conceitos e ferramentas do *Sistema Toyota de Produção*, tendo como área de aplicação a Gestão da Produção.

Foi aplicada uma das ferramentas mais importantes do *Sistema Toyota de Produção*, o *Mapeamento do Fluxo de Valor*, a toda a cadeia de processos de uma peça em produção, a consola porta-óculos, conseguindo-se obter um mapa global de todos os processos inerentes, desde a entrada da matéria-prima até à saída da peça para o cliente. A posterior análise permitiu identificar certos desperdícios existentes ao longo do fluxo produtivo, nomeadamente, excesso de *stock* entre as estações de trabalho e tempo de espera elevados. De realçar, ainda como resultado da análise do *Mapeamento do Fluxo de Valor*, conseguiu-se reduzir o *lead time* em 47%, através da alteração dos pedidos de fornecimento das matérias-primas, eliminando-se perto de metade o desperdício por *stock*. As alterações no percurso logístico representaram uma diminuição substancial em 93%, eliminando-se em grande parte o desperdício por transporte.

Outra das fontes de desperdícios identificados, foi a existência de um *stock* intermédio entre a fase de montagem e a fase de verificação, da consola porta-óculos. De forma a superar esta perda decidiu-se substituir o conceito actual de montagem, *postos individuais*, pelo conceito de *linha de montagem*. Para a implementação da linha foram realizados dois balanceamentos usando duas heurísticas: a *heurística da tarefa de maior duração* e a *heurística do RPW*. A implementação da *linha de montagem* resultou numa diminuição do tempo de produção em 41%.

Por último, foi aplicada a ferramenta *Kaizen* a um posto de trabalho do processo C4. Neste local da fábrica, procede-se à montagem de peças vindas das máquinas de injeção, que cumprem determinados requisitos. A ferramenta *Kaizen*, permitiu um aumento produtivo de 16% e tem como objectivo a melhoria contínua e a constante eliminação de desperdícios.

A aplicação dos conceitos e ferramentas do *Sistema Toyota de Produção*, foram de extrema importância, já que permitiram e contribuíram, para o aumento produtivo dos processos em causa.

Abstract

This document is the result of stage, in the company Simoldes Plásticos, with the theme "*Optimizing Production Processes*" under the chair of the Final Project of Course in Integrated of Master's in Mechanical Engineering at Faculty of Engineering University of Porto. The objective of this project was the application of concepts and tools of the *Toyota Production System*, with the area of application the Management of Production. The first step was a literature review and the next stage was the application of tools and concepts of the Toyota Production System.

In this way, the tool has been applied most important of *Toyota Production System*, the *Value Stream Mapping*, the whole chain of processes in a play, the console, they managed to obtain a global map of all the processes involved, from the entry of raw materials to the output of the piece to the client. Further analysis has identified certain existing waste throughout the production flow, for example, over-stock among the workstations and the waiting time high. Note, as a result of the review of *Value Stream Mapping*, we were able to reduce the *lead time* by 47%, through the amendment of applications for supply of raw materials, eliminating up nearly half of the waste stock. Changes in logistical route represented a substantial decrease in 93%, eliminating up largely by the waste transport.

One of the sources of waste identified was the existence of a stock broker between the assembly line and the phase of verification. In order to overcome this loss it was decided to replace the existing concept of assembly, *individual posts*, to the concept of *assembly line*. For the implementation of the line was performed two balancing using two heuristics: the *heuristic of the longer task duration* and *RPW heuristic*. The implementation of the *assembly line* resulted in a decrease in production time by 41%.

Finally, the Kaizen tool was applied to a rank of work of the C4 process. In this place of the factory, it is the assembly of parts from the injection machines, which meet certain requirements. The tool Kaizen has increased production by 16% and aims at continuous improvement and continuous elimination of waste.

The application of concepts and tools of the *Toyota Production System* were of paramount importance, since it enabled and contributed to increased production of the process concerned.

Agradecimentos

Um obrigado a todos os colaboradores da Simoldes Plásticos em particular ao Eng.º António Couto e ao Eng.º João Amorim.

Gostaria de agradecer à Eng.ª Ana Reis pela atenção e disponibilidade em ter ajudado a realizar este projecto.

Gostaria de agradecer ao meu colega Nuno Moreira por todo o apoio e pelos bons momentos vividos no decorrer do percurso académico.

Por último, gostaria de agradecer ao meu Pai, à minha Mãe e ao meu Irmão por todo o apoio e incentivo que me transmitiram não só no decorrer deste projecto mas também, ao longo do percurso académico.

Prefácio

Os anos 90 marcaram a década das mudanças e alterações de paradigmas nos sistemas produtivos. As empresas têm vindo a experimentar a utilização de sistemas envolvendo a gestão da produção em organizações que têm obtido resultados positivos. À medida que novas formas de gestão da produção são implementadas nas empresas, estas vão delineando um processo produtivo que acreditam ser o mais adequado.

As empresas com a necessidade de se tornarem competitivas oferecem produtos com qualidade e confiança aos seus clientes. Isto, implica que estas adoptem sistemas que auxiliem e proporcionem maior segurança durante os processos produtivos. Estes sistemas preparam as empresas para as mudanças internas e externas, para continuarem a actuar e a competir no mercado.

Por outro lado, os clientes finais passaram a desejar produtos personalizados, com amplas opções de cores e modelos. Empresas, especialmente as produtoras de automóveis, passaram a fornecer configuradores de produto nas suas páginas de internet. Nelas, os clientes escolhem item a item como desejam os seus produtos, transformando as suas ordens de compra em pedidos praticamente únicos tendo em vista as inúmeras combinações possíveis.

Antes, o preço de um produto era imposto ao mercado, sendo o seu valor determinado pela soma dos custos de fabricação com a margem de lucro pretendida. Com uma economia mais competitiva, o cliente passou a ditar os preços dos produtos, cabendo às empresas a escolha entre venderem as suas mercadorias por tal preço ou fecharam as suas portas.

É neste contexto que o *Sistema Toyota da Produção* ganha a atenção do mundo industrial mais uma vez, já que nele, cada produto é montado para um cliente final já existente e conhecido.

Glossário

Automação – É a transferência da inteligência humana para um equipamento automatizado de modo a que o equipamento seja capaz de detectar erros ou defeitos nos processos, permitindo a paragem automática do processo evitando a propagação de problemas. Este conceito é também conhecido como Jidoka.

Bottleneck – É qualquer recurso que crie estrangulamento ou dificuldade ao normal funcionamento de um sistema. Pode ser algo fixo (uma máquina) ou imaterial (cultura empresarial ou as práticas de gestão da empresa), como pode ser interno à empresa (falta de formação dos colaboradores) ou externo a esta (falhas de fornecedores). É o *bottleneck* que determina a capacidade de um sistema.

Cadeia de valor – É a sequência de actividades e operações envolvidas na criação e entrega de um produto ou serviço.

Célula de trabalho – São um grupo de processos concebidos para produzir uma família de produtos de uma forma flexível. O movimento de materiais segue a lógica de uma peça atrás da outra, e pequenos lotes são transferidos entre células. Os operadores nas células têm múltiplos conhecimentos podendo transitar entre células de acordo com as necessidades.

Desperdício – São todas ou qualquer actividade, material ou não, que não é reconhecido pelo cliente como valor e que resulta no aumento de tempo e de custo.

Eficiência – É o rácio entre o resultado alcançado e o valor esperado de produção (padrão). Mede a capacidade de um sistema em alcançar os seus objectivos.

Jidoka – Palavra de origem japonesa que significa “automação com características humanas”. Isto significa que tanto os equipamentos como os processos param na presença de erros ou defeitos.

Just in time – Sistema de produção no qual o processamento e movimentação de materiais ocorre à medida que estes são necessários, usualmente em pequenos lotes. Tal como Taiichi Ohno explica, este sistema produz mesmo no momento exacto da necessidade porque utiliza o sistema “puxar”.

Kaizen – Palavra de origem japonesa (“*kai*” significa mudança e “*zen*” significa bom) que significa melhoria contínua. Todas as actividades levadas a cabo pelos colaboradores no sentido

da melhoria do desempenho dos processos e dos sistemas de trabalho, podendo envolver pessoas e equipamentos.

Kanban – Palavra de origem japonesa que significa “cartão”. É um dos mais simples sistemas de controlo de operações que se conhece. O sistema *Kanban* coordena o fluxo de materiais e de informação ao longo do processo de fabrico de acordo com o sistema “puxar”.

Layout – Arranjo físico dos recursos num determinado espaço de trabalho. Existem vários tipos de layouts em função de diferentes estratégias de fabrico.

Lead time – É o tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho ou produto. É o tempo composto pelo tempo útil (tempo de processamento) e o tempo não produtivo (avarias, armazenamento, transportes, setups, etc.).

Lean Manufacturing – Filosofia que processa a organização de actividades produtivas tendo em vista a eliminação de desperdício. Também ligado a este conceito está o estabelecimento de um compromisso de melhoria contínua de todos os processos operacionais por parte dos colaboradores.

Logística – É a actividade de obter, produzir e distribuir materiais e produtos a um local específico e em quantidades específicas (no momento, qualidade e quantidade).

Mapeamento do Fluxo de Valor – É uma ferramenta do *Sistema Toyota de Produção*, onde se procede à identificação de todas as actividades que ocorrem ao longo da cadeia de valor referente a um produto ou a uma família de produtos.

Planeamento – É o primeiro passo no processo de gestão. Consiste na selecção dos objectivos mensuráveis e nas decisões das acções que levarão à realização desses objectivos. Trata-se de reunir os meios e definir os modos de acção para alcançar os objectivos.

Setup – Refere-se às actividades de mudança, ajuste e preparação do equipamento para o fabrico de um novo lote ou novo produto. Também inclui as actividades realizadas durante o processamento (ajustes, mudanças de ferramenta, etc.).

Sistema empurrar – É o sistema clássico de gestão da produção que se caracteriza pelo empurrar dos produtos da empresa para o cliente. Caracterizado pelos sistemas de planeamento e controlo muito rígidos baseados em previsões e nada orientado para o mercado.

Sistema puxar – Trata-se de um sistema de fabrico coordenado pelo cliente. É um dos elementos base da filosofia *STP/JIT*. As actividades de fabrico iniciam-se apenas na presença de um pedido ou ordem do cliente.

Sistema Toyota de Produção – Este sistema assenta na programação nivelada e no balanceamento das operações, e na redução do tempo (*lead time*). A forma básica do STP evoluiu na Toyota de 1948 a 1973, em grande parte sob a orientação de Taiichi Ohno.

Takt-time – Palavra de origem alemã. É o tempo de ciclo definido de acordo com a procura do cliente. Se a procura aumenta, o *takt-time* diminui e vice-versa.

Tempo de ciclo – Para uma máquina ou célula, representa o tempo de saída de peças consecutivas. É o tempo definido pela mais longa das operações. O tempo de ciclo tem de estar em harmonia com o *takt-time*.

Tempo de espera – Refere-se a todos os tempos improdutivos, que não acrescentam valor ao produto (avarias, setups).

Lista de Abreviaturas

STP	<i>Sistema Toyota de Produção</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MFV	<i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
RPW	<i>Ranked Positional Weight</i>
TC	<i>Tempo de ciclo</i>
N	<i>Número mínimo de operadores</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>

Índice de conteúdos

Resumo	iii
Abstract.....	iv
Agradecimentos	v
Prefácio	vi
Glossário.....	vii
Lista de Abreviaturas.....	x
Índice de conteúdos	xi
Índice de figuras	xv
Índice de tabelas	xviii
Estrutura do relatório	xix
1 Introdução	1
1.1 Objectivos.....	1
1.2 A Empresa	2
1.2.1 O Grupo Simoldes	2
1.2.2 Gama de produtos.....	6
1.3 O Sistema Toyota de Produção	7
1.3.1 Desperdícios nos processos produtivos	8
1.3.1.1 Desperdício por sobre-produção.....	8
1.3.1.2 Desperdício por espera	9
1.3.1.3 Desperdício por transporte.....	10
1.3.1.4 Desperdício por sobre-processamento.....	11
1.3.1.5 Desperdício por <i>stock</i>	11
1.3.1.6 Desperdício por movimento	12
1.3.1.7 Desperdício por defeitos.....	13
1.3.2 Just in Time	14

1.3.2.1	Fluxo contínuo.....	14
1.3.2.2	Takt-time e Tempo de ciclo.....	15
1.3.2.3	Produção puxada	16
1.3.3	Mapeamento do Fluxo de Valor	18
1.3.4	Kaizen.....	18
2	Mapeamento do Fluxo de Valor	19
2.1	Família de produtos	20
2.2	Mapeamento do estado actual.....	21
2.3	Mapeamento do estado futuro	39
2.3.1	Qual é o takt-time?	39
2.3.2	Onde será necessário introduzir um supermercado?	40
2.3.3	Quais são os locais onde se pode implementar um fluxo contínuo?	42
2.3.4	O que se pode alterar nos pedidos do fornecedor e do cliente?.....	43
2.4	Discussão de resultados	45
3	Estudo dos conceitos de montagem da consola porta-óculos	46
3.1	Layout.....	46
3.1.1	Layout em U	46
3.2	Os 7 conceitos de montagem	48
3.2.1	Divisão do trabalho.....	48
3.2.2	Circuito	49
3.2.3	Fluxo Inverso.....	50
3.2.4	Combinação	51
3.2.5	Corte	51
3.2.6	Postos Individuais.....	52
3.2.6.1	Componentes da consola porta-óculos	52
3.2.6.2	Operações na primeira estação de trabalho	53
3.2.6.3	Operações na segunda estação de trabalho.....	56
3.2.6.4	Layout.....	57
3.2.6.5	Resultados.....	58
3.2.6.6	Implementação.....	59
3.2.7	Linha de montagem	60

3.2.7.1	O conceito.....	60
3.2.7.2	Em que consiste o balanceamento?	61
3.2.7.3	Balanceamento da linha.....	62
3.3	Comparação de resultados	75
3.4	Implementação.....	76
3.5	Discussão	80
4	Kaizen.....	81
4.1	Filosofia <i>Kaizen</i>	81
4.1.1	Padronização.....	83
4.2	Conceito da linha C4	85
4.3	Metodologia Kaizen	87
4.3.1	PLAN.....	88
4.3.1.1	Localização do problema.....	88
4.3.1.2	Definição do objectivo.....	89
4.3.1.3	Análise do processo	90
4.3.1.4	Análise dos <i>desperdícios</i>	94
4.3.1.5	Plano de acções.....	96
4.3.2	DO	97
4.3.3	CHECK.....	98
4.3.4	ACT	99
4.4	Discussão de resultados	100
5	Conclusão.....	101
6	Desenvolvimento futuro.....	102
7	Considerações finais.....	103
8	Bibliografia	104

Anexos.....	105
Anexos A	106
Descrição das tarefas de montagem	106
Cronometragens das tarefas de montagem da consola porta-óculos.....	107
Cálculo do <i>RPW</i>	108
Anexos B	109
Ícones do <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>	109
Anexos C	111
Gama de fabrico do Jupe 77.....	111

Índice de figuras

Figura 1 - Fachada principal da Simoldes Plásticos.....	2
Figura 2 - Grupo Simoldes Divisão Aços.	3
Figura 3 - Grupo Simoldes Divisão de Plásticos.....	4
Figura 4 - Internacionalização do Grupo Simoldes Aços.....	5
Figura 5 - Internacionalização do Grupo Simoldes Plásticos.....	5
Figura 6 - Componentes automóvel produzidos na Simoldes Plásticos.....	6
Figura 7 - Exemplo de componentes produzidos na Simoldes Plásticos.	6
Figura 8 - Kaizen de fluxo e processo.	18
Figura 9 - Etapas do <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>	20
Figura 10 - Ícones: cliente e caixa de informação.....	22
Figura 11 - Ícone: processo.	22
Figura 12 - Ícone: caixa de dados.....	23
Figura 13 - 1ª visão do mapa do estado actual.	24
Figura 14 - Ícone: <i>stock</i>	25
Figura 15 - Interface do programa informático XPPS.....	25
Figura 16 - 2ª visão do mapa do estado actual.	26
Figura 17 - Armazém de produto final.....	27
Figura 18 - Armazém de matérias-primas.	27
Figura 19 - Ícones: fornecedor e caixa de informação.	28
Figura 20 - 3ª visão do mapa do estado actual.	29
Figura 21 - Ícones: fluxo manual e electrónico de informação.	30
Figura 22 - Ícone: departamento logístico.....	30
Figura 23 - 4ª visão do mapa do estado actual.	31
Figura 24 - Ícone: Sistema empurrar.	32
Figura 25 - Ícone: Sistema puxar.	32

Figura 26 - Ícone: <i>Kanban de movimentação</i>	34
Figura 27 - Supermercado do centro de mistura.	34
Figura 28 - Ícone: <i>Kanban visual</i>	34
Figura 29 - Ícones: Movimentação de materiais e empilhador de mão.....	35
Figura 30 - Movimentações logísticas da fase de injeção no mapa do estado actual.....	35
Figura 31 - 5ª visão do mapa do estado actual.	36
Figura 32 - Mapa do estado actual.	38
Figura 33 - Ícones: Supermercado e <i>kanban visual</i> das três injeções.....	40
Figura 34 - Supermercado das três injeções.	41
Figura 35 - Movimentações logísticas da injeção até ao supermercado.....	41
Figura 36 - Ícones: processo de montagem e verificação com <i>stock</i> intermédio.	42
Figura 37 - Ícone: processo linha de montagem.....	42
Figura 38 - Ícones: processo de verificação e armazém de produto final.	43
Figura 39 - Ícones: processo linha de montagem e armazém de produto final.	43
Figura 40 - Mapa do estado futuro.	44
Figura 41 - Comparação do mapa do estado actual com o mapa do estado futuro.	45
Figura 42 - Layout em U.	46
Figura 43 - Conceito: Divisão do trabalho.	48
Figura 44 - Conceito: Circuito.....	49
Figura 45 - Conceito: Fluxo inverso.....	50
Figura 46 - Conceito: Combinação.	51
Figura 47 - Conceito: Corte.....	51
Figura 48 - Posto da estação de trabalho 1.	55
Figura 49 - Visão geral da estação de trabalho 1.....	55
Figura 50 - Layout do Conceito: Montagem em Postos Individuais.....	57
Figura 51 - Produção total semanal.	59

Figura 52 - Conceito: Linha de Montagem.	60
Figura 53 - Diagrama de precedências.	62
Figura 54 - Layout usando a heurística da tarefa de maior duração.....	67
Figura 55 - Ocupação e folga usando a <i>heurística da tarefa de maior duração</i>	68
Figura 56 - Diagrama de precedências com <i>RPW</i>	70
Figura 57 - Layout usando a <i>heurística do RPW</i>	73
Figura 58 - Ocupação e folga usando a <i>heurística do RPW</i>	74
Figura 59 - Estação de re-trabalhos.	76
Figura 60 - Produção OK e N/ OK semanal.	77
Figura 61 - Produção total semanal.	78
Figura 62 - Eficiência semanal.	78
Figura 63 - Significado <i>Kaizen</i>	81
Figura 64 - Objectivos do <i>Kaizen</i>	82
Figura 65 - Visão geal da linha C4.	85
Figura 66 - Ciclo PDCA.	87
Figura 67 - Peça Jupe 77.	88
Figura 68 - Periférico da peça Jupe 77.	89
Figura 69 - Evento <i>Kaizen</i> : Definição dos objectivos e criação da equipa.	89
Figura 70 - Situação actual e objectivo do <i>Kaizen</i>	90
Figura 71 - Evento <i>Kaizen</i> : Definição das tarefas de montagem.	91
Figura 72 - Layout do posto de trabalho: Jupe 77.	93
Figura 73 - Falta de ergonomia no posto de trabalho.	95
Figura 74 - Periférico após <i>Kaizen</i>	97
Figura 75 - Tabela com definição do objectivo da produção horária.	98
Figura 76 - Resultados: antes, objectivo e depois <i>Kaizen</i>	100
Figura 77 - Gama de fabrico da peça Jupe 77.	111

Índice de tabelas

Tabela 1 - Exemplo produção puxada e empurrada	16
Tabela 2 - Exemplo de Kanbans de movimentação e produção	17
Tabela 3 - Kanbans de movimentação das injeções existentes	33
Tabela 4 - Resultados do mapa estado actual e do mapa do estado futuro.....	45
Tabela 5 - Lista de peças da consola porta-óculos	52
Tabela 6 – Tarefas da primeira estação de trabalho	54
Tabela 7 - Tarefas da segunda estação de trabalho.....	56
Tabela 8 - Evolução semanal.....	59
Tabela 9 - Tempos das tarefas de montagem.....	62
Tabela 10 - Balanceamento usando a heurística da tarefa de maior duração	66
Tabela 11 - Ordenação decrescente das tarefas de acordo com o <i>RPW</i>	71
Tabela 12 - Balanceamento usando a heurística do <i>RPW</i>	72
Tabela 13 - Resumo dos conceitos de montagem estudados.....	75
Tabela 14 - Resultados da evolução semanal	77
Tabela 15 - Relação qualidade/custo.	83
Tabela 16 - Critérios de selecção dos processos.....	86
Tabela 17 - Tarefas de montagem da peça Jupe 77.....	92
Tabela 18 - Plano de acções.....	96
Tabela 19 - Antes e depois <i>Kaizen</i>	100
Tabela 20 - Tarefas de montagem da consola porta-óculos.	106
Tabela 21 - Cronometragens das tarefas da consola porta-óculos.....	107
Tabela 22 - Cálculo do <i>RPW</i>	108
Tabela 23 - Ícones do <i>Mapeamento do Fluxo de Valor</i>	109

Estrutura do relatório

No capítulo 1, introdução, são definidos os objectivos que levaram à execução do presente projecto e é realizado um enquadramento da empresa Simoldes Plásticos na indústria automóvel. Posteriormente, é realizada uma introdução ao *Sistema Toyota de Produção*, com relevância para os *desperdícios* encontrados nos processos produtivos, a produção *Just in Time*, o *Mapeamento do Fluxo de Valor* e o *Kaizen*.

No capítulo 2, é realizado o *Mapeamento do Fluxo de Valor* da consola porta-óculos, das ferramentas mais importantes do *Sistema Toyota de Produção*. É mapeada a actual situação e a partir do seu estudo e análise é realizado o mapeamento do estado futuro.

No capítulo 3, é feita uma abordagem dos conceitos de montagem existentes, onde dois desses conceitos são estudados e analisados: *montagem em postos individuais* e *linha de montagem*. São realizados dois balanceamentos, a *heurística da tarefa de maior duração* e a *heurística do RPW*, tendo em vista a implementação da linha de montagem, para a consola. São evidenciados os resultados e discutidos os dois conceitos.

No capítulo 4, é aplicada a ferramenta *Kaizen* à linha de montagem C4. Deste modo, foi possível analisar e discutir eventuais desperdícios existentes no posto de trabalho analisado.

No capítulo 5, conclusão, são apresentadas as ideias finais do projecto e em desenvolvimento futuro, capítulo 6, apresentar-se-á ideias de aperfeiçoamento, assim como novos passos que poderão ser dados a partir daqui.

No capítulo 7, é realizada uma avaliação pessoal do projecto realizado na empresa.

No capítulo 8, é apresentada uma revisão bibliográfica que serviu de suporte a todo o projecto.

Finalmente, no capítulo 9, em anexos, serão colocados dados e informações relacionados com assuntos do presente relatório.

1 Introdução

1.1 Objectivos

O principal objectivo deste projecto, mas também de todo o estágio, consiste na análise, melhoria e optimização de processos produtivos. De modo a atingir este objectivo, recorre-se aos conceitos e às ferramentas do *Sistema Toyota de Produção*.

O primeiro objectivo consiste na aplicação do *Mapeamento do Fluxo de Valor*, à consola porta-óculos, uma ferramenta do *Sistema Toyota de Produção*. Pretende-se obter um mapa global de todos os processos inerentes, desde a entrada da matéria-prima até à saída da peça para o cliente e com a sua análise consegue identificar e eliminar desperdícios existentes ao longo do fluxo produtivo.

O segundo objectivo consiste no estudo e análise tendo em vista a alteração do conceito de montagem em *postos individuais* para uma *linha de montagem*, da consola porta-óculos. Para isso serão realizados dois balanceamentos para a implementação da *linha de montagem*.

O terceiro objectivo consiste na aplicação da ferramenta *Kaizen* a postos individuais de trabalho da linha de montagem C4. Pretende-se com isto, a identificação e a posterior eliminação de certos tipos de desperdícios encontrados nos postos individuais, tendo em vista a melhoria contínua dos processos.

1.2 A Empresa

1.2.1 O Grupo Simoldes

A Simoldes Plásticos é uma empresa localizada em Oliveira de Azeméis e é especializada na injeção de peças plásticas para a indústria automóvel. Esta empresa faz parte do Grupo Simoldes, que ao criar um projecto como a Simoldes Plásticos, pretendeu verticalizar todo o processo produtivo na fileira plásticos, tendo dentro do mesmo grupo empresas de transformação de plásticos, empresas construtoras de moldes e de reciclagem de polímeros. Este conceito permite aos clientes do Grupo Simoldes, ter um serviço completo, estudo e desenvolvimento do produto, construção e do molde de injeção, produção e entrega do produto final.

A Simoldes Plásticos é a empresa que centraliza os serviços da Divisão Plásticos, dentro do Grupo Simoldes, dedicando-se exclusivamente à produção de peças para a indústria automóvel.



Figura 1 - Fachada principal da Simoldes Plásticos.

O Grupo Simoldes teve origem em 1959, quando o espírito empreendedor do seu fundador e actual proprietário Sr. António Rodrigues, criou a Simoldes Aços, uma empresa dedicada à construção de moldes para injeção de plásticos.

Passados cerca de 20 anos, surge um desafio lançado pela Renault em Portugal em que o Sr. António Rodrigues, decidiu entrar no mercado da injeção de plásticos. Foi uma aventura que começou em 1980 com 4 máquinas de injeção e que se foi desenvolvendo e internacionalizando.

A Simoldes Plásticos é a empresa impulsoradora daquilo a que hoje é chamado de Divisão de Plásticos do Grupo Simoldes e com o sucesso alcançado na injeção de plásticos, o grupo desenvolve-se e novas empresas de moldes e de injeção são criadas.

Na actualidade o Grupo Simoldes é formado por dois tipos de indústrias:

- Construção de moldes – Divisão Aços;
- Injecção de materiais plásticos – Divisão Plásticos.

No que se refere à construção de moldes, a Divisão de Aços é constituída por sete empresas, seis das quais em Portugal.

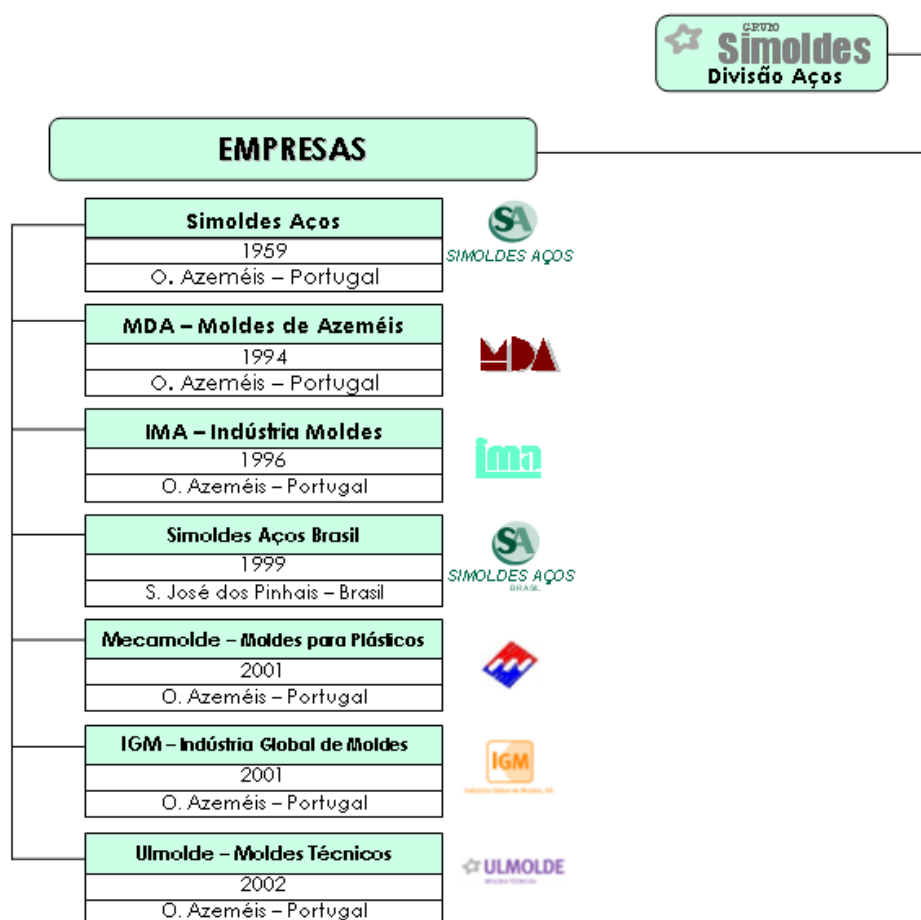


Figura 2 - Grupo Simoldes Divisão Aços.

A Divisão de Plásticos é formada pela Simoldes Plásticos (da qual faz parte o CRP (Centro de Reciclagem de Plásticos)) e por mais duas fábricas em Portugal, uma em França, duas no Brasil, e ainda outra na Polónia.

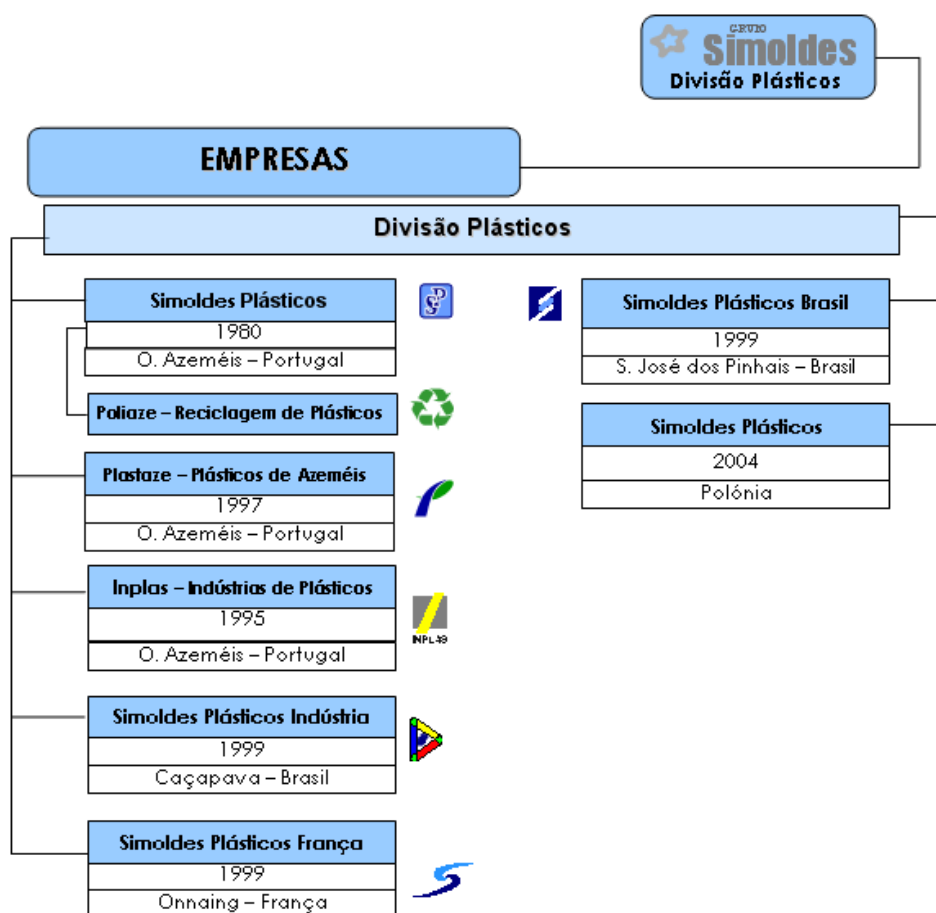


Figura 3 - Grupo Simoldes Divisão de Plásticos.

A Simoldes Plásticos, dedica-se principalmente à exportação fornecendo a Auto Europa, PSA, Mitsubishi Portugal, Faurécia Portugal e Vampro, sendo a totalidade da sua produção para a indústria automóvel. No entanto, existem outras empresas dentro do Grupo Simoldes que têm clientes na indústria de electrodomésticos, embalagem, electrónica e outros.

A internacionalização do Grupo Simoldes pode ser visualizada nas ilustrações 4 e 5.

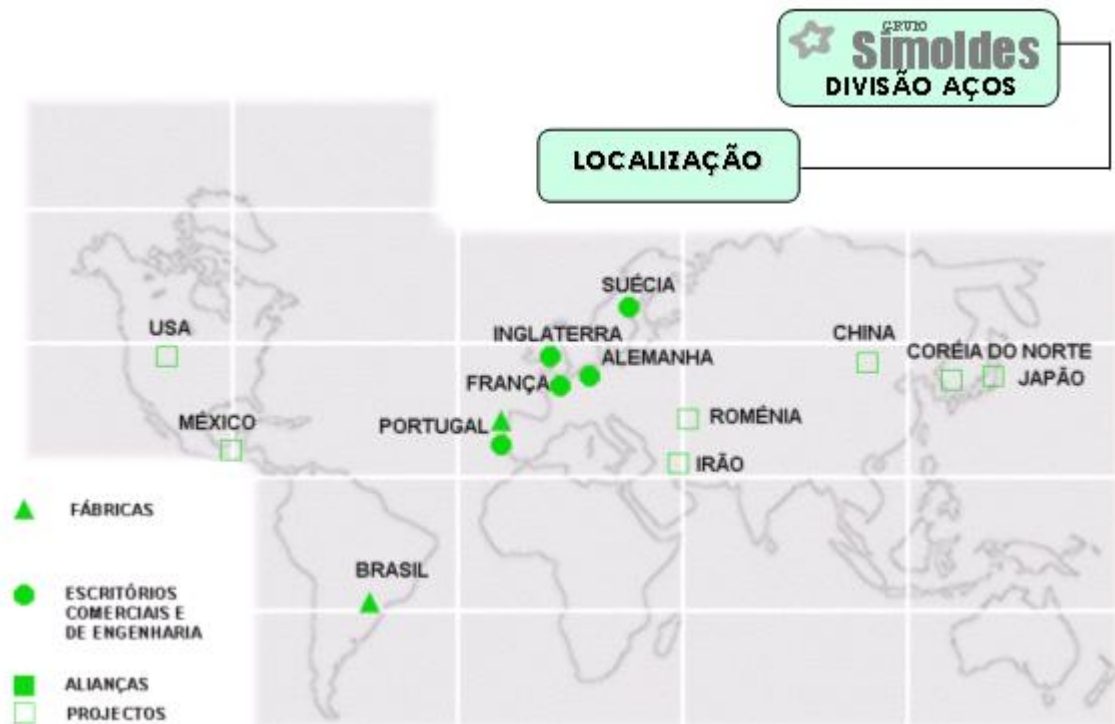


Figura 4 - Internacionalização do Grupo Simoldes Aços.



Figura 5 - Internacionalização do Grupo Simoldes Plásticos.

1.2.2 Gama de produtos

A Simoldes Plásticos, dedica-se exclusivamente à produção de peças para a indústria automóvel. Dentro da diversidade de peças que constituem um automóvel, a Simoldes Plásticos dedica-se à produção de peças de revestimento e de insonorização para o equipamento interior e exterior de automóveis, destacando-se as indicadas nas ilustrações 6 e 7.

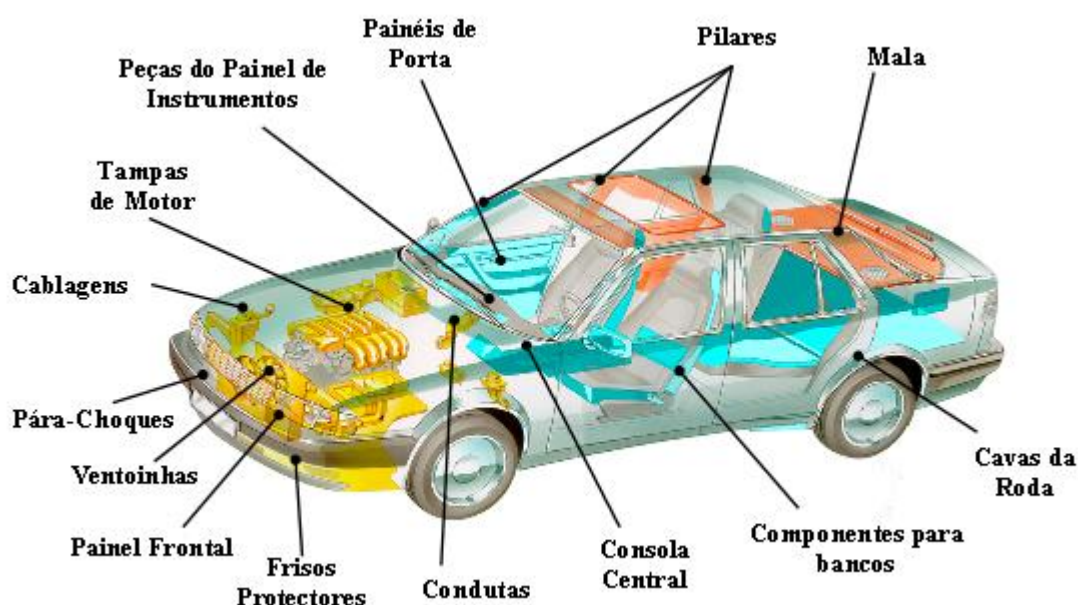


Figura 6 - Componentes automóvel produzidos na Simoldes Plásticos.



Figura 7 - Exemplo de componentes produzidos na Simoldes Plásticos.

1.3 O Sistema Toyota de Produção

O *Sistema Toyota de Produção* foi criado e desenvolvido por volta de 1950, pelo então presidente da Toyota, Eiji Toyoda e o engenheiro Taiichi Ohno.

O Japão tinha acabado de sair derrotado da Segunda Guerra Mundial e o país estava arruinado. Foi então que Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, visitaram as instalações da fábrica da Ford, na América, com o intuito de estudarem o sistema de produção em massa utilizado por Henry Ford. De imediato, verificaram que este sistema seria impraticável na fábrica japonesa da Toyota. Como consequência, tinham a necessidade de criarem um novo sistema de produção que fosse apropriado à Toyota e ao Japão, tendo sido, então concebido o *Sistema Toyota de Produção*.

Com uma nova filosofia de produção, porém, não perdendo a visão do seu concorrente, e aplicando diversas técnicas de produção focadas no *Just in Time* e no *Kanban*, o *Sistema Toyota de Produção* possibilitou criar um novo critério competitivo que alavancaria o sistema de produção japonesa.

Porém, o Sistema Toyota de Produção, ao contrário do que se pode pensar, não se resume ao *Just in Time* e ao *Kanban*. Existe outro princípio importante dentro do Sistema Toyota que visa a eliminação de desperdícios, evidenciada pela prática das ferramentas *Mapeamento do Fluxo de Valor* e *Kaizen*.

O *Sistema Toyota de Produção* apresenta-se como um sistema de produção superior em termos produtivos e qualitativos, uma vez que:

- Exige uma menor utilização de recursos tais como, *stock*, área, tempo e esforço físico;
- Busca incessantemente na eliminação total dos desperdícios;
- Desenvolve as capacidades intelectuais;
- É capaz de atender melhor às mudanças e gostos individuais dos consumidores;
- Oferece uma maior variedade de produtos aos clientes;
- É capaz de adequar as novas tecnologias ao sistema de produção.

1.3.1 Desperdícios nos processos produtivos

A essência do *Sistema Toyota da Produção* está na constante busca pela erradicação total das perdas. Para a Toyota, a única forma de aumentar ou manter o lucro é através da redução das perdas existentes nos processos produtivos. Ou seja, eliminar toda e qualquer actividade que não agregue valor ao produto.

Com este intuito de identificar e eliminar as perdas, os japoneses identificaram sete grandes grupos, que são as principais formas de desperdício na indústria:

1. Desperdício por sobre-produção;
2. Desperdício por espera;
3. Desperdício por transporte;
4. Desperdício por sobre-processamento;
5. Desperdício por *stock*;
6. Desperdício por movimentação;
7. Desperdício por defeitos.

1.3.1.1 Desperdício por sobre-produção

É considerada a maior fonte de desperdício, pois pode esconder outras e é a mais difícil de ser eliminada. É dividida em sobre-produção por quantidade e sobre-produção antecipada.

A sobre-produção por quantidade é aquela que produz além do volume programado ou solicitado com o objectivo de compensar a produção de produtos defeituosos ou para efectuar *stock*.

Por outro lado, a sobre-produção antecipada é decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, ficando assim as peças em *stock*, aguardando a ocasião de consumidas ou processadas pelas etapas posteriores. O método usado para eliminar este tipo de perda é o *Just in Time*, que será descrito posteriormente.

Consequências:

- Consumo desnecessário de matérias-primas;
- Ocupação dos meios de armazenamento;
- Ocupação dos meios de transporte;
- *Stock* elevado.

1.3.1.2 Desperdício por espera

Este tipo de perda ocorre quando num determinado intervalo de tempo não ocorre processamento, transporte ou inspecção. Assim, os lotes ficam parados a aguardar uma sinalização para seguirem no decorrer do processo. A perda por espera dá-se principalmente pela falta de balanceamento do processo de produção, ocasionado a paralisação de postos de trabalho o que resulta numa baixa taxa de ocupação dos equipamentos.

É possível serem destacados três tipos de perda por espera: perda por espera no processo, perda por espera do lote e perda por espera do operador.

A perda por espera no processo acontece quando o lote inteiro aguarda o término da operação que está a ser executada no lote anterior, até que a máquina, os dispositivos e/ou os operadores estejam disponíveis para o início da operação.

A perda por espera do lote corresponde à espera que cada peça de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham sido processadas para que possam seguir ao próximo processo.

Por fim, a perda por espera do operador refere-se ao desperdício gerado quando um determinado operador é obrigado a permanecer junto a uma máquina para seguir o acompanhamento e/ou monitoramento de um processo, originado pelo desbalanceamento das operações.

As perdas por espera ocorrem também durante o setup dos equipamentos e das máquinas. O SMED foi um método, desenvolvido na Toyota por Shiego Shingo, tendo como objectivo a análise e a melhoria do tempo perdido nas mudanças de série de fabrico. Na prática pretende reduzir o tempo total de perda de eficiência devido à mudança de série de fabrico.

Causas:

- Avaria dos equipamentos;
- Mudança das ferramentas;
- Atrasos ou falta de materiais ou mão-de-obra;
- Ciclo das máquinas.

1.3.1.3 Desperdício por transporte

O transporte de materiais dentro da fábrica não agrega valor ao produto final, pois ele está da mesma forma no início e no fim do ciclo. No entanto a reorganização do layout físico, tendo em vista a aproximação dos diferentes estágios de um processo, bem como o aprimoramento nos métodos de transporte e na organização do local de trabalho, podem reduzir este tipo de desperdício.

A eliminação ou a redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos, porque, geralmente essa actividade consome 45% do tempo total de produção.

Assim, devem ser realizadas melhorias como a alteração do layout, que minimizem ou eliminem a movimentação de materiais. Após serem realizadas estas possibilidades de melhorias no processo é que devem ser iniciadas as melhorias nas operações de transporte.

Os materiais devem fluir entre os processos:

- O mais rápido possível;
- Sem interrupções;
- Sem armazenamento intermédio.

1.3.1.4 Desperdício por sobre-processamento

Num processo existem sempre fontes de desperdício, pois algumas operações existem apenas em função do mau projecto das operações ou na manutenção deficiente, podendo assim, serem eliminadas.

As perdas no próprio processamento são aquelas que poderiam ser eliminadas sem afectar as características e as funções básicas do produto/serviço, e também aquelas situações em que o desempenho do processo se encontra desfavorável com relação à condição ideal.

Shingo sugere que o processamento em si e as operações essenciais devem ser examinados cuidadosamente na busca de possíveis melhorias. Este define duas formas de melhorar os processos para eliminar as perdas devido aos processos inadequados:

1. Melhorar o produto em si, onde se questiona como o produto pode ser redesenhado para manter a qualidade e ao mesmo tempo reduzir os custos de fabricação.
2. Melhorar os métodos de fabricação, por meio da Engenharia de Produção, para analisar como a produção de determinado produto pode ser melhorada.

Causas:

- Instruções de trabalho pouco claras;
- Requisitos dos clientes não definidos;
- Especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário.

1.3.1.5 Desperdício por *stock*

Considerado como um “mal necessário”, os *stocks* podem esconder outros problemas no sistema produtivo, como por exemplo, o fabrico de produtos defeituosos.

Para Shingo, existem estratégias com o intuito de atingir o ideal da produção com *stock* nulo, conforme descritas abaixo:

1. Reduzir drasticamente os ciclos de produção;
2. Eliminar as quebras e os defeitos, detectando as suas causas para solucionar a raiz dos problemas;
3. Reduzir os tempos de setup, que possibilita a produção em pequenos lotes e permite respostas rápidas às flutuações da procura.

Consequências:

- Utilização excessiva de recursos de movimentação (mão-de-obra e equipamentos);
- Ocupação dos meios de armazenamento;
- Problemas de qualidade.

1.3.1.6 Desperdício por movimento

As perdas por movimentação referem-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operários durante a realização de uma tarefa. O estudo de tempos e movimentos, permite encontrar a causa raiz deste tipo de desperdício. A introdução das melhorias decorrentes deste estudo pode reduzir os tempos de operação entre 10 a 20%.

Esta simplificação ou racionalização dos movimentos pode ser obtida por meio da mecanização de operações, nas quais algumas das actividades manuais realizadas pelos operadores passam a ser realizadas pelas máquinas.

Segundo Shingo, a movimentação dentro do processo produtivo, mesmo que rápida e eficiente, pode não levar a nada, ou seja, pode não agregar valor ao produto final.

Causas:

- Falta de organização de trabalho;
- Incorrecta disposição dos equipamentos;
- Práticas de trabalho incorrectas.

1.3.1.7 Desperdício por defeitos

É a perda que se caracteriza pela fabricação de produtos com qualidade fora de uma especificação ou padrão estabelecido e que não satisfaçam os requisitos do cliente. Este tipo de desperdício só aumenta os custos de produção.

O *Sistema Toyota de Produção* identifica e elimina as perdas nos processos junto à causa-raiz do defeito. Portanto, a eliminação deste tipo de perda depende da aplicação sistemática de métodos de controlo na fonte para identificar e prevenir a ocorrência destes produtos, ao invés de simplesmente identificar os produtos defeituosos.

O *Sistema Toyota de Produção*, têm na inspecção o objectivo de prevenção para a ocorrência de tais problemas.

Consequências:

- Produtos rejeitados;
- Produtos danificados por transporte ou armazenamento;
- Re-trabalho para recuperar produtos;
- Custos elevados;
- Clientes insatisfeitos;

1.3.2 Just in Time

Uma das grandes mudanças do *Sistema Toyota da Produção* reside no facto de puxar a produção em vez de empurrá-la. Isto significa que os produtos não são empurrados para os clientes finais pelos vendedores e, posteriormente, retirados do armazém. Na produção puxada, montam-se os produtos de uma forma muito rápida, começando a produzi-los um pouco antes da data em que devem ser entregues e concluindo-os apenas no dia exacto.

No entanto o sucesso do *JIT*, depende, entre outros factores, de uma mão-de-obra altamente motivada, mas principalmente multifuncional. De facto, essa multifuncionalidade é apenas um dos pré-requisitos para se obter uma elevada flexibilidade de volume, variedade de produtos e prazos de entrega diferentes requeridos pelo sistema.

O objectivo do *Just in Time* consiste na identificação, localização e eliminação das perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção. Baseado em três ferramentas: o fluxo contínuo, o *takt-time* e a produção puxada.

1.3.2.1 Fluxo contínuo

A implementação de um fluxo contínuo no processo de fabricação de um produto implica a organização do layout da fábrica, transformando os layouts funcionais em layouts celulares.

Nos layouts funcionais as máquinas localizam-se agrupadas de acordo com os seus processos, já nos layouts celulares, as células são montadas de acordo com os diversos processos necessários para a fabricação de determinada família de produtos.

Aquilo que realmente conduz ao fluxo contínuo de produção é a capacidade de implementação de um fluxo unitário de produção para que os *stocks* entre os processos sejam eliminados por completo. Assim sendo, é possível eliminar as perdas por *stock*, perdas por espera e reduzir o *lead time* de produção.

1.3.2.2 Takt-time e Tempo de ciclo

Takt-time é definido como o ritmo de produção necessário para corresponder às necessidades do cliente. É obtido através da divisão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas no intervalo correspondente.

$$Takt - time = \frac{Tempo\ disponível}{Procura\ do\ cliente}$$

Ainda deverão ser subtraídos do tempo disponível para produção, todas as paragens programadas, como o tempo necessário para o descanso dos funcionários e manutenção preventiva, por exemplo.

A palavra alemã “*takt*” refere-se ao compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida no Japão com o sentido de “ritmo de produção”, quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de produção com engenheiros alemães.

Por sua vez, o tempo de ciclo pode ser definido como o tempo necessário para a execução do trabalho numa peça. O seu valor é o tempo decorrido entre o início ou o término da produção de duas peças sucessivas de um mesmo modelo em condições normais de trabalho e abastecimento.

Observe-se que apenas o conceito de tempo de ciclo está relacionado com a capacidade de produção. Se o tempo de ciclo for maior que o *takt-time*, ocorrerão atrasos nas entregas. Numa situação inversa, os produtos serão entregues antes do momento necessário, ocasionando perdas por produção antecipada. Deste modo, o ideal é que o tempo de ciclo e o *takt-time* estejam sempre próximos.

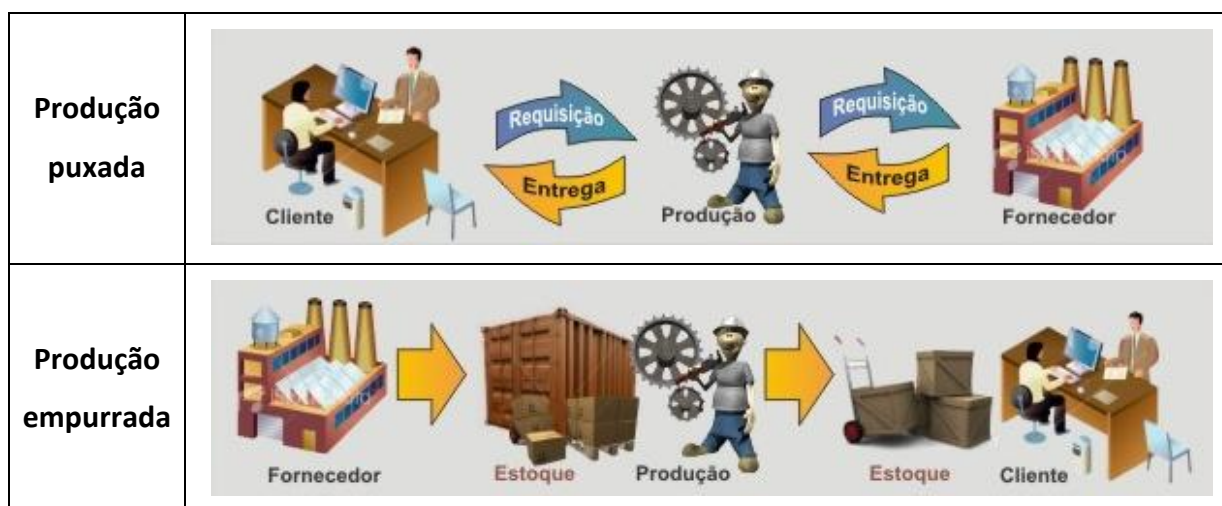
A produção em intervalos regulares, num ritmo constante de produção, dá uma maior visibilidade ao fluxo dos materiais e aos problemas ocorridos. Pode-se afirmar que esta técnica aumenta a flexibilidade da produção diante de pequenas alterações nos pedidos de venda. Para tal, basta ajustar o tempo de ciclo ao novo *takt-time* modificado pela alteração do pedido do cliente.

1.3.2.3 Produção puxada

A produção puxada evita a superprodução, uma vez que produz somente o que é vendido. No *Sistema Toyota da Produção*, o ritmo do pedido por parte do cliente é repercutido ao longo de toda a cadeia de valor. Isto ocorre porque a informação de produção flui de processo em processo, no sentido contrário ao fluxo de materiais.

O sistema de produção puxada proporciona aos “processos-clientes” a possibilidade de “comprarem” o que precisarem quando for conveniente. Para isso a melhor maneira é a implementação do supermercado, onde os clientes podem ir às prateleiras e compram o que quiserem, pois elas serão reabastecidas à medida que os produtos forem retirados.

Tabela 1 - Exemplo produção puxada e empurrada



Na Toyota, a produção puxada é realizada por intermédio de um *Kanban*, como sendo um sistema de comunicação entre diversas operações. O *Kanban* constitui um método simples de controlo visual dos processos, além de balancear a produção, eliminar as perdas e permitir a reposição de *stocks* baseados na procura do cliente.

O *Kanban* auxilia o sistema da produção puxada, pois o processo subsequente retira do processo precedente as peças e materiais necessários para a sua utilização, bem como impede a produção e transportes excessivos e a fabricação de peças defeituosas.

Existem três tipos de *Kanban*:

- *Kanban de movimentação* ou de transporte é usado para especificar o lugar onde o componente deve ser retirado e o seu destino.
- *Kanban de produção*, sinaliza o início de um processo para determinado item, especificando os materiais necessários, quantidades e outras informações relevantes na sua produção.
- *Kanban do fornecedor* é utilizado para avisar ao fornecedor a necessidade de envio de material para determinado estágio da produção.

A tabela 2, ilustra os tipos de *Kanban* mais usados nos processos produtivos.

Tabela 2 - Exemplo de Kanbans de movimentação e produção

Kanban de movimentação	Kanban de produção
	

1.3.3 Mapeamento do Fluxo de Valor

O *Mapeamento do Fluxo de Valor* é uma ferramenta do *Sistema Toyota de Produção* que faz a análise de um produto desde o fornecedor até ao cliente, tendo como início do processo o pedido do cliente. No processo produtivo estudam-se as diversas etapas, desenhando o fluxo contendo as acções que agregam e não agregam valor ao processo, sendo que o estudo inicial é feito para um processo existente e numa fase posterior estudam-se melhorias.

Este método tem em consideração não só o fluxo de materiais, mas também o fluxo de informações. Deste modo, trata-se de uma ferramenta imprescindível, para o processo de visualização da situação actual em empresas de produção de componentes, para a indústria automóvel.

1.3.4 Kaizen

Kaizen significa melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício.

Existe, então, dois níveis de *Kaizen*:

- *Kaizen de fluxo*, que incide no mapeamento de fluxo de valor;
- *Kaizen de processo*, que incide nos processos individuais e está dirigido às equipas e aos líderes de trabalho.

A figura 8 é representativa disso mesmo.



Figura 8 - Kaizen de fluxo e processo.

2 Mapeamento do Fluxo de Valor

Foi aplicada a ferramenta mais importante para eliminação de desperdícios, *Mapeamento do Fluxo de Valor*, do inglês *Value Stream Mapping (VSM)*, na consola porta-óculos, para se obter um mapa global de todos os processos, desde a entrada da matéria-prima até à saída da peça para o cliente.

Esta ferramenta é um método de modelação dos fluxos existentes nas empresas. Existem um conjunto de regras e ícones, que levam em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações. Deste modo, trata-se de uma ferramenta imprescindível para o processo de visualização da situação actual da empresa e construção da situação futura.

Os grandes benefícios da sua utilização são:

- Ajuda a visualizar os processos individuais;
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios;
- Possui uma linguagem comum na análise dos processos industriais;
- Torna os fluxos mais visíveis e compreensíveis, de modo a tornar possível a sua discussão;
- É a base para um plano de implementação, identificando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

Os seus princípios baseiam-se na identificação e eliminação dos desperdícios encontrados ao longo do fluxo produtivo, como por exemplo, excesso de *stock* entre as estações de trabalho e tempos de espera elevados.

As etapas básicas que constituem a técnica do *Mapeamento do Fluxo de Valor* estão representadas na figura 9.

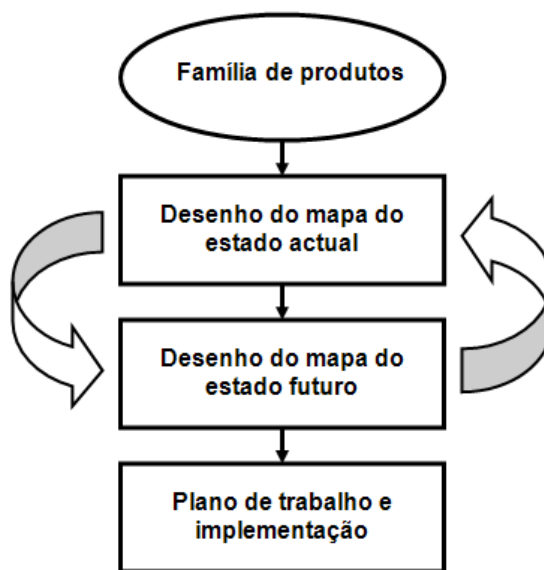


Figura 9 - Etapas do *Mapeamento do Fluxo de Valor*.

2.1 Família de produtos

O primeiro passo consiste em seleccionar uma família de produtos, para a consola porta-óculos. Uma família é um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento e utilizam equipamentos comuns nos seus processos.

Mas, é preciso ter em consideração que só é possível desenhar o fluxo de uma ou duas das principais matérias-primas em causa. As matérias-primas que irão ser mapeadas são as da referência 1800992 e a 1200897, que constituem o material plástico a injectar.

2.2 Mapeamento do estado actual

Para desenvolver um estado futuro começa-se com uma análise da situação actual de produção. Usa-se um conjunto de símbolos e ícones, onde estes se encontram resumidos na secção B dos anexos.

São dadas seguintes dicas para um mapeamento mais rigoroso:

- Efectuar uma caminhada por todo o fluxo de valor, para se obter uma compreensão do fluxo e da sequência dos processos;
- Começar pela entrega ao cliente e em seguida nos processos anteriores, ao invés de começar pelo armazém das matérias-primas e percorrer os fluxos posteriores. Desta forma, começa-se pelos processos que estão mais ligados ao cliente, o que define o ritmo para os processos anteriores;
- Uma só pessoa deve mapear o fluxo completo de valor, mesmo que muitas pessoas estejam envolvidas. O objectivo do mapeamento é entender o fluxo existente na sua totalidade;
- Desenhar sempre com papel e lápis, começando com um rascunho simples.

As fronteiras do mapa do estado actual, vão desde o fornecimento das matérias-primas até à entrega das consolas porta-óculos ao cliente, a Volkswagen. O mapeamento começa pelos pedidos do cliente. Representar-se-á o cliente com um ícone de fábrica, colocado no canto direito do mapa, ao alto. Acima deste ícone, desenhar-se-á uma caixa de informação, registando as necessidades do cliente, que encomenda 26 000 consolas porta-óculos por semana.

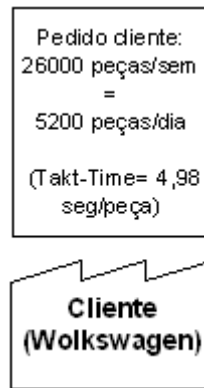


Figura 10 - Ícones: cliente e caixa de informação.

O próximo passo do mapeamento consiste no desenho dos processos básicos de produção e expedição. Para indicar um processo usa-se uma caixa de processo.

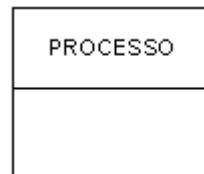


Figura 11 - Ícone: processo.

A regra geral para o manuseamento do mapa porta-a-porta é que uma caixa de processo indica um processo no qual o material está a fluir. Já que desenhar uma caixa para cada etapa individual de processamento tornava o mapa difícil de entender, usa-se a caixa de processo para indicar uma área de fluxo de material, idealmente um fluxo contínuo. A caixa de processo termina onde os processos são separados e o fluxo de material é interrompido.

Por exemplo, se num processo de montagem com várias estações de trabalho interligadas, mesmo se houver algum *stock* num processo entre as estações, seria desenhado como uma caixa de processo. Mas se um processo de montagem está separado do processo seguinte, com *stock* parado, acumulando, e sendo movimentado em lotes entre eles, então duas caixas de processo devem ser usadas.

O fluxo de material é desenhado da esquerda para a direita, na parte de baixo do mapa na sequência das etapas dos processos, não de acordo com o layout físico da planta.

No total, existem 9 processos no fluxo de material:

- Armazém de matéria-prima;
- Centro de mistura;
- Injecção na máquina 1;
- Injecção na máquina 2;
- Injecção na máquina 3;
- Armazém de produto intermédio;
- Montagem;
- Verificação;
- Armazém de produto final;

No mapeamento da consola porta-óculos, foram colocadas as seguintes informações numa caixa de dados, situada por baixo da caixa de processo:

- Tempo de ciclo (TC);
- Tempo de trabalho disponível (TD);
- Número de turnos.

O mapeamento do fluxo de valor usa segundos como unidade de medida para o tempo de ciclo, o *takt-time* e o tempo de trabalho disponível.

TC = 60 s.
TD = 25920 s.
Turnos = 1

Figura 12 - Ícone: caixa de dados.

Então, uma primeira visão do mapa do estado actual, com todos os processos e as respectivas caixas de dados, encontra-se representado na seguinte figura.

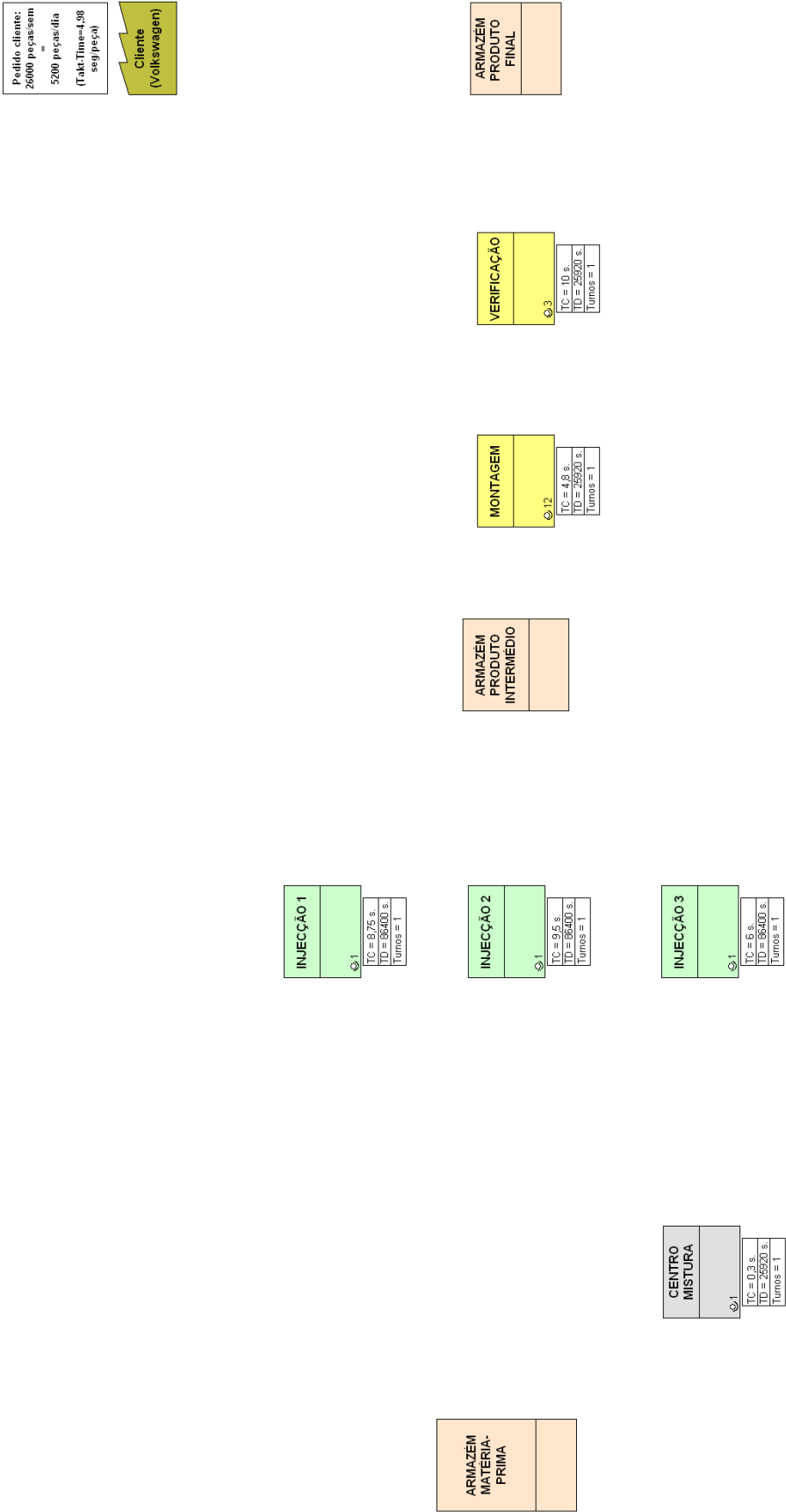


Figura 13 - 1ª visão do mapa do estado actual.

Há medida que se mapeia o fluxo de material do produto, encontram-se lugares onde o *stock* acumula-se. Esses pontos são importantes para serem desenhados no mapa da situação actual porque eles evidenciam os locais onde o fluxo de material é interrompido.

Deste modo, usa-se o seguinte ícone:



800 pcs

Figura 14 - Ícone: *stock*.

Este ícone evidencia a localização e a quantidade (em peças ou dias) de *stock* existentes entre dois processos. Na Simoldes Plásticos existe *stock* de matéria-prima de produtos acabados e entre cada processo.

Para o conhecimento do *stock* foi necessário proceder à consulta através da base de dados do programa informático XPPS, utilizado pela Simoldes Plásticos.



Figura 15 - Interface do programa informático XPPS.

Deste modo, na figura 16, encontram-se contabilizados os respectivos *stocks*.

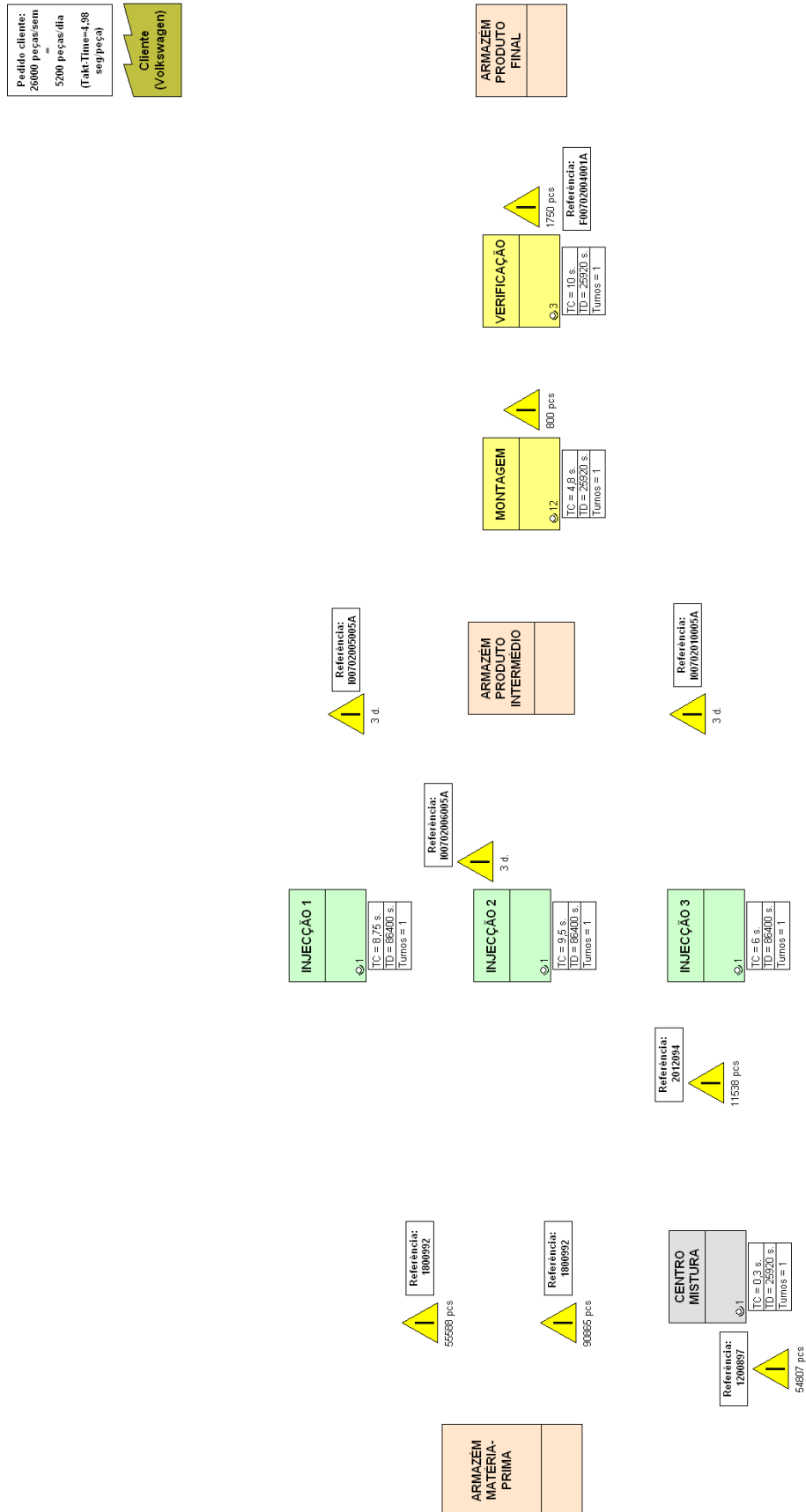


Figura 16 - 2ª visão do mapa do estado actual.

Depois da verificação, as consolas, são transportadas para o armazém de produto final, permanecendo em *stock*.



Figura 17 - Armazém de produto final

As peças são lá acomodadas de acordo com o pedido do cliente e entregues semanalmente, através de uma transportadora. Deste modo, representar-se-á um ícone de camião e uma seta larga indicando o movimento dos produtos acabados até ao cliente.

No lado oposto do mapa, representar-se-á o fornecedor de matérias-primas (o granulado), com um ícone de fábrica. Usa-se o ícone camião e uma seta larga para evidenciar o movimento das matérias-primas do fornecedor até ao armazém das matérias-primas da Simoldes Plásticos.



Figura 18 - Armazém de matérias-primas.

O fornecedor faz o abastecimento das seguintes matérias-primas: 1800992, 1200897. Quinzenalmente o fornecedor abastece, a Simoldes Plásticos, com 11 toneladas de cada uma das referências.

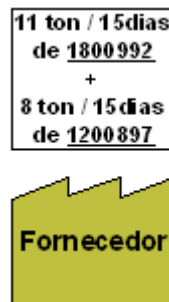


Figura 19 - Ícones: fornecedor e caixa de informação.

Então, a terceira visão do mapa do estado actual é o que se encontra representado na página seguinte.

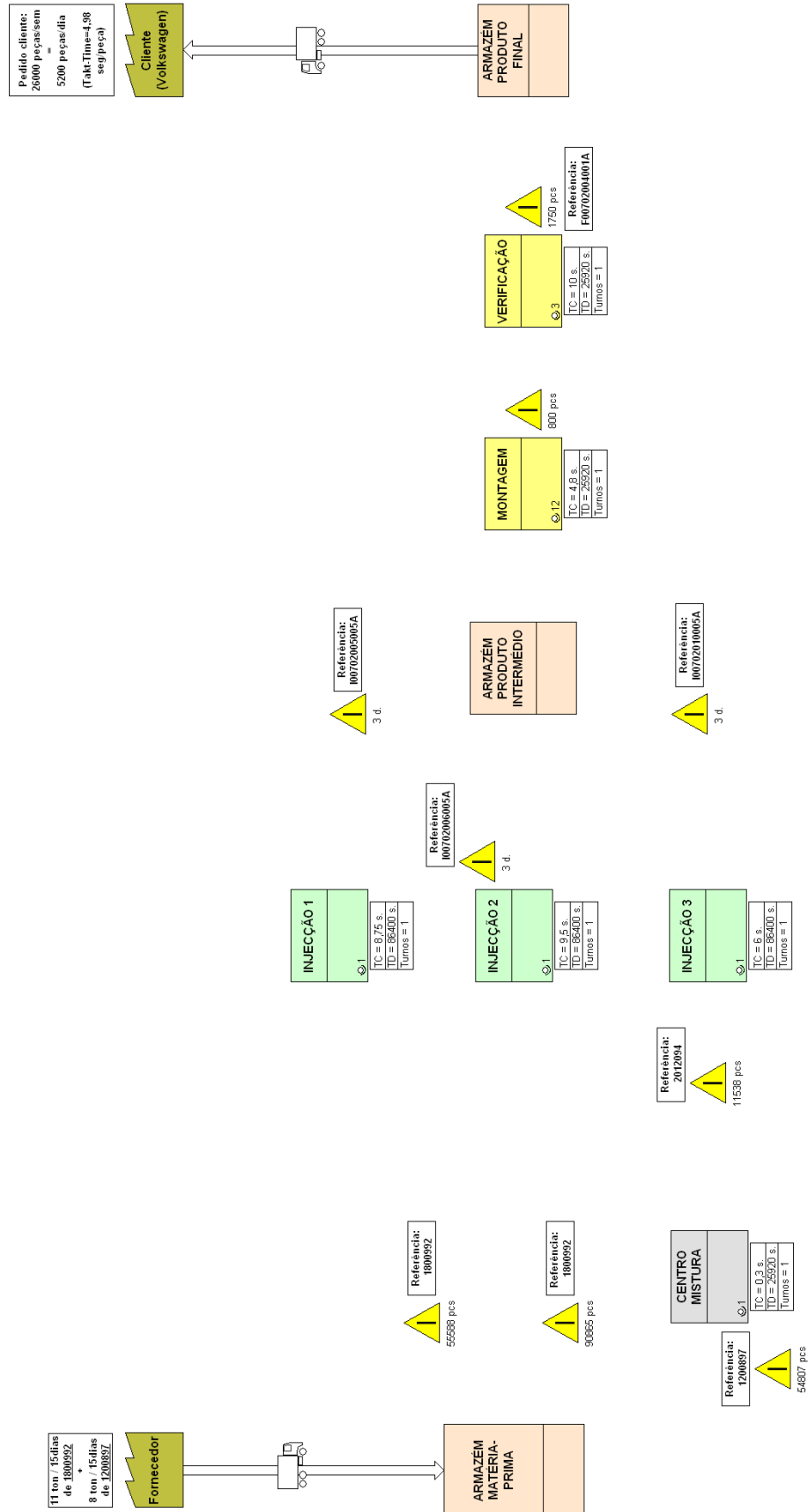


Figura 20 - 3ª visão do mapa do estado actual.

O segundo passo do desenho do mapa do estado actual, consiste em adicionar o fluxo de informação, que permite o controlo por parte da logística o quanto e quando produzir em cada processo.

Deste modo será necessário o uso de novos ícones, particularmente de uma linha estreita para mostrar os fluxos de informação. Esta linha é modificada por uma linha na forma de um raio quando a informação flui electronicamente através de um *Kanban* electrónico.

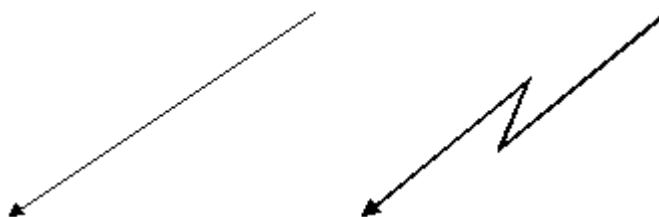


Figura 21 - Ícones: fluxo manual e electrónico de informação.

No mapa desenha-se o fluxo de informação desde o Cliente até ao departamento logístico da Simoldes Plásticos e deste até ao Fornecedor, sendo transmitidos os pedidos. O departamento logístico da Simoldes Plásticos é desenhado com uma caixa de processo.



Figura 22 - Ícone: departamento logístico.

De notar que a logística possui um sistema electrónico denominado de *Material Requirement Planning (MRP)*.

O *MRP* é um sistema computadorizado de controlo de *stock* e produção que assiste a optimização da gestão de forma a minimizar os custos, mas mantendo ao mesmo tempo os níveis de material adequados e necessários para os processos produtivos.

Assim o departamento logístico reúne as informações do Cliente, consolida, processa e envia as instruções específicas diárias para cada processo dentro da fábrica. A logística também envia uma ordem de expedição semanal.

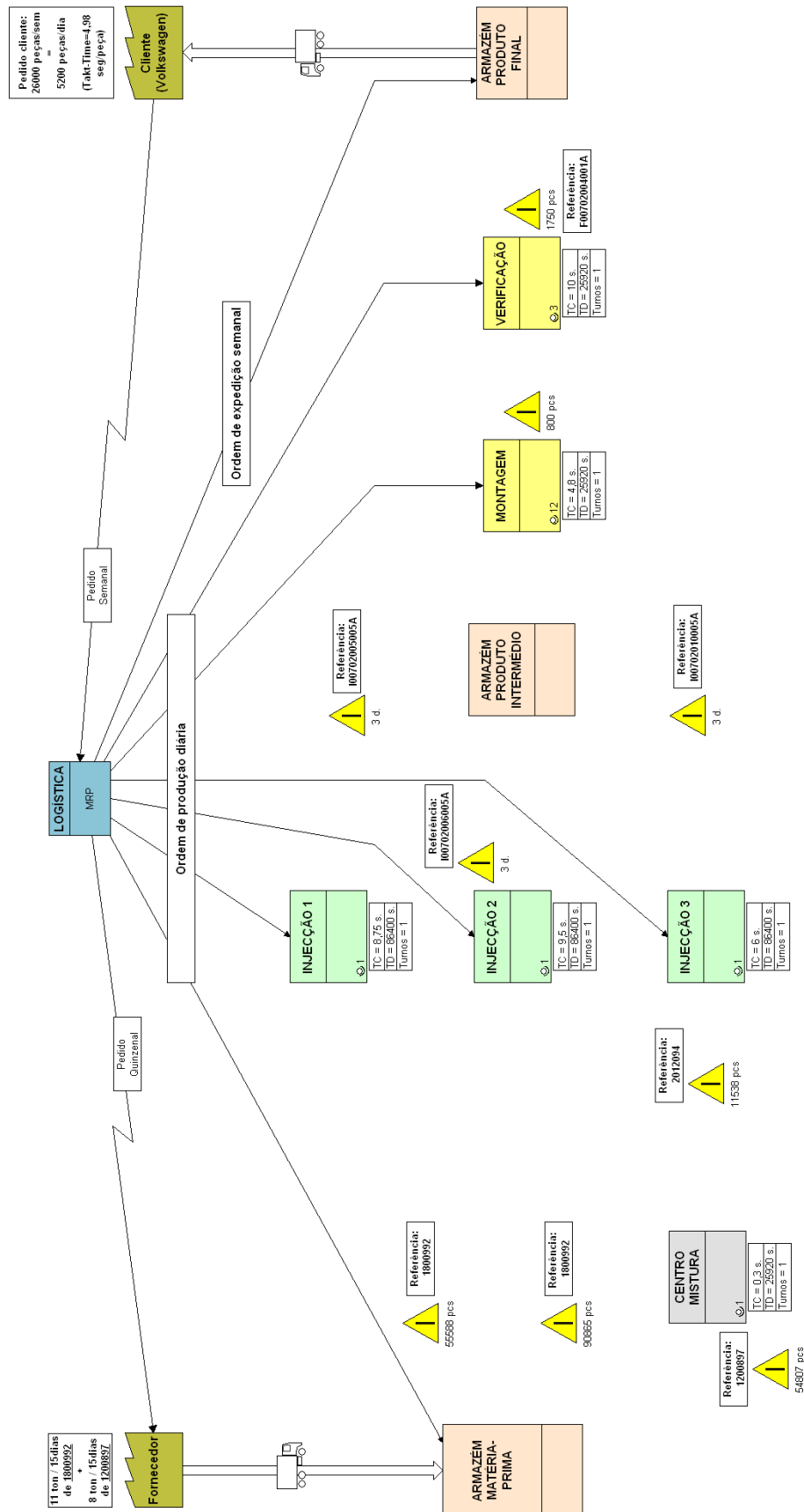


Figura 23 - 4ª visão do mapa do estado actual.

À medida que se procede ao mapeamento descobre-se como cada processo é informado sobre o que fazer e quando para o processo imediatamente a seguir. Deste modo, é susceptível identificar uma parte crítica do mapeamento das informações, como sendo os movimentos de material que são “empurrados” pelo produtor e não “puxados” pelo Cliente. “Empurrar” significa que um processo produz alguma coisa independentemente das necessidades reais do Cliente e “empurra” para a frente. Nesta situação, um determinado processo tende a produzir peças que o processo seguinte não precisa naquele momento, sendo enviadas essas peças para *stock*. Este método de “lote e empurra”, impossibilita estabelecer um fluxo produtivo regular entre processos, contribuindo para dois dos sete desperdícios, o *stock* e o transporte.

O ícone de mapeamento do movimento de material empurrado é o seguinte:

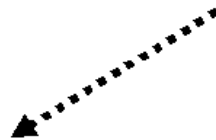


Figura 24 - Ícone: Sistema empurrar.

No mapeamento da consola, os processos que empurram para o processo seguinte são:

- Injecção 1;
- Injecção 2;
- Injecção 3;
- Montagem;
- Verificação;
- Armazém da matéria-prima para o supermercado do centro de mistura;

Ao contrário do sistema empurrado, existe o sistema puxado que consiste na existência de uma ordem exacta de produção ao processo anterior, resultando na eliminação de *stocks* intermédios. O ícone associado à produção entre dois processos através do sistema puxado é o seguinte:

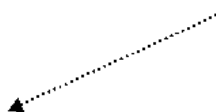


Figura 25 - Ícone: Sistema puxar.

Entre certos processos usa-se o *Kanban de movimentação*, para comunicar o processo anterior que o material pode ser retirado de *stock* e transferido para o processo seguinte:

- Injecção 1;
- Injecção 2;
- Injecção 3;
- Montagem.

Os *Kanbans de movimentação* correspondentes às três injeções da Simoldes Plásticos são os representados na seguinte tabela.

Tabela 3 - Kanbans de movimentação das injeções existentes

Injecção 1	Injecção 2	Injecção 3
KM 350 III Pedido  1800992 PCASA LUR GR37039 Q463 Y20 Nº de Embalag.: 4 Qtd. / Emb...: 25,00 kg Total 100,00 Informação adicional Referência...J00702005005A Descrição....GEHAEUSE VF PERLGRAU ANTIS Molde.....: M0.5984 Destino  OF: 2055798	KM 300 Pedido  1800992 PCASA LUR GR37039 Q463 Y20 Nº de Embalag.: 3 Qtd. / Emb...: 25,00 kg Total 75,00 Informação adicional Referência...J00702006005A Descrição....DECKEL VF PERLGRAU ANTISTA Molde.....: M0.5985 Destino  OF: 2055803	KM 350 III Pedido  2012094 EPDM TPE60X119+Y20K2628+AD Nº de Embalag.: 1 Qtd. / Emb...: 140,00 kg Total 140,00 Informação adicional Referência...J00702010005A Descrição....EINLEGEBOEDEN PGRAU ANTISTA Molde.....: M0.5986 Destino  OF: 2055804

O ícone utilizado para o *Kanban de movimentação* é o seguinte:

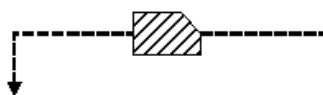


Figura 26 - Ícone: *Kanban de movimentação*.

No processo, centro de mistura, é utilizado um supermercado, onde existe uma quantidade de *stock* controlada visualmente, que se utiliza para regular ou programar um processo de produção imediatamente a seguir.



Figura 27 - Supermercado do centro de mistura.

As necessidades do supermercado são geridas por meio de um *Kanban visual*, onde existe um operador responsável pelo funcionamento do supermercado e procede à gestão do mesmo visualmente.

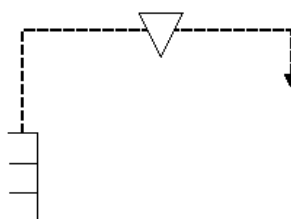


Figura 28 - Ícone: *Kanban visual*.

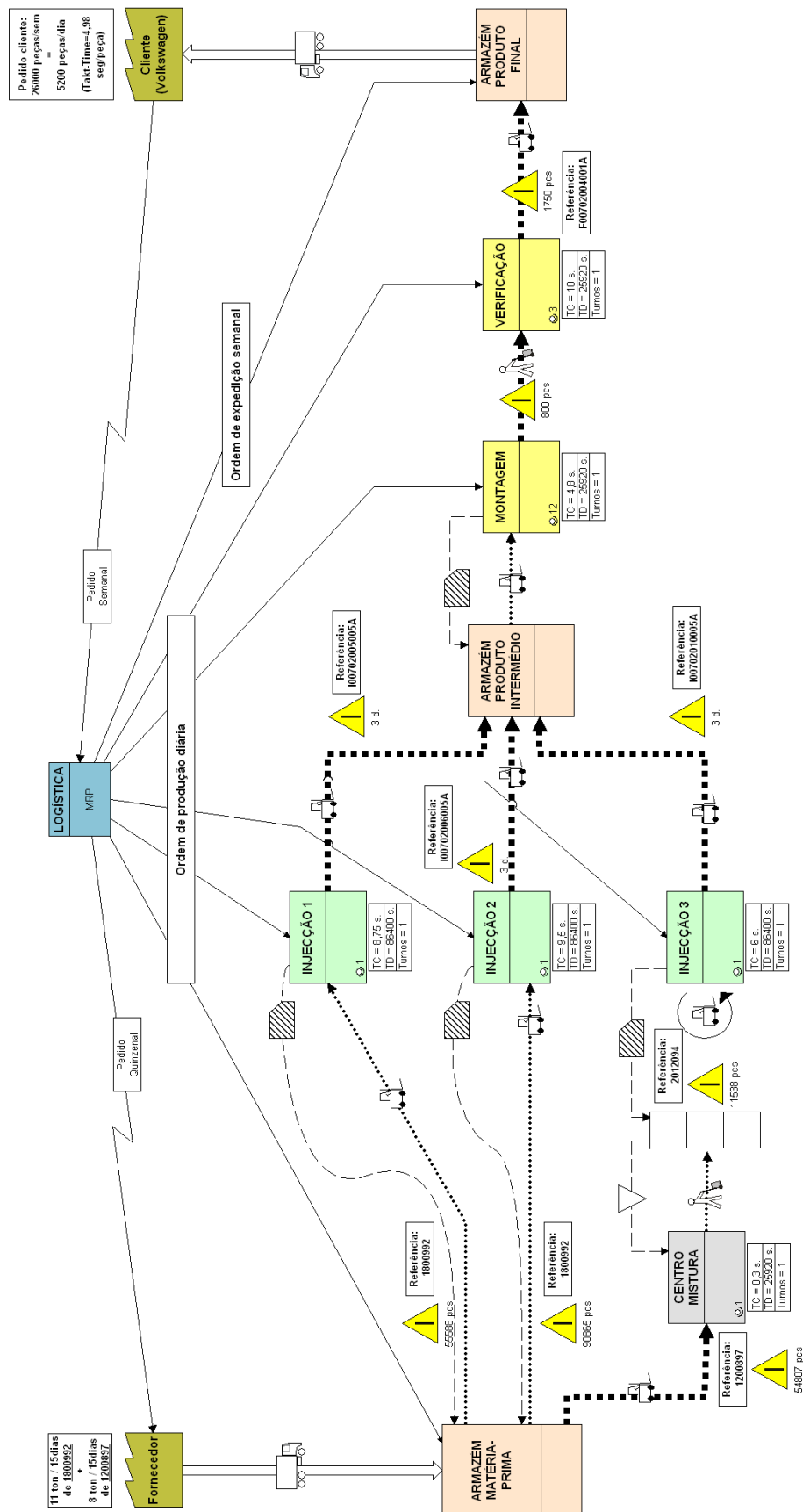


Figura 31 - 5ª visão do mapa do estado actual.

Analisando o mapa, consegue-se ter uma visão global de todos os fluxos de valor, mais concretamente um fluxo de produto físico da esquerda para a direita na parte inferior do mapa e um fluxo de informação da direita para a esquerda na parte superior. Com os dados obtidos e tendo por base as observações realizadas das operações actuais, consegue-se resumir as condições actuais do fluxo de valor.

O último passo, para a conclusão do mapeamento do estado actual da consola porta-óculos, consiste na determinação dos tempos totais de *lead time* e do tempo de processamento. É então, necessário desenhar uma linha do tempo por baixo das caixas de processo e dos triângulos de *stock*. O *lead time*, é apresentado em dias, para cada triângulo de *stock* e é calculado através da seguinte relação:

$$\text{Lead time} = \frac{\text{Quantidade de stock}}{\text{Takt - time}}$$

No final adiciona-se o *lead time* de cada processo e em cada triângulo do *stock* no fluxo material, e obtêm-se o *lead time* total de produção. Através do mapeamento realizado para a consola porta-óculos obteve-se um *lead time* de 23,2 dias.

Como este é um mapa com três fluxos, usou-se o tempo do caminho mais longo para o cálculo do *lead time* total.

Por último, adicionaram-se os tempos de ciclo, para cada processo no fluxo de valor. De realçar que no cálculo do tempo de processamento total das três injeções realizadas, foi apenas considerada a injeção com o ciclo de duração mais longo.

Na Simoldes Plásticos, o tempo total de processamento envolvido para se produzir uma consola porta-óculos é de apenas 24,6 segundos, embora a consola demore 23,2 dias a percorrer a planta da fábrica.

Deste modo, a visão final do mapa do estado actual é a seguinte.

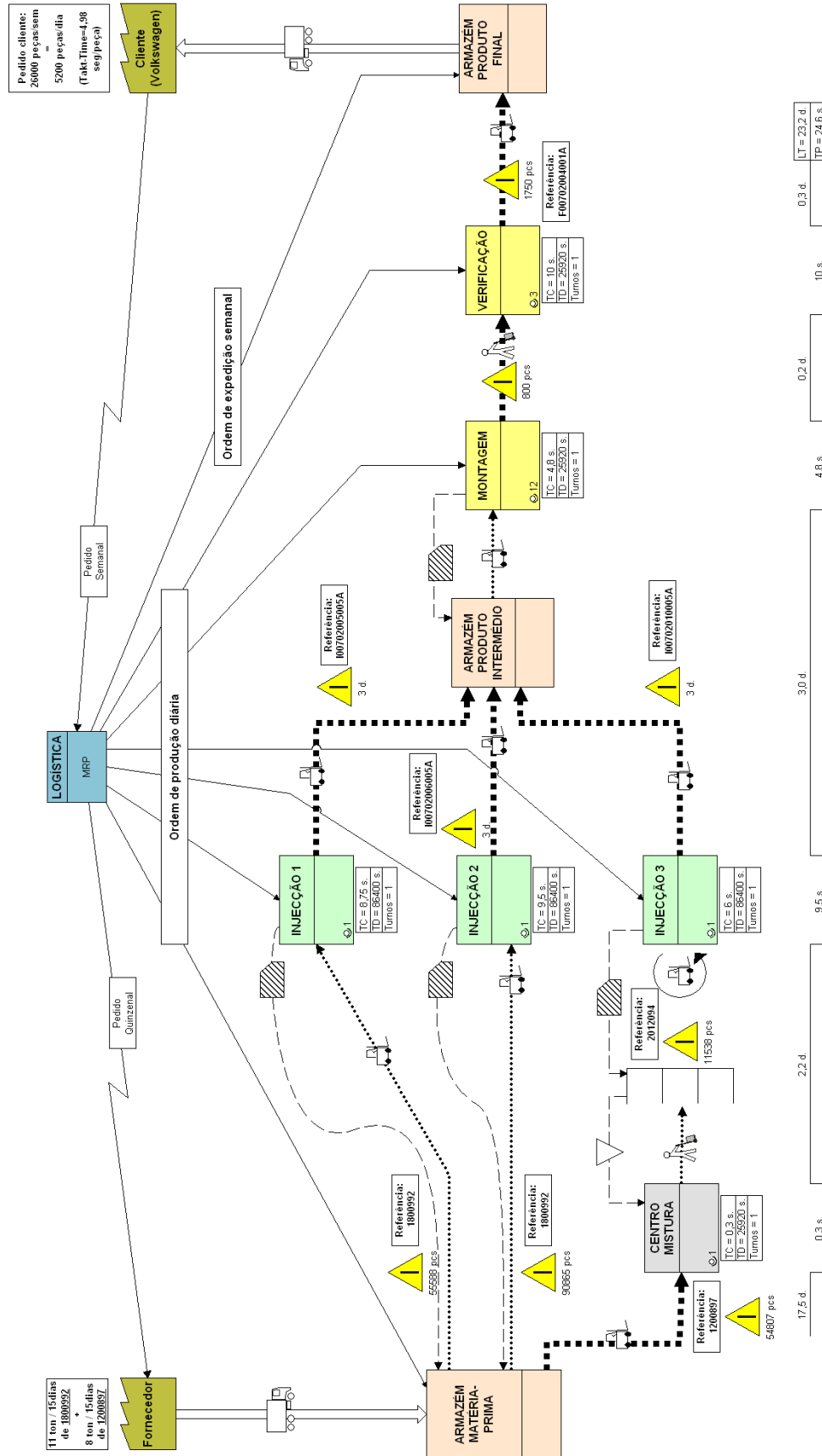


Figura 32 - Mapa do estado actual.

2.3 Mapeamento do estado futuro

O objectivo de mapear o fluxo de valor é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor num estado futuro. A meta é construir uma cadeia de produção onde os processos individuais sejam articulados até ao cliente, através de um fluxo contínuo ou de um sistema puxado, onde cada processo aproxima-se o máximo possível de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam.

Analisando o mapa do estado actual da consola porta-óculos, é possível observar três grandes problemas:

1. O elevado *lead time* para a produção da consola porta-óculos;
2. Existência de muita movimentação interna entre os processos, o que significa desperdício da movimentação, onde não está a ser agregado valor ao produto final;
3. Os *stocks* intermédios que se acumulam entre os diferentes processos.

Na elaboração do mapa do estado futuro, existem questões que devem ser levantadas. Estas questões têm como intuito a elaboração do mapa do estado futuro.

2.3.1 Qual é o takt-time?

Esta questão será abordada aquando do estudo dos conceitos de montagem, apresentados no capítulo 3.

O que o *takt-time* representa é que, para corresponder ao pedido do cliente dentro do tempo de trabalho disponível, é necessário produzir uma consola a cada 4,98 segundos no processo de montagem.

2.3.2 Onde será necessário introduzir um supermercado?

No mapa do estado actual, as peças que saíam acabadas da máquina de injeção, eram transportadas para o armazém de produto intermédio e sempre que fosse necessário mais peças na montagem, estas seriam libertadas para lá. Ou seja, estas peças efectuavam duas vezes o mesmo percurso.

Com o intuito de existir uma maior articulação entre os três processos de injeção e o processo de montagem, decidiu-se introduzir um supermercado controlado através de um *Kanban visual*. Assim sendo, existe um planeador responsável por o módulo de injeção, onde efectua o controlo visual das peças em *stock* no supermercado. Assim, que o *stock* atinge um mínimo ele elabora um planeamento para se produzir (injectar) novas peças e repô-las no supermercado. Com esta implementação do supermercado, elimina-se quase por completo o desperdício de produção por excesso.

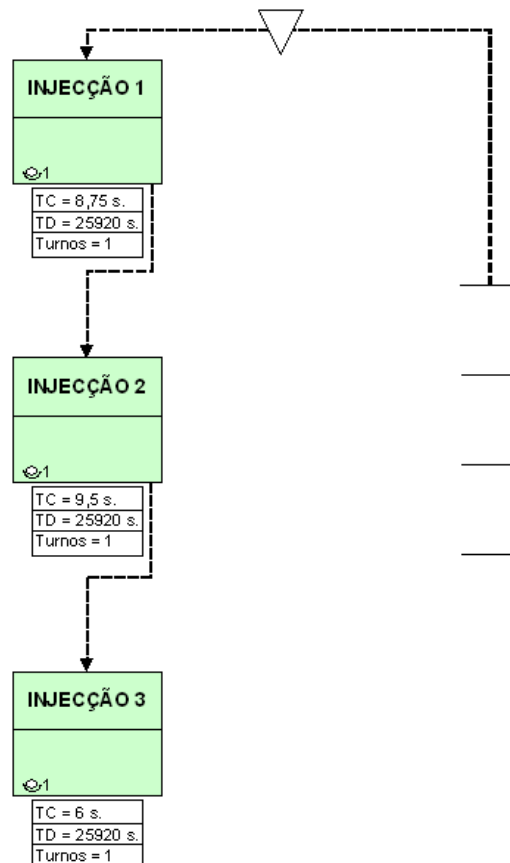


Figura 33 - Ícones: Supermercado e *kanban visual* das três injeções.

A capacidade de *stock* máximo que o supermercado armazena é de aproximadamente 2 dias.



Figura 34 - Supermercado das três injeções.

Por outro lado, a localização deste supermercado é muito vantajosa porque reduz substancialmente o desperdício de transporte, já que as peças acabadas de sair das máquinas de injeção são transportadas directamente para o supermercado, a cerca de 30 metros.

Senão veja-se na seguinte imagem o percurso efectuado na planta da fábrica.

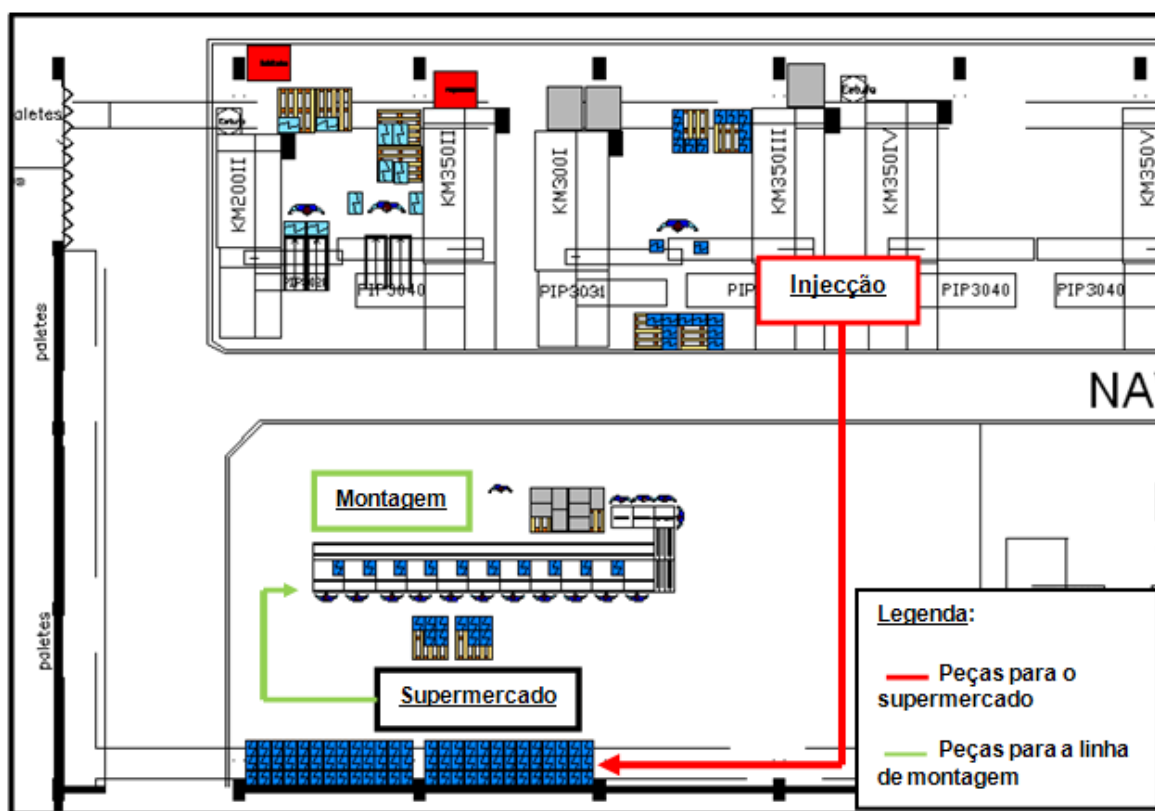


Figura 35 - Movimentações logísticas da injeção até ao supermercado.

2.3.3 Quais são os locais onde se pode implementar um fluxo contínuo?

Com o conceito de montagem em postos individuais, evidenciado no mapa do estado actual, verifica-se a existência de um *stock* intermédio entre a fase de montagem e a fase de verificação.

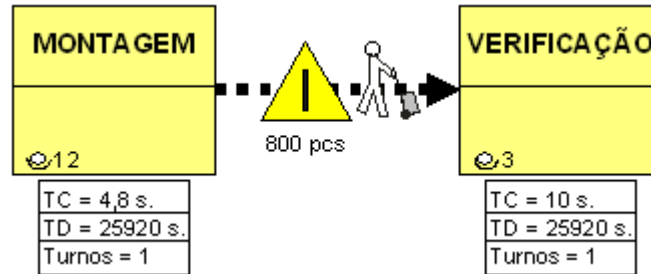


Figura 36 - Ícones: processo de montagem e verificação com *stock* intermédio.

O *stock* intermédio é de 800 peças a que corresponde um *lead time*, pouco significativo, de 0,2 dias.

Assim, se introduzir o conceito de linha de montagem consegue-se, eliminar este *stock*.

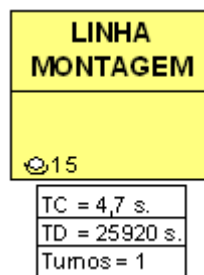


Figura 37 - Ícone: processo linha de montagem.

2.3.4 O que se pode alterar nos pedidos do fornecedor e do cliente?

A nível do fornecedor, e tendo em vista a redução do *lead time*, os pedidos de matérias-primas passam a ser efectuadas semanalmente. Assim, serão encomendadas 5,5 toneladas da matéria-prima 1800992 e 4 toneladas da matéria-prima 1200897.

A nível do cliente, através do mapa do estado actual, com expedições semanais, existe um *stock* em armazém correspondente a 0,3 dias.

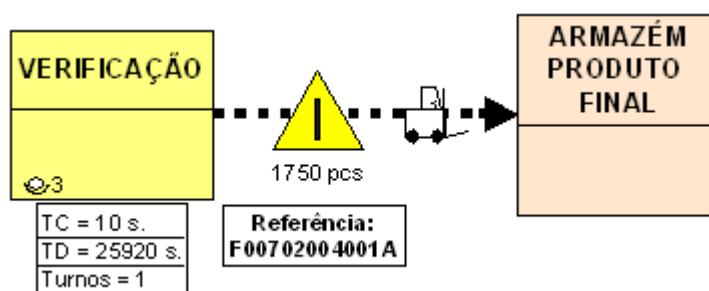


Figura 38 - Ícones: processo de verificação e armazém de produto final.

Se a expedição passar a ser realizada diariamente, ocorrerá eliminação daquele *stock* existente.



Figura 39 - Ícones: processo linha de montagem e armazém de produto final.

Assim, um dos objectivos do mapa do estado futuro, é fazer com que o processo de montagem seja o processo puxador de todos os outros processos, através de uma ordem emitida diariamente pelo departamento logístico.

Deste modo o mapa do estado futuro é o apresentado na página seguinte.

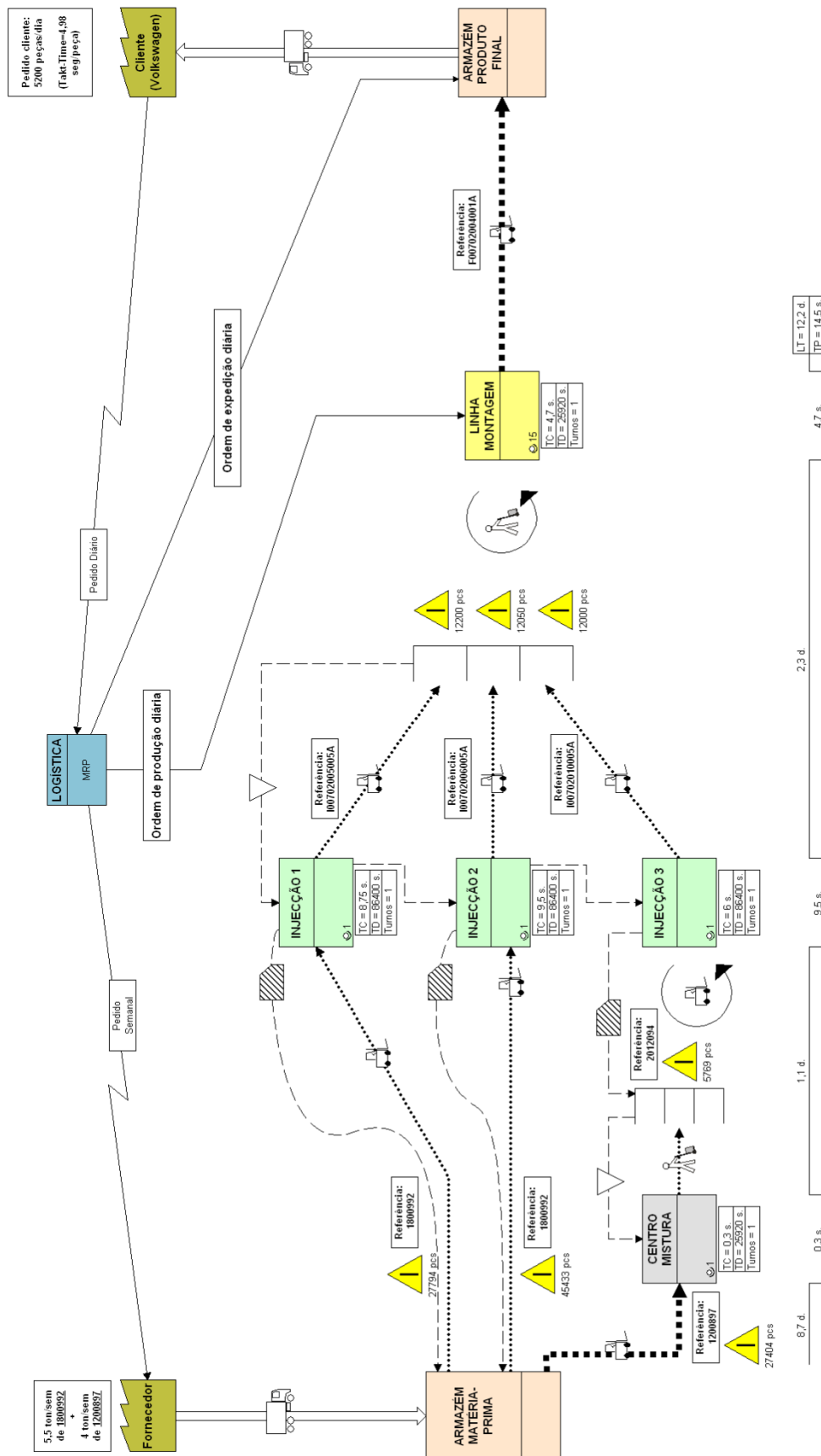


Figura 40 - Mapa do estado futuro.

2.4 Discussão de resultados

Quando se compara o mapa do estado actual com o mapa do estado futuro, os resultados são absolutamente impressionantes.

Senão veja-se a comparação de resultados entre os dois mapas, na tabela 4.

Tabela 4 - Resultados do mapa estado actual e do mapa do estado futuro

	Situação mapa estado actual	Situação mapa estado futuro
Lead time	23,2 dias	12,2 dias
Tempo operação	24,6 seg.	14,5 seg.

O *lead time* de produção foi reduzido em 47%, isto deveu-se em muito, à alteração dos pedidos de fornecimento das matérias-primas, ou seja, da alteração dos pedidos destas de quinzenalmente para semanalmente, eliminando-se perto de metade o desperdício por *stock*.

O tempo de produção, também, teve uma diminuição de 41%, isto deveu-se à implementação da linha de montagem em vez da montagem em postos individuais e posterior verificação, assunto que é tratado no capítulo 3.

O percurso logístico representa uma diminuição substancial do percurso percorrido, em cerca de 93%, eliminando-se em grande parte o desperdício por transporte.

O seguinte gráfico evidencia o que foi dito.

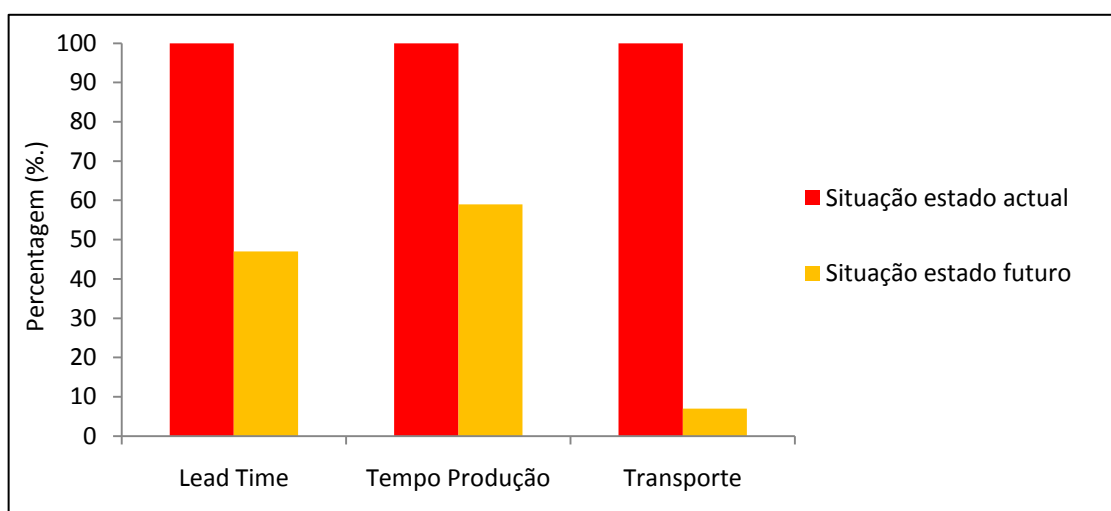


Figura 41 - Comparação do mapa do estado actual com o mapa do estado futuro.

3 Estudo dos conceitos de montagem da consola porta-óculos

Neste presente capítulo falar-se-á dos conceitos de montagem existentes e em particular serão estudados dois deles na montagem da consola porta-óculos: a montagem em postos individuais e a montagem em linha.

3.1 Layout

O layout é o posicionamento no espaço dos postos de trabalho, de modo a minimizar um custo, satisfazendo um conjunto de restrições. O nível de *stocks* utilizados, o número e a produtividade dos operários, e mesmo as características sociológicas tais como, relações entre os operários e comunicação entre grupos, podem influenciar a eficiência de uma empresa.

3.1.1 Layout em U

Os 4 conceitos iniciais, divisão do trabalho, circuito, fluxo inverso e combinação possuem automaticamente o layout em U, para poderem funcionar da maneira que aqui são apresentados.

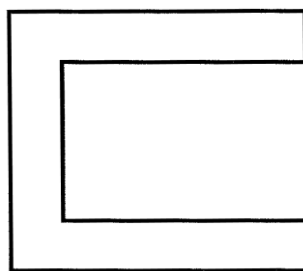


Figura 42 - Layout em U.

Este tipo de layout é usado tipicamente em ambientes produtivos *Just in Time*. As máquinas e as estações de trabalho são dispostas em forma de U, na ordem em que as operações de produção são realizadas, seguindo uma lógica de fluxo linear. Os operadores trabalham dentro do U e o mesmo operador pode operar na entrada e na saída da linha, sendo o espaço central do U uma área para troca de informações e aprendizagem mútua. O fluxo produtivo e a movimentação dos operadores podem ser no sentido horário ou anti-horário.

Este tipo de layout permite:

- Minimizar as distâncias e consequentemente o tempo de transporte de materiais e movimentação de operadores;
- Melhorar a comunicação, permitindo que os operadores desempenhem diferentes operações, facilitando o balanceamento de produção;
- Capacidade de corresponder aos pedidos do cliente, aumentando ou diminuindo o número de operadores;
- O número de operadores é inferior quando comparado com o layout linear tradicional, devido à capacidade de um maior agrupamento de tarefas.

Deste modo, consegue-se menores *stocks*, simplificação no manuseamento dos materiais, facilidade de planeamento e maior controlo da produção e da qualidade das mesmas.

3.2 Os 7 conceitos de montagem

Existem 7 conceitos de montagem que podem ser implementados nas mais diversas situações industriais. Serão abordados cinco conceitos de montagem de uma forma genérica e serão realizados estudos de mais dois desses conceitos: postos individuais e linha de montagem (3.2.6 e 3.2.7, respectivamente).

3.2.1 Divisão do trabalho

A figura 43, permite ter uma percepção deste tipo de conceito.

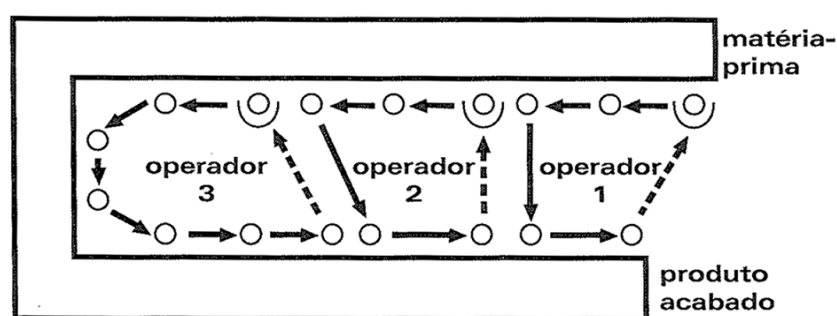


Figura 43 - Conceito: Divisão do trabalho.

Aproveitando o layout em U, os operadores podem movimentar-se facilmente de um lado da linha para o outro durante o seu ciclo de trabalho. Isto significa que diversas divisões do trabalho são possíveis. Significa também, que a sequência dos elementos de trabalho que o operador desempenha pode ser diferente da sequência do processo requerida para fabricar o produto.

A habilidade em criar combinações de trabalho dentro da linha é de especial utilidade para encontrar novas combinações dos elementos de trabalho para que respondam o *takt-time* quando esses elementos precisam ser redistribuídos depois de um *Kaizen* ou devido a uma alteração de encomenda do cliente.

Na divisão de trabalho, é vantajoso atribuir ao mesmo operador o primeiro e o último elemento de trabalho no fluxo de material, porque isto cria um efeito de balanceamento para toda a linha.

3.2.2 Circuito

Atribuir todos os elementos de trabalho a cada operador e ter o próximo operador a seguir o primeiro, com uma diferença de algumas estações, tem inúmeras vantagens, estabelecendo um efeito natural de sincronização. Este método é fácil de implementar.

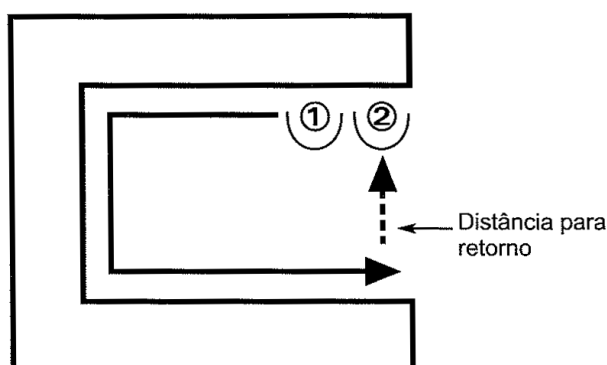


Figura 44 - Conceito: Circuito.

Com a implementação deste método reduz-se as distâncias percorridas já que os operadores têm apenas uma pequena distância a percorrer no caminho de volta para iniciar o próximo ciclo, ao completar o circuito.

As grandes limitações deste conceito são:

- Geralmente, existe limitação a dois operadores, já que é bastante difícil coordenar mais que isso. É melhor tentar outro método se o conteúdo total de trabalho requerer mais de dois operadores;
- Não funciona se a ocupação numa única estação for mais do que 40% do total das ocupações do processo;
- Requer operadores melhor treinados porque cada operador deve ser qualificado para realizar todos os elementos de trabalho, porque operam todos os equipamentos e fazem todos os controlos de qualidade necessários.

3.2.3 Fluxo Inverso

Inverter o fluxo, gera uma sequência mais natural de trabalho. Com o fluxo inverso, os operadores movem-se no sentido oposto ao do sentido do fluxo do material.

O fluxo inverso exige que uma peça adicional seja mantida em processo na posição de espera entre cada operação, mas as vantagens superam esta desvantagem.

A figura 45, exemplifica uma aplicação de funcionamento do fluxo inverso com 3 máquinas.

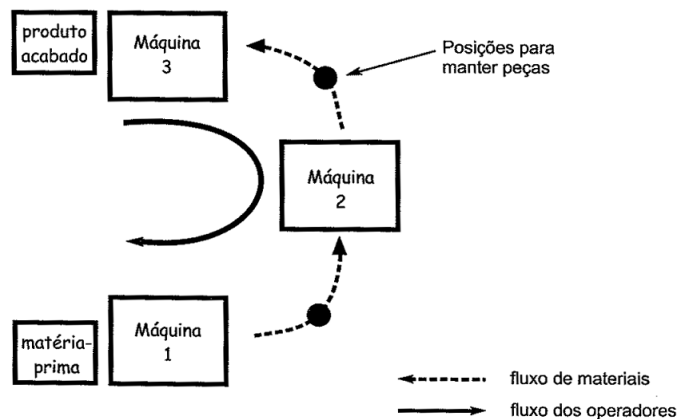


Figura 45 - Conceito: Fluxo inverso.

Na máquina 3, o operador descarrega uma peça pronta e coloca dentro da caixa de produto acabado. O operador então chega à posição de espera entre as máquinas 3 e 2, pega a peça que estava a espera, coloca-a na máquina 3 e inicia o ciclo da máquina. De seguida, o operador caminha para a máquina 2 com as mãos vazias.

Na máquina 2, o operador descarrega a peça pronta e coloca-a na posição de espera entre as máquinas 2 e 3, a posição que acabou de ficar vazia ao alimentar-se a máquina 3. Então, o operador chega entre as máquinas 1 e 2, pega a peça da posição de espera, alimenta a máquina 2 e acciona a máquina. O operador caminha para a máquina 1 de mãos vazias.

Na máquina 1, o operador repete a sequência, remove a peça pronta e coloca-a na estação de espera vazia entre as máquinas 1 e 2. Então, ele pega uma peça do contentor de matéria-prima, coloca-a na máquina 1 e inicia o ciclo. O operador caminha de volta para a máquina 3 com as mãos vazias para completar o circuito. A grande vantagem do uso do fluxo inverso, consiste em o operador não ter que esperar pelo ciclo das máquinas para poder avançar.

3.2.4 Combinação

Em certos processos, uma combinação entre divisão do trabalho e o circuito, poderá ser vantajoso.

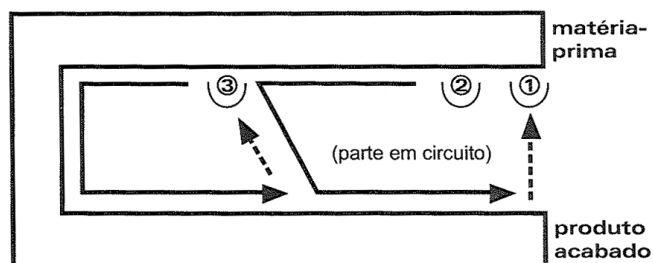


Figura 46 - Conceito: Combinação.

Por exemplo, alguns operadores trabalharão em estações específicas ou combinações de estações, enquanto um ou mais pares de operadores trabalharão em circuito noutras partes da célula. Assim, quando um par de operadores inclui tanto os elementos de entrada quanto os do final do trabalho nos circuitos, cria-se um excelente mecanismo de sincronização para toda a célula.

3.2.5 Corte

Neste conceito, a diferença entre o número de estações de trabalho e o número de operadores é igual a 1. Cada operador trabalha em duas estações de trabalho e move-se para trás e para frente entre as estações, ao ritmo do *takt-time*.

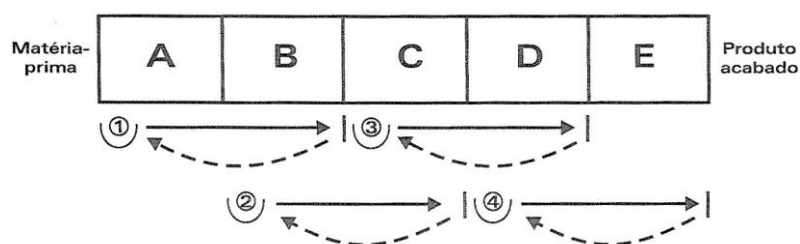


Figura 47 - Conceito: Corte.

Este conceito é vantajoso somente quando os elementos de trabalho podem ser igualmente divididos dentro do *takt-time* em cada estação. Isto geralmente significa dispor de máquinas automáticas, de ciclo curto, e máquinas leves que possam ser movidas facilmente para nivelar a distribuição dos elementos de trabalho.

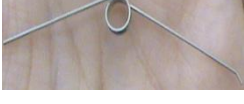
3.2.6 Postos Individuais

O conceito de montagem em postos individuais era o conceito que estava implementado na montagem da consola porta-óculos. Através deste conceito, todos os postos de trabalho efectuem a montagem individual e integral de todos os componentes existentes.

3.2.6.1 Componentes da consola porta-óculos

A consola tem onze partes constituintes. Na tabela 5, encontram-se ilustradas as mesmas.

Tabela 5 - Lista de peças da consola porta-óculos

Componentes da consola porta-óculos			
Constituintes	Imagem	Local de fabrico	Molde
Porta-óculos		Simoldes Plásticos	5984
Tampa		Simoldes Plásticos	5985
Travão de silicone		Plastaze	-
Tapete		Plastaze	-
Mola activadora		-	-
Activador		Plastaze	-
Mola aranhão		-	-
Botão		Plastaze	-

Alavanca		Plastaze	-
Mola do botão		-	-
Cobertura		Simoldes Plásticos	5986
Conjunto final			

3.2.6.2 Operações na primeira estação de trabalho

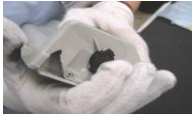
Este conceito tinha como base a montagem através de postos individualizados, onde cada operador efectuava a montagem integral da consola.

Com este tipo de conceito implementado, havia distinção entre a fase de montagem dos diversos componentes da consola porta-óculos e a fase de verificação final, trabalho efectuado na primeira e segunda estações de trabalho, respectivamente.

Na primeira estação, existiam 12 operadores, cada um a efectuar a montagem integral de uma peça.

As tarefas para cada um dos 12 operadores estavam distribuídas da seguinte maneira, de acordo com a tabela 6.

Tabela 6 – Tarefas da primeira estação de trabalho

Operação	Imagem
Montagem do travão de silicone	
Montagem do tapete na tampa	
Colocação do activador no porta-óculos	
Colocação da mola activadora no porta-óculos	
Colocação da cobertura no porta-óculos	
Colocação da mola do botão na tampa	
Colocação da alavanca na tampa	
Colocação do botão na tampa	
Colocação da mola aranhão na tampa	
Lubrificação dos encaixes da tampa	

Acoplagem	
Teste de verificação visual	

Existia 1 operador por posto de trabalho. No total existiam 12 postos na estação de trabalho 1, iguais ao representado na figura 48.



Figura 48 - Posto da estação de trabalho 1.

A figura 49, permite ter uma visualização da disposição dos mesmos postos de trabalho.



Figura 49 - Visão geral da estação de trabalho 1.

Em média, cada operador gastava nesta estação de trabalho cerca de 58 segundos a efectuar a totalidade das operações anteriores.

3.2.6.3 Operações na segunda estação de trabalho

A segunda estação de trabalho funcionava com o objectivo de efectuar uma inspecção entre peças boas e peças más. As peças rejeitadas nesta fase regressavam à estação de trabalho 1, para poderem ser re-trabalhadas.

As operações são as seguintes, representadas na seguinte tabela.

Tabela 7 - Tarefas da segunda estação de trabalho

Operação	Imagem
Verificação da consola no periférico de testes	
Ensacamento e acondicionamento da consola	

A operação de verificação da consola porta-óculos no periférico de testes é realizada para garantir o bom funcionamento (abertura) da consola sendo realizada em dois periféricos de testes, cada um com um operador, totalizando 2 operadores nesta tarefa.

Logo a seguir ao periférico existia 1 pessoa encarregue de ensacar e acondicionar a consola porta-óculos nas embalagens existentes, vindas dos dois periféricos de testes, sendo posteriormente guardadas no armazém. Para garantir o funcionamento da estação de trabalho 2, terá que haver *stock* da consola porta-óculos já montadas à sua entrada, vindas do final da estação de trabalho 1.

3.2.6.4 Layout

O layout é o representado na figura abaixo, onde se observa de forma distinta os dois modos de funcionamento das duas estações de trabalho.

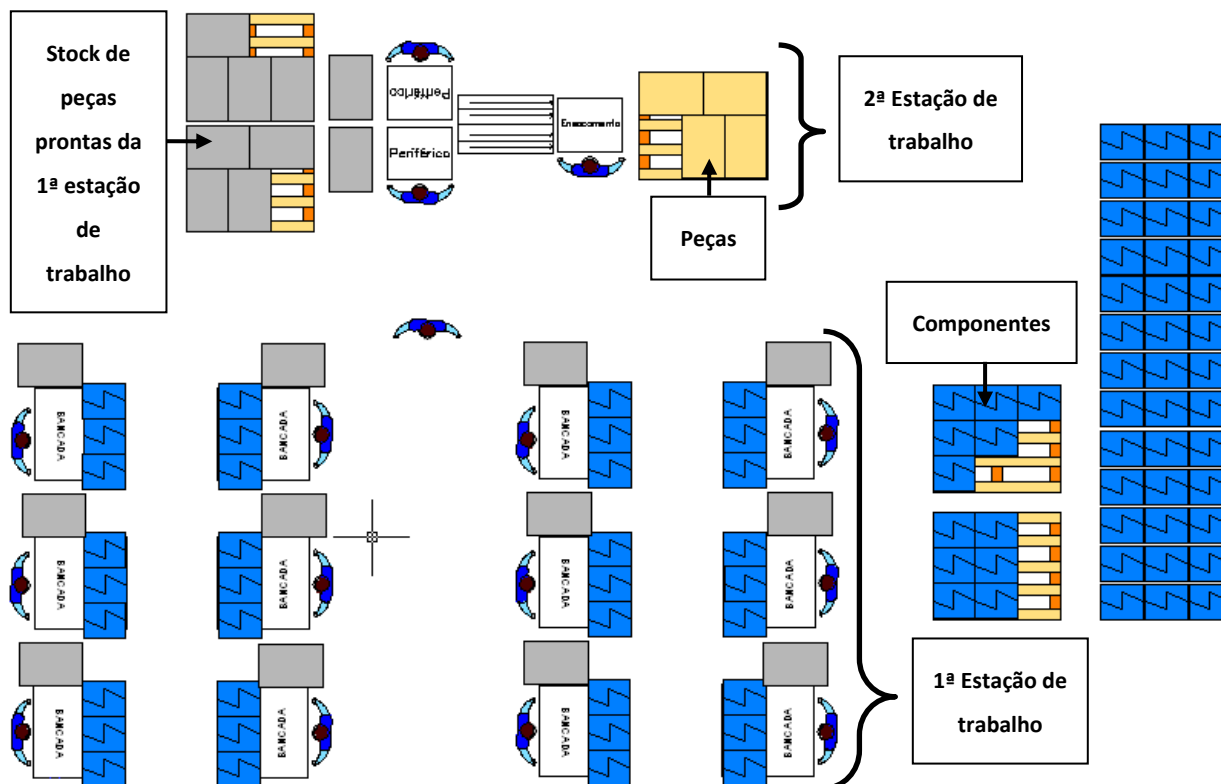


Figura 50 - Layout do Conceito: Montagem em Postos Individuais.

Da análise da imagem acima, verifica-se que o número de operadores directos são 15, ficando apenas 1 operador a tratar dos abastecimentos logísticos e do transporte de peças montadas do final da estação 1 para o início da estação de trabalho 2.

O tempo médio fornecido por parte da Simoldes Plásticos, foi de 58 segundos para realizar todas as tarefas na estação de trabalho 1 e de aproximadamente 10 segundos na estação de trabalho 2.

Nos cálculos realizados apenas foi considerado o tempo de operação da primeira estação de trabalho.

3.2.6.5 Resultados

A procura de consolas porta-óculos por parte do cliente, Volkswagen, é de 5200 unidades/dia. O tempo disponível diário para produção, contabilizando as paragens programadas, é 7,2 horas, que é equivalente a 25920 segundos.

Através destes dois dados é possível definir o *takt-time*. Matematicamente, é a razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas.

$$Takt - time = \frac{Tempo\ disponível\ diário}{Procura\ do\ cliente} = \frac{25920}{5200} = 4,98\ segundos/peça$$

Para se produzir uma peça em cada posto de trabalho gastava-se cerca de 58 segundos logo, numa hora monta-se nos 12 postos de trabalho:

$$Produção\ horária = \frac{3600}{58} \times 12 = 745\ peças/hora$$

Num dia, produz-se, nos 12 postos de trabalho:

$$Produção\ diária = 745 \times 7,2 = 5364\ peças/dia$$

Portanto, a produção diária cobre os pedidos de encomenda do cliente, produzindo, teoricamente, em excesso cerca de 164 peças.

3.2.6.6 Implementação

Os resultados fornecidos por parte da Simoldes Plásticos, com o conceito de montagem em postos individuais, encontram-se evidenciados em baixo. Estes apenas mostram a produção total nas semanas 43, 44 e 45 do ano de 2008.

Tabela 8 - Evolução semanal

	Semana 43	Semana 44	Semana 45
Objectivo proposto	26000	26000	26000
Produção total	21780	22768	22320
Eficiência (%)	84	88	86

O gráfico seguinte evidencia a evolução das três semanas.

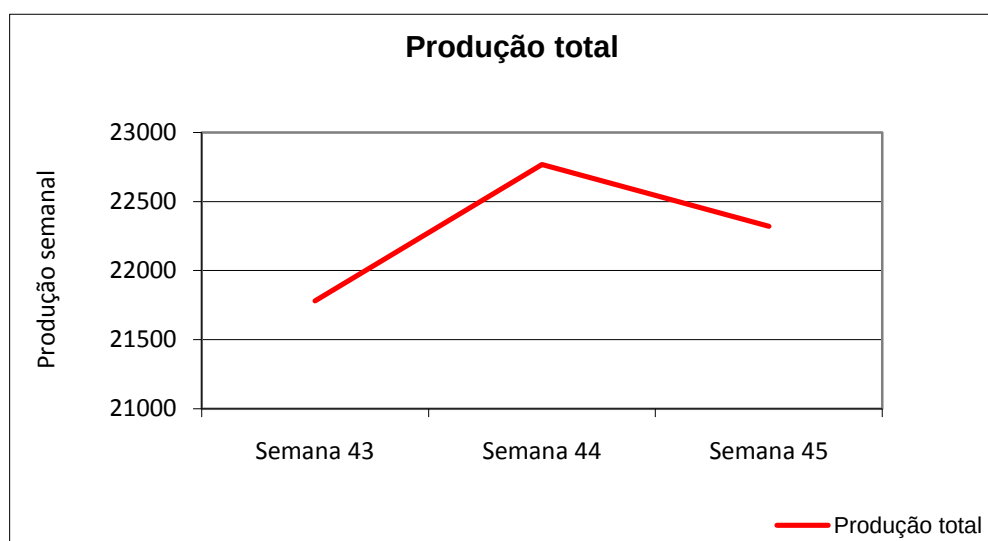


Figura 51 - Produção total semanal.

É de verificar que o objectivo pretendido não foi alcançado e a evolução da produção total ao longo das 3 semanas não foi muito relevante, mantendo-se praticamente constantes a eficiência.

3.2.7 Linha de montagem

A linha de montagem foi um conceito de montagem implementado, tendo em vista a eliminação do *stock* intermédio entre a fase de montagem e fase de verificação, que ocorria no conceito de montagem em postos individuais.

3.2.7.1 O conceito

Uma linha de montagem consiste num conjunto de postos de trabalho cuja posição é fixa e a sua sequência é ditada pela lógica das sucessivas operações e descritas na gama operatória.



Figura 52 - Conceito: Linha de Montagem.

Qualquer posto de trabalho pode ser constituído por um único operador ou por vários operadores realizando operações manuais eventualmente assistidas por ferramentas ou pequenos equipamentos.

3.2.7.2 Em que consiste o balanceamento?

Balancear uma linha de montagem é conseguir ajustá-la às necessidades de procura por parte do cliente, maximizando a utilização dos postos de trabalho, na tentativa de incrementar um tempo unitário de montagem do produto em causa.

Nas etapas de montagem de um produto, cada posto de trabalho consome um determinado tempo para executar a tarefa a que lhe cabe. Se o tempo que cada uma das estações consome para fazer um produto é o mesmo, então o balanceamento, neste caso, não faz sentido. Mas, esta é uma situação que em termos industriais é praticamente impossível de acontecer e o estudo realizado na Simoldes Plásticos, não fugiu à regra, sendo necessário realizar um balanceamento das operações em causa.

Deste modo, o objectivo do balanceamento consiste na afectação das operações aos postos de montagem para que os tempos de operação de todos os postos de trabalho sejam semelhantes, tendo em vista a:

- Redução dos tempos mortos (de espera);
- Aumento da utilização de equipamentos e mão-de-obra;
- Evitar a acumulação de materiais entre postos de trabalho.

Contudo, podem existir restrições ao balanceamento, das quais se destacam:

- Algumas combinações de tarefas podem não ser possíveis;
- Uma operação não pode ser dividida por diferentes postos de trabalho.

3.2.7.3 Balanceamento da linha

A linha implementada é composta por uma série de fases que se complementam. Os postos de trabalho são organizados através de uma sequência lógica, seguindo um fluxo. O sequenciamento das actividades implica identificar e documentar os relacionamentos lógicos entre as diferentes operações, onde estas devem ser sequenciadas correctamente para suportar o desenvolvimento de um diagrama realístico e alcançável. A figura 53, mostra o diagrama de precedências de todas as operações implícitas na montagem da consola porta-óculos.

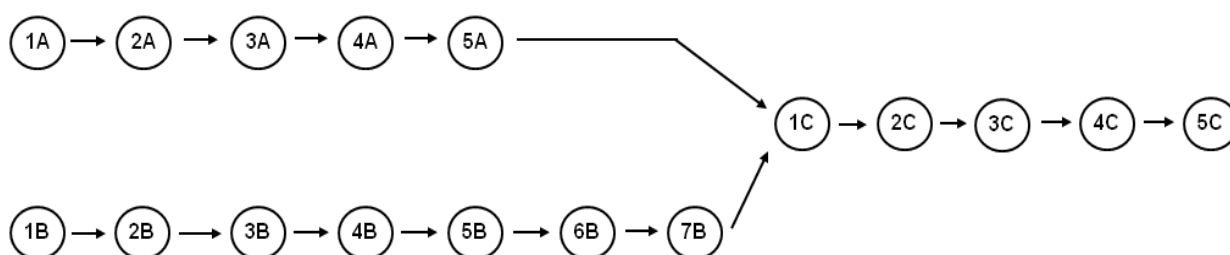
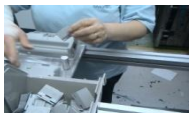
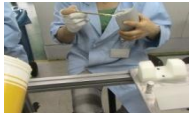


Figura 53 - Diagrama de precedências.

Na tabela abaixo encontram-se as descrições, bem como o tempo associado a cada operação.

Tabela 9 - Tempos das tarefas de montagem

Operação	Descrição	Tempo (seg.)	Imagem
1A	Montagem do travão de silicone	4,56	
2A	Montagem do activador	2,60	
3A	Montagem da mola porta-óculos	2,71	
4A	Montagem da cobertura	2,51	
5A	Colocação da etiqueta	1,68	

1B	Abastecer base com tampa	2,06	
2B	Montagem do tapete	2,50	
3B	Montagem da mola	4,41	
4B	Montagem da alavanca	3,41	
5B	Montagem do botão	2,99	
6B	Lubrificação	3,46	
7B	Montagem da mola aranhão	4,01	
1C	Acoplagem	4,55	
2C	Verificação	7,36	
3C	Periférico	3,39	
4C	Ensacar	2,24	
5C	Acondicionar	0,48	

Foram realizadas 10 medições de tempo e posteriormente calculou-se a média das 17 operações que conduzem à montagem da consola porta-óculos. Na terceira coluna da tabela 9, encontram-se as médias correspondentes a cada uma das operações.

O somatório das 17 operações de montagem foi de 54,90 segundos.

Nos anexos A, é possível visualizar, com mais detalhe, todas as cronometragens realizadas.

Normalmente utiliza-se o tempo de ciclo (TC), sendo a frequência com que uma unidade sai do final da linha de montagem, para o cálculo teórico do mínimo número de postos de trabalho (N). Mas neste caso, desconhece-se o tempo de ciclo e o valor de referência irá ser obrigatoriamente o *takt-time*. O tempo de ciclo só irá ser conhecido depois do balanceamento da linha ser executado, em que será o maior dos tempos em todos os postos de trabalho.

Recorde-se, que o *takt-time*, é um tempo de ciclo definido de acordo com a procura do cliente, cujo valor é de 4,98 segundos/peça. Note-se que o *takt-time* é expresso em segundos/peça, porque é mais fácil para o entendimento e utilização de todos.

Note-se, que para cumprir a entrega diária de 5200 consolas porta-óculos é necessário que o tempo de ciclo seja inferior ao *takt-time*, para que no eventual surgimento de problemas estes sejam compensados pela folga existente entre os dois tempos.

No entanto quando o tempo de ciclo for muito menor do que o *takt-time*, aumenta-se as hipóteses de gerar excesso de produção e pode-se estar a utilizar operadores a mais, pior ainda, esconde-se os problemas de produção e reduz-se o incentivo para encontrar e eliminar as suas causas.

O número mínimo de postos de trabalho, é calculado a partir da seguinte expressão.

$$N = \frac{\sum \text{Tempo operações}}{\text{Takt} - \text{time}}$$

Onde, o somatório do tempo de operações é de 54,90 segundos/peça e o *takt-time* é de 4,98 segundos/peça.

$$N = \frac{\sum \text{Tempo operações}}{\text{Takt} - \text{time}} = \frac{54,90}{4,98} = 11,02$$

Onde, o somatório do tempo de operações é de 54,90 segundos/peça e o *takt-time* é de 4,98 segundos/peça.

Portanto, teoricamente, existirão pelo menos 11 operadores distribuídos pela linha de montagem.

3.2.7.3.1 Balanceamento usando a heurística da tarefa de maior duração

No balanceamento da linha efectuado foi usado a *heurística da tarefa de maior duração*, que consiste em:

- Adicionar tarefas a um posto de trabalho, uma de cada vez, respeitando a ordem do diagrama de precedências;
- Se duas ou mais tarefas têm a mesma ordem de precedência, adiciona-se a tarefa com a duração mais longa.

Esta regra está sujeita à seguinte condição:

- Cada uma e todas as durações da tarefa devem ser inferiores ao *takt-time*.

Tendo em conta o diagrama de precedências, todas as fases do balanceamento estão ilustradas na tabela 10, abaixo.

Tabela 10 - Balanceamento usando a heurística da tarefa de maior duração

Balanceamento com a heurística da tarefa de maior duração					
Iteração	Candidatas	Seleccionadas	Tempo de operação	Número de operadores	Folga
1	1A, 1B	1A	4,56	1	0,42
2	2A, 1B	2A	4,66	1	0,33
3	3A, 1B	1B			
4	3A, 2B	3A	2,71	1	2,28
5	4A, 2B	4A	4,19	1	0,79
6	5A, 2B	5A			
7	2B	2B	2,50	1	2,49
8	3B	3B	4,41	1	0,58
9	4B	4B	3,41	1	1,57
10	5B	5B	2,99	1	1,99
11	6B	6B	3,46	1	1,52
12	7B	7B	4,01	1	0,97
13	1C	1C	4,55	1	0,44
14	2C	2C	3,68	2	1,31
15	3C	3C	3,39	1	1,59
16	4C	4C	2,72	1	2,27
17	5C	5C			

Através da análise da tabela acima, é possível concluir que são necessários 15 operadores, ou seja, 15 postos de trabalho. Note-se ainda que na iteração número 14, a que corresponde a tarefa de verificação, são necessários 2 operadores para cumprirem os ciclos propostos e com isto existe uma alteração no somatório do tempo de operações reduzindo para 51,22 segundos/peça.

3.2.7.3.1.1 Layout

A figura abaixo apresenta o layout da linha balanceada.

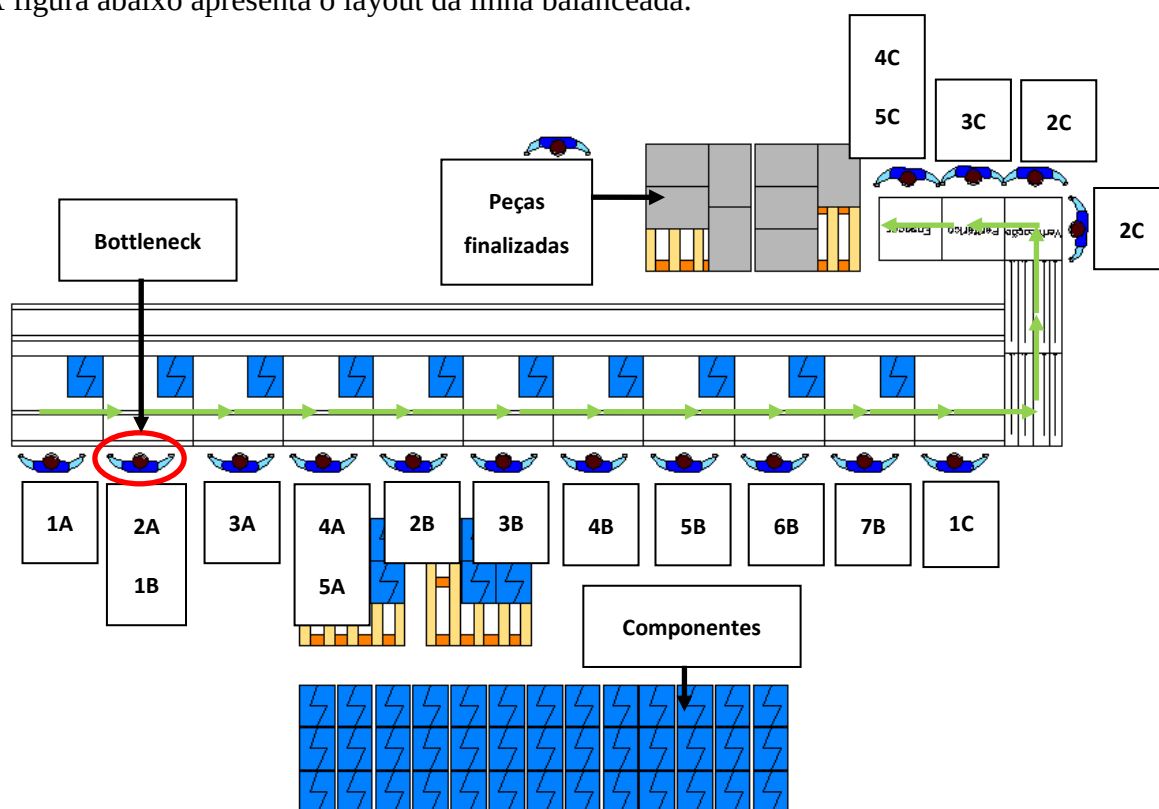


Figura 54 - Layout usando a heurística da tarefa de maior duração.

De reparar que existe, para além dos 15 operadores, mais 1 operador responsável pelo abastecimento logístico nos diversos postos de trabalho, totalizando 16 operadores envolvidos no funcionamento da linha.

Notar também, que é no 2º posto de trabalho, que está identificado o *bottleneck*, ou seja, o posto de trabalho que ocupa mais tempo na execução das suas tarefas, neste caso, a montagem do activador e o abastecimento da base com a tampa porta-óculos, sendo portanto o limitador de toda a linha. Deste modo, o tempo de ciclo da linha de montagem é o tempo do 2º posto de trabalho, que é 4,66 segundos.

3.2.7.3.1.2 Resultados

O gráfico seguinte, evidencia a ocupação e a folga existentes em cada posto de trabalho.

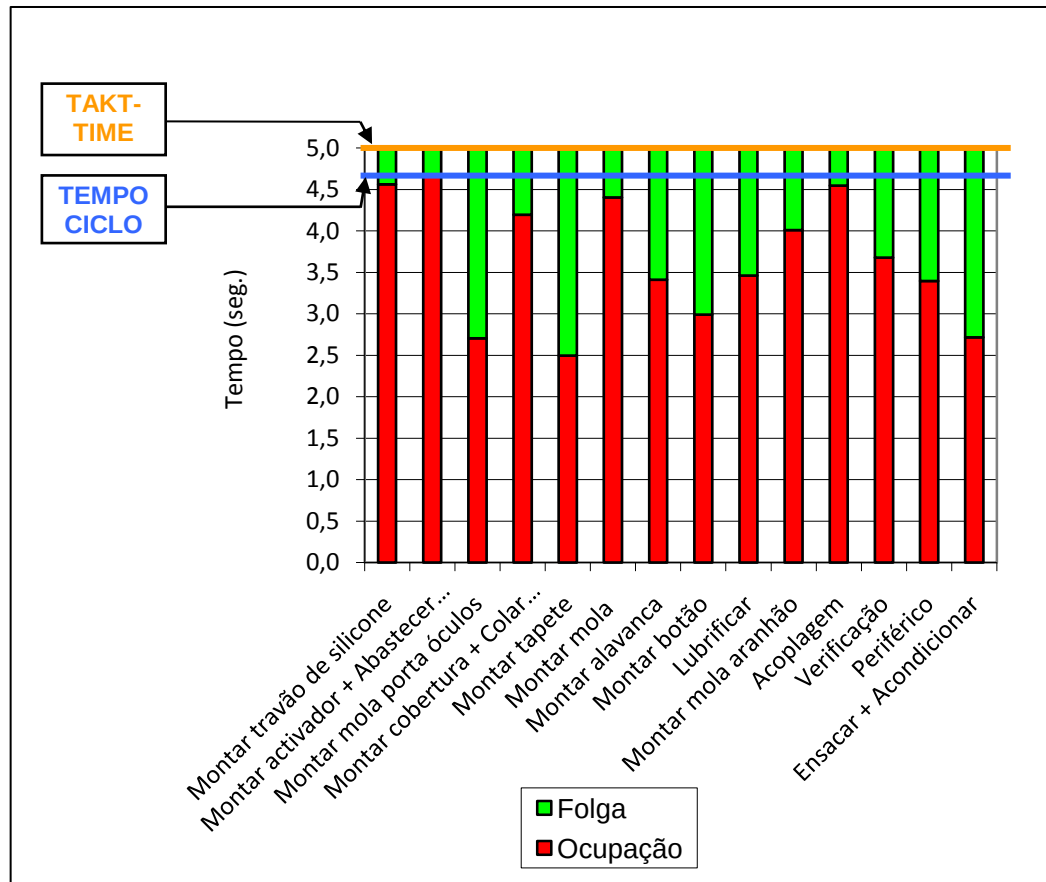


Figura 55 - Ocupação e folga usando a heurística da tarefa de maior duração.

A partir do momento em que se arranca com a montagem da consola porta-óculos, a primeira atinge o final da linha de montagem em 58 segundos e as restantes consolas chegam a um ritmo de 4,66 segundos/peça.

Deste modo, é possível calcular a produção total horária:

$$PTH = \frac{\text{Tempo disponível horário}}{TC} = \frac{3600}{4,66} = 773 \text{ peças/hora}$$

E a produção total diária:

$$PTD = \frac{\text{Tempo disponível diário}}{TC} = \frac{3600 \times 7,2}{4,66} = 5562 \text{ peças/dia}$$

Agora, é possível medir a eficiência do balanceamento realizado associada ao tempo de ciclo conhecido. A eficiência mede a capacidade em utilizar os recursos totalmente.

A eficiência do balanceamento (ε_B), é dada por:

$$\varepsilon_B = \frac{\sum \text{Tempo operações}}{N \times TC} = \frac{51,22}{15 \times 4,66} = 73 \%$$

De reparar que no cálculo, foram considerados os 15 operadores, uma vez que estes são os que contribuem directamente na produtividade da linha de montagem.

A eficiência obtida é aceitável, comprovando o equilíbrio da linha de montagem balanceada.

3.2.7.3.2 Balanceamento usando a *heurística RPW*

O balanceamento usando a heurística do RPW, é outra técnica de balanceamento que usa os pesos posicionais de cada tarefa.

O primeiro passo consiste em calcular o *RPW*, peso posicional, somando o tempo de uma dada tarefa aos tempos das tarefas subsequentes, respeitando o diagrama de precedências.

A figura abaixo mostra o resultado do *RPW* das diferentes tarefas a executar.

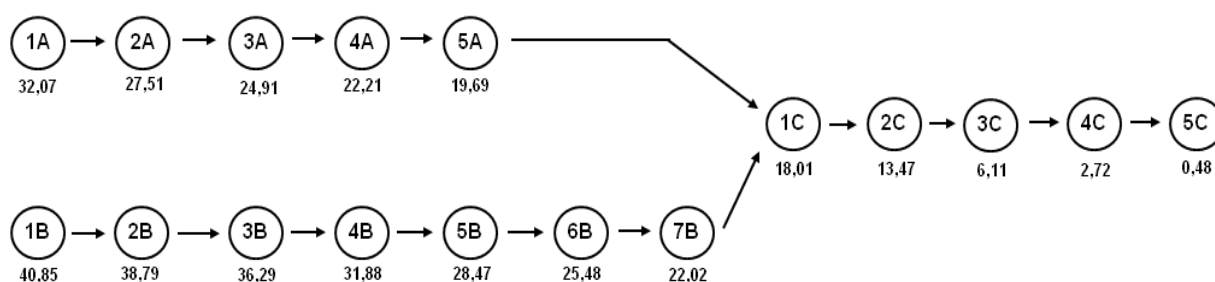


Figura 56 - Diagrama de precedências com *RPW*.

Nos anexos A encontra-se a tabela com o cálculo do *RPW*.

É necessário efectuar uma ordenação decrescente das tarefas de acordo com o respectivo *RPW*.

A tabela seguinte evidencia a ordenação realizada de acordo com cada RPW.

Tabela 11 - Ordenação decrescente das tarefas de acordo com o RPW.

Tarefas	RPW	Tempo operação (seg)
1B	40,85	2,06
2B	38,79	2,50
3B	36,29	4,41
1A	32,07	4,56
4B	31,88	3,41
5B	28,47	2,99
2A	27,51	2,60
6B	25,48	3,46
3A	24,91	2,71
4A	22,21	2,51
7B	22,02	4,01
5A	19,69	1,68
1C	18,01	4,55
2C	13,47	7,36
3C	6,11	3,39
4C	2,72	2,24
5C	0,48	0,48

O próximo passo, consiste na afectação das tarefas aos postos de trabalho, pela ordem decrescente de RPW, tendo em conta o *takt-time* estabelecido de 4,98 segundos/peça.

A tabela seguinte evidencia, as fases de balanceamento.

Tabela 12 - Balanceamento usando a heurística do RPW

Balanceamento com a heurística do RPW				
Posto	Tarefas	Número de operadores	Tempo operação	Folga
1	1B, 2B	1	4,56	0,43
2	3B	1	4,41	0,58
3	1A	1	4,56	0,42
4	4B	1	3,41	1,57
5	5B	1	2,99	1,99
6	2A	1	2,60	2,39
7	6B	1	3,46	1,52
8	3A	1	2,71	2,28
9	4A	1	2,51	2,47
10	7B	1	4,01	0,97
11	5A	1	1,68	3,31
12	1C	1	4,55	0,44
13	2C	2	3,68	1,31
14	3C	1	3,39	1,59
15	4C, 5C	1	2,72	2,27

Através da análise da tabela acima, é possível concluir que são necessários 16 operadores, ou seja, 16 postos de trabalho. Note-se ainda que na iteração número 13, a que corresponde a tarefa de verificação, são necessários 2 operadores para cumprirem os ciclos propostos e com isto existe uma alteração no somatório do tempo de operações reduzindo para 51,22 segundos/peça.

3.2.7.3.2.1 Layout

A figura 57, evidencia a distribuição dos operadores nos diferentes postos de trabalho, bem como a seqüência de operações.

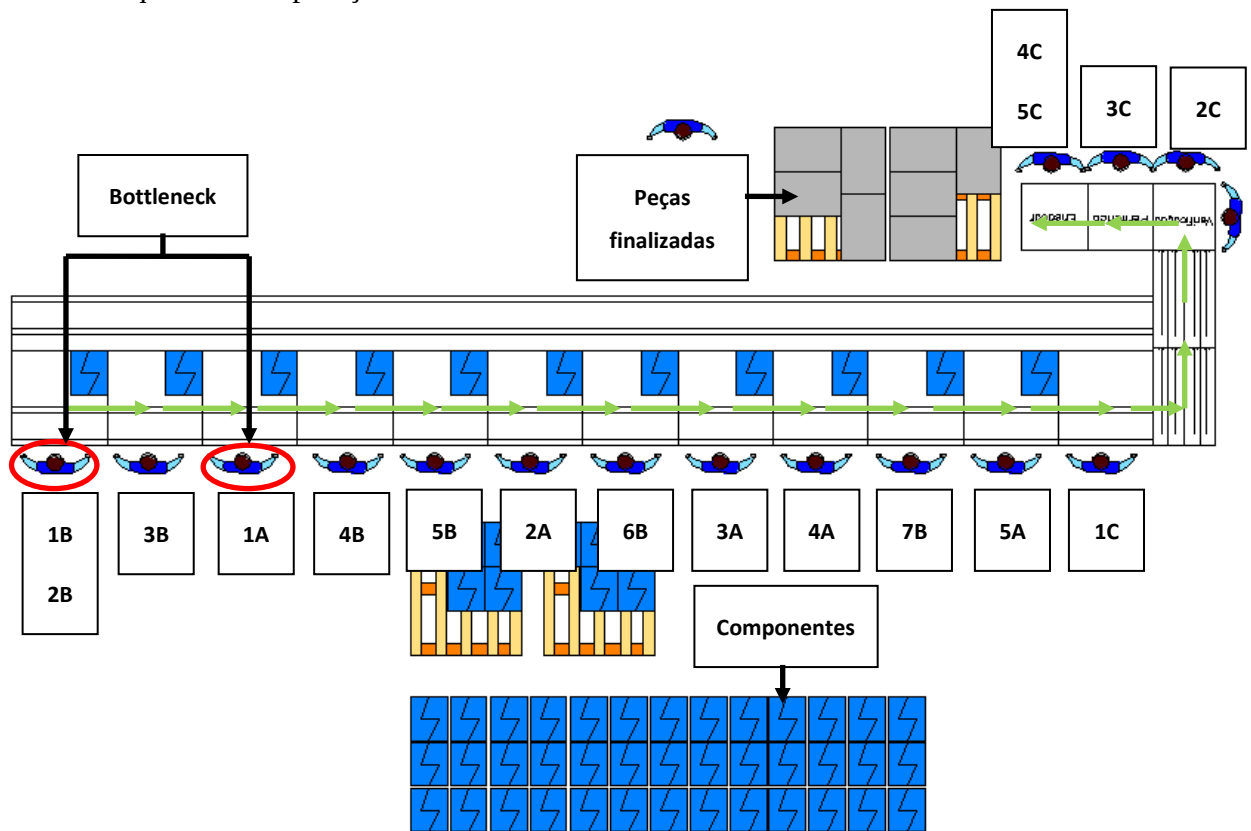


Figura 57 - Layout usando a heurística do RPW.

De reparar que existe, para além dos 16 operadores, mais 1 operador responsável pelo abastecimento logístico nos diversos postos de trabalho, totalizando 17 operadores envolvidos no funcionamento da linha.

É no primeiro e no terceiro postos de trabalho que se encontram o *bottleneck* da linha de montagem. Deste modo, o tempo de ciclo da linha, é o tempo de operação desses postos de trabalho, que é de 4,56 segundos/peça.

3.2.7.3.2.2 Resultados

O gráfico seguinte, evidencia a ocupação e a folga existente em cada posto de trabalho.

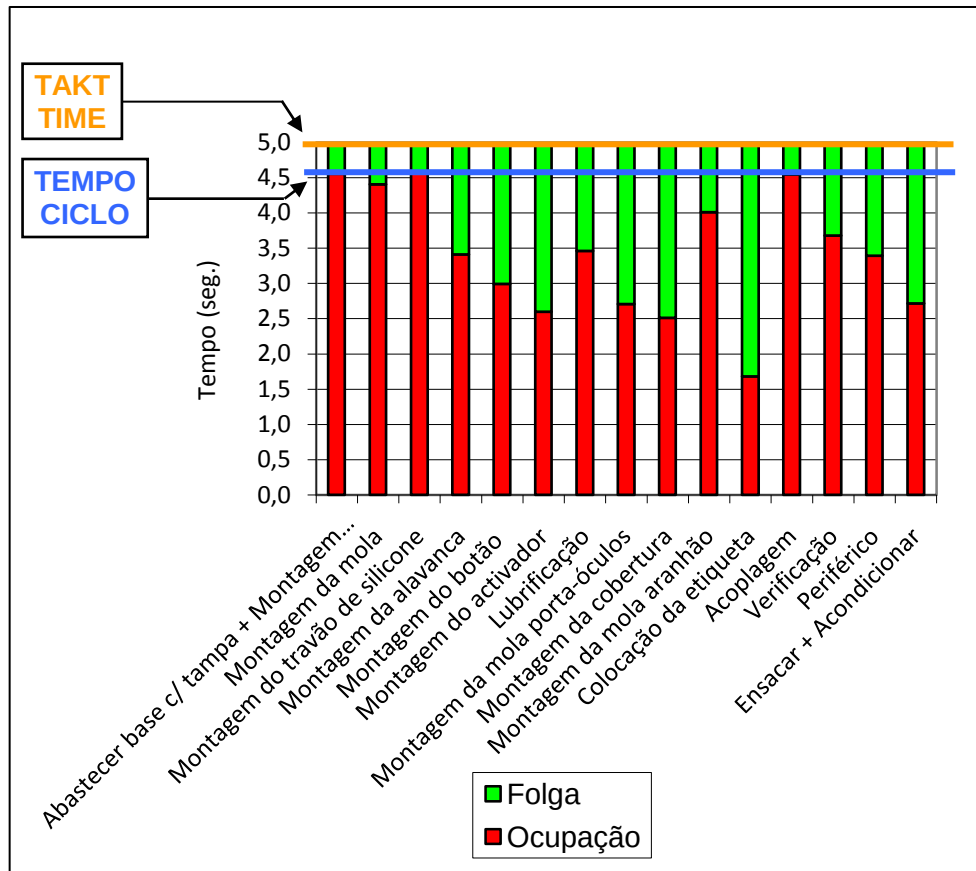


Figura 58 - Ocupação e folga usando a heurística do RPW.

A produção total horária:

$$PTH = \frac{\text{Tempo disponível horário}}{TC} = \frac{3600}{4,56} = 789 \text{ peças/hora}$$

E a produção total diária:

$$PTD = \frac{\text{Tempo disponível diário}}{TC} = \frac{25920}{4,56} = 5684 \text{ peças/dia}$$

A eficiência do balanceamento (ε_B) efectuado, usando a heurística RPW, é dada por:

$$\varepsilon_B = \frac{\sum \text{Tempo operações}}{N \times TC} = \frac{51,22}{16 \times 4,56} = 70\%$$

3.3 Comparação de resultados

A tabela 13, faz um resumo dos conceitos de montagem estudados.

Tabela 13 - Resumo dos conceitos de montagem estudados

Conceito	Tempo operação por peça (seg.)	Tempo de ciclo (seg.)	Produção		Operadores		Eficiência do balanceamento (%)
			Horária	Diária	Directos	Indirectos	
Montagem em postos individuais	58	4,80	745	5364	15	1	-
Balanceamento usando a <i>heurística da tarefa de maior duração</i>	51,22	4,66	773	5562	15	1	73
Balanceamento usando a <i>heurística RPW</i>	51,22	4,56	789	5684	16	1	70

Analisando a tabela acima verifica-se que, consegue-se obter um máximo de produção usando o balanceamento com a *heurística RPW*, obtendo-se um total de 5684 peças/dia. Já com a montagem em postos individuais consegue-se apenas 5364 peças/dia.

Usando o balanceamento com a *heurística da tarefa mais longa*, obtém-se 5562 peças/dia. Embora a procura do cliente seja de 5200 peças/dia, a diferença de peças serve para se ter uma margem de manobra para eventuais oscilações de pedidos por parte do cliente.

Com o mesmo número de operadores de montagem em postos individuais, a linha de montagem usando a *heurística da tarefa de maior duração*, consegue por um lado, satisfazer o pedido do cliente e por outro, o pedido dos responsáveis da Simoldes Plásticos em implementar uma linha de montagem da consola porta-óculos.

3.4 Implementação

Foi implementado na linha de montagem o balanceamento realizado através da heurística da tarefa de maior duração.

Embora o estudo realizado apontasse para a necessidade de existirem 15 operadores directos, na realidade apenas se conseguiu disponibilizar 13 operadores directos, devido à necessidade de utilização dos mesmos noutras operações fabris.

Os resultados recolhidos foram devidamente tratados e analisados, de modo a evidenciar a evolução, em termos produtivos, durante 3 semanas.

Antes de mais, é necessário ter em conta, a noção de certos termos:

- Objectivo proposto, está de acordo com o *takt-time*, 5200 peças/dia;
- Objectivo real, tem em consideração as paragens efectuadas;
- Produção total, é a soma das peças OK com as peças N/OK;
- Produção OK, é o número de peças sem defeitos;
- Produção N/OK, é o número de peças com problemas de qualidade e/ou, pelo menos, sem um dos acessórios, no momento em que chegam ao final da linha de montagem;

Neste caso, as peças nesse estado, necessitam de serem re-trabalhadas na estação de trabalho representada abaixo.



Figura 59 - Estação de re-trabalhos.

- Eficiência, é a razão entre a *Produção OK* e o *Objectivo real*.

A tabela 14, evidencia os resultados obtidos:

Tabela 14 - Resultados da evolução semanal

	Semana 11	Semana 12	Semana 13
Objectivo proposto	26000	26000	26000
Objectivo real	25200	24960	24600
Produção total	17923	18274	18408
Produção OK	11010	13589	15370
Produção N/OK	6913	4685	3038
Eficiência (%)	44	55	61

Abaixo encontram-se representadas as devidas curvas com os resultados das produções.

O seguinte gráfico evidencia a evolução da produção semanal entre peças boas e peças defeituosas.

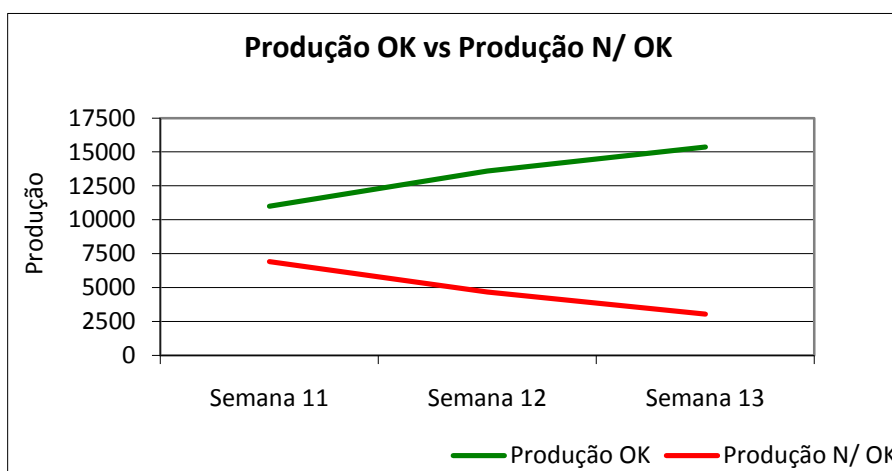


Figura 60 - Produção OK e N/ OK semanal.

A figura 61, corresponde ao gráfico que mostra a evolução da produção total semanal.

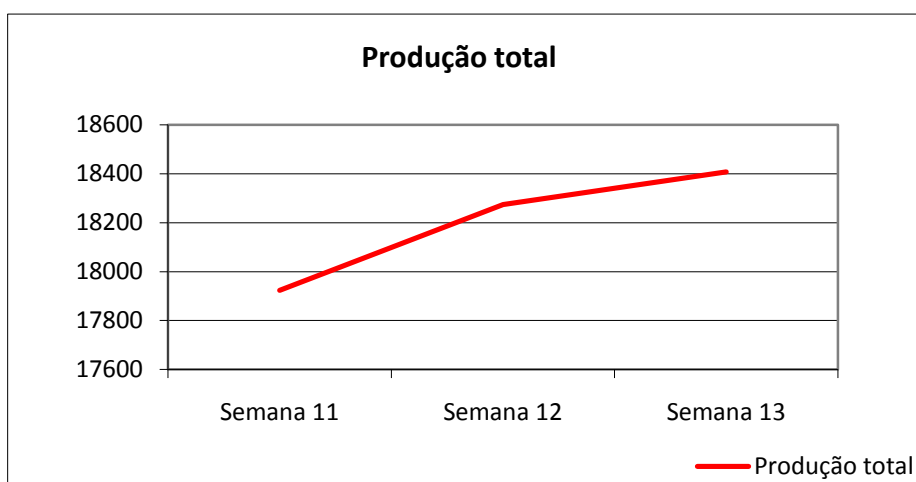


Figura 61 - Produção total semanal.

O seguinte gráfico mostra a curva da eficiência obtida.

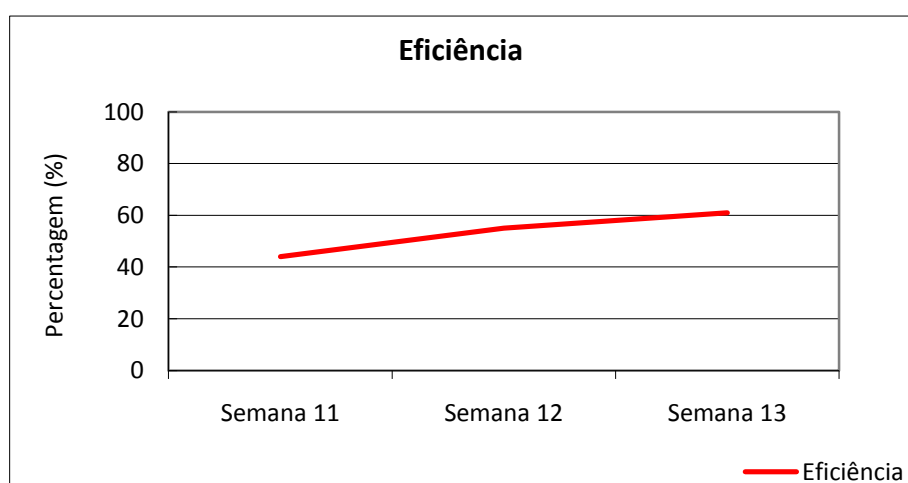


Figura 62 - Eficiência semanal.

Através dos resultados demonstrados acima verifica-se que a produção total semanal ficou um pouco aquém daquilo que se pretendia alcançar (objectivo proposto), as conclusões apontadas foram as seguintes:

- Número de operadores projectados para a linha de montagem ser inferior ao número de operadores utilizados, sendo esta a principal razão para os resultados evidenciados.
- Problemas a nível mecânico da linha de montagem, nomeadamente no retorno das bases à posição inicial.
- Inadaptação dos operadores a este tipo de conceito de montagem.

Embora a produção total semanal não tenha alcançado os objectivos propostos e o número inicial da produção N/OK ser elevada é de realçar a evolução positiva dos resultados semana-após-semana, nomeadamente na diminuição do número de peças produzidas N/OK, aumentando automaticamente a eficiência do processo, sendo um facto positivo, já que não existe necessidade de re-trabalhos, eliminando-se progressivamente o desperdício por defeitos, já falado atrás.

A evolução positiva dos resultados, deveu-se fundamentalmente à:

- Diminuição dos problemas mecânicos da linha de montagem, nomeadamente na chegada das bases ao ascensor.
- Progressiva adaptação dos operadores ao conceito implementado.
- Persistência do pessoal responsável, tendo em vista a meta proposta.

Eventualmente, novas melhorias poderiam ser implementadas:

- Diminuir a altura da linha ou colocar estrados em cada posto;
- Aumentar o comprimento da linha para haver maior espaço entre operadores;
- Diminuir o atrito de deslizamento das bases;
- Diminuir o peso das bases;
- Melhorar a saída das bases do posto de trabalho, acoplagem, para a rampa de descida;

Através deste cenário e com o conjunto de restrições, já mencionadas atrás, os resultados obtidos são muito positivos e encorajadores.

3.5 Discussão

As vantagens da *montagem em postos individuais* comparativamente com a *montagem em linha* são:

- Maior diversidade de movimentos na execução das tarefas;
- Maior controlo de produção individual;
- Maior facilidade de montagem quando existem peças de diferentes referencias;
- Maior ajuste do pedido do cliente;
- Redução do número de movimentações;
- Menor probabilidade no surgimento de problemas relacionados com qualidade;

As vantagens da *montagem em linha* relativamente à *montagem em postos individuais* são:

- Menor área implementação, devido ao seu layout;
- Operações muito simplificadas, que permitem a utilização de mão-de-obra pouco qualificada;
- Menor período de adaptação dos operadores;
- Eliminação do *stock* intermédio.

Existe, contudo, uma grande desvantagem através da *montagem em linha*:

- Efeitos colaterais em termos de aborrecimento dos operários e absentismo (tendência para a mudança de emprego).

4 Kaizen

4.1 Filosofia Kaizen

O melhoramento produtivo de uma empresa não é uma tarefa fácil, nem rápida, na verdade deve ser encarada como um processo cíclico e permanente. Desta forma, a empresa deve inicialmente ter um profundo conhecimento dos seus próprios processos, para posteriormente adoptar as ferramentas adequadas na busca das melhorias necessárias, dentre as quais, destaca-se o *Kaizen*.

Kaizen significa “mudar melhor”.



Figura 63 - Significado Kaizen.

A filosofia *Kaizen* está baseada na eliminação dos desperdícios tendo em conta o bom senso, no uso de soluções económicas em que apoiem a motivação e a criatividade dos colaboradores, para melhorar a prática dos seus processos de trabalho, com foco na melhoria contínua.

Os objectivos do *Kaizen* visam a diminuição ou o aumento das seguintes variáveis.

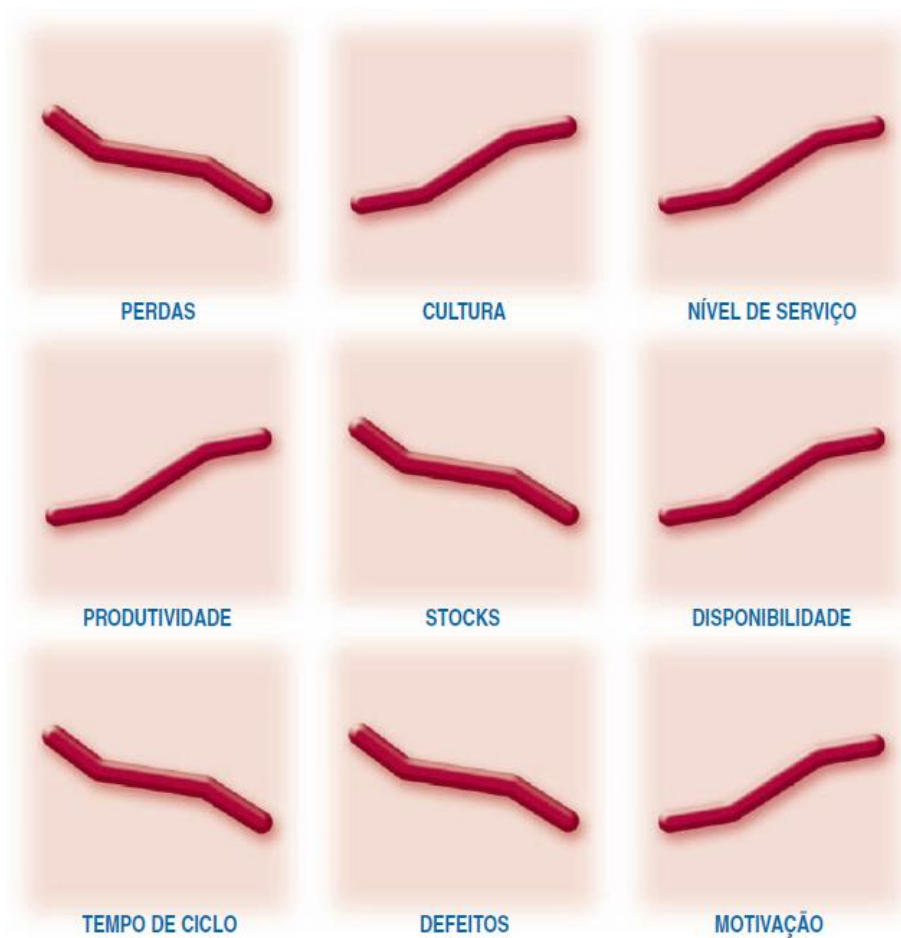


Figura 64 - Objectivos do *Kaizen*.

Esta ferramenta baseia-se em três pontos-chave: qualidade, custo e entrega dos produtos, visando constantemente torná-los melhores ao menor preço.

Assim, uma empresa que empregue a redução dos desperdícios utilizando o *Kaizen* atacará as actividades que podem ser descartadas, o que implicará a eliminação das actividades desnecessárias e a melhoria advinda poderá gerar resultados financeiros, no prazo de entrega, na qualidade do produto e no processo.

O evento *Kaizen* é efectuado através de uma equipa com colaboradores de diferentes áreas na empresa em que ocupam diferentes cargos, desde a administração até aos funcionários, para realizar um trabalho direccionado num determinado objectivo.

Os eventos *Kaizen*, actualmente, tornam-se muito importantes, senão veja-se a seguinte tabela.

Tabela 15 - Relação qualidade/custo.

Alternativas	Impacto	
	Qualidade	Custo
Operar mais tempo (horas extras)	Diminui	Aumenta
Aumentar o número de operadores	Diminui	Aumenta
Melhorar o equipamento	Aumenta	Aumenta
Eliminar os <i>desperdícios</i> dos processos	Aumenta	Diminui

Tendo em conta a política adoptada durante este presente período por parte da Simoldes Plásticos, em efectuar uma contenção de custos, através da análise da tabela 15, verifica-se que o caminho a adoptar passa pela eliminação dos desperdícios existentes nos processos (os 7 desperdícios), através do qual, se consegue melhorar a qualidade dos produtos, e ao mesmo tempo diminuir o custo de produção, sendo os eventos *Kaizen* apropriados para este tipo de alternativa.

4.1.1 Padronização

A padronização é uma técnica que visa reduzir a variabilidade dos processos de fabrico sem prejudicar a sua flexibilidade. Destina-se a definir os produtos (com base na necessidade dos clientes), os métodos para produzir estes produtos, as maneiras de testar as conformidades de tais produtos e que os mesmos atendem às necessidades dos clientes, da maneira mais simples, ao menor custo e com menor variação possível.

A padronização cria uma base sobre a qual podem ser aplicadas outras técnicas mais elaboradas, como o *Kaizen*. A padronização é fundamental para a busca da qualidade, pois é através dela que se consegue a previsibilidade e a manutenção dos resultados.

Deste modo, para se poder realizar um evento *Kaizen* é necessário que os operadores cumpram o que está descrito na gama de fabrico, ou seja, é necessário que exista um padrão das tarefas de trabalho a realizar. Na gama de fabrico, encontram-se descritas o sequenciamento das tarefas a realizar.

Nos anexos C é possível visualizar a gama de fabrico do posto de trabalho que será alvo de estudo.

4.2 Conceito da linha C4

A ferramenta *Kaizen* foi aplicada a certos postos de trabalho existentes na linha C4, mas só será apresentado neste presente relatório apenas um desses casos.

Uma boa parte das peças, produzidas na Simoldes Plásticos, necessitam de uma montagem posterior de acessórios, logo a seguir à fase de injeção e tendo em vista a melhoria dos processos produtivos e a sua rentabilização estes podem ser montados à saída da própria máquina de injeção ou na linha de montagem C4.

A análise do processo produtivo é feita molde a molde e está sujeita a três condições, para que se efectue a montagem de acessórios à saída da máquina de injeção, usando postos individuais ou numa linha de montagem:

- Ocupação da máquina de injeção;
- Número de operadores na máquina de injeção;
- Tempo de setup da máquina de injeção.

A linha C4 é constituída por um conjunto de máquinas de montagem, designadas de periféricos, onde se procede à montagem individual de componentes em peças.



Figura 65 - Visão geral da linha C4.

Os critérios de selecção foram definidos pela empresa com base na experiência obtida (know-how interno) e consoante as necessidades encontradas.

A tabela 16, abaixo resume a selecção dos critérios.

Tabela 16 - Critérios de selecção dos processos

Taxa de ocupação mensal	MOD (número de mão obra directa)	Tempo preparação do posto de trabalho	Processo	Critério
> 40% (> 8 dias /mês)	-	-	Montagem na máquina de injeção	C1
≤ 40% (≤ 8 dias/mês)	≤ 1	≤ Tempo de mudança do molde		C2
		> Tempo de mudança do molde	Montagem fora da máquina de injeção	C3
	> 1	-		C4

A rentabilização do processo produtivo, tem como finalidade:

- Melhoramento da performance do processo de injeção;
- Estabilização e melhoramento no controlo das montagens;
- Diminuição de horas extras (mais 25% subsídio de turno);
- Aumento da rentabilidade dos projectos.

4.3 Metodologia Kaizen

A ferramenta *Kaizen* engloba o conceito do Método das Melhorias, mais conhecido por ciclo PDCA. As letras que formam o nome do método PDCA, significam no idioma de origem: *PLAN*, *DO*, *CHECK*, *ACT*, o que significa, *PLANEAR*, *EXECUTAR*, *VERIFICAR*, *ACTUAR*.

O PDCA é um método de gestão dos processos, como o caminho para se atingirem os objectivos propostos.

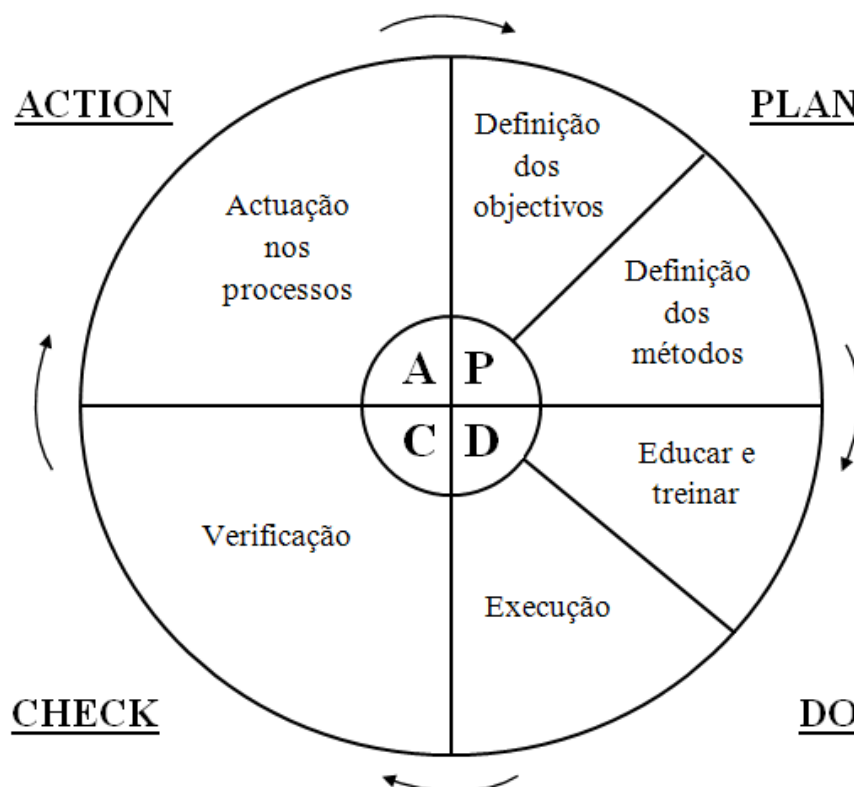


Figura 66 - Ciclo PDCA.

O ciclo PDCA é projectado para ser usado como um sistema dinâmico. A conclusão de uma volta do ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente. Seguindo o espírito da melhoria contínua, o processo sempre pode ser reanalisado e um novo processo de mudança poderá ser iniciado.

A aplicação contínua do ciclo PDCA, permite um real aproveitamento dos processos gerados na empresa, visando a redução de custos e o aumento da produtividade.

4.3.1 PLAN

O primeiro módulo do ciclo PDCA é expresso pela letra P (*PLANEAR*). Este módulo é considerado como o mais importante, por ser o início do ciclo, desencadeando todo o processo referente ao ciclo PDCA, fazendo a estipulação dos objectivos e então, determinar programas e procedimentos para o alcance desses objectivos.

Para que o actual módulo possa atender a todas as premissas expostas com relação à importância do planeamento dentro do contexto do ciclo PDCA, o mesmo é subdividido em cinco etapas, as quais são descritas a seguir:

- Localização do problema (4.3.1.1);
- Definição do objectivo (4.3.1.2);
- Análise do processo (4.3.1.3);
- Análise dos desperdícios (4.3.1.4);
- Elaboração do plano de acções (4.3.1.5).

4.3.1.1 Localização do problema

O primeiro posto de trabalho a ser tratado na linha de montagem C4, foi o Jupe 77, peça cujo cliente é a RENAULT.



Figura 67 - Peça Jupe 77.

O periférico que procedia à montagem dos quatro agrames na peça Jupe 77 é o apresentado em baixo.



Figura 68 - Periférico da peça Jupe 77.

4.3.1.2 Definição do objectivo

Na primeira reunião de *Kaizen*, foram definidos os objectivos, criada equipa e indicada a data de início do evento. A seguinte imagem evidencia isso mesmo.

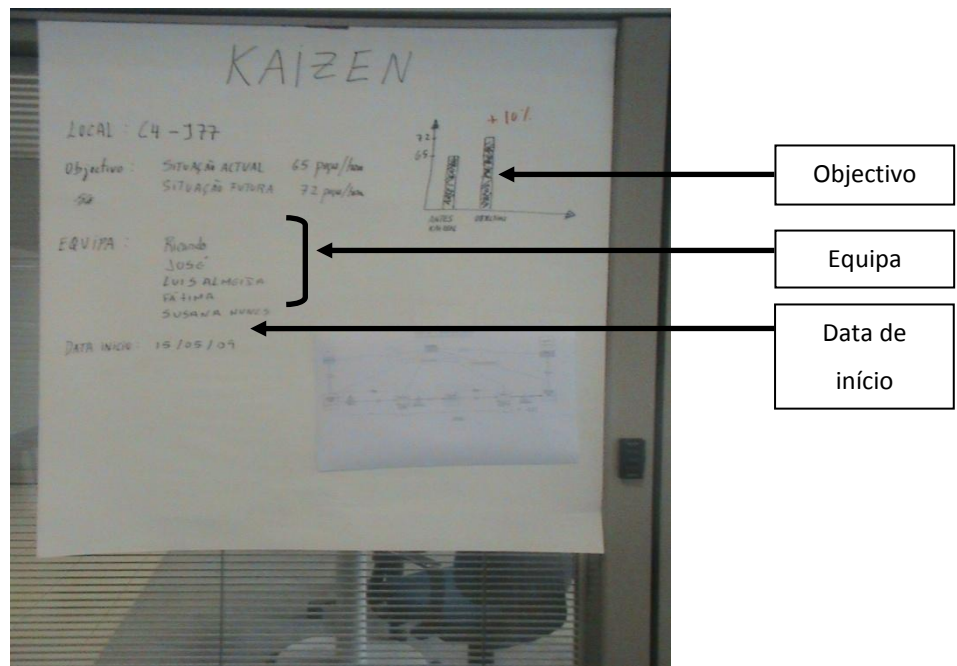


Figura 69 - Evento Kaizen: Definição dos objectivos e criação da equipa.

Através do estado actual, produziam-se 65 peças/hora e o objectivo definido foi de aumentar a produção para 72 peças/hora. Um aumento de produtividade na ordem dos 10 %, foi estabelecido como prioridade.

O seguinte gráfico evidencia o aumento produtivo estabelecido.

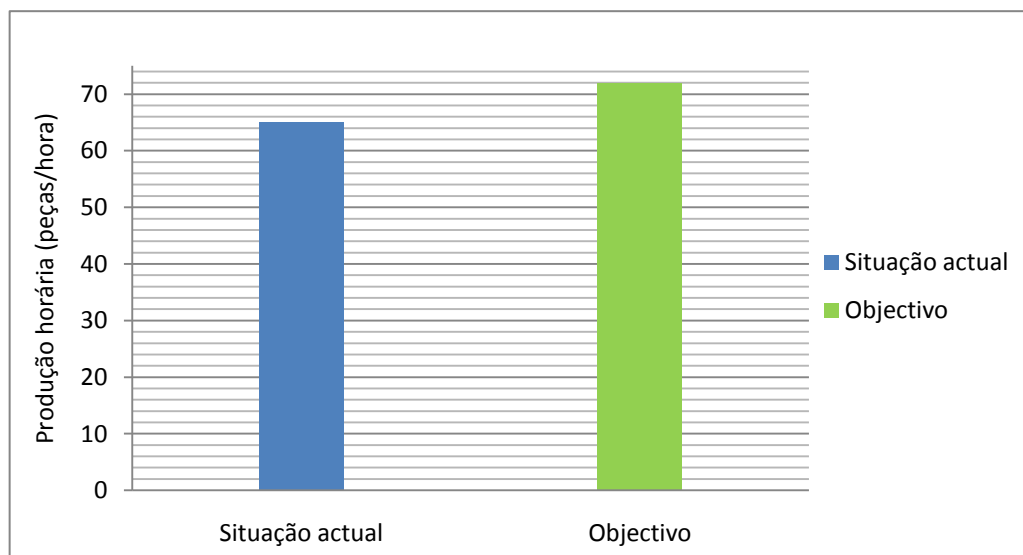


Figura 70 - Situação actual e objectivo do Kaizen.

4.3.1.3 Análise do processo

Esta parte, do presente módulo, irá tratar exclusivamente da análise do posto de trabalho em causa. Ou seja, irá descobrir todas as características do problema em questão por meio da colecta de dados.

A descoberta das características do problema por meio da colecta de dados inicia-se com a observação do posto de trabalho, em vários pontos

Assim, recorreu-se à visualização e posterior análise por intermédio de um vídeo de gravação da situação actual do posto de trabalho em causa.

Procedeu-se à identificação das diversas operações no ciclo de montagem da peça Jupe 77.

A figura 71, prova isso mesmo.

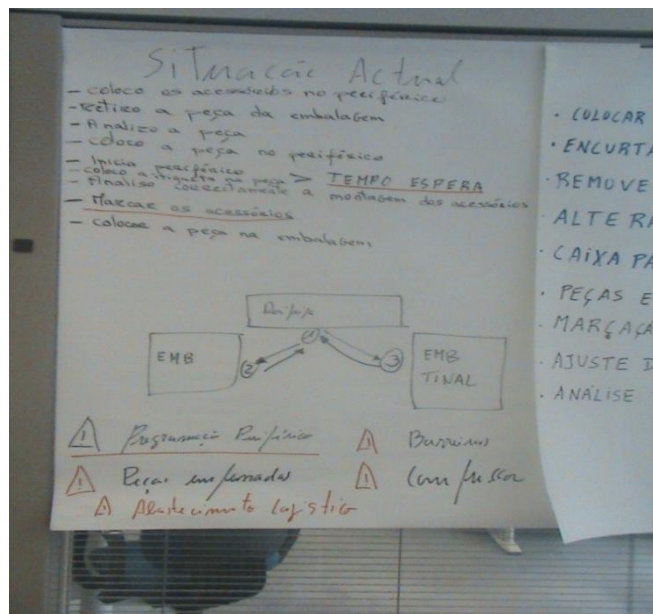


Figura 71 - Evento Kaizen: Definição das tarefas de montagem.

As operações que constituem o ciclo de montagem são as descritas em baixo.

- Abastecimento com agraes no periférico;
- Retirar peça da embalagem da injeção;
- Colocar peça no periférico;
- Ciclo do periférico;
- Retirar peça do periférico e colagem da etiqueta;
- Inspeção manual da boa colocação dos agraes na peça;
- Marcação dos agraes com o marcador;
- Acondicionamento da peça na embalagem de produto final.

Posteriormente, procedeu-se ao levantamento dos tempos de cada tarefa que constituem o ciclo de montagem do Jupe 77 e à análise do que é valor acrescentado e valor não acrescentado, de acordo com os 7 desperdícios, já falados. Relembrando, as operações que são consideradas de valor acrescentado são aquelas em que o cliente paga, sendo todas as outras de valor não acrescentado, ou seja, desperdício.

Tabela 17 - Tarefas de montagem da peça Jupe 77.

Tarefas	Tempo (seg)	Valor Acrescentado	Valor não Acrescentado
Abastecimento com agrafes no periférico	7	x	
Retirar peça da embalagem de injeção	3		x
Colocar peça no periférico	3	x	
Ciclo do periférico	9	x	
Retirar peça do periférico e colagem da etiqueta	3	x	
Inspecção manual da boa colocação dos agrafes na peça	4		x
Marcação dos agrafes com o marcador	3	x	
Acondicionamento da peça na embalagem de produto final	4		x

De notar, embora existam tarefas que são de valor não acrescentado, estas são consideradas de valor acrescentado, uma vez que contribuem directamente para a execução de uma tarefa de valor acrescentado.

Por exemplo, o cliente não paga para colocar a peça no periférico, mas esta tarefa é necessária para a tarefa imediatamente a seguir (ciclo do periférico) ser realizada, em que o cliente paga para a colocação dos agrafes na peça.

No total das operações o tempo foi de 36 segundos, isto tendo em conta um ciclo sem perturbações logísticas. Em cada hora de produção, consome-se em média 20 minutos a efectuar o reabastecimento dos agrafes no suporte do periférico e na troca de embalagens.

4.3.1.3.1 Layout

A figura abaixo evidencia o layout com todas as movimentações efectuadas pelo operador no posto de trabalho em causa.

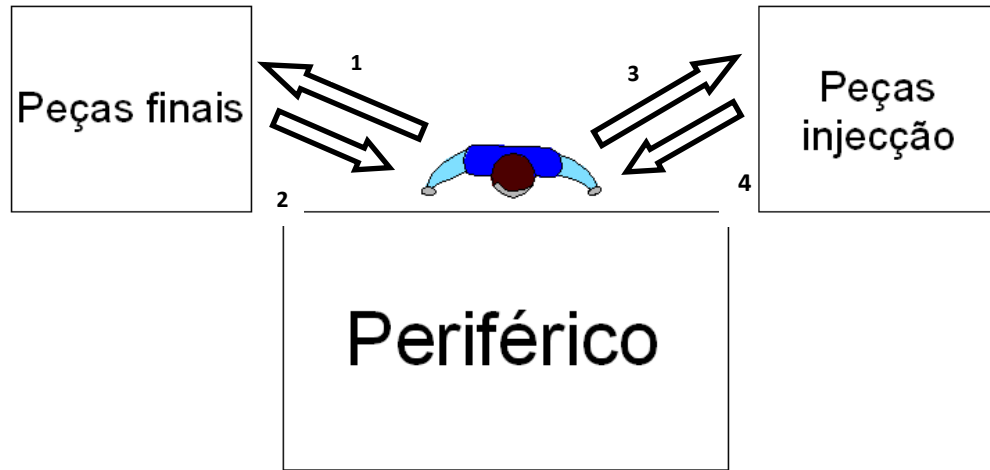


Figura 72 - Layout do posto de trabalho: Jupe 77.

Assim nas seguintes etapas, o operador:

1. Retira a peça do periférico, coloca a etiqueta, verifica, marca e acondiciona na embalagem de produto final;
2. Abastece o periférico com os agraferes;
3. Dirige-se para a embalagem das peças chegadas da injeção;
4. Coloca a peça no periférico e inicia o seu ciclo.

4.3.1.4 Análise dos *desperdícios*

As acções dos eventos *Kaizen* envolveram dois aspectos, a eliminação dos desperdícios em todas as tarefas de acordo com o *Sistema Toyota de Produção* e a ergonomia do posto de trabalho.

4.3.1.4.1 Discussão dos *desperdícios*

Neste ponto é fundamental ter uma noção dos 7 desperdícios existentes nos processos de fabrico, conforme já referido na parte da introdução deste presente relatório.

Através da análise da tabela 17, é possível visualizar que o maior dos tempos de operação corresponde ao ciclo do periférico. Significa isto, que o operador responsável pelo periférico, terá que aguardar nove segundos para poder avançar para a próxima operação de montagem, sendo isto considerado desperdício por espera.

Uma medida adoptada, consistiu na minimização deste tipo de desperdício, já que este não pode ser eliminado. Deste modo, o programa do autómato que controla o ciclo do periférico na tarefa de aperto dos agraphes foi revisto, na tentativa de encontrar acções que pudessem ser eliminadas, resultando numa diminuição do tempo de ciclo do periférico, reflectindo-se numa diminuição do tempo de espera por parte do operador.

De reparar, que a partir do layout e observando as movimentações do operador, nota-se que existe o desperdício por movimentação. Foram analisados todos estes quatro movimentos realizados por ciclo mas, não foi possível alterar ou remover qualquer um deles, já que o processo requiritava os mesmos.

Outro desperdício observado foi na fase da inspecção manual da boa colocação dos agraphes, sendo considerado desperdício de sobre-processamento. Mas, tendo em vista a garantia da qualidade de peças boas foi necessário permanecer com esta operação.

4.3.1.4.2 Discussão de aspectos ergonómicos

Os aspectos ergonómicos do posto de trabalho também foram considerados no evento *Kaizen*, pois toda a equipa apercebeu-se das deficiências e potenciais melhorias a nível da utilização do periférico.

A Ergonomia diz respeito às características humanas anatómicas e biomecânicas que se relacionam com a actividade física. Os tópicos incluem posturas de trabalho, manipulação de materiais, movimentos repetitivos, lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho, layout do posto de trabalho, segurança e saúde. A Ergonomia pode ser aplicada nas mais variadas situações, nomeadamente, para melhorar significativamente a eficiência, produtividade, segurança e saúde dos postos de trabalho.

De realçar é a exagerada distância entre o local do operador e o local onde as peças são colocadas no periférico, podendo ao fim de inúmeros ciclos gerar no operador lesões na zona das costas.

A figura 73, evidencia isso mesmo.

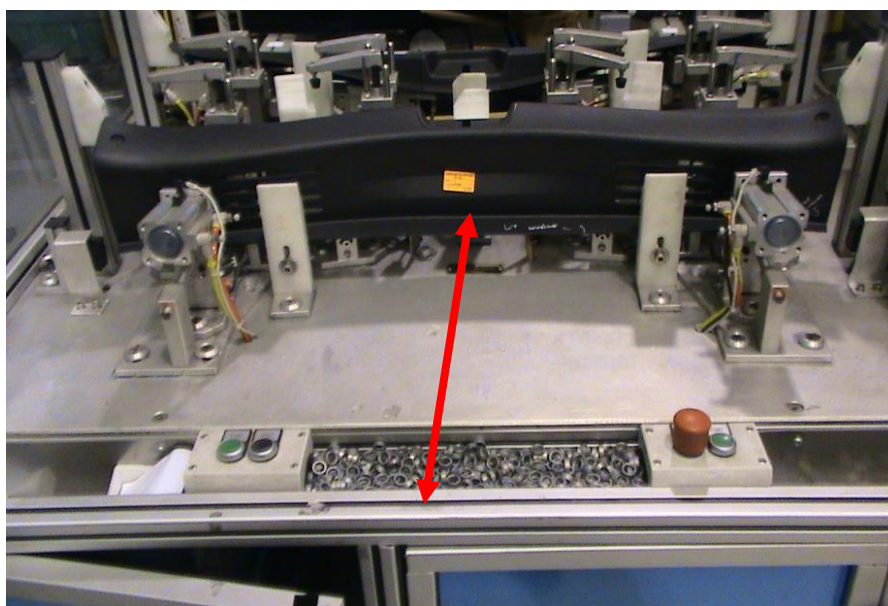


Figura 73 - Falta de ergonomia no posto de trabalho.

Uma possível solução para minimizar ou eliminar o desconforto sentido pelo operador será encurtar a estrutura, ou seja diminuir a distância indicada pela seta a vermelho na figura acima.

4.3.1.5 Plano de acções

Analizadas as acções pertinentes e as suas respectivas causas, deve-se então elaborar o plano de acções.

O plano de acções apresenta-se como o produto de todo o processo referente à etapa *PLAN* do ciclo PDCA. O plano engloba com detalhe todas as acções que deverão ser tomadas para se atingir a meta proposta inicialmente.

O objectivo do plano de acções, consiste em tornar operacional a implantação das metas no processo de produção de maneira que se tenha elevada probabilidade de sucesso.

Todas as análises e observações, descritas no ponto anterior, desencadearam o seguinte plano de acções.

Tabela 18 - Plano de acções.

 GRUPO SIMOLDES PLÁSTICOS PLANO DE ACÇÕES GANQ ☐ RECLAMAÇÕES ☒ Auditoria interna Realizado por: Ricardo Costa Data: 16-Jun-09 Data 1ª realização: ____/____/____ Realização n.º: ____ 1 2 3 4 			
Acção	Responsável	Data prevista fecho	Data fecho
Análise da programação do ciclo do periférico	João Amorim / Ricardo Costa	-	5 Junho
Encurtar a estrutura	Ricardo Costa	-	26 Junho
Alteração das barreiras sensores	Ricardo Costa	-	26 Junho
Criação de uma caixa para colocar os agraphes	Ricardo Costa	-	26 Junho
Análise e tentativa de eliminação da tarefa “marcação dos agraphes com o marcador”	João Amorim	-	17 Julho
Remoção de uma betoneira	Ricardo Costa	-	26 Junho

4.3.2 DO

A etapa posterior à etapa PLAN, é definida como DO. Nesta, todas as metas e objectivos traçados na etapa anterior, e devidamente formalizados num plano de acções, deverão ser postos em prática, de acordo com a disponibilidade na empresa.

A etapa DO permite que o plano de acções seja praticado de forma gradual, organizado e numa escala estrutural, permitindo maior eficácia das medidas a serem adoptadas.

Deste modo, foram executadas todas as acções descritas no respectivo plano de acções.

A acção que teve maior impacto foi a redução do tempo do ciclo do periférico, onde se obteve um ganho de 5 segundos. Assim, o tempo de ciclo necessário para realizar a montagem de uma peça passou para 31 segundos.

A seguinte expressão permite calcular a produção horária:

$$\text{Produção horária} = \frac{\text{Tempo disponível horário} - \text{Tempo de mov. logísticas}}{TC}$$

Substituindo os respectivos valores:

$$\text{Produção horária} = \frac{3600 - 1200}{31} = 77 \text{ peças/hora}$$

Os aspectos ergonómicos descritos no plano de acções, em relação ao periférico em causa, também foram alterados. A seguinte imagem evidencia a modificação desses mesmos aspectos.



Figura 74 - Periférico após Kaizen.

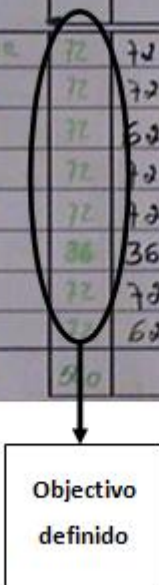
4.3.3 CHECK

O terceiro módulo do ciclo PDCA é definido como a fase de verificação das acções executadas na etapa anterior (DO). Esta fase irá basear-se nos resultados das acções da fase de planeamento, e devido a este facto, todas as acções deverão ser monitorizadas e formalizadas adequadamente na fase DO, para que a verificação dos resultados na fase em questão possa ser realizada da maneira mais eficaz possível.

Embora haja potencial para um aumento produtivo superior ao objectivo estabelecido apenas e numa primeira fase de implementação se irá definir como objectivo e prioridade a produção de 72 peças/hora.

A seguinte imagem é prova dessa mesma implementação ao posto de trabalho em estudo.

Hora	Molde / Design.	Obj.	Real	Rej.	Obs. / Causa	Simoldes
00/01	-					Maq.
01/02	-					Ciclo T. =
02/03	-					Ciclo R. =
03/04	-					T. Estuf. =
04/05	-					Apar. 1 =
05/06	-					Apar. 2 =
06/07	-					Hora: /
07/08	-					Resp. /
Totais					Rend. = %	PPM=
08/09	62 v. 24 p. 42	72	72	0	Ac: 8h	
09/10	-	72	72	0		Ciclo T. =
10/11	-	72	62	0	W.C	Ciclo R. =
11/12	-	72	72	0		T. Estuf. =
12/13	-	72	72	0		Apar. 1 =
13/14	-	36	36	0	Almoço 30m.	Apar. 2 =
14/15	-	72	72	0		Hora: /
15/16	-	72	62	0	W.C	Resp. /
Totais		50			Rend. = %	PPM=



Objectivo definido

Figura 75 - Tabela com definição do objectivo da produção horária.

4.3.4 ACT

O ciclo PDCA chega à sua fase final no módulo ACT. É nesta fase que se deflagra a necessidade de se iniciar um dos processos mais importantes, o processo de melhoria contínua. Tal processo pode ser executado, utilizando o Método de Melhorias PDCA. Assim que se atinge determinados resultados, estes deverão sofrer contínuas alterações, a fim de melhorá-los cada vez mais, evidenciando o processo de melhoria contínua. Deste modo, deve-se voltar à fase PLAN e alterar as metas já atingidas traçando novos desafios, procedimentos, etc.

4.4 Discussão de resultados

Antes do evento *Kaizen* a produção era de 65 peças/hora, mas após o evento *Kaizen* conseguiu-se chegar a 77 peças/hora, conseguindo-se um aumento produtivo em cerca de 16%, ou seja, um valor acima 6% ao valor definido como objectivo. Estes resultados são muito positivos.

O seguinte gráfico evidencia a comparação dos resultados.

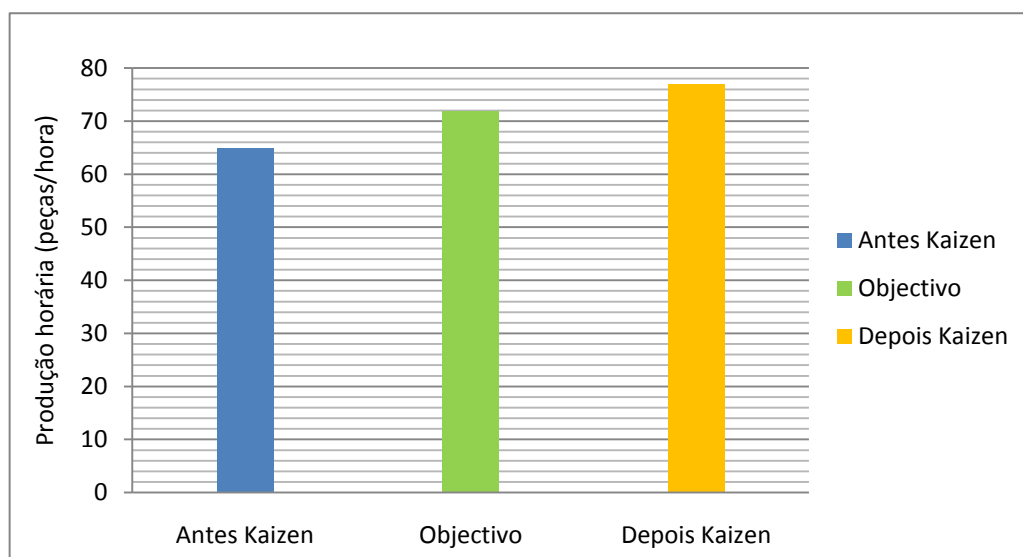


Figura 76 - Resultados: antes, objectivo e depois *Kaizen*.

A nível do periférico as modificações realizadas foram as seguintes.

Tabela 19 - Antes e depois *Kaizen*.

Antes Kaizen	Depois Kaizen
	

5 Conclusão

Tendo em conta o actual cenário industrial, as empresas deparam-se com um mercado cada vez mais competitivo em busca de produtos específicos. Como resultado, as empresas necessitam de sistemas, técnicas e ferramentas que as auxiliem nos processos produtivos com a finalidade de reduzir os custos de produção para se manterem no mercado. De notar, que a redução destes custos, deve ser realizada tendo em consideração a qualidade dos produtos.

O *Sistema Toyota de Produção* é um sistema desenvolvido com o intuito de identificar e eliminar as fontes de desperdícios nos processos produtivos, fazendo com que os clientes paguem também pelas perdas do processo.

De entre as ferramentas do *Sistema Toyota de Produção*, destaca-se o *Mapeamento do Fluxo de Valor*, ferramenta como sendo capaz de identificar todos os desperdícios existentes numa cadeia produtiva. O estudo do caso analisado, a consola porta-óculos, demonstrou o quanto eficaz é o *Mapeamento do Fluxo de Valor*, já que permitiu a redução de *stocks*, movimentações logísticas, *lead time* e tempo de produção.

O mapa do estado futuro foi desenhado apenas com as actividades que agregam valor ao produto final, eliminando assim, todos os desperdícios existentes no mapa do estado actual realizado anteriormente, nomeadamente através da implementação do conceito de linha de montagem, que conduziu à eliminação do *stock* intermédio existente no anterior conceito, montagem em postos individuais, entre a fase de montagem e a fase de verificação.

A implementação da ferramenta *Kaizen* a um posto de trabalho da linha C4, permitiu e conduziu a um ganho importante, a redução do tempo de ciclo, traduzindo-se na redução do desperdício por espera, um dos 7 desperdícios do *Sistema Toyota de Produção*. Pela análise dos resultados pode-se concluir que as ferramentas: *Mapeamento do Fluxo de Valor* e *Kaizen* são de extrema importância e amplamente aplicável à indústria automóvel, visando a melhoria contínua dos processos fabris, contribuindo para o aumento produtivo.

Deste modo, através das dificuldades encontradas hoje em dia, e face à crise mundial, principalmente no sector automóvel, a implementação de conceitos e ferramentas do *Sistema Toyota de Produção* torna-se de extrema importância tendo em vista a competitividade e a sobrevivência das empresas.

6 Desenvolvimento futuro

É de notar que o *Mapeamento do Fluxo de Valor* do estado futuro aqui descrito não deve ser encarado como o final de um trabalho, mas sim como o início de um processo de melhoria contínua que certamente vai desenvolver novos estados futuros, cada vez melhores e com menos desperdícios.

A futura implementação da ferramenta *Kaizen* a diversos postos de trabalho da linha C4, irá resultar numa profunda eliminação de desperdícios, traduzindo-se num aumento de produtividade.

7 Considerações finais

Com o estágio curricular realizado na Simoldes Plásticos, consegui adquirir novos conhecimentos ao nível da Gestão da Produção. Em particular, de métodos e ferramentas do *Sistema Toyota de Produção*, tais como o *Mapeamento do Fluxo de Valor* e o *Kaizen*.

Foi uma experiência extremamente enriquecedora, já que permitiu a aplicação prática destas ferramentas em diversos pontos da fábrica e com elas ultrapassar diversas dificuldades.

De notar, a importância dos estágios curriculares, já que estes permitem conviver e familiarizar com as mais diversas situações e problemas existentes na indústria.

Por último, gostaria de salientar o meu grau de autonomia na realização de todo o projecto.

8 Bibliografia

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção*. Editora Bookman, Porto Alegre, 1997.

ROTHER, M e HARRIS, R. *Criando Fluxo Contínuo*. Lean Institute, São Paulo, Janeiro de 2002.

ROTHER, M e SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar*. Lean Institute, São Paulo, Junho 2003

CHASE, R e JACOBS, F. *Administração da Produção e Operações*. Mc Graw Hill, 11ª edição, São Paulo, 2006.

GHINATO, P. *Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção*. In: ALMEIDA, A. T. & SOUZA, F. M. C. *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. Recife: Editora da UFPE, 2000.

LUZ, A.R.C., BUIAR, D.R. *Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma Ferramenta do Sistema de Produção Enxuta*. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.

WOMACK, J. P. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas (Lean Thinking): Elimine o Desperdício e Crie Riqueza*. São Paulo: Campus, 2004.

IMAI, M. *Kaizen: a Estratégia Para o Sucesso Competitivo*. Tradução Cecília Fagnani Lucca. 3ª edição. IMAM, 1990.

Anexos

Anexos A

Descrição das tarefas de montagem

Tabela 20 - Tarefas de montagem da consola porta-óculos.

Tarefa	Descrição
1A	Montagem do travão de silicone
2A	Montagem do activador
3A	Montagem da mola porta-óculos
4A	Montagem da cobertura
5A	Colagem da etiqueta
1B	Abastecimento da base com a tampa
2B	Montagem do tapete
3B	Montagem da mola
4B	Montagem da alavanca
5B	Montagem do botão
6B	Lubrificação
7B	Montagem da mola aranhão
1C	Acoplagem
2C	Verificação
3C	Periférico
4C	Ensacar
5C	Acondicionar

Cronometragens das tarefas de montagem da consola porta-óculos

Tabela 21 - Cronometragens das tarefas da consola porta-óculos.

Cronometragens efectuadas											
Tarefa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
1A	8,72	11,41	10,86	7,56	9,81	9,33	9,06	8,50	9,28	6,72	4,56
2A	6,22	6,44	6,71	6,25	4,45	2,67	5,95	4,61	4,03	4,59	2,60
3A	5,75	5,34	7,16	5,72	4,19	7,51	4,09	5,59	3,33	5,42	2,71
4A	6,45	7,21	3,45	3,99	5,95	4,55	4,87	5,05	6,20	2,55	2,51
5A	3,56	2,45	5,32	4,21	3,21	2,12	4,21	3,45	2,21	2,85	1,68
1B	6,32	4,45	4,32	4,21	4,61	4,32	4,02	3,16	3,23	2,54	2,06
2B	5,21	6,45	4,56	4,32	3,21	5,56	3,89	5,78	5,87	5,10	2,50
3B	7,98	7,56	8,87	9,11	10,56	7,35	11,32	9,45	7,89	8,01	4,41
4B	4,56	6,87	6,56	5,56	6,87	7,56	9,54	5,10	7,71	7,87	3,41
5B	5,87	5,56	3,98	7,87	6,89	4,91	6,87	6,54	5,93	5,40	2,99
6B	8,84	7,87	5,78	6,89	8,87	6,50	5,21	7,02	6,03	6,20	3,46
7B	8,87	10,23	5,89	7,85	6,87	9,84	8,02	8,01	8,04	6,58	4,01
1C	11,23	8,45	7,87	10,36	9,87	7,87	9,09	8,87	8,78	8,51	4,55
2C	13,82	13,76	11,44	13,42	14,50	15,04	14,40	17,34	17,66	15,76	7,36
3C	8,87	5,56	9,03	7,06	5,04	7,98	6,56	5,60	6,23	5,95	3,39
4C	3,56	4,54	5,21	5,65	4,32	3,95	4,03	5,68	4,56	3,30	2,24
5C	1,12	0,89	1,02	1,32	0,89	0,78	0,98	0,85	0,87	0,80	0,48

Cálculo do *RPW*

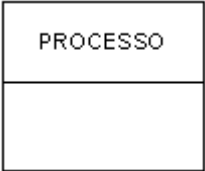
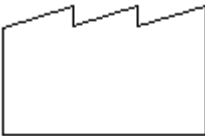
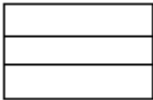
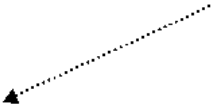
Tabela 22 - Cálculo do *RPW*.

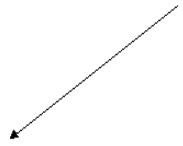
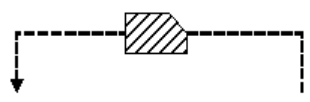
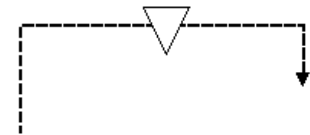
Tarefa	Cálculo do <i>RPW</i>	<i>RPW</i>
1A	$4,56+2,60+2,71+2,51+1,68+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	32,07
2A	$2,60+2,71+2,51+1,68+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	27,51
3A	$2,71+2,51+1,68+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	24,91
4A	$2,51+1,68+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	22,21
5A	$1,68+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	19,69
1B	$2,06+2,50+4,41+3,41+2,99+3,46+4,01+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	40,85
2B	$2,50+4,41+3,41+2,99+3,46+4,01+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	38,79
3B	$4,41+3,41+2,99+3,46+4,01+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	36,29
4B	$3,41+2,99+3,46+4,01+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	31,88
5B	$2,99+3,46+4,01+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	28,47
6B	$3,46+4,01+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	25,48
7B	$4,01+4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	22,02
1C	$4,55+7,36+3,39+2,24+0,48$	18,01
2C	$7,36+3,39+2,24+0,48$	13,47
3C	$3,39+2,24+0,48$	6,11
4C	$2,24+0,48$	2,72
5C	$0,48$	0,48

Anexos B

Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor

Tabela 23 - Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Ícone	Representa	Nota
	Processo	Uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo, onde todos os processos devem ser identificados
	Fontes Externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos
	Caixa de Dados	Usado para registar informações relativas a um processo de fabrico
	Stock	Stock de matérias-primas ou peças
	Entrega via camião	Indica o meio de transporte utilizado
	Movimento de materiais empurrado	Material que é produzido e movido para a frente antes do processo seguinte necessita
	Movimento de materiais puxado	Material que é produzido no momento em que o processo seguinte necessita
	Movimento de produtos acabados para o cliente	Movimentação de mercadorias fora da fábrica a analisar
	Supermercado	Stock controlado de matérias-primas ou peças que é usado no planeamento da produção anterior

	Retirada	Materiais puxados de um supermercado
	Fluxo de informação manual	Planeamento da produção ou programação da entrega
	Fluxo de informação electrónico	Troca electrónica de dados
	Informação	Descreve um fluxo de informação
	Kanban de movimentação	Um cartão ou dispositivo que instrui o movimentador de material para obter e transferir peças
	Kanban de sinalização	Sinaliza quando o ponto de reposição é alcançado e é necessário produzir outro lote
	Necessidade de Kaizen	Destaca as melhorias necessárias nos processos específicos que são fundamentais para se atingir o fluxo desejado

Anexos C

Gama de fabrico do Jupe 77

	Gama de Fabrico 03.09.0	DEPARTAMENTO PRODUÇÃO DATA/CRI 05-01-2009 PÁG. N.º 2 / 2
---	--	--

Desenho de Peça / Colocação de Acessórios / Descrição do Processo

1.º Operador:

- 1.0 O operador retira as peças da embalagem e verifica as peças quanto a manchas, raiados e chupados, conforme fig.º 1. O operador deve consultar Gama de Controlo e verificar pontos críticos
- 1.1 O operador verifica as peças quanto a rebarbas, conforme fig.º 2. O operador deve consultar Gama de Controlo e verificar pontos críticos.
- 1.2 O operador coloca 4 agrafes e 2 Ins. Met. no periférico, conforme a ordem apresentada na fig.º 3 e acciona o periférico. O robot posiciona as peças no periférico, conforme fig.º 4. O periférico faz a introdução dos 4 agrafes e dos 2 Ins. Met. na peça e a detecção dos incompletos.
- 1.3 No final do ciclo do periférico o operador analisa a presença dos 4 agrafes na peça, pela ordem apresentada na fig.º 5 e marca o agrafe número 2 e o agrafe número 4, para confirmar a presença de todos os agrafes na peça.
- 1.4 O operador analisa a presença dos 2 Ins. Met. Na peça, pela ordem apresentada na fig.º 6 e coloca etiqueta com data e número de operador junto ao 2 Ins. Met. Para confirmar a presença a presença de todos os Ins. Met. Na peça.
- 1.5 Acondiciona as peças de acordo com a gama de embalagem.
- 1.6 No final de cada Embalagem colocar rotulo em local próprio.

Fig.º 1



Fig.º 2



Fig.º 3

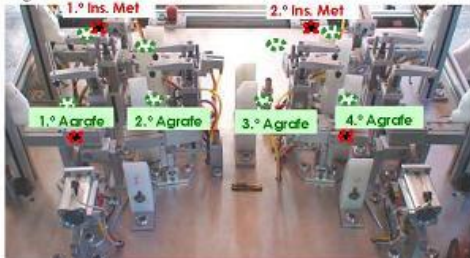


Fig.º 4



Fig.º 5



Fig.º 6



Srs. Operadores: Retirar em caso de existência de rebarbas em linhas de junta, furos, cliques e pontos de injeção, com ajuda de instrumentos apropriados e conforme FICHA DE INSTRUÇÃO.

ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO	N.º REVISÃO	DATA	CÓPIA N.º
			0	05-Jan-09	1

M032PQ05

Figura 77 - Gama de fabrico da peça Jupe 77.

