

Aplicação de Técnicas de Melhoria Contínua em Processos Produtivos

Ricardo Nuno Loureiro Ribeiro

Relatório do Projecto Final

Orientadores:

Prof. António Monteiro Baptista

Eng. Manuel Baptista Silva



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Janeiro 2011

Resumo

Com a crescente crise mundial, a necessidade de se ser cada vez mais competitivo obriga a indústria a repensar o seu modo operacional. Para tal, é necessária uma mudança, para se aperfeiçoar processos em busca constante da melhoria, acabando por se criar um ciclo, chamado de ciclo PDCA.

Este documento apresenta alguns resultados da aplicação de uma série de metodologias de produção Lean Thinking. Esta mentalidade consiste na busca pela maximização do valor através da eliminação contínua de desperdícios. Trata-se uma filosofia inspirada nas práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção, muitas vezes designada de Produção Lean.

Procura-se, assim, identificar valor sob a perspectiva do cliente final, traçando-se a melhor sequência de operações, numa constante perseguição por processos mais eficazes e mais produtivos, de forma cíclica, nunca se resignando ao presente.

Palavras-chave: Lean Thinking, Produção Lean, PDCA

Abstract

Within this new world crisis environment, there is a need for more competitive industries, which leads them to re-think their operational behaviour. To this goal a change is needed, in order to optimize process searching for a continuous improvement, finishing in a cyclic conduct, known as PDCA cycle.

This document presents some results of the application of a series of Lean Thinking production methodologies. This mental behaviour involves the value maximization through the continuous elimination of wastes. This is a philosophy inspired in the results of the Toyota Production System, known as “Lean Production”

This way, we search the identification of value under the perspective of the final client, designing the best operations sequence in a constant pursuit for more efficient and productive processes, in a cyclic way, never staying happy with the present.

Keys words: Lean thinking, Lean Production, PDCA

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus orientadores, Professor António Monteiro Baptista pela orientação e oportunidade concedida de realizar o estágio em ambiente industrial, e ao Engenheiro Manuel Silva que foi muito mais que um simples “chefe”, em que ambos contribuíram grandemente para o sucesso deste trabalho.

Aos meus amigos, António Justo, António Green, Rui Gomes, Telmo Litas, Simões e Camacho, que me acompanharam e ajudaram ao longo deste projecto, e pelos desenrasques em alguns momentos de maior dificuldade.

À equipa de Engenharia do Processo, Hélder, Daniel, Santiago, Campos e Telmo, pela disposição e colaboração...

A todos um muito obrigado e aquele abraço.

E claro, à minha família, que sempre me apoiou e a quem dedico este trabalho.

Índice

1 . Introdução Geral e Objectivos.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Simoldes Plásticos.....	1
1.3 Enquadramento	2
1.4 Objectivos	3
1.5 Metodologia	3
1.6 Estrutura do relatório.....	4
2 . Produção Lean.....	5
2.1 Valor	7
2.2 Desperdícios	7
2.3 Value Stream Mapping.....	10
2.4 Família de produtos	11
2.5 Fluxos.....	12
2.6 Sistema Pull	12
2.7 Procura da perfeição	13
3 . Preparação do Mapeamento da Cadeia de Valor	17
3.1 Responsável pela cadeia de valor	18
3.2 Etapas iniciais do mapeamento da cadeia de valor:.....	19
3.3 Repensar estado actual/Criar visão futura	20
3.4 Implementar o estado futuro	20
3.5 Simbologia:.....	21
4 . Métodos e Ferramentas LEAN.....	23
4.1 Análise de processo	24
4.2 Passos para a análise de um processo.....	24
4.3 Eficiência Global - OEE.....	28

5 . Casos de estudo	31
5.1 1º VSM elaborado na fábrica Simoldes Plásticos:	31
5.2 2º VSM elaborado na fábrica Simoldes Plásticos:	47
6 . Análise de Processos	61
6.1 Análise do Processo de produção:	61
6.1.1 Relatório OEE:.....	66
6.1.2 Evolução do posto de trabalho.....	69
6.2 Análise de processos 2	75
6.2.1 Evolução do posto:	79
7 . Standarização e Balanceamento do Número de Operadores.....	85
7.1 1º Exemplo	88
7.2 2º Exemplo	89
7.3 3º Exemplo	90
7.4 Tabelas:.....	91
8 . Conclusões.....	95
9 . Referências e Bibliografia	99
Anexos	101

Lista de abreviaturas

3M – Muda, Muri, Mura

4M – Material, Máquina, Mão-de-obra e Método

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke

JIT – Just In Time

OEE . Eficácia total do equipamento (Overall Equipment Effectiveness)

PDCA – Planear, Fazer, Verificar, Agir (Plan, Do, Check, Act)

TPS – Toyota Production System

SDCA – Standarize, Do, Act, Check

MOD – Mão-de-obra directa

VSM – Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping)

Pc/t – Plan cicle/time

Lista de palavras Japonesas

Gemba – Chão de fábrica

Jidoka – Automação com toque humano ou “autonomação”

Heijunka – Nivelamento de produção

Kaizen – Mudança para melhor

Índice de Gráficos

Gráfico 4.1- Identificação do bottleneck e estabelecimento do tempo de ciclo.....	25
Gráfico 4.2 – Identificação de postos capazes de produzir segundo o takt.....	26
Gráfico 4.3 – Nivelamento de MOD.	26
Gráfico 4.4 – Planeamento do tempo de ciclo.	27
Gráfico 5.1 – Número de MOD vs duração do VSM.	33
Gráfico 5.2 – Número MOD vs tempo decorrido durante o 2º VSM.....	48
Gráfico 6.1- Evolução de peças máximas produzidas numa hora/turno.	69
Gráfico 6.2 – Evolução da disponibilidade.....	70
Gráfico 6.3 Evolução da performance.	71
Gráfico 6.4 – Evolução da qualidade.....	72
Gráfico 6.5 - Evolução do OEE.	73
Gráfico 6.6 – Evolução comparada.	73
Gráfico 6.7 Evolução de peças máximas produzidas numa hora/turno.	80
Gráfico 6.8 Evolução da disponibilidade.....	80
Gráfico 6.9 Evolução da performance	81
Gráfico 6.10 Evolução da qualidade.....	82
Gráfico 6.11 Evolução do OEE.	82
Gráfico 6.12 Evolução comparada.	83
Gráfico 7.1 – Percentagem de moldes analisados.....	86

Índice de Figuras

Figura 2.1- Casa do sistema Toyota de produção.....	5
Figura 2.2 – Representação dos sete tipos de desperdício no meio industrial.	9
Figura 2.3 – Exemplos de 3 classes de família de produtos.	11
Figura 2.4 - Direcção dos fluxos de informação Kaizen.	12
Figura 2.5 – Diagrama de Pull Kanban	13
Figura 2.6 – Ciclo PDCA	15
Figura 3.1 – Etapas para a construção do VSM.....	17
Figura 3.2 – Visão do coordenador do fluxo de valor.	18
Figura 3.3 – Acções Kaizen variando com os cargos profissionais.....	19
3.4 – Etapas para criação do VSM.	20
Figura 4.1- Exemplo de como define o Takt Time.....	23
Figura 4.2 – Caminho a seguir numa análise de processo.	24
Figura 4.3 – Definição de OEE	28
Figura 4.4- Impacto de perdas no tempo.	29
Figura 4.5 - Folha de cálculo criada para o OEE.....	29
Figura 5.1 - Layout inicial do 1º VSM	34
Figura 5.2 – Mapa do actual do1º VSM	37
Figura 5.3 - Layout futuro do 1º VSM	40
Figura 5.4 Mapa do futuro 1º VSM	43
Figura 5.5 - Layout inicial do 2º VSM.	49
Figura 5.6 – Mapa actual do 2º VSM	51
Figura 5.7 – Mapa futuro do 2ªVSM.	57
Figura 6.1- Relatório OEE.....	66
Figura 6.2 – Quadro TRS.	67
Figura 7.1 Percentagem de moldes analisados.	86
Figura 7.2 – Layout referentes ao 1º exemplo	88
Figura 7.3- Peças referentes ao 1º exemplo	88

Figura 7.4 -Layout referentes ao 2º exemplo	89
Figura 7.5- Peças referentes ao 2º exemplo	89
Figura 7.6 – Layout referentes ao 3º exemplo.	90
Figura 7.7- Peças referentes ao 3º exemplo	90
Figura 9.2 – Exemplo de melhoria contínua	106
Figura 9.4 - Extinção de bancada e aplicação de tapete.....	107
Figura 9.5 – Layout da linha de montagem	109
Figura 9.6 – Layout novo da linha de montagem	110
Figura 9.7 – Simbologia VSM.....	111
Figura 9.8 - Simbologia VSM	112
Figura 9.9 - Simbologia VSM	113
Figura 9.10 - Simbologia VSM	114

Índice de Tabelas

Tabela 3.1- Simbologia utilizada em VSM	22
Tabela 5.1- Operações do operador um no 1º VSM	34
Tabela 5.2 - Operações do operador dois no 2º VSM.....	34
Tabela 5.3 - Operações do operador três no 1º VSM.....	35
Tabela 5.4 - Operações do operador um e dois no 1º VSM.....	41
Tabela 5.5 - Planos de acções do 1º VSM	45
Tabela 5.6- Operações do operador um e três no 2º VSM.....	50
Tabela 5.7- Operações dos operadores dois e quatro no 2º VSM.....	50
Tabela 5.8 - Layout futuro do 2º VSM.	54
Tabela 5.9 - Operações do operador um e dois no 2º VSM.....	55
Tabela 5.10 - Operações do operador três no 2º VSM.....	55
Tabela 5.11- Plano de acções para o 2º VSM.....	59
Tabela 6.1 - Operações do operador na 1ª análise de processo.....	63
Tabela 6.2 - Operações do operador.	76
Tabela 7.1 – Moldes na máquina KM200 I	86
Tabela 7.2 - Moldes na máquina KM200 II.....	91
Tabela 7.3 - Moldes na máquina KM200 VII	87
Tabela 7.4.- Moldes na máquina KM200 IV.....	91
Tabela 7.5 - Moldes na máquina KM200 III.....	88
Tabela 7.6 - Moldes na máquina KM150 IV.....	88
Tabela 7.7 - Moldes na máquina KM200 III.....	88
Tabela 9.1 - Tabela com todos os valores registados dos dois postos analisados	96

1 . Introdução Geral e Objectivos

1.1 Introdução

O tema do trabalho, Lean Thinking, envolve-se directamente com factores como competição, exigência de elevados níveis de qualidade, necessidade da rápida velocidade de resposta e flexibilidade dos processos produtivos, que obrigam as empresas a inovar e a procurar alternativas para a sua gestão.

Segundo [Pinto, 2008] a nova concorrência é uma grande revolução que está a afectar todos os aspectos ligados à organização e à operação das empresas. Podem ocorrer mudanças tão significativas que afectem o panorama da produção tão drasticamente como fez a revolução industrial.

Diante deste cenário surge a Produção Magra, ou Lean Production (LP), uma metodologia que visa obter resultados tais como a agilidade e flexibilidade. Nos dias de hoje, a Produção Lean é reconhecida essencialmente para que as organizações obtenham um alto desempenho e consigam atender os clientes prontamente. Segundo [Ohno, 1997], o objectivo mais importante é o aumento da eficiência da produção pela eliminação consistente, e total, de desperdícios o que contribui decisivamente para o sucesso de diferentes empresas.

No entanto, a implementação da produção Lean traz consigo algumas dificuldades às organizações, quer na instalação e condução dos processos, quer no período subsequente de sustentação.

1.2 Simoldes Plásticos

O local onde se efectuou o estágio foi na empresa Simoldes Plásticos, pertencente ao grupo Simoldes. Esta empresa lidera a divisão Plásticos, do Grupo Simoldes, que também possui outra divisão, chamada Aços.

O grupo Simoldes tem a sua sede em Oliveira de Azeméis, Portugal, e foi fundado em 1959, iniciando a produção de injeção de plásticos, tendo começado a exportar os seus produtos em 1961. Desde 1968 que a empresa iniciou a sua produção orientada para a indústria automóvel, sector que requer excelentes níveis de qualidade, é muito exigente em relação a tempos de resposta. A sua lista de clientes inclui marcas como Renault, Volvo, VW, Audi, Nissan, Toyota, Porsche, Honda, Mercedes, GM e Mitsubishi, entre outras.

A divisão Plásticos engloba sete fábricas, três delas em Portugal, uma em França, uma na Polónia e as restantes no Brasil.

1.3 Enquadramento

A produção Lean tem vindo a mudar bastante a indústria actual, e não só. Esta forma muito específica de produção nasceu no Japão, na fábrica de automóveis da Toyota, logo após a Segunda Guerra Mundial. O pós-guerra que o país atravessava na altura, determinou uma fase em que o Japão naturalmente diminuiu a sua produtividade industrial, bem como a obtenção de recursos.

Perante este cenário, o fundador da Toyota, Toyoda Sakichi, o seu filho Toyoda Kiichiro e o principal engenheiro executivo, Taiichi Ohno, criaram um sistema que visava aumentar a eficiência da produção através da eliminação contínua de desperdícios.

No entanto, a primeira dificuldade que surge quando se tenta implementar a produção Lean, é a sua percepção. As variadas organizações imaginam implementar algumas das técnicas Lean para terem resultados a curto prazo. Geralmente estes resultados aparecem, mas não de forma sustentável, pois as técnicas Lean são interdependentes e não se mantêm se não forem aplicadas através de um método caracterizado por um sistema de auto sustentação.

A estabilidade operacional deve ser uma das prioridades quando se tenta implementar tal metodologia. Um cronograma de subprojectos Lean deve ter como alicerces a estabilidade e a fiabilidade do sistema, sendo necessário criar boas condições de base para se implementar novos projectos.

Para se atingir estabilidade, é fundamental atacar os 4M. Estes 4M, na óptica de Dennis (2002) são quatro pontos fundamentais:

- Método
- Material
- Máquina
- Mão-de-obra

1.4 Objectivos

A produção Lean é auxiliada por várias ferramentas específicas, aprendidas e estudadas no decorrer dos quatro meses e meio de trabalho. Ao longo do período desta dissertação serão alvos específicos, os casos de estudo *VSM*, *balanceamento de postos* por influência de mão-de-obra directa, *ciclo PDCA*, *grupos de trabalho Kaizen*, entre outras ferramentas utilizadas mas de menor importância para a dissertação, como os *5S*.

Os objectivos específicos visaram a compreensão do que é a melhoria contínua e o ciclo PDCA; formalizar e uniformizar práticas de trabalho nos processos produtivos, através do mapeamento dos seus conteúdos, sequência e tempos (eliminar operações sem valor acrescentado); adquirir conceitos bem como entender os mapas VSM, utilizando-os como ferramentas de melhoria contínua; “pensar Lean” recorrendo-se aos princípios Lean; formação e participação de grupos de trabalho Kaizen; e nivelamento de processos produtivos em linha, utilizando-se o conceito do Takt-Time.

1.5 Metodologia

A metodologia usada nesta dissertação foi bastante vasta, motivo pelo qual nem toda a base teórica será apresentada, devido à sua menor visibilidade, e menor importância relativamente ao trabalho.

Sendo o período de dissertação curto, cerca de 4 meses e meio, é difícil atingir metas traçadas, uma vez que é necessário tempo para se proceder às alterações ou mudanças.

Para alcançar alguns dos objectivos propostos, como por exemplo os *aumentos de produtividade na linha de montagem*, e o *nivelamento de mão-de-obra directa (MOD)* numa célula produtiva de seis máquinas de injeção, primeiro fez-se uma pesquisa bibliográfica sobre análise de processo. Após a pesquisa, planeou-se uma mudança significativa quer na nave das linhas de montagem quer nas máquinas de injeção, ambas focadas para nivelamento de MOD. Na fase de mudança dos processos, foi requerida a presença dos colaboradores em grupos de trabalhos Kaizen de forma a eliminar o oitavo desperdício; *o talento e experiência das pessoas não utilizado*. Numa última fase, foi feito um acompanhamento dos processos mais críticos, com o objectivo de se acompanhar diariamente o OEE dos mesmos, verificar curva de aprendizagem e corrigir potências causas de disfuncionamentos.

1.6 Estrutura do relatório

Este relatório é constituído por oito capítulos. No capítulo um, é apresentado o princípio do trabalho, seus objectivos e metodologia usada.

No segundo capítulo será apresentada a revisão bibliográfica da dissertação, descrevendo-se o conceito da produção Lean, sua origem e evolução.

No terceiro capítulo é explicado como se traça o mapeamento da cadeia de valor, passo por passo.

Em relação ao quarto capítulo, serão apresentadas algumas ferramentas que servem de apoio e suporte para o Lean Thinking, que são a base de sustentação para a dissertação.

No quinto, sexto e sétimo capítulo é descrita a componente prática da dissertação, Mapeamento da Cadeia de Valor, análises de processos, e nivelamento de MOD, respectivamente. Cada capítulo mostra diferentes objectivos, mas metodologia semelhante.

Finalmente no oitavo capítulo, serão apresentadas as conclusões do trabalho, e algumas sugestões de trabalho futuras.

2 . Produção Lean

A indústria nacional atravessa um período de grandes mudanças com o aumento de preponderância dos mercados do Oriente, quer ao nível do consumo, quer ao nível da produção e desenvolvimento. Juntamente com esta mudança de paradigma veio a grave crise que atravessamos e que acelerou a necessidade de mudança neste sector na Europa. Perante este cenário só os mais capazes sobreviverão.

É neste cenário que os princípios *Kaizen* Lean podem ajudar a atingir a tão desejada competitividade, e também ajudar o acesso ao capital necessário para investimentos. Com estas metodologias podemos reduzir o lead-time, aumentar a produtividade na produção, logística e serviços de apoio, reduzir os custos e também o lead time do desenvolvimento de produto.

As ferramentas da produção Lean proporcionam, através da transformação cultural e simplificação dos processos, resultados ao nível da rapidez, custo e qualidade do serviço.

A produção Lean tem como objectivo fulcral a eliminação de desperdícios em todos os processos adjacentes à produção, com a pretensão de se diminuir custos e aumentar os índices de produtividade, não descurando os padrões de qualidade.



Figura 2.1- Casa do sistema Toyota de produção.

A empresa que criou este tipo de produção foi o gigante japonês Toyota, em meados do século XX. O Japão, acabado de sair da segunda Grande Guerra, deparou-se com factores que não permitiam ter uma produção de grande escala, como a produção em massa desenvolvida por Frederick Taylor e Henry Ford, que predominou até à década de 90. Esta produção pretendia reduzir os custos unitários dos produtos através da produção em grande escala, especialização e divisão do trabalho. Os grandes problemas deste tipo de produção são o facto de se trabalhar com enormes *stocks* e lotes de produção elevados, a qualidade do produto, espaço necessário e pouca flexibilidade.

Assim, a Toyota Industries Company, fundada em 1937, teve de se adaptar à sua economia e à sua indústria. Uma vez que não era possível implementar o sistema de produção de massa, foi necessário criar um sistema flexível para responder ao mercado com menores encomendas diversificadas, melhor qualidade e a um custo mais baixo, algo com que a produção em massa apenas consegue concorrer no tocante aos custos.

Isto levou a Toyota a criar a TPS (Toyota Production System), onde a filosofia central era reduzir custos. Assim, torna-se imperativa a redução de desperdícios, ou “Muda”, a variabilidade dos processos “Mura”, e a dificuldade inerente aos mesmos “Muri”.

Tudo parece simples até se implementarem os princípios da produção Lean, mas não é. Se copiar o sistema de produção Lean que a Toyota tanto aperfeiçoou ao longo de 40 anos fosse simples, bastaria usar algumas ferramentas já bastante exploradas em diversas fontes de informação. Para chegar a um patamar satisfatório, é imperativo fazer-se uma aposta no capital intelectual dos seus colaboradores, desde os quadros mais baixos, até às mais altas chefias.

Várias empresas tentaram incorporar sistemas de produção semelhantes ao da Toyota, tendo surgido uma legião de seguidores em busca de melhores resultados.

Este panorama levou a que vários investigadores fossem ao Japão, especificamente às fábricas da Toyota, para desvendarem os seus segredos. Três desses investigadores, Womack, Jones e Roos, em 1990 escreveram um livro “The Machine that changed the World”, onde fizeram pela primeira vez alusão a “lean production”.

Para se ter uma ideia do impacto que a Toyota teve no mercado internacional, é o facto de neste momento ser a maior construtora de automóveis a nível mundial.

2.1 Valor

Valor pode ser definido como a quantia monetária estabelecida pelo cliente final, e só é significativo quando expresso em termos de produto específico (um bem ou um serviço, e por vezes até ambos). O valor é criado por quem produz, e do ponto de vista do cliente, é esta a função do produtor.

O cliente, por sua vez, espera a entrega das encomendas nas devidas quantidades, no tempo estipulado, com a qualidade definida, e ao preço combinado. Assim, é preciso fazer uma análise a toda a cadeia de valor de qualquer produto, e determinar quais as actividades ou acções que o cliente vai pagar, e quais as que ele não vai pagar

2.2 Desperdícios

Explicado o conceito de “valor”, passamos para a próxima etapa, onde se tentará encontrar os “desperdícios”. Entende-se por “desperdícios” os pontos que serão alvos de possíveis melhorias.

Dentro das empresas, podemos considerar três tipos de actividades:

- Actividades de valor acrescentado
- Actividade de valor não acrescentado mas necessária
- Actividade de valor não acrescentado desnecessária

Depois desta classificação de actividades, é necessário compreender e identificar correctamente os vários tipos de actividades nos processos de produção. É de fácil percepção que as actividades de valor não acrescentado mas necessárias devem ser minimizadas, e as de valor não acrescentado desnecessárias devem ser eliminadas totalmente, caso seja possível.

Segundo [Ohno, 1978], há sete tipos de “muda” que não acrescentam valor nenhum, e são estes os grandes desperdícios que se pretende minimizar, ou se possível suprimir. Eles são:

- **Produção em excesso:** produção em excesso significa produzir mais do que as encomendas dos clientes. Desta forma, cria-se *stock* que não será imediatamente vendido, e sem garantia de que o será realmente, tornando-se num grande desperdício quer de tempo, quer de mão-de-obra, de matéria-

prima e até de espaço para armazenamento. O objectivo é produzir somente o que é pedido.

- **Tempo de espera:** as esperas aumentam o tempo de retenção que por vezes excede os tempos das operações efectuadas nas fábricas. Este desperdício acontece das mais diversas formas: por falta de material ou informações, mau planeamento, avarias, mudanças de máquinas, entre outras. A espera aumenta o lead-time, que significa o tempo que decorre desde o pedido do cliente até se efectuar a entrega.
- **Transporte de material:** o transporte de materiais é necessário, mas deve ser minimizado. Para se minimizar este desperdício deve começar-se por um bom planeamento do lay-out, ou caso não seja possível alterá-lo, reduzir as quantidades de lotes e minimizar a distância entre processos.
- **Inventário:** excesso de matéria-prima, produtos em processamento, ou produtos acabados são capitais empatados, sem movimentação, o que significa desperdício. Outro factor importante prende-se com o espaço, pois mais matéria-prima e mais produtos acabados precisam de ser armazenados, ocupando preciosos metros quadrados. Uma maneira de se reduzir este desperdício é trabalhar “just-in-time”.
- **Produção defeituosa:** produzir peças defeituosas causa dois desperdícios imediatos: tempo e matéria-prima. É necessário um grande controlo nesta área e uma actuação rápida, para evitar produções defeituosas e defeitos futuros. Quando por vezes se detectam erros, é necessário fazer triagens, o que implica novos desperdícios.
- **Nos movimentos:** todas as movimentações, quer mecânicas, quer humanas, que não estejam relacionadas directamente com o aumento de valor do produto, são consideradas desperdício. No caso de movimentos mecânicos poderão ser más programações ou distâncias desapropriadas entre máquinas; no caso de movimentações humanas poderá ser por deslocações

desnecessárias causadas pela falta de ergonomia no posto de trabalho, o que resulta em perdas de tempo no processo de produção, diminuindo a produtividade e podendo também diminuir a qualidade dos produtos.

- **Sobre-processamento:** por vezes, algumas etapas estão demasiado complexas, com operações adjacentes mais do que as necessárias, o que origina método e máquinas mais complexas. A intenção é exactamente a oposta, onde se pretende processos simples e práticos.

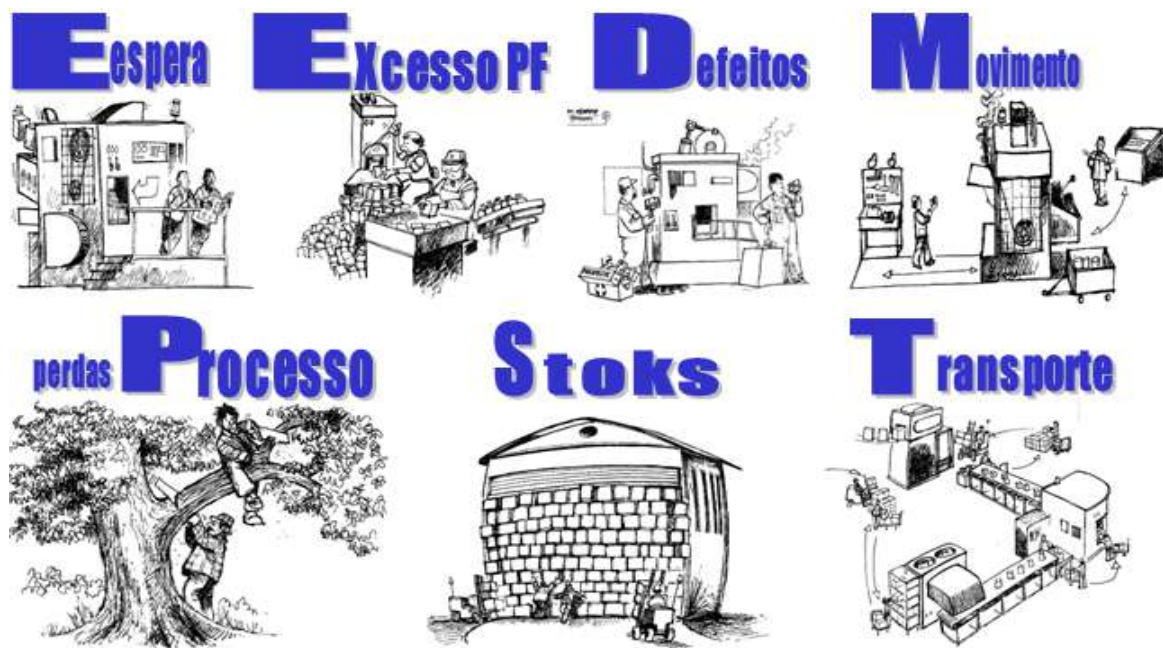


Figura 2.2 – Representação dos sete tipos de desperdício no meio industrial.

2.3 Value Stream Mapping

O Value Stream Mapping (VSM), ou Mapeamento da Cadeia de Valor, representa um fluxo do valor global de todas as acções, sejam estas de valor agregado ou não, para levar um produto desde a matéria-prima até aos consumidores. Acaba, assim, por se representar os fluxos de materiais e informações associadas à produção de um determinado tipo de produtos.

O Mapeamento da Cadeia de Valor tem como forma de processo a observação directa de fluxos de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente, e vislumbrando um estado futuro com um melhor desempenho.

O VSM nasce da adaptação de uma técnica há muito usada na Toyota, actualmente chamada de “diagrama de fluxo de materiais e informação”. Inicialmente, esta técnica foi usada por Taiichi Ohno para ajudar os fornecedores da Toyota a perceber o seu posicionamento e possível contribuição para uma visão futura da Toyota. Visto ser uma ferramenta associada à produção Lean, o objectivo último é a eliminação do desperdício nos processos produtivos. Assim, a diferença entre preço e valor deve ser encarada como o potencial de aumento de lucro ou de diminuição de preço do produto em questão.

As possíveis melhorias incidem sobre o nível do *lead time* global, produtividade, processos e *stocks*. Com vista a uma leitura do processo produtivo tão boa quanto possível, é boa prática, no Value Stream Mapping, estarem representados os seguintes aspectos:

- Fluxo de Materiais
- *Stocks* de matérias-primas, materiais em processamento e produto acabado
- Fornecedores e clientes
- Transporte de materiais
- Sistemas de informação utilizados
- Fluxo de informação
- Processos e seus desempenhos
- Sequência de actividades

- Identificação de desperdícios
- Recursos utilizados

2.4 Família de produtos

A construção de um Mapa da Cadeia de Valor faz sentido para um determinado tipo de produtos. Esse tipo de produtos tem de possuir denominadores comuns suficientes para que sejam mapeados de forma semelhante. O processo de selecção da família de produtos implica uma visão global. Assim, há que atender a factores relativos aos recursos necessários para a sua concepção, bem como aos respectivos clientes consumidores

Normalmente, uma família de produtos inclui vários itens que passam pelas mesmas etapas de processamento e utilizam os mesmos equipamentos antes de serem enviados para o cliente final.

		Downstream Steps & Equipment							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Products	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Figura 2.3 – Exemplos de 3 classes de família de produtos.

2.5 Fluxos

Quando se inicia o mapeamento é necessário analisar todo o ciclo produtivo, tanto a montante como a jusante do processo, sempre perseguindo o fluxo de materiais e informações, e tendo atenção para não se desviar destes. O sucesso do VSM depende muito da informação recolhidas destes dois fluxos, e quanto mais fidedigna for a recolha de informação, maiores serão as hipóteses de sucesso.



Figura 2.4 - Direcção dos fluxos Kaizen.

Os fluxos de informação e de material têm diferentes direcções. O primeiro fluxo diz a cada processo o que fabricar, ou o que vai fazer em seguida; o segundo representa toda a transformação que o material sofre, desde a matéria-prima até se tornar produto final.

2.6 Sistema Pull

O sistema Pull dá ênfase à necessidade dos clientes. Assim a produção é organizada consoante as encomendas/pedidos por parte dos clientes, onde quem determina a produção é o cliente, puxando os produtos acabados, o que leva a uma reacção em cadeia, em que cada estação puxa o material da estação imediatamente anterior. No sistema Pull, nada é movido ou produzido sem que o processo anterior seja concluído. O Lean Thinking recorre ao sistema de controlo Kanban para controlar o fluxo de materiais (e informação), mantendo baixos níveis de *stocks*.

Para situações onde não for possível implementar fluxo, terá de existir um armazém intermédio (supermercado).

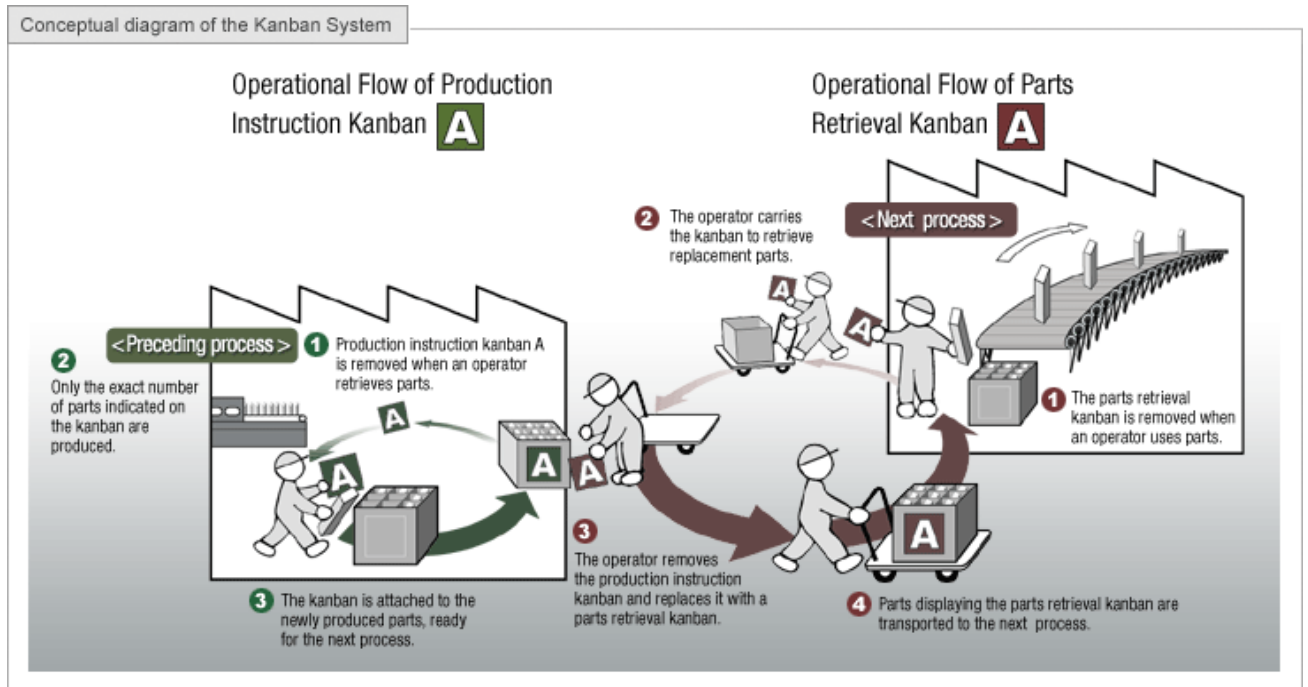


Figura 2.5 – Diagrama de Pull Kanban

2.7 Procura da perfeição

O processo de melhoria contínua é um caminho que permite levar as empresas para estágios de maior desempenho e sustentabilidade.

Uma das ferramentas mais importantes para a produção Lean é o ciclo PDCA. Este ciclo procura a melhoria contínua, impedindo a estagnação dos processos, buscando um estado de perfeição, impossível de atingir, que obriga a um ciclo infinito de melhorias. Por norma, à medida que se fazem ciclos PDCA, a dificuldade vai aumentando, o que torna o trabalho cada vez mais elaborado para quem o realiza.

O ciclo PDCA significa Plan-Do-Check-Act ou Planear-Fazer-Verificar-Agir. Este ciclo representado esquematicamente, é um processo iterativo através do qual as melhorias são implementadas a um processo qualquer. Isto deve-se ao facto de uma falha na obtenção de resultados indicar uma falha no processo, pelo que urge melhorá-lo.

O ciclo começa pelo planeamento. Em seguida, a acção ou conjunto de acções planeadas são executadas, analisa-se se o que foi feito estava de acordo com o planeado, e toma-se uma acção para eliminar ou mitigar defeitos no produto ou nos processos em execução.

Os passos são os seguintes:

- Plan – planear: identificar o problema e estabelecer uma meta. O problema é o que impede o alcance dos resultados esperados, ou seja, das metas; analisar o fenómeno, analisando-se os dados relacionados com o problema; analisar o processo, tentando descobrir-se as causas fundamentais dos problemas e elaborar um plano de acção.
- Do – executar: realizar as actividades conforme o plano de acção previamente traçado.
- Check – verificar: monitorizar e avaliar periodicamente os resultados e processos, confrontando-os com os objectivos, especificações e estados desejados, consolidando as informações, eventualmente elaborando relatórios. Actualizar ou implementar a gestão visual.
- Act – agir: actuar de acordo com o avaliado e tendo em conta os relatórios, eventualmente determinar e elaborar novos planos de acção, de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.



Figura 2.6 – Ciclo PDCA

Por se tratar de um ciclo iterativo que visa a implementação de uma melhoria, é expectável que se observe alguma instabilidade no processo após essa implementação. Desta forma, não se deve partir para o ciclo PDCA sem que o processo esteja estável. A estabilidade pode ser atingida com o ciclo SDCA. Sempre que alguma anomalia sucede, há que perseguir as causas da mesma.

No que diz respeito ao estabelecimento de novas medidas standard, o ciclo SDCA “Standardize-Do-Check-Act” deve ser aplicado. Ao estabelecer um standard, diminui-se a variabilidade do processo.

Desta forma, o ciclo SDCA *standardiza* e estabiliza o processo em causa, enquanto o ciclo PDCA o melhora de forma incremental.

3 . Preparação do Mapeamento da Cadeia de Valor

A elaboração de um VSM é possível através de uma preparação prévia para o mapeamento, bem como pelo seguimento de várias etapas com suporte no Lean Thinking apresentadas no esquema seguinte:

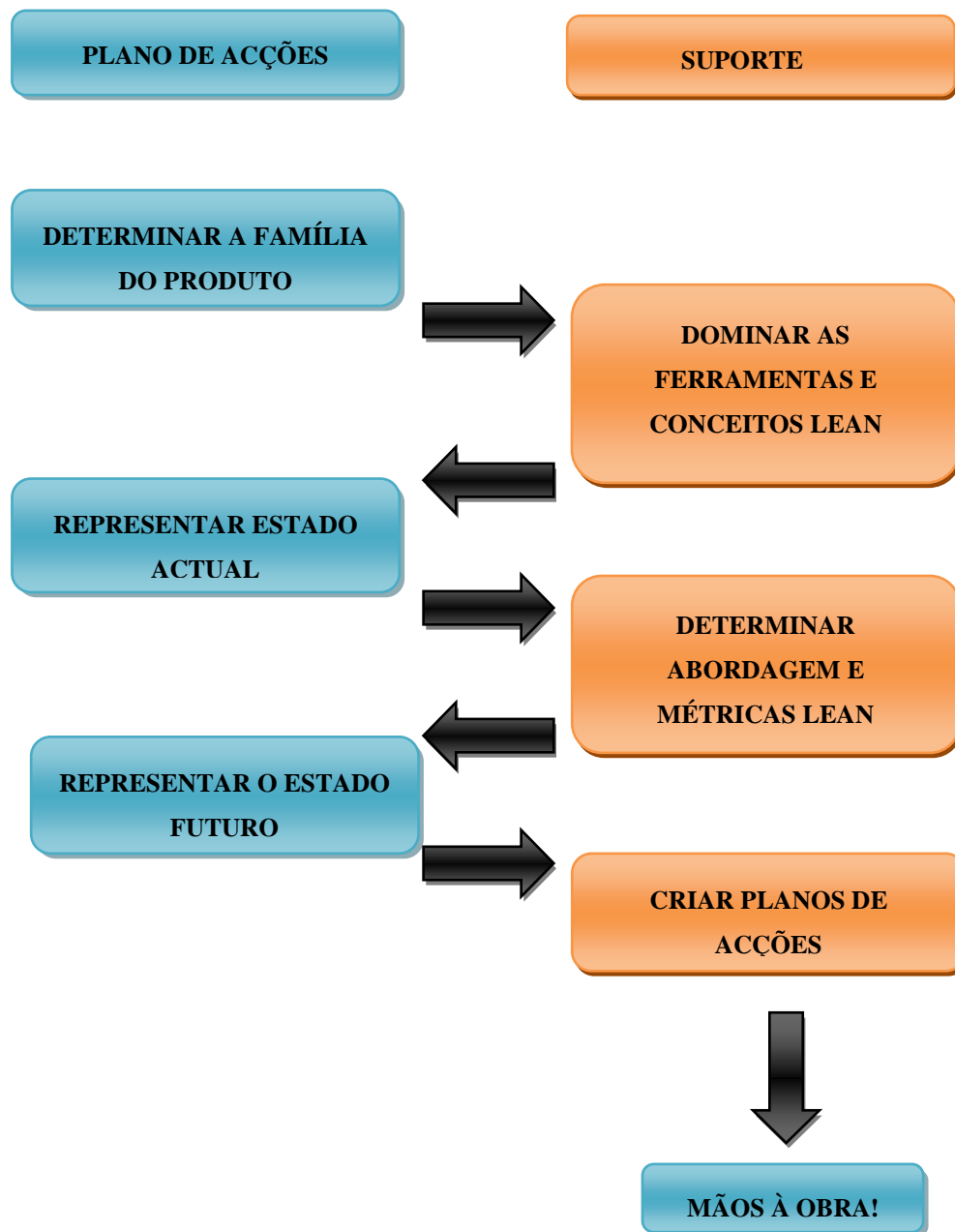


Figura 3.1 – Etapas para a construção do VSM

3.1 Responsável pela cadeia de valor

As secções de produção muitas vezes estão organizadas por processos e funções, mais do que por fluxo de valor, pelo que ninguém é responsável pelo fluxo de um extremo ao outro.

Desenhar o fluxo de valor para uma família de produtos fará com que seja necessário cruzar os limites organizacionais da empresa.

É necessário numa análise VSM existir um coordenador para:

- Liderar a criação dos mapas de valor da situação actual e da futura;
- Definir os planos de acção para chegar aos objectivos;
- Seguir a implementação dos planos de acção;
- Tem que ser autónomo e motivado para trabalhar por objectivos;
- Reportar os progressos do trabalho à direcção;



Figura 3.2 – Visão do coordenador do fluxo de valor. (Fonte: Criando Fluxo contínuo)

Dentro do mapeamento de valor, podem se fazer dois tipos de grupos Kaizen, um referente aos fluxos de valor, e outro sobre o processo, como é explicado de seguida.

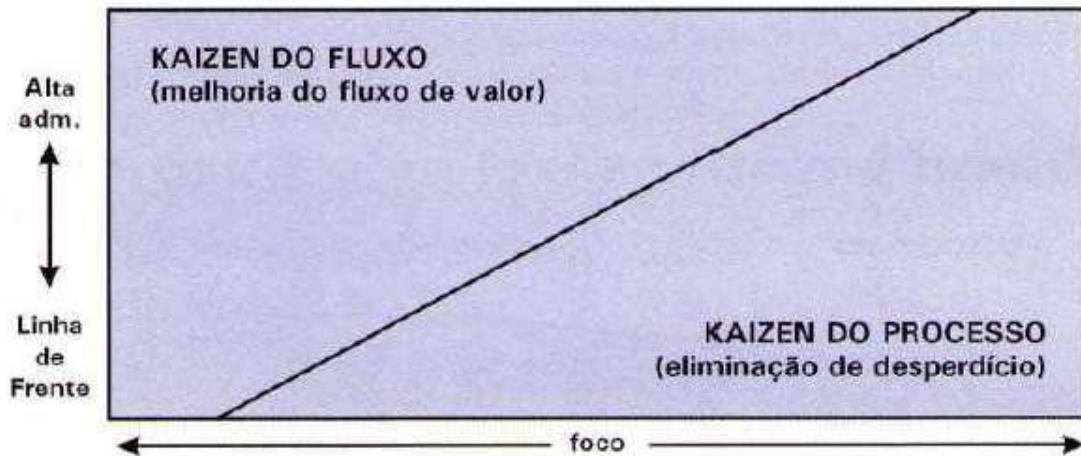


Figura 3.3 – Ações Kaizen variando com os cargos profissionais. (Fonte: Criando Fluxo contínuo)

Tanto o Kaizen do fluxo (melhoria do fluxo de valor) como o do processo (eliminação de desperdício no chão de fábrica) são necessários na empresa; melhorar um é melhorar o outro. O Kaizen do fluxo centra-se no fluxo de material e de informação (geram grandes vantagens quando identificados) e o Kaizen do processo focaliza o fluxo das pessoas e dos processos.

3.2 Etapas iniciais do mapeamento da cadeia de valor:

O Mapeamento da Cadeia de Valor pode ser uma ferramenta de comunicação, de planeamento de negócio, ou uma ferramenta para gerir o processo de mudança. O VSM é uma linguagem, e como qualquer nova linguagem, a melhor forma de a aprender é praticando formalmente, até ser usada de forma instintiva.

O Mapeamento do Fluxo de Valor segue inicialmente as etapas mostradas na figura 3.4. De notar que o estado futuro está destacado porque o objectivo é projectar um processo mais Lean. Uma situação actual sem um estado futuro não é útil, porque apenas se limita a descrever uma dada situação. O mapa do estado futuro é o mais importante, uma vez que nos mostra o rumo a seguir.

O primeiro passo é desenhar o estado actual, o que é feito a partir da recolha de dados do chão de fábrica. Isto fornece a informação necessária para desenvolver o estado futuro. De notar que as setas entre o estado actual e futuro têm duplo sentido, porque as ideias do estado futuro virão à “tona” quando se estiver a mapear o estado actual. Do mesmo modo, desenhar o estado futuro irá mostrar informações sobre o estado actual que ainda não se tinham percebido. O passo final é preparar um plano de trabalho e implementação rumo ao estado futuro. Assim que o estado futuro seja real, um novo estado futuro deve ser planeado; melhoria contínua.

Deverá haver sempre um mapa do estado futuro.



3.4 – Etapas para criação do VSM.
(Fonte: Criando Fluxo contínuo)

3.3 Repensar estado actual/Criar visão futura

Uma vez analisada a situação actual com dados recolhidos, inicia-se o chamado grupo Kaizen, que é um grupo de análise formado por pessoas com bom conhecimento do processo produtivo, com o objectivo de identificar oportunidades de melhoria e repensar o estado presente. Esta fase deve ter por base a eliminação dos sete Muda já descritos neste relatório.

Ao longo desta fase, um processo de mapeamento futuro deve ocorrer, segundo os trâmites seguidos para a elaboração do mapa da situação presente.



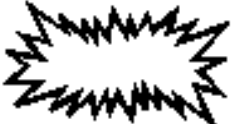

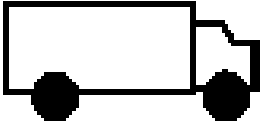
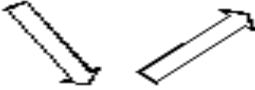
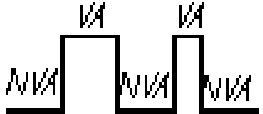
3.4 Implementar o estado futuro

A fase seguinte à criação da visão futura é a sua implementação ou aplicação. Uma vez definido o caminho que se pretende tomar, é necessário aplicar as melhorias pensadas, para se alcançar as metas pretendidas. Vários subprojectos podem nascer da

visão futura traçada pela equipa, dependendo da complexidade exigida pelo processo, que decorre directamente das oportunidades de melhoria detectadas. Assim que o processo futuro arranca com as devidas mudanças aplicadas, é necessário um acompanhamento intenso nos primeiros dias para se verificar se tudo funciona como idealizado, sendo esta uma fase que poderá levar a alguns ajustes ao que foi programado.

3.5 Simbologia:

Parte da simbologia utilizada que se apresenta abaixo tende a seguir uma linha global, tentando-se seguir uma padronização de símbolos, sem que estes estejam convencionados.

	<p>Este ícone representa os fornecedores quando está no canto superior esquerdo, onde se inicia o fluxo de material. Quando está no canto superior direito, significa que é o cliente, onde termina o fluxo de material.</p>
	<p>Este ícone representa o processo, operação, máquina ou departamento, por onde passa o fluxo de material</p>
	<p>Este ícone serve para se identificar os pontos críticos, onde se devem focar atenções, sendo os pontos de possíveis melhorias.</p>
	<p>Este ícone representa o “pushing”. Significa a direcção que o fluxo material segue, entre processos.</p>
	<p>Este ícone significa os transportes que se fazem, quer para clientes, quer de fornecedores, usando serviços exteriores.</p>
	<p>Este ícone mostra o sentido dos fluxos, tanto de matérias-primas, como de produtos finais.</p>
	<p>Este ícone mostra a linha temporal, tanto de valor acrescentado, por norma os tempos de ciclo, como valor não acrescentado. Com este gráfico, medem-se todos os tempos entre portas.</p>

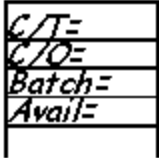
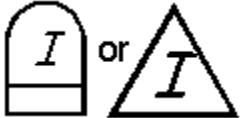

	<p>Este ícone, que acaba por ser uma tabela de dados, está associado a um processo. Contém informações importantes sobre os processos em questão, tais como número de MOD, tempo de ciclo, número de molde, <i>setups</i>, índice de rendimento, objectivos etc...</p>
	<p>Este ícone representa o inventário entre processos, <i>stocks</i> de matérias-primas ou <i>stocks</i> de produtos finais.</p>
	<p>Sistema <i>pull</i>, significa que o processo puxa pelo processo anterior.</p>

Tabela 3.1- Simbologia utilizada em VSM.

4 . Métodos e Ferramentas LEAN

Antes de mostrar como desenhar um mapa, serão apresentados alguns dos mais importantes princípios Lean. O que se pretende fazer na produção magra é construir um processo para fazer somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. O objectivo é tentar ligar todos os processos desde o consumidor final até à matéria-prima - num fluxo regular sem retornos que gere o menor Lead Time, e a mais alta qualidade ao menor custo.

Takt Time

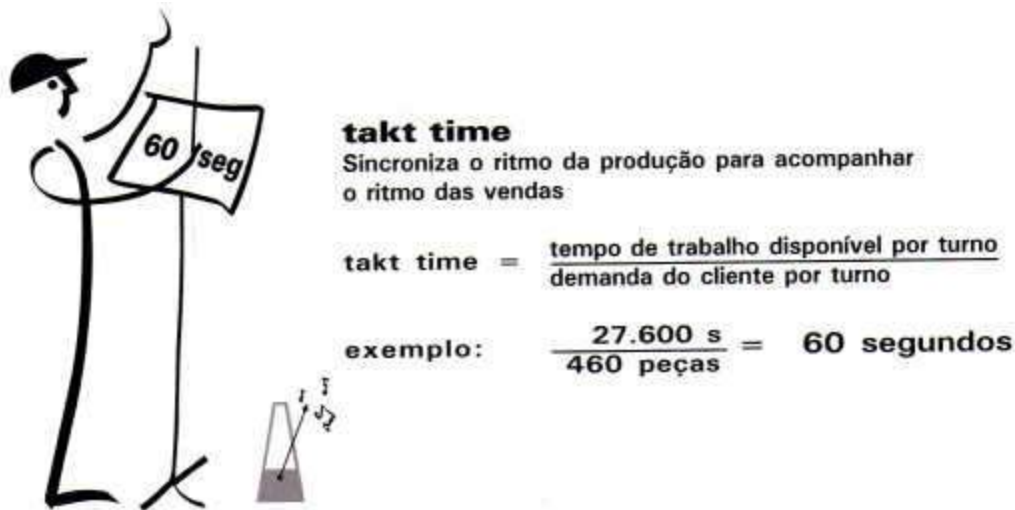


Figura 4.1- Exemplo de como define o Takt Time. (Fonte: Criando Fluxo contínuo)

Takt time é a frequência com que se produz uma peça ou produto, com o intuito de satisfazer os pedidos por partes dos clientes dentro de prazos estabelecidos. Este cálculo atinge-se através da divisão do tempo disponível de trabalho por turno, em segundos, pelo volume de pedidos do cliente por turno, em unidades.

É utilizado para se sincronizar o ritmo de produção com o ritmo de vendas. Este valor torna-se a referência que marca o ritmo a que cada peça tem de ser produzida, ajudando a ver a evolução que a produção está a ter e o que é necessário para melhorar.

Para se produzir de acordo com um takt é necessário um esforço para:

- Fornecer respostas rápidas para os problemas
- Eliminar as causas de paragens não planeadas de máquinas
- Diminuir tempos de mudança de ferramentas ou produtos

4.1 Análise de processo



Figura 4.2 – Caminho a seguir numa análise de processo. (Fonte: Manual SPB)

É uma das principais ferramentas Lean sobretudo quando aplicado na análise a processos industriais, devendo ser obtido através de vários passos conduzidos com as perguntas certas.

4.2 Passos para a análise de um processo

Primeira impressão do processo

- A cadência de saída da linha é consistente?
- A saída da linha está de acordo com as necessidades do cliente?
- A sequência de trabalho de cada operador é cíclica e repetitiva?
- Existe fluxo unitário?

Determine a taxa de pedido do cliente e o ciclo da linha

- Qual é o takt do cliente?
- Qual é o tempo de ciclo planeado?
- Qual é o tempo de ciclo actual?

$$\text{Takt do cliente} = \frac{\text{Tempo de trabalho efectivo/turno}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segpedido cliente/turno}} \quad (\text{segundos})$$

$$\text{Tempo de Ciclo Planeado} = \text{Takt Time} \times \text{OEE} \quad (\text{segundos})$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (\%)$$

Verificar a capacidade máquina

- O equipamento pode atingir o tempo de ciclo planeado?
- Qual é o tempo de ciclo natural da linha?

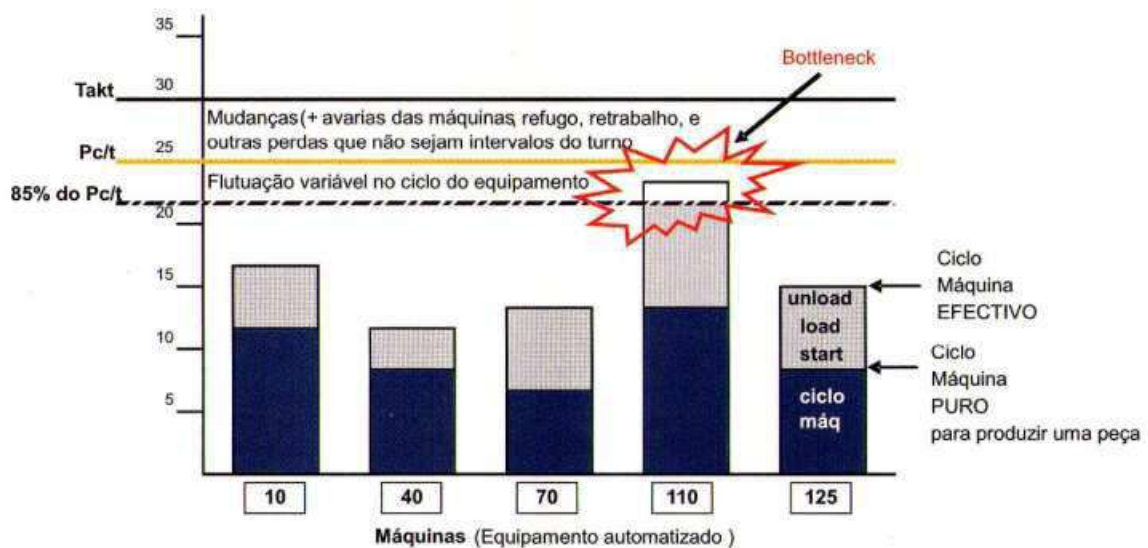


Gráfico 4.1- Identificação do bottleneck e estabelecimento do tempo de ciclo.
(Fonte: Manual SPB)

De forma a se trabalhar com um factor de segurança, para se absorver disfuncionalidades próprias do sector, é necessário estabelecer-se o tempo de ciclo planeado e trabalhar sempre abaixo deste.

Verificar estabilidade do processo

Para se definir tempos de ciclo, deve-se fazer uma média de 20 ciclos. Durante o trabalho nem sempre foi possível seguir esse procedimento devido á dinâmica dos operadores.

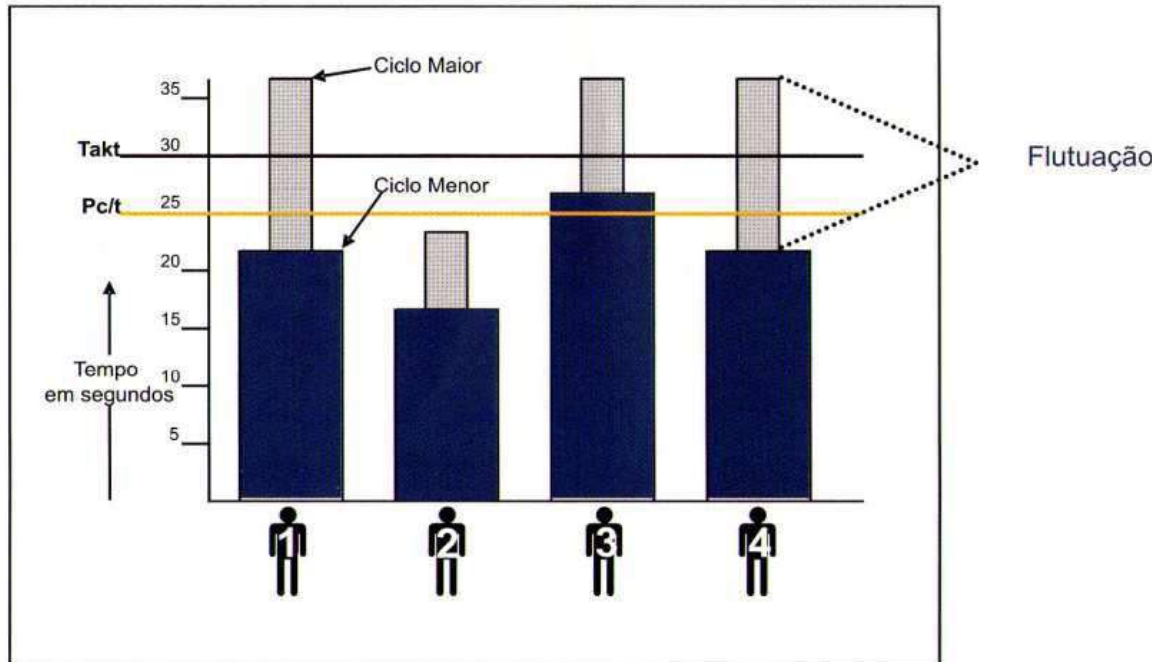


Gráfico 4.2 – Identificação de postos capazes de produzir segundo o takt. (Fonte: Manual SPB)

Calcular o número correcto de operadores

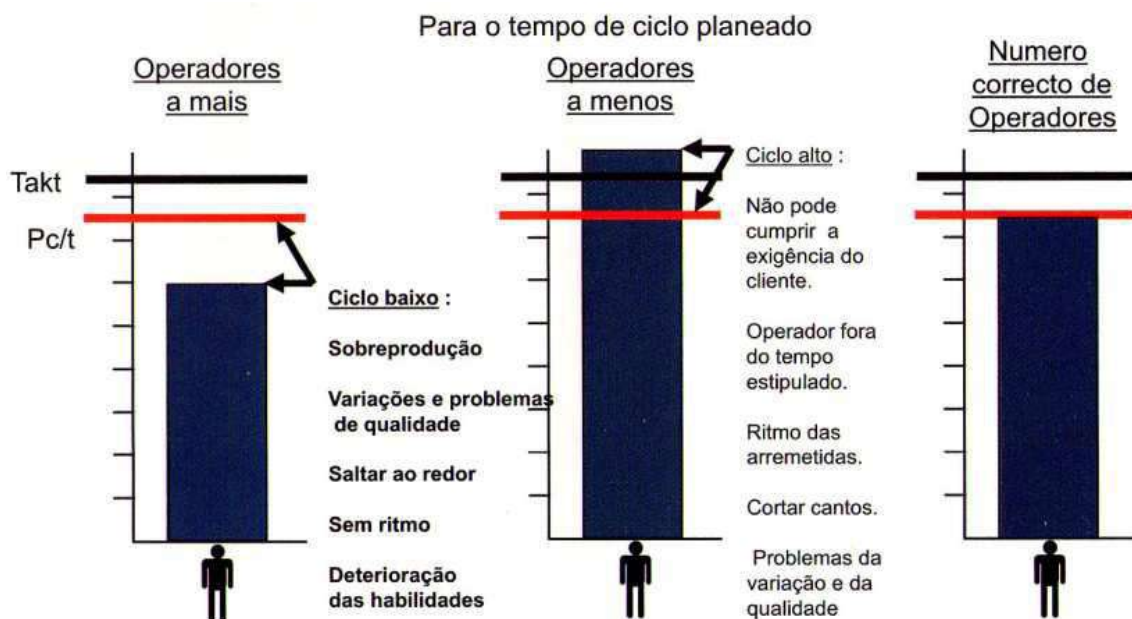


Gráfico 4.3 – Nivelamento de MOD. (Fonte: Manual SPB)

$$N^{\circ} \text{ correcto de operadores} = \frac{\text{Tempo total real de trabalho do operador para processar uma peça}}{\text{Tempo de ciclo planeado}}$$

Dividindo-se o tempo de se realizar uma peça de A a Z pelo tempo de ciclo planeado, consegue-se definir o número certo de operadores por posto. Se o resultado for inferior a um, significa que o operador tem algum tempo “morto”, se for 1, quer dizer que o posto está bem nivelado, e se for superior a 1, quer dizer que o posto necessita de mais operadores.

Relatório final

- Análise
- O que deveria acontecer?
- O que acontece na realidade?
- Qual é o problema?
- Qual é o próximo passo?

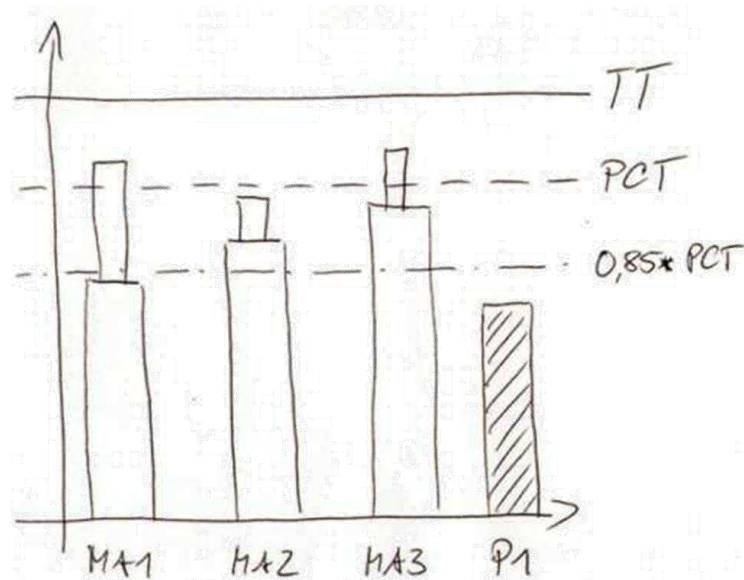


Gráfico 4.4 – Planeamento do tempo de ciclo. (Fonte: Manual SPB)

4.3 Eficiência Global - OEE

Avalia o desempenho de um conjunto de factores e não dos factores individualmente. Confronta os 3 principais factores envolvidos na satisfação dos pedidos dos clientes – *Performance, Qualidade, Disponibilidade*



Figura 4.3 – Definição de OEE

A eficiência de uma unidade produtiva é (normalmente) afectada por acontecimentos e incidentes vários, denominados genericamente de *PERDAS*.

Perdas de Disponibilidade

Avárias, mudança de produto, paragens por falta de abastecimentos, indisponibilidade de pessoal...

Perdas de Performance (ou velocidade)

Ciclo em vazio, micro-paragens, baixa cadência...

Perdas de Qualidade

Defeitos, erros, perdas de arranque, testes destrutivos, retrabalhos...




Figura 4.4- Impacto de perdas no tempo.

$$\% \text{ Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Abertura} - \text{Perdas Disponibilidade}}{\text{Tempo Abertura}}$$

$$\% \text{ Performance} = \frac{\text{Tempo Disponível} - \text{Perdas Performance}}{\text{Tempo Disponível}}$$

$$\% \text{ Qualidade} = \frac{\text{Tempo Funcionamento} - \text{Perdas Qualidade}}{\text{Tempo Funcionamento}}$$

MONITORIZAÇÃO DAS LINHAS DE MONTAGEM - MOLDE 6731

HORÁRIO DE PRODUÇÃO				ENGENHARIA DE PROCESSO		HORÁRIO DE PRODUÇÃO			
INICIO	08:00	FIM	16:00	DATA: 03-12-2010		INICIO	16:00	FIM	00:00
DISPONIBILIDADE				 <p>OBSERVAÇÕES</p> <p>O posto de trabalho só teve um operador até as 12:50.</p>		DISPONIBILIDADE			
100%						100%			
PARAGENS PROGRAMADAS (MIN)		75				PARAGENS PROGRAMADAS (MIN)		0	
PARAGENS NÃO PROGRAMADAS (M)		0				PARAGENS NÃO PROGRAMADAS (M)		0	
TEMPO DISPONÍVEL (SEG)		24300				TEMPO DISPONÍVEL (SEG)		28800	
PERFORMANCE						PERFORMANCE			
57%						#DIV/0!			
TEMPO CICLO TEÓRICO (SEG)		38				TEMPO CICLO TEÓRICO (SEG)		0	
TEMPO CICLO REAL (SEG)		67				TEMPO CICLO REAL (SEG)		0	
PRODUÇÃO TEÓRICA		639				PRODUÇÃO TEÓRICA		0	
PRODUÇÃO REAL		363				PRODUÇÃO REAL		0	
QUALIDADE						QUALIDADE			
100%						#DIV/0!			
PEÇAS REJEITADAS		0				PEÇAS REJEITADAS		0	

57% OEE ####

Figura 4.5 - Folha de cálculo criada para o OEE.

5 . Casos de estudo

5.1 1º VSM elaborado na fábrica Simoldes Plásticos:

A empresa em questão, produz vários componentes para o sector automóvel. O produto em questão faz parte da família de produtos plásticos injectados que requerem uma montagem posterior.

Processo de produção:

Os processos para esta família de produtos envolvem a injeção plástica e a montagem de alguns componentes. A montagem de componentes envolve 3 postos de trabalho, sendo dois deles simétricos. O molde no qual é injectado o plástico, tem duas cavidades, uma referente a peças esquerdas e outras a direitas.

Após estes processos, as peças serão enviadas mais tarde para um cliente, construtor de automóveis.

Requisitos do cliente:

O cliente pretende montar 600 carros por dia.

Tempo de trabalho:

As máquinas de injeção trabalham a 24 horas ou 3 turnos, durante 22 dias por mês. Cada turno tem a duração de 8 horas para os trabalhadores, das quais 7 horas de trabalho e 1 hora para paragens.

Informação dos processos:

Injecção:

- Máquina de injeção automática
- Tempo de ciclo de 58 segundos
- Tempo de troca de molde 64 horas (sujeito a alterações)
- Rendimento operacional 82,5%

Montagem posto 1:

- Processo manual com 1 operador
- Tempo de ciclo de 40 segundos
- Confiança no operador de 100%
- Posto trabalha peças esquerdas e direitas

Montagem posto 2:

- Processo manual com 1 operador
- Posto tem um periférico para controlo e verificação de componentes
- Tempo de ciclo de 31 segundos
- Confiança no operador de 100%
- Posto trabalha peças só esquerdas

Montagem posto 3:

- Processo manual com 1 operador
- Posto tem um periférico para controlo e verificação de componentes
- Tempo de ciclo de 31 segundos
- Confiança no operador de 100%
- Posto trabalha peças só direitas

O produto em causa trabalha numa nave industrial, onde o tempo disponível para trabalho é de 24 horas, distribuídas por 3 turnos de 8 horas. A intenção do cliente é construir 600 carros por dia, o que equivale a 600 injeções, e em cada injeção é injectada uma peça esquerda e uma direita.

Objectivo:

- Aumentar robustez do processo
- Disponibilizar 1 operador

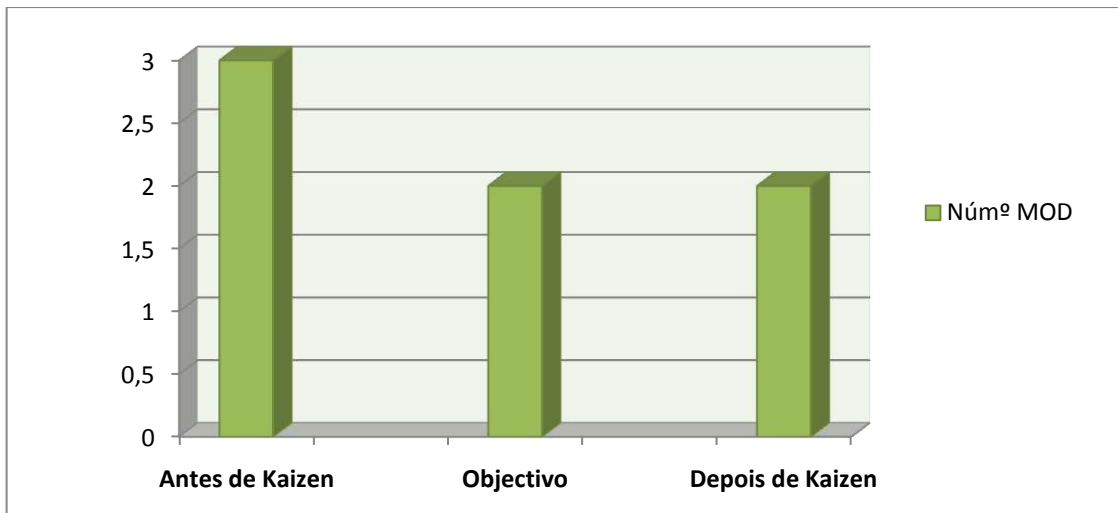


Gráfico 5.1 – Número de MOD vs duração do VSM.

Dados:

Número de injeções = 600

Tempo de ciclo = 58 segundos

$$\begin{aligned} \text{Ocupação Máquina/mês} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ injeções} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}} \\ &= \frac{600 \times 58 \times 22}{24 \times 3600} = 9 \text{ dias/mês} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Necessidade de MOD} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ MOD} \times \text{num}^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Oc. Máq/mês}}{22 \text{ dias}} \\ &= \frac{3 \times 3 \times 9}{22} = 3,7 \text{ MOD/mês} \end{aligned}$$

Layout Actual

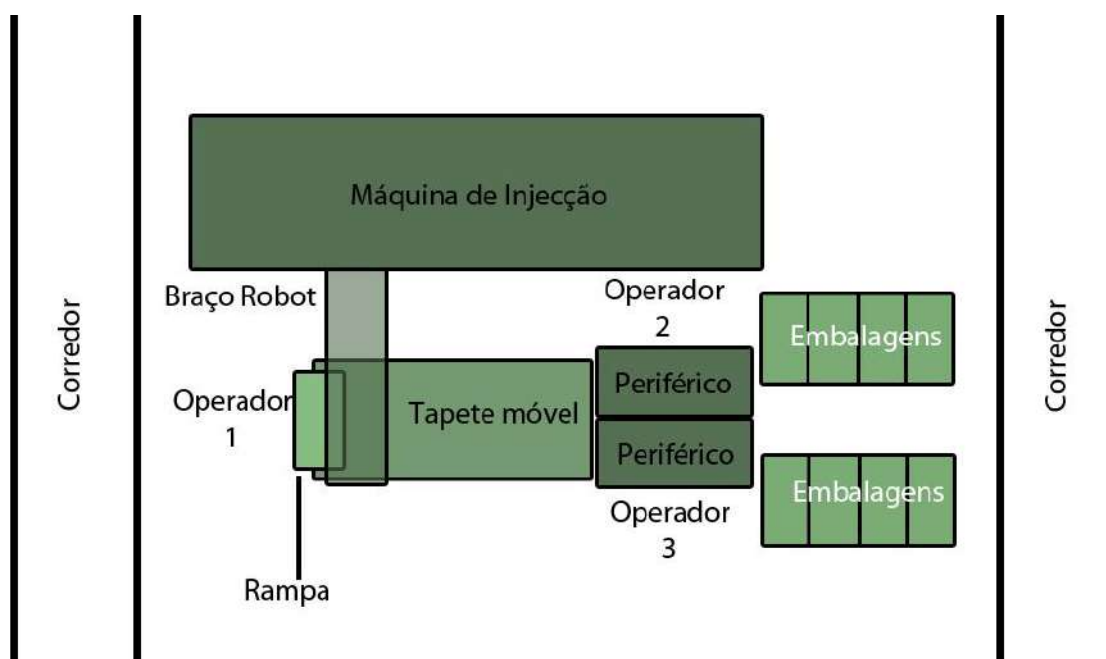


Figura 5.1 - Layout inicial do 1º VSM

Processamento de uma peça de A a Z:

Operador 1	
Tarefa	Tempo (segundos)
Verificar o estado da peça esquerda	4
Montar componente "1"	4
Colar 4 espumas	12
Verificar o estado da peça direita	4
Montar componente "1"	4
Colar 4 espumas	12
Total = 40	

Tabela 5.1- Operações do operador um no 1º VSM

Operador 2	
Tarefa	Tempo (segundos)
Colocar peça esquerda no periférico	3
Colar 4 anilhas	6
Colocar feltro adesivo	6
Activar periférico	2
Etiquetar a peça	3
Retirar peça do periférico	3
Ensacar e embalar peça	8
Total = 31	

Tabela 5.2 - Operações do operador dois no 2º VSM

Operador 3	
Tarefa	Tempo (segundos)
Colocar peça direita no periférico	3
Colar 4 anilhas	6
Colocar feltro adesivo	6
Activar periférico	2
Etiquetar a peça	3
Retirar peça do periférico	3
Ensacar e embalar peça	8
	Total = 31

Tabela 5.3 - Operações do operador três no 1º VSM

O próximo passo do mapeamento é desenhar os processos básicos de produção. Para se indicar um processo, utiliza-se uma caixa de processo. Regra geral, a caixa indica um processo no qual o material está a fluir, desenhar uma caixa para cada etapa individual do processo tornaria o mapa difícil de manusear. A caixa do processo termina onde os processos são separados e o fluxo de material pára.

O fluxo de material é desenhado na parte inferior da folha de trabalho, sendo o sentido da esquerda para a direita, por vezes não correspondente ao layout físico da empresa.

Nas caixas de processo, é usual inserir-se informações relativas a:

- Tempo de ciclo
- Tempo de troca
- N° pessoas
- Tempo de trabalho disponível
- Tempo de operação efectiva
- Tamanho de lotes
- Rendimento operacional
- Necessidade de MOD
- Ocupação das máquinas por mês
- Tempo de valor acrescentado
- Tempo total

Mapa actual do 1º VSM

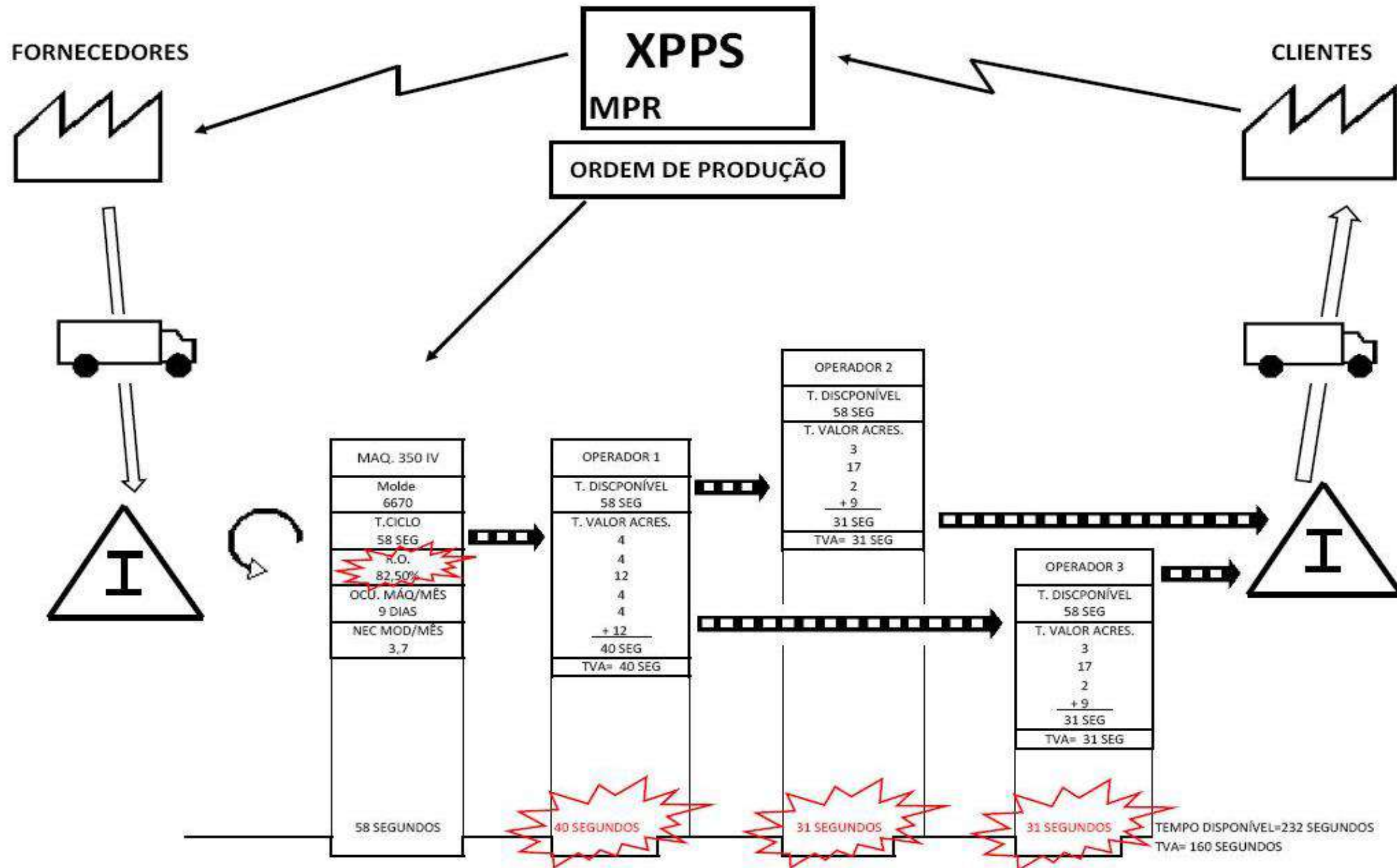


Figura 5.2 – Mapa do actual do 1º VSM

Análise dos pontos críticos

Uma vez desenhado o VSM, é necessário focar-se os pontos críticos e combater-los. Neste caso, os pontos assinalados são:

- Baixo rendimento operacional por parte da máquina de injeção
- Tempos de valor acrescentados muito inferiores aos tempos disponíveis

$$Rendimento\ operacional = 82,5\%$$

$$T.ciclo\ injeção = 58\ segundos$$

$$\begin{aligned} T.disponível\ total\ actual &= T.ciclo\ injeção + 3\ MOD \times T.disponível \\ &= 58 + 3 \times 58 = 232\ segundos \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T.valor\ acrescentado\ actual &= T.ciclo\ injeção + TVA\ de\ cada\ operador \\ &= 58 + 40 + 31 + 31 = 160\ segundos \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T.disponível\ total\ futuro &= T.ciclo\ injeção + 2\ MOD \times T.disponível \\ &= 58 + 2 \times 58 = 174\ segundos \end{aligned}$$

Nos pontos críticos, é necessário fazer-se uma análise do processo, de forma a conseguir-se eliminar ou reduzir esses mesmos pontos.

Neste caso em concreto, era necessário ganhar um operador directo, isto é, reduzir de 3 para 2 operadores no posto de trabalho. Feita as contas ao tempo total disponível, que é de 232 segundos, vemos que há uma grande diferença, para o tempo de valor acrescentado, 160 segundos. O ideal seria que estes dois valores fossem iguais, mas não sendo possível, o tempo de valor acrescentado deve ser o mais próximo possível, mas nunca superior ao tempo de ciclo disponível, isso significaria que o posto necessitaria de mais um operador.

Com o objectivo de se ganhar um MOD, o tempo disponível futuro com 2 operadores é de 174 segundos, quer dizer que o posto pode funcionar com somente 2 operadores com margens de 14 segundos e 7 segundos para cada operador.

Para se conseguir trabalhar só com 2 operadores, é necessário fazer alterações no layout, pois com o apresentado inicialmente, tal não é possível.

LAYOUT FUTURO

Desta forma, desenhou-se um novo Layout, onde foram realizadas alterações a nível do espaço físico e de funções por parte dos operadores.

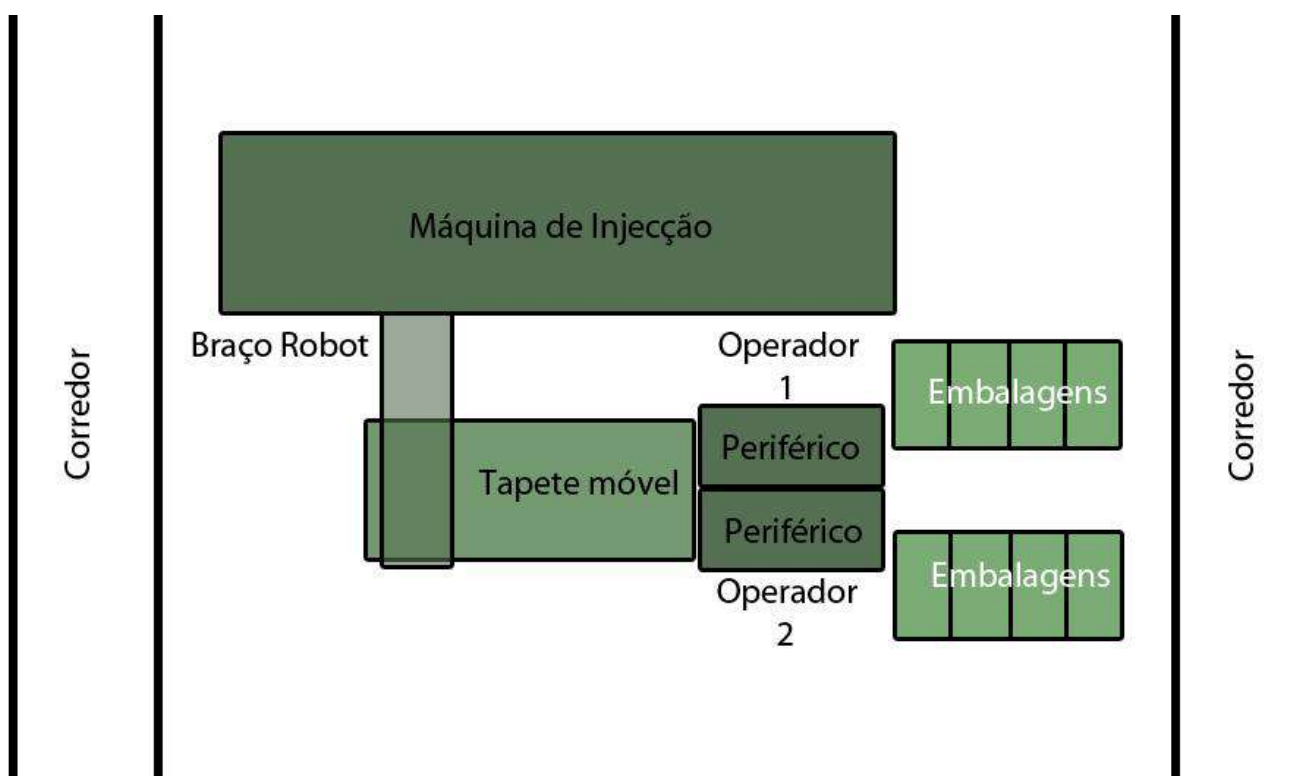


Figura 5.3 - Layout futuro do 1º VSM

As alterações realizadas no layout, foram a extinção da rampa e bancada usadas pelo operador 1 e a alteração dos periféricos, onde se inseriu uma base rotativa em cada periférico, de modo ao operador 2 e 3 poderem realizar as funções do operador 1.

Novo processamento de uma peça de A a Z:

Operador 1 e 2	
Tarefa	Tempo (segundos)
Verificar o estado da peça	4
Colocar peça no periférico	2
Montar componente “1”	4
Colar 4 espumas	12
Colar 4 anilhas	6
Colocar feltro adesivo	6
Mudar posição da peça	3
Etiquetar a peça	3
Retirar peça do periférico	3
Ensacar e embalar peça	8
	Total =51

Tabela 5.4 - Operações do operador um e dois no 1º VSM

Mapa do futuro 1º VSM

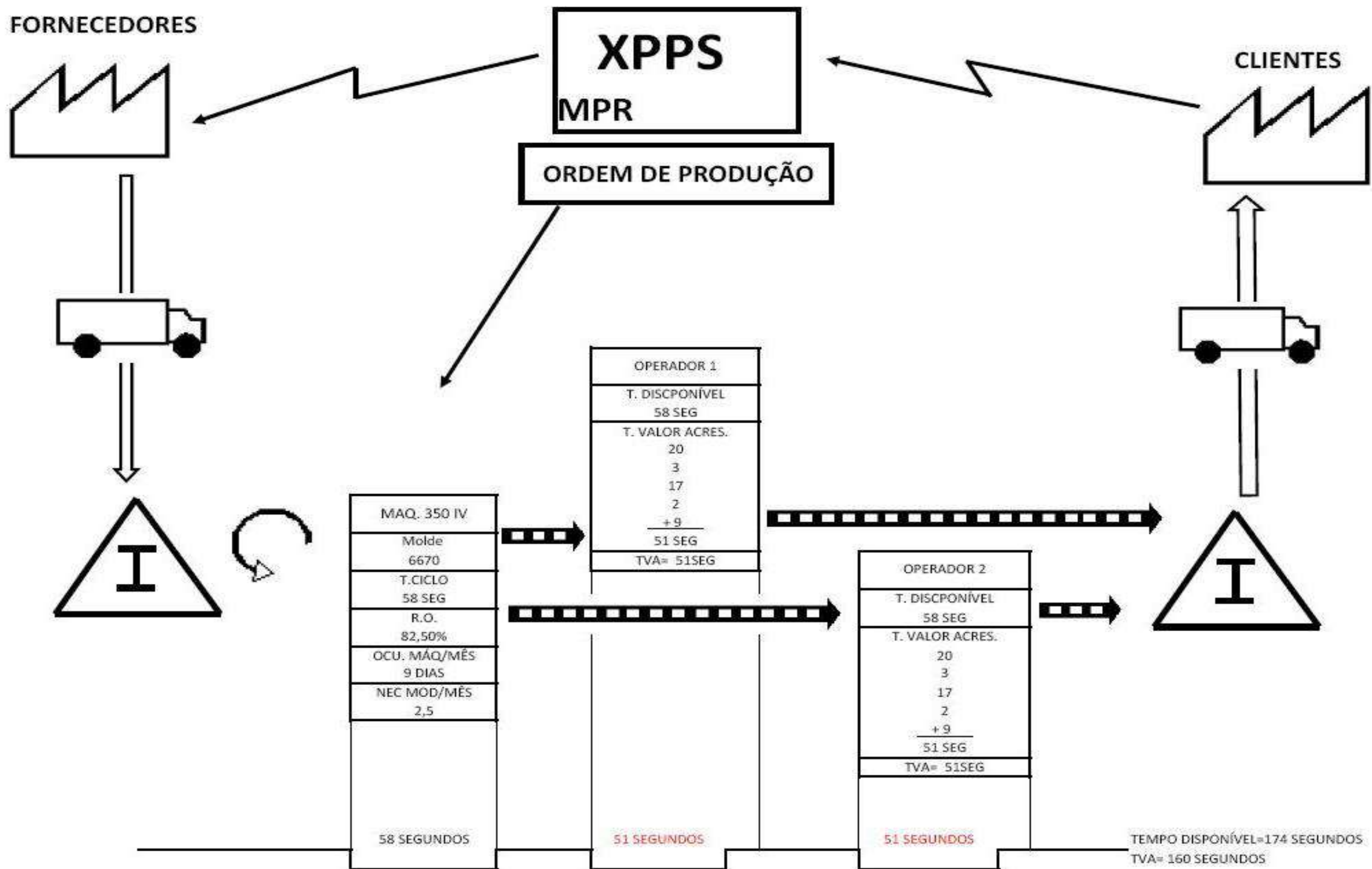


Figura 5.4 Mapa do futuro 1º VSM

Plano de acções

Ponto crítico	Causa	Acções	Responsável
1	Rendimento operacional	- Passar corta gitos para o tapete - Aumentar robustez da mão presa	M.Silva
2	Tempo disponível muito elevado comparado com o tempo valor acrescentado	- Passar operações do operador 1 para os operadores 2 e 3 - Colocar base rotativa para montagem das operações do operador 1 nos periféricos	R.Ribeiro M. Silva

Tabela 5.5 - Planos de acções do 1º VSM

Ganhos

$$\begin{aligned}
 \text{Ocupação Máquina/mês} &= \frac{\text{Num}^\circ \text{ injeções} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}} \\
 &= \frac{600 \times 58 \times 22}{24 \times 3600} = 9 \text{ dias/mês}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Necessidade de MOD} &= \frac{\text{Num}^\circ \text{ MOD} \times \text{num}^\circ \text{ turnos} \times \text{Oc. Máq/mês}}{22 \text{ dias}} \\
 &= \frac{2 \times 3 \times 9}{22} = 2,5 \text{ MOD/mês}
 \end{aligned}$$

$$\Delta \text{MOD} = \text{MOD actual} - \text{MOD futuro} = 3,7 - 2,5 = 1,2$$

Nota: Por motivos profissionais, o custo horário do operador vem designado como 1€/hora.

$$\begin{aligned}
 \text{Ganho €} &= \Delta \text{MOD} \times 8 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times \text{custo horário do operador} \times 10 \text{ meses} \\
 &= 1,2 \times 8 \times 22 \times 1 \times 10 = 2112 \text{ €}
 \end{aligned}$$

Casos de estudo

$$\begin{aligned} \text{Num}^{\circ} \text{ peça/operadores actual} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas por hora}}{\text{Num}^{\circ} \text{ operadores}} \\ &= \frac{124}{3} = 41,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Num}^{\circ} \text{ peça/operadores futuro} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas/hora}}{\text{Num}^{\circ} \text{ operadores}} \\ &= \frac{124}{2} = 62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produtividade} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas/operador (futuro - actual)}}{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas actual}} \\ &= \frac{62 - 41,3}{41,3} = 50\% \end{aligned}$$

5.2 2º VSM elaborado na fábrica Simoldes Plásticos:

Neste segundo VSM apresentado, a situação é muito semelhante à anterior. Este novo VSM efectuou-se numa outra nave industrial, onde a peça em questão tem dimensões bastantes maiores, e o que significa uma máquina mais potente, periféricos, contentores e tapetes rolantes maiores.

Processo de produção:

Os processos para esta família de produtos envolvem novamente a injeção plástica e a montagem de alguns componentes. O molde no qual é injectado o plástico, tem duas cavidades, uma referente a peças esquerdas e outra a direitas. A montagem de componentes envolve 4 postos de trabalho, onde os processos são simétricos vistos se tratarem de peças esquerdas e direitas, necessitando de 2 operadores por peça.

Após estes processos, as peças serão enviadas mais tarde para um cliente, construtor de automóveis.

Requisitos do cliente:

O cliente pretende montar 1000 carros por dia com várias obrigações a nível de qualidade. O periférico no posto de trabalho foi criado também por motivos de qualidade.

Tempo de trabalho:

As máquinas de injeção trabalham a 24 horas ou 3 turnos, durante 22 dias por mês. Cada turno tem a duração de 8 horas para os trabalhadores, das quais 7 horas de trabalho e 1 hora para paragens.

Informação dos processos:

Injeção:

- Máquina de injeção automática
- Tempo de ciclo de 60 segundos
- Rendimento operacional da máquina 90%

Montagem do posto 1 e 2:

Casos de estudo

- Processo manual com 1 operador
- Tempo de ciclo de 36 segundos
- Confiança no operador de 100%
- Posto 1 trabalha peças esquerda e posto 2 as peças direitas

Montagem do posto 3 e 4:

- Processo manual com 1 operador
- Posto tem um periférico para verificação de componentes, conformação da peça e auxiliar operador
- Tempo de ciclo de 41 segundos
- Confiança no operador de 100%
- Posto 3 trabalha peças esquerda e posto 4 as peças direitas

O produto em causa trabalha numa nave industrial, onde o tempo disponível para trabalho é de 24 horas, distribuídas por 3 turnos de 8 horas. A intenção do cliente é construir 1000 carros por dia, o que equivale a 1000 injeções, e em cada injeção é injectada uma peça esquerda e uma direita.

Objectivo:

- Aumentar robustez do processo
- Reduzir o número de MOD
- Prevenir problemas de qualidade

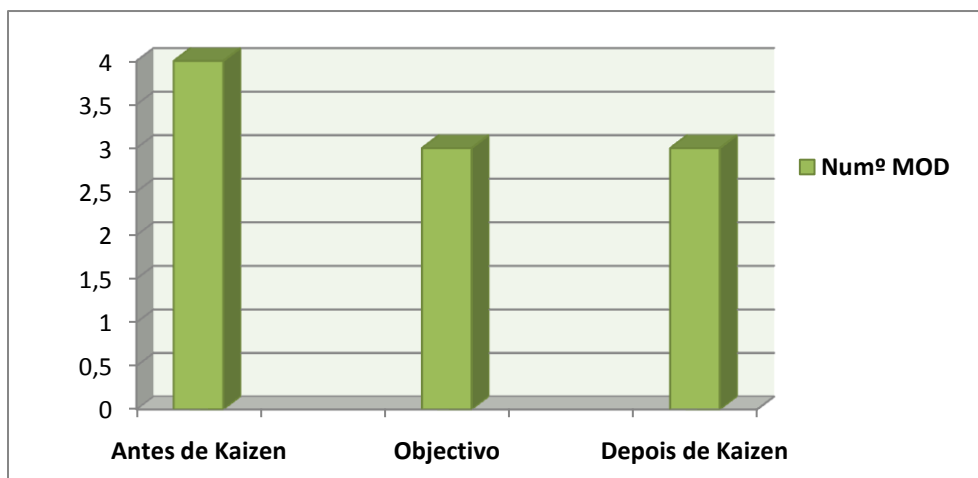


Gráfico 5.2 – Número MOD vs tempo decorrido durante o 2º VSM.

Dados:

Numº injeções = 1000

Tempo de ciclo = 63 segundos

$$\text{Ocupação Máquina/mês} = \frac{\text{Num}^\circ \text{ injeções} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}}$$

$$= \frac{1000 \times 63 \times 22}{24 \times 3600} = 16 \text{ dias/mês}$$

$$\text{Necessidade de MOD} = \frac{\text{Num}^\circ \text{ MOD} \times \text{num}^\circ \text{ turnos} \times \text{Oc. Máq/mês}}{22 \text{ dias}}$$

$$= \frac{4 \times 3 \times 16}{22} = 8,7 \text{ MOD/mês}$$

Layout actual

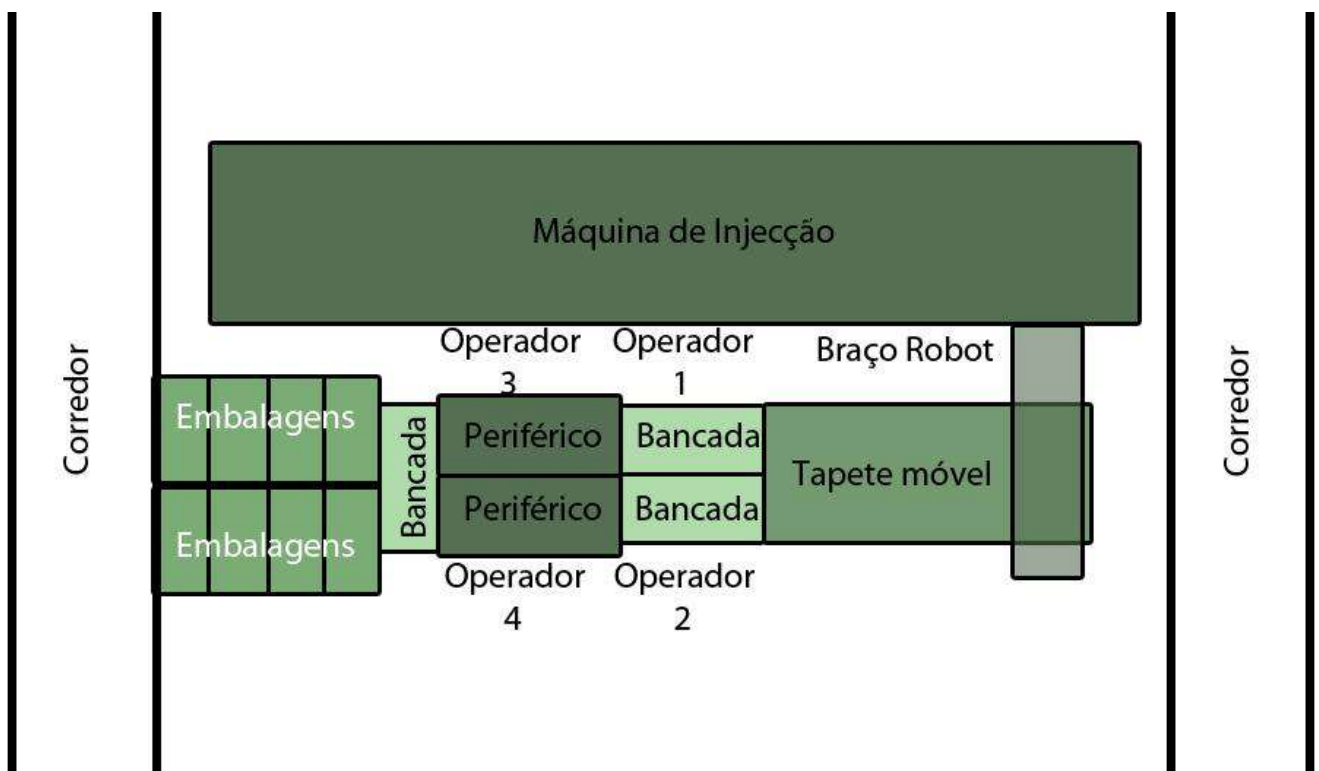


Figura 5.5 - Layout inicial do 2º VSM.

Processamento de uma peça de A a Z:

Operador 1 e 2	
Tarefa	Tempo (segundos)
Verificar o estado da peça	5
Retirar rebarba	8
Colarcar clip	3
Colar feltro adesivo	14
Colocar insonorizante	10
Marcar peça	6
Colocar peça na bancada	4
Total = 50	

Tabela 5.6- Operações do operador um e três no 2º VSM

Operador 3 e 4	
Tarefa	Tempo (segundos)
Colocar peça no periférico	4
Activar periférico	2
Colarcar filmes plásticos	15
Etiquetar e retirar a peça	6
Ensacar peça	7
Colocar peça no caixa	7
Total = 41	

Tabela 5.7- Operações dos operadores dois e quatro no 2º VSM

Mapa actual do 2º VSM

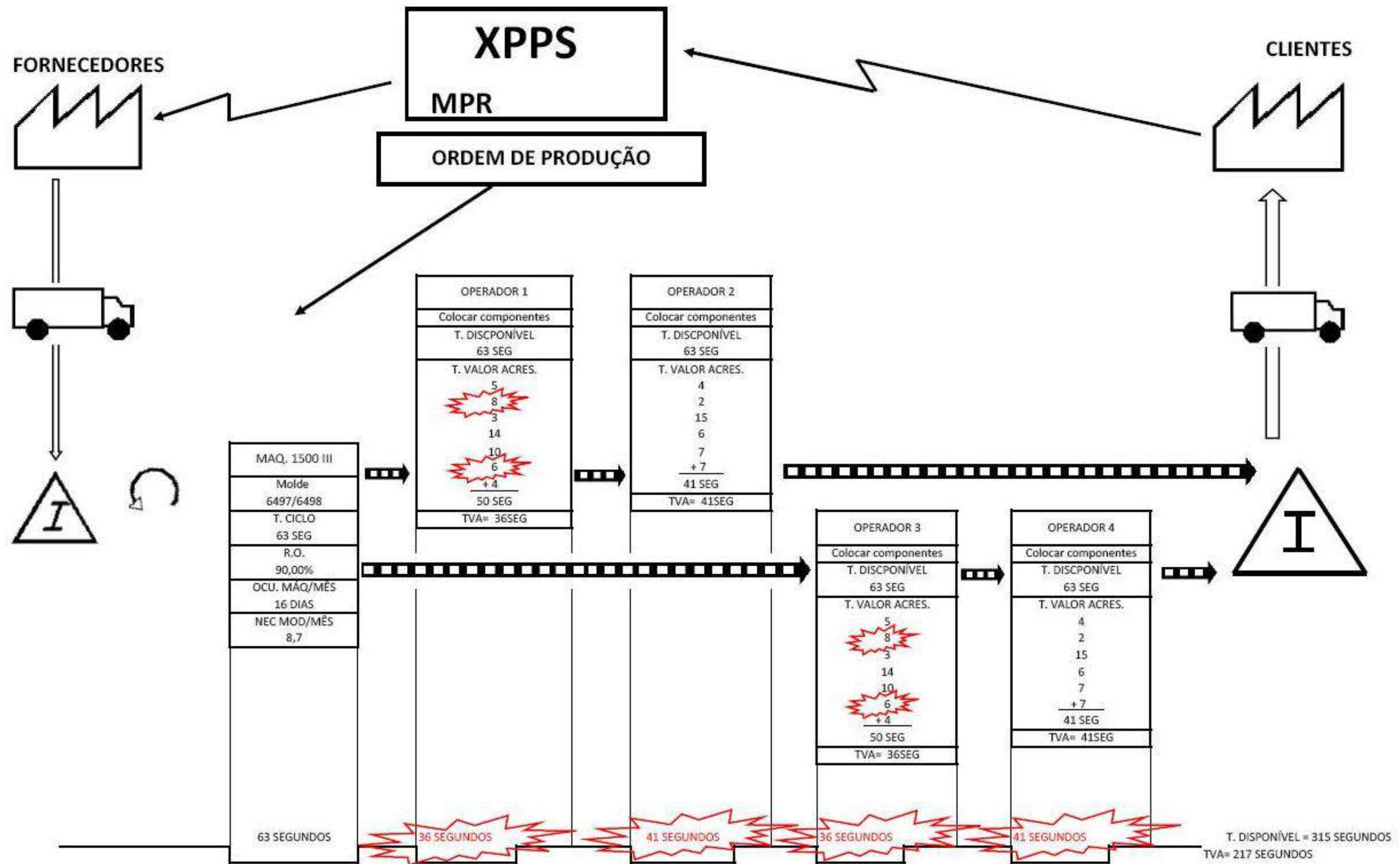


Figura 5.6 – Mapa actual do 2º VSM

Análise dos pontos críticos

Uma vez desenhado o VSM, é necessário focar-se os pontos críticos e combatê-los. Neste caso, os pontos assinalados são:

- Problema de qualidade, nomeadamente falta de alguns componentes montados pelos operadores.
- Tempos de valor acrescentados muito inferiores aos tempos disponíveis.
- Excesso de rebarba

$$\text{Rendimento operacional} = 90\%$$

$$T.\text{ciclo injeção} = 63 \text{ segundos}$$

$$\begin{aligned} T.\text{disponível total actual} &= T.\text{ciclo injeção} + 4 \text{ MOD} \times T.\text{disponível} \\ &= 63 + 4 \times 63 = 315 \text{ segundos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T.\text{valor acrescentado actual} &= T.\text{ciclo injeção} + \text{TVA de cada operador} \\ &= 63 + 36 + 41 + 36 + 41 = 217 \text{ segundos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T.\text{disponível total futuro} &= T.\text{ciclo injeção} + 2 \text{ MOD} \times T.\text{disponível} \\ &= 63 + 3 \times 63 = 252 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Neste caso em concreto, era necessário ganhar um operador directo, isto é, reduzir de quatro para três operadores no posto de trabalho. Feitas as contas ao tempo total disponível, que é de 315 segundos, vemos que ainda existe uma diferença para o tempo de valor acrescentado, 252 segundos. O raciocínio é o mesmo do exercício anterior, onde o tempo disponível futuro com 3 operadores será de 252 segundos, e o valor acrescentado será forçosamente de 217 segundos, o que á partida parece ser suficiente.

No entanto, os futuros operadores 1 e 2, estarão muito mais ocupados que no processo actual.

Layout Futuro

Desta forma, desenhou-se um novo Layout, onde foram realizadas alterações no espaço físico e funções por parte dos operadores.

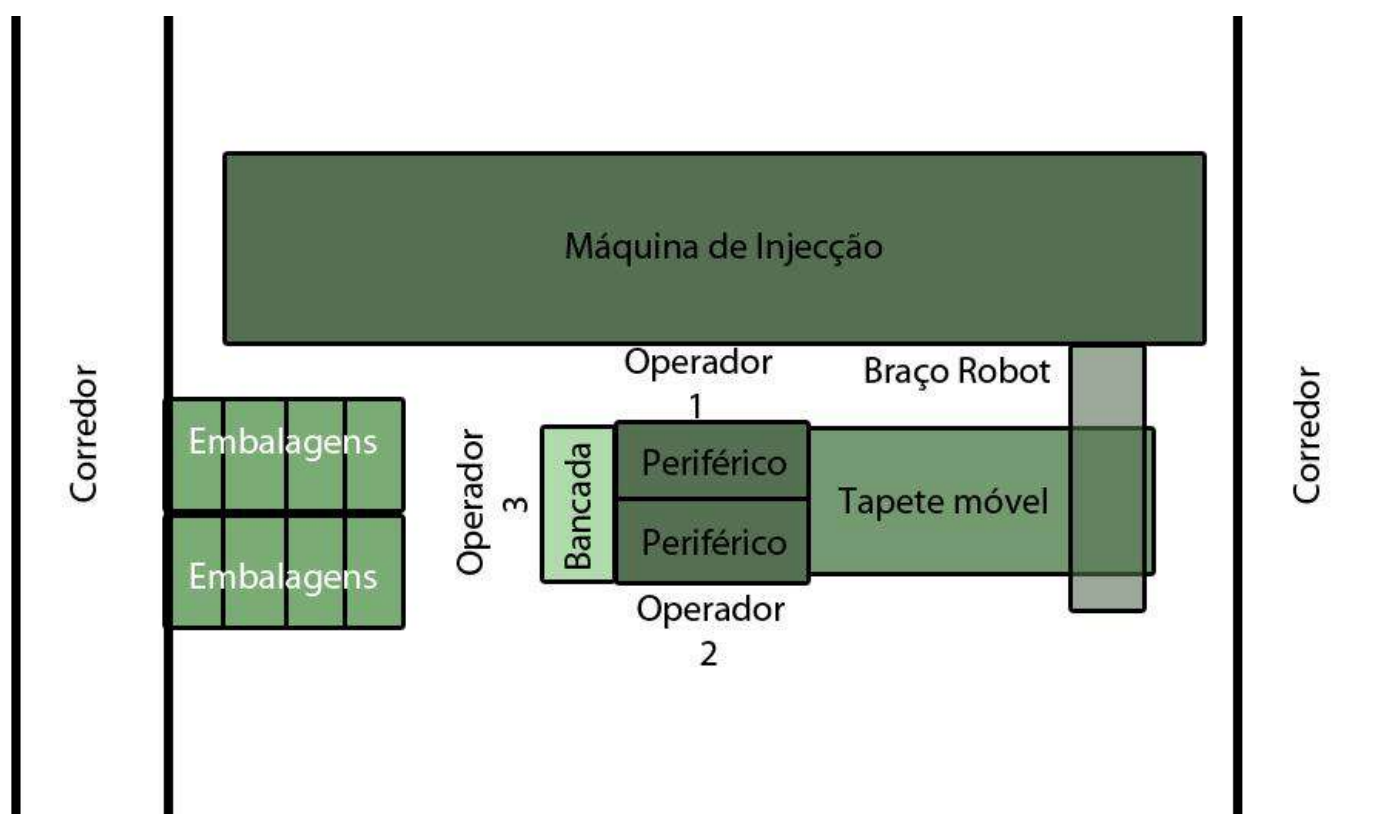


Tabela 5.8 - Layout futuro do 2º VSM.

As alterações elaboradas neste layout, foram a extinção das duas bancadas usadas pelos operadores 1 e 2 e a modificação dos periféricos, onde se inseriu uma base em cada um, de modo aos futuros operadores 1 e 2, poderem realizar as operações dos operadores actuais 3 e 4 respectivamente. O último operador futuro, o 3, fica depois com a preocupação de ensacar e embalar as peças, repor os componentes dos outros dois postos.

Novo processamento de uma peça de A a Z:

Operador 1 e 2	
Tarefa	Tempo (segundos)
Verificar o estado da peça	5
Colocar clip	3
Coloca feltro adesivo	14
Colocar insonorizante	10
Colocar pela no periférico	3
Activar periférico	2
Colocar filmes plásticos	15
Etiquetar e retirar a peça	6
	Total = 58

Tabela 5.9- Operações do operador um e dois no 2º VSM.

Operador 3	
Tarefa	Tempo (segundos)
Ensacar peça esquerda	7
Ensacar peça direita	7
Colocar peças na caixa	20
Abastecer componentes	10
Construir alvéolos	10
	Total = 54

Tabela 5.10 - Operações do operador três no 2º VSM.

Nota: o abastecimento de componentes e a construção de alvéolos, apenas se fazem consoante a necessidade do posto, algo que é gerido pelo operador conforme a sua disponibilidade.

Mapa futuro do 2º VSM

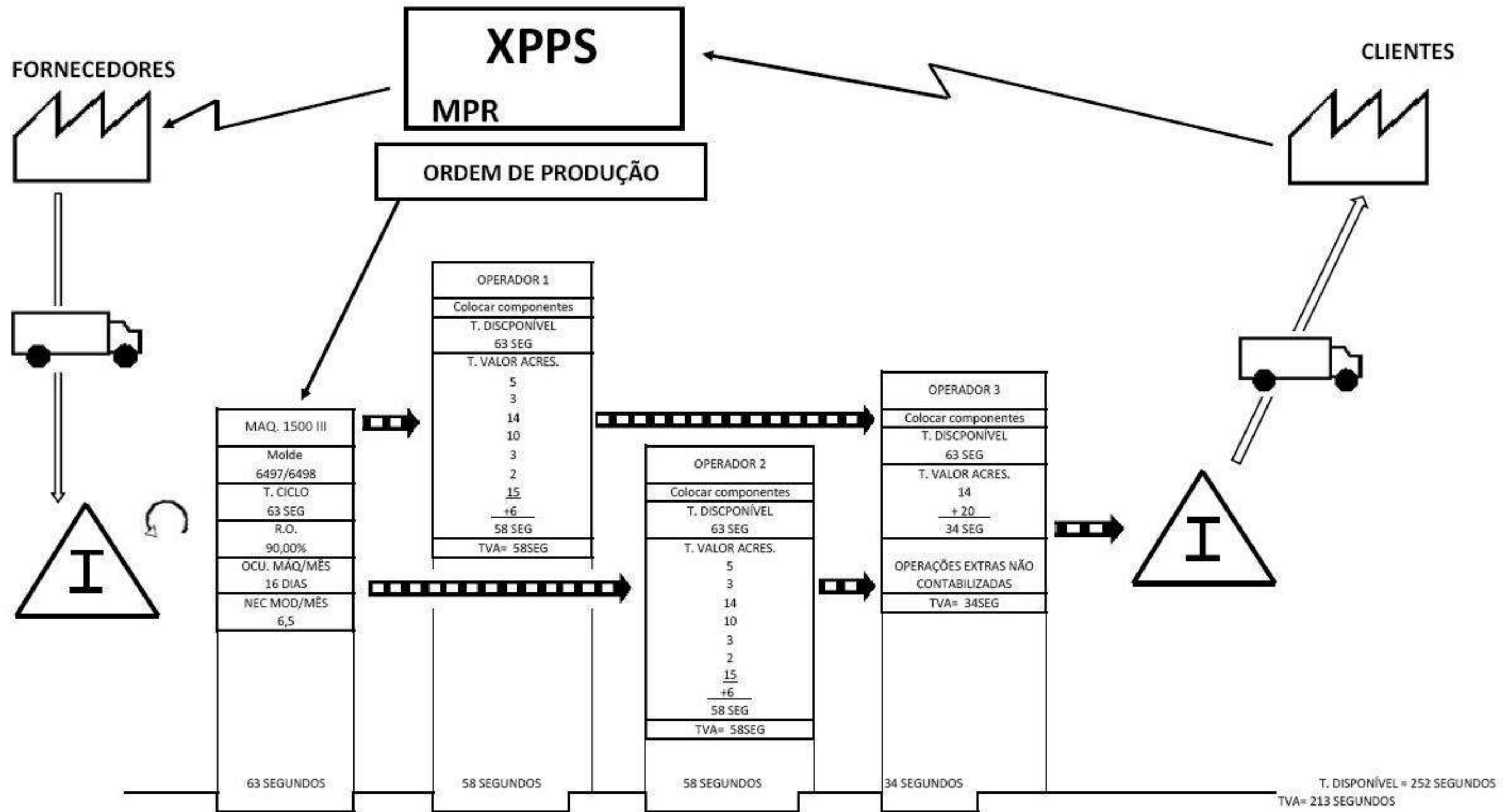


Figura 5.7 – Mapa futuro do 2ºVSM.

Plano de acções:

Ponto crítico	Causa	Acções	Responsável
1	Rebarba	- Eliminar rebarba	R. Correira
2	Marcações dos componentes com marcadores	- Verificar necessidades de marcações com o departamento de qualidade.	S.Teixeira
3	Tempo disponível muito superior ao TVA	-Nivelar processo produtivo e traçar novo layout -Optimizar periférico	R.Ribeiro M.Silva

Tabela 5.11- Plano de acções para o 2º VSM.

Ganhos

$$\begin{aligned}
 \text{Ocupação Máquina/mês} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ injeções} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}} \\
 &= \frac{600 \times 63 \times 22}{24 \times 3600} = 16 \text{ dias}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Necessidade de MOD} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ MOD} \times \text{num}^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Oc. Máq/mês}}{22 \text{ dias}} \\
 &= \frac{3 \times 3 \times 22}{22} = 16 \text{ dias}
 \end{aligned}$$

$$\Delta \text{MOD} = \text{MOD actual} - \text{MOD futuro} = 8,7 - 6,5 = 2,2$$

Nota: Por motivos profissionais, o custo horário do operador vem designado como 1€/por hora.

$$\begin{aligned}
 \text{Ganho €} &= \Delta \text{MOD} \times 8 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times \text{custo unitário horário} \times 10 \text{ meses} \\
 &= 2,2 \times 8 \times 22 \times 1 \times 10 = 3872 \text{ €}
 \end{aligned}$$

Standardização e Balanceamento do Numero de Operadores

$$\begin{aligned} \text{Num}^{\circ} \text{ peças/operador actual} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas por hora}}{\text{Num}^{\circ} \text{ operadores}} \\ &= \frac{114}{4} = 28,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Num}^{\circ} \text{ peça/operadores futuro} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas por hora}}{\text{Num}^{\circ} \text{ operadores}} \\ &= \frac{114}{3} = 38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produtividade} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas/operador (futuro - actual)}}{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas actual}} \\ &= \frac{38 - 28,5}{28,5} = 33\% \end{aligned}$$

6 . Análise de Processos

Um dos objectivos da dissertação, seria o aumento de produtividade em alguns postos de trabalho. Para isso, mais uma vez se fez um mapeamento da cadeia de valor, tentado definir as actividades de valor acrescentado, de valor não acrescentado mas necessárias, e as de valor não acrescentado desnecessárias.

O método usado nas várias análises, baseou-se na recolha de informação, gravação vídeo do posto de trabalho, análise e medição de todas as operações e formação de grupos Kaizen.

De referir que estes processos ocorrem numa nave industrial designada de linha de montagem, em que são montados componentes nas peças injectadas anteriormente, quer por operações humanas, quer com auxílio de periféricos. Por intenção e filosofia interna da empresa, a nave em causa só deverá ter um turno de 8 horas, das 8h às 16h.

O mapeamento destes posto, não foi idêntico aos já apresentados, na medida de que estes postos não estão dependentes das máquinas de injeção, que nos casos anteriores definiam os tempos de ciclo, e posteriormente o tempo disponível. Nestes postos os operadores não têm um tempo ciclo imposto por uma máquina, mas sim por eles mesmos.

A recolha de informação passa por saber os pedidos e necessidades dos clientes, tempo disponível, e o rendimento operacional. Assim é possível definir o Takt Time que controlará os processos, pois estes postos são terminais, produzindo produtos finais, prontos para serem expedidos.

No total foram analisados 7 postos de trabalho, mas somente serão apresentados 2, pois o método de análise é igual. Contudo, embora os métodos sejam iguais as alterações efectuadas nos postos de trabalho nunca foram as mesmas, pois todos os postos sofreram alterações a nível de layout e de operações.

6.1 Análise do Processo de produção:

Os processos para esta família de produtos envolvem a injeção plástica e a montagem de alguns componentes. A montagem de componentes requer um posto de

trabalho, onde serão montadas dois tipos de peças iguais, onde uma delas tem o encaixe de um botão e a outra não.

O molde em causa, tem duas cavidades, uma esquerda e uma direita, o que faz com que uma injeção produza 2 peças.

Concluídos estes processos, as peças serão enviadas mais tarde para um cliente construtor de automóveis.

Requisitos do cliente:

O cliente pretende montar 300 carros por dia, ou 300 injeções.

Tempo de trabalho:

Os postos de trabalho na linha de montagem, como já foi referido, deverão somente trabalhar em um turno de 8 horas, das quais 7 horas são de trabalho e 1 hora para paragens. Os postos trabalham durante o mês inteiro, totalizando 22 dias por mês.

Informação dos processos:

Montagem posto 1:

- Processo manual com 1 operador
- Tempo de ciclo de 75 segundos
- Confiança no operador de 100%
- Posto trabalha peças esquerdas e direitas

Objectivos:

- Aumentar produtividade
- Trabalhar só num turno

Processo Inicial:

Num^o peças = 300

Tempo de ciclo = 75 segundos

Tempo disponível por turno = 25200 segundos

$$TAKT\ TIME = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Nec. Peças por turno}} = \frac{25200}{600} = 42\ \text{segundos}$$

OEE = 90%

Tempo de ciclo planeado = TAKT TIME x OEE = 42 x 0.90 = 38 segundos

Processamento de uma peça de A a Z:

Operador	
Tarefa	Tempo (segundos)
Colocar os clips no periférico	11
Colocar insono no periférico	2
Colocar etiqueta na peça	1
Retirar peça do periférico	2
Retirar peça do back código interno e desensacar	2
Verificar estado da peça	3
Colocar a peça no periférico	1
Activar periférico	2
Ensacar peça e verificar o seu estado	12
Colocar peça no back de produto final	2
Total = 38	

Tabela 6.1- Operações do operador na 1ª análise de processo.

Esta sequência é um ciclo, repetindo se sempre desta maneira. Somente no início de cada produção ou final de produção esta sofre alterações. O tempo destas operações está majorado, sempre para permitir ao operador ter uma margem de erro. O posto de trabalho necessita de algumas outras operações, de valor não acrescentado mas necessárias, tais como as mudanças de back's, preenchimento dos quadros TRS, mudança dos periféricos quando se muda as referências das peças, e abastecimento de componentes. Para se poder absorver estes desperdícios, acrescenta-se mais 4 segundos ao tempo de processamento de uma peça de A a Z.

Assim o tempo de se fazer uma peça de A a Z é de 38 segundos, mais os 4 segundos para absorver os desperdícios, perfazendo 42 segundos, e conseqüentemente o tempo de ciclo do posto de trabalho.

$$\text{Necessidade MOD} = \frac{\text{Tempo de realizar peça de A a Z}}{\text{Tempo de ciclo planeado}} = \frac{42}{38} = 1,1 \text{ MOD}$$

$$\begin{aligned}\text{Ocupação Linha/mês} &= \frac{\text{Num}^\circ \text{ peças} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}} \\ &= \frac{600 \times 75 \times 22}{24 \times 3600} = 11,5 \text{ dias/mês}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tempo necessário} &= \frac{\text{Num}^\circ \text{ peças} \times \text{tempo de ciclo}}{1 \text{ hora}} \\ &= \frac{600 \times 75}{3600} = 12,5 \text{ horas}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nec. de MOD/mês} &= \frac{\text{Num}^\circ \text{ MOD} \times \text{num}^\circ \text{ turnos} \times \text{Oc. Linha/mês}}{22 \text{ dias}} \\ &= \frac{1 \times 3 \times 11,5}{22} = 1,56 \text{ MOD/mês}\end{aligned}$$

$$\text{Peças produzidas/hora} = \frac{3600 \text{ segundos}}{\text{Tempo de ciclo}} = \frac{3600}{75} = 48$$

Processo Final:

$$\text{Num}^\circ \text{ peças} = 300$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 42 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível por turno} = 25200 \text{ segundos}$$

$$TAKT TIME = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Nec. Peças por turno}} = \frac{25200}{600} = 42 \text{ segundos}$$

$$\begin{aligned} \text{Ocupação linha/mês} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}} \\ &= \frac{600 \times 42 \times 22}{24 \times 3600} = 6,4 \text{ dias/mês} \end{aligned}$$

$$\text{Tempo necessário} = \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças} \times \text{tempo de ciclo}}{1 \text{ hora}} = \frac{600 \times 42}{3600} = 7 \text{ horas}$$

$$\begin{aligned} \text{Nec. de MOD/mês} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ MOD} \times \text{num}^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Oc. linha/mês}}{22 \text{ dias}} \\ &= \frac{1 \times 3 \times 6,4}{22} = 0,8 \text{ MOD/mês} \end{aligned}$$

$$\text{Peças produzidas/mês futuro} = \frac{3600 \text{ segundos}}{\text{Tempo de ciclo}} = \frac{3600}{42} = 85 \text{ peças}$$

Ganhos

$$\Delta MOD = MOD \text{ Inicial} - MOD \text{ Final} = 1,56 - 0,8 = 0,76$$

$$\begin{aligned} \text{Ganho €} &= \Delta MOD \times 8 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times \text{custo unitário horário} \times 10 \text{ meses} \\ &= 0,76 \times 8 \times 22 \times 1 \times 10 = 1337,6 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produtividade} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas/hora (futuro - inicial)}}{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas inicial}} \\ &= \frac{85 - 48}{48} = 77\% \end{aligned}$$

Resultados:

Os ganhos expressos são significativos, o aumento de produtividade pode chegar até aos 77%, sendo apresentada a seguir uma evolução do posto de trabalho, com recurso aos relatórios OEE.

Os relatórios OEE, como já foi explicado anteriormente, dão a informação de 3 pontos chaves nos postos de trabalho, disponibilidade, performance e qualidade. Para se ter uma ideia da evolução do posto de trabalho, elaboram-se 4 gráficos, um para cada ponto-chave e um para o valor real do OEE, que é o produto dos 3 pontos referidos.

6.1.1 Relatório OEE:

Após definidos os objectivos dos postos de trabalho, é com base no relatório OEE que se vai verificar se os objectivos traçados anteriormente serão atingidos, e caso não sejam é preciso identificar as causas. O relatório OEE criado e usado nas várias análises que foram efectuadas visa ser standard, mudando só o nome do posto e a fotografia para identificação do mesmo.

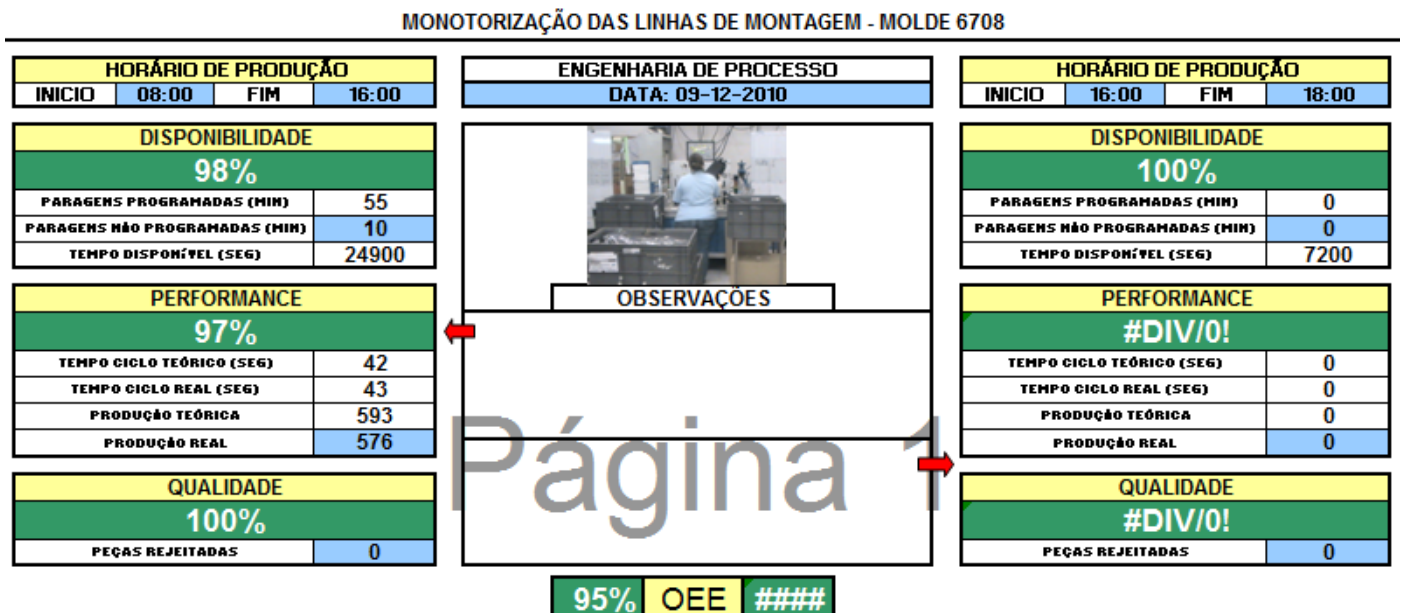


Figura 6.1- Relatório OEE

O relatório apresentado mostra o registo referente ao dia 09-12-2010, onde se realçam os factores da disponibilidade, performance, qualidade e o valor do OEE que se encontram nas células verdes no gráfico acima. Este relatório é criado todos os dias, de

$$\begin{aligned} \text{Tempo Disponível} &= \text{Tempo do turno} - \text{Tempo paragens programadas} \\ &= 8 \times 3600 - 55 \times 60 = 24900 \text{ segundos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidade} &= \frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo paragens não programadas}}{\text{Tempo disponível}} \\ &= \frac{24900 - 10 \times 60}{24900} = 98 \% \end{aligned}$$

Performance

PERFORMANCE	
97%	
TEMPO CICLO TEÓRICO (SEG)	42
TEMPO CICLO REAL (SEG)	43
PRODUÇÃO TEÓRICA	593
PRODUÇÃO REAL	576

$$\text{Produção teórica} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Tempo de ciclo teórico}} = \frac{24900}{43} = 593 \text{ peças}$$

$$\text{Performance} = \frac{\text{Produção real}}{\text{Produção teórica}} = \frac{576}{593} = 97 \%$$

Qualidade

QUALIDADE	
100%	
PEÇAS REJEITADAS	0

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produção real} - \text{peças rejeitadas}}{\text{Produção real}} = \frac{576}{576} = 100 \%$$

OEE



$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade = 98 \times 97 \times 100 = 95\%$$

6.1.2 Evolução do posto de trabalho

Com estes indicadores é possível fazer uma análise ao posto de trabalho e verificar que no dia em questão o rendimento foi bastante alto, 95%, faltando muito pouco para se conseguir chegar aos desejados 100%.

Durante 24 dias, foram registados todos os dados sobre o posto de trabalho e elaborou-se a sua evolução no gráfico seguinte.

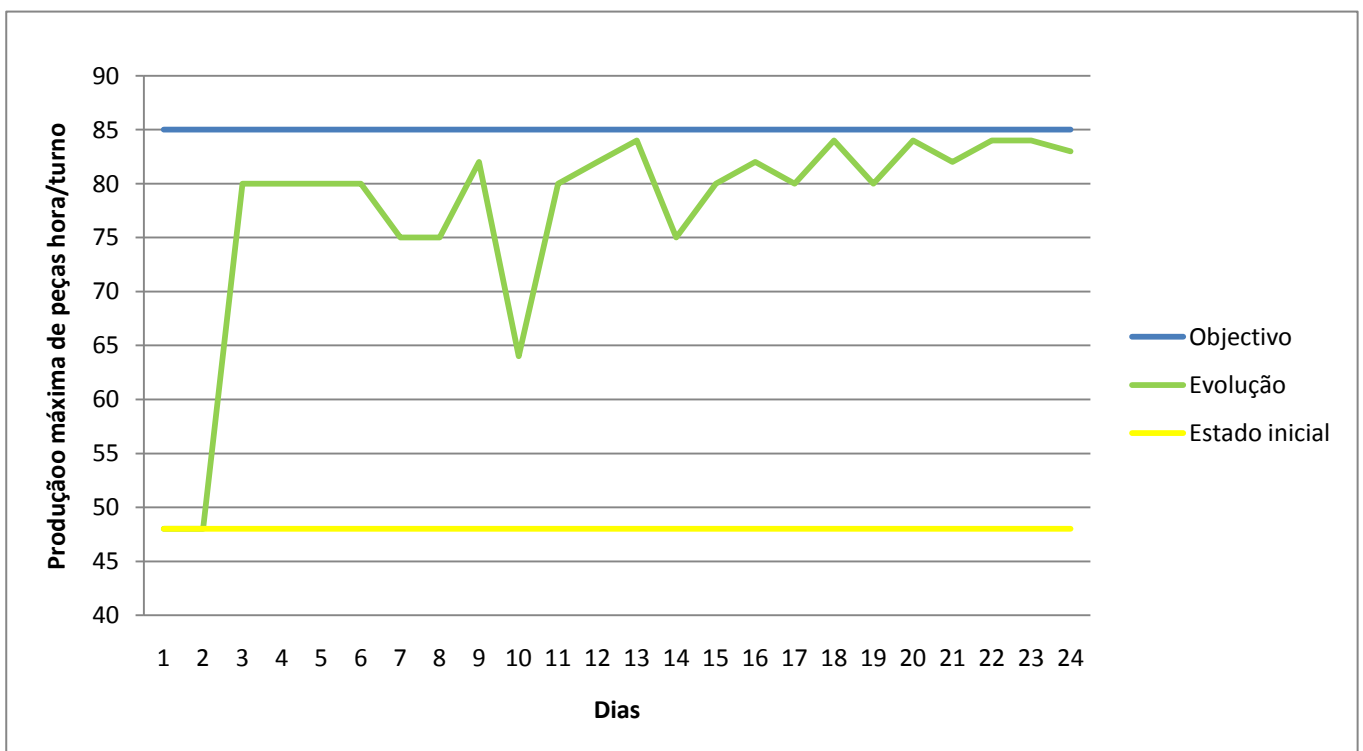


Gráfico 6.1- Evolução de peças máximas produzidas numa hora/turno.

O objectivo deste posto de trabalho é atingir as 85 peças por hora, o que ainda não foi possível, estando muito perto de acontecer. O valor mais alto já registado foi de 84 peças numa hora, embora este registo não seja sempre conseguido. Quando o periférico

deste posto têm problemas de afinação, a quebra por paragens é grande, o que faz decair muito o número de peças produzidas numa hora. Outro factor que, por vezes acontece, é a falta de componentes no posto de trabalho, provocados por falhas logísticas. Caso o posto trabalhe dentro da normalidade, a variação de produção horária é em média de cinco peças.

No gráfico apresentado é visível uma clara evolução, havendo uma etapa inicial em que a produção não sofreu qualquer tipo de evolução, mas, ao fim do terceiro dia, aumentou significativamente para as 80 peças. Daí em diante, os valores subiram, salvo raras oscilações, mais uma vez provocadas pelas falhas de alguns componentes mecânicos dos periféricos, que limitam o ritmo do operador.

Importante é referir que nos últimos dias, o processo estabilizou bastante, atingindo-se valores muito próximos do objectivo pretendido.

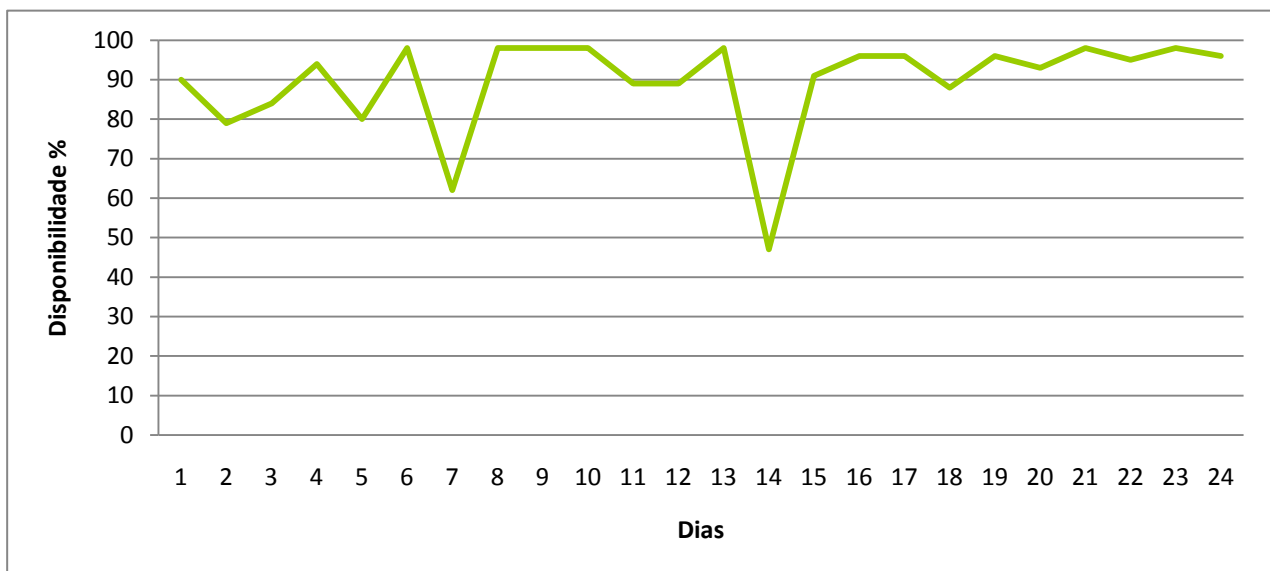


Gráfico 6.2 – Evolução da disponibilidade.

A disponibilidade registada ao longo dos dias sofreu várias oscilações. De facto, foi o factor que mais variou entre os três, sendo grande parte dos problemas de disponibilidade devido à falta de material ou componentes no posto. Isto deve-se a problemas de logística, que transcende um pouco o âmbito do trabalho realizado. No entanto, nos últimos dias, verifica-se uma estabilização, em que as oscilações são menores e consegue-se atingir valores acima dos 90% de forma sistemática. A melhoria dos índices de disponibilidade é explicada com a alteração radical que a nave industrial sofreu, estando devidamente identificada nos layout's em anexos.

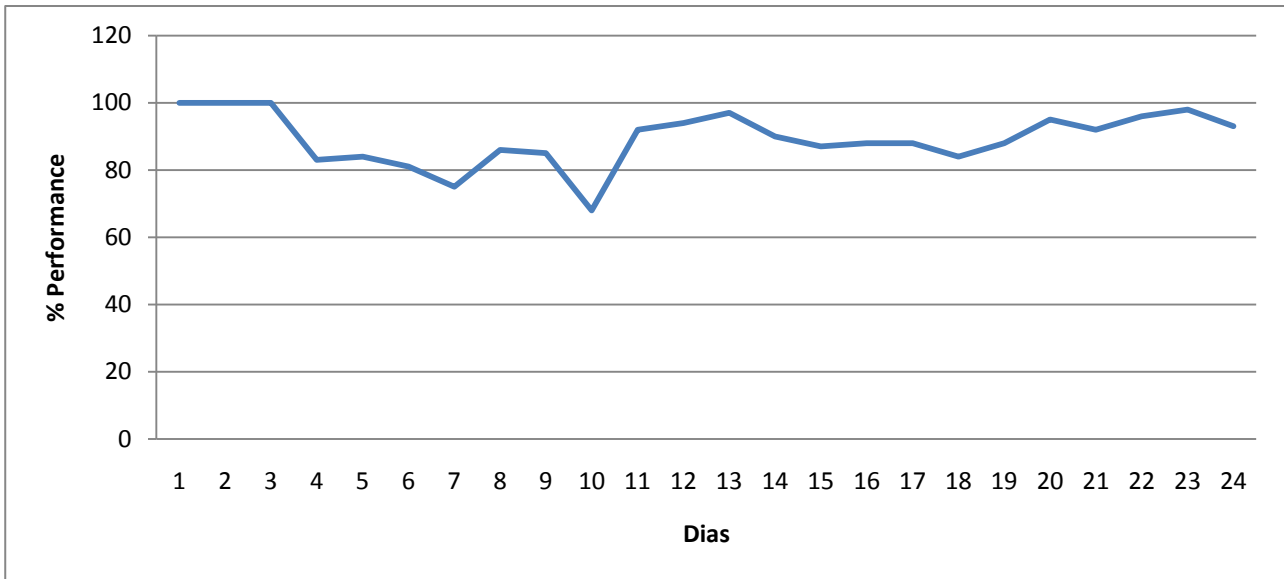


Gráfico 6.3 Evolução da performance.

O gráfico da performance é o mais importante, pois os outros dois factores não são do completo domínio desta dissertação.

O início do gráfico é muito positivo, porém, nesta altura, os objectivos do posto ainda não tinham sido alterados, o que levava os operadores a trabalharem em função do objectivo que, mais tarde, se veio a verificar mal planeado.

Após o terceiro dia, o objectivo mudou, passando-se para um tempo de ciclo menor, o que levaria a um aumento de produtividade. Como é norma, ao longo do tempo, o processo sofreu uma evolução positiva, planeando-se inúmeras alterações, sempre para se melhorar as condições e otimizar o processo. Entre as alterações aplicadas, de realçar a mudança de layout, alocação de um operador para apoio ao posto de trabalho designado de “impulsionador”, mudanças físicas no periférico e algumas mudanças nas operações efectuadas pelo operador.

Para se retirar o melhor partido destas alterações, é necessário criar rotinas e hábitos, que só se adquirem com o tempo, o que é perfeitamente notório no gráfico apresentado. O gráfico mostra que, a par da disponibilidade, estes factores tendem a estabilizar com o decorrer do tempo, indo ao encontro de uma curva de aprendizagem.

As oscilações visíveis graficamente estão relacionadas com a mudança de operadores, pois em alguns dias o operador habitual não esteve a trabalhar e foi substituído por outro sem a mesma mecânica adquirida pela rotina e hábitos. Outro factor e, talvez o mais importante, é o facto de o periférico, por vezes, ter problemas de afinação, sendo preciso

mais do que uma tentativa para o activar. Neste sentido, foi feito um plano de acções para se colmatar estas disfuncionalidades e até melhorar o próprio processo.

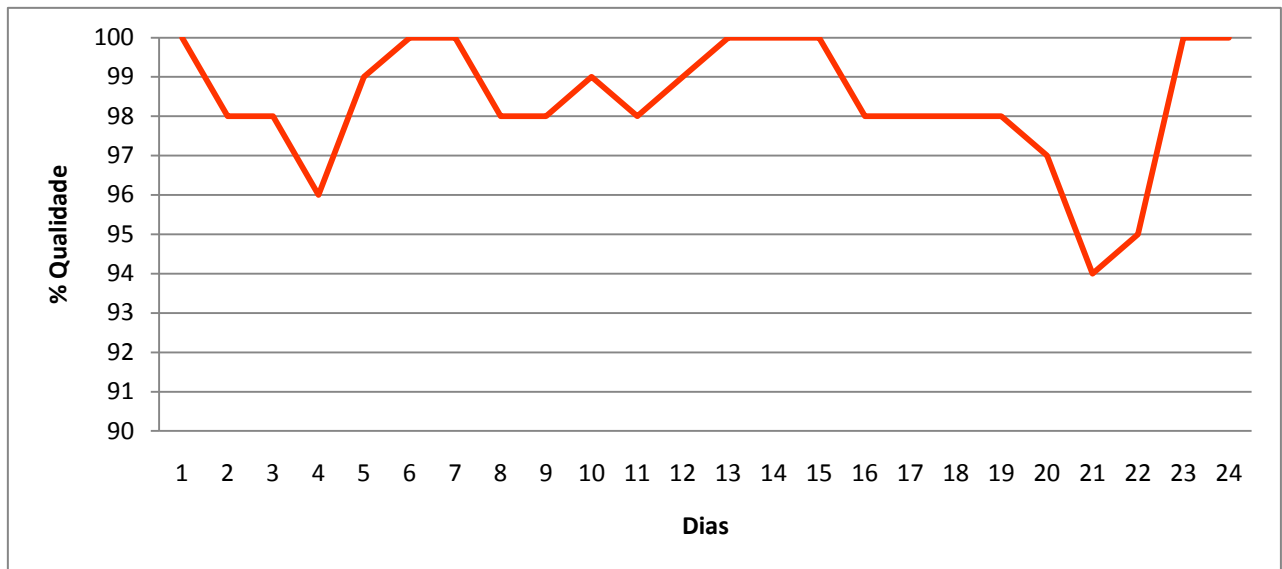


Gráfico 6.4 – Evolução da qualidade.

O último factor é a qualidade e o gráfico acima tem uma escala diferente dos outros dois, apenas entre os 90% e os 100%, já que o menor valor registado é apenas de 94%.

A qualidade não foi um factor com grande foco, visto ser comandado por um departamento específico, fora do âmbito e controlo desta dissertação, porém, dentro das limitações óbvias, trabalhou-se em conjunto quando possível.

Os problemas criados pela qualidade advêm da injeção, onde, por vezes, escapam algumas peças com riscos, raiados, manchas, zona incompletas e problemas de contrações. Os problemas de contrações são os de menor visibilidade, variando a geometria das peças que impedem o periférico de trabalhar e retiram tempo precioso ao operador.

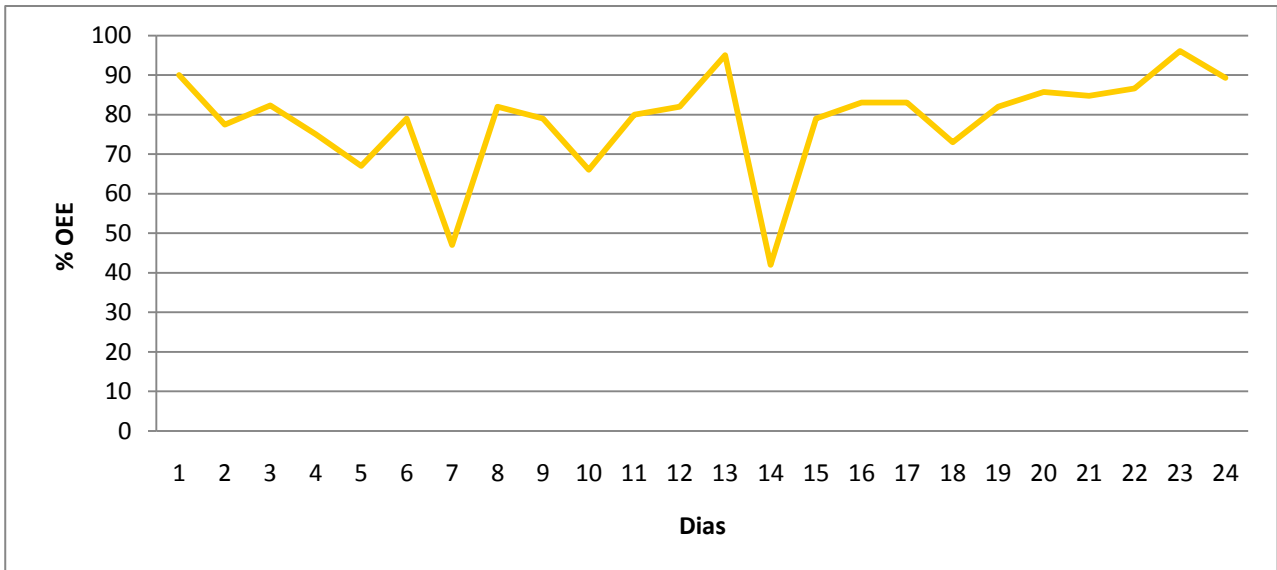


Gráfico 6.5 - Evolução do OEE.

O gráfico do OEE apresentado mostra a evolução geral do posto. Durante a fase inicial houve uma variação bastante atribulada, sendo visível uma estabilização nos últimos dias, onde se consegue obter uma série de dias consecutivos com valores acima dos 80%.

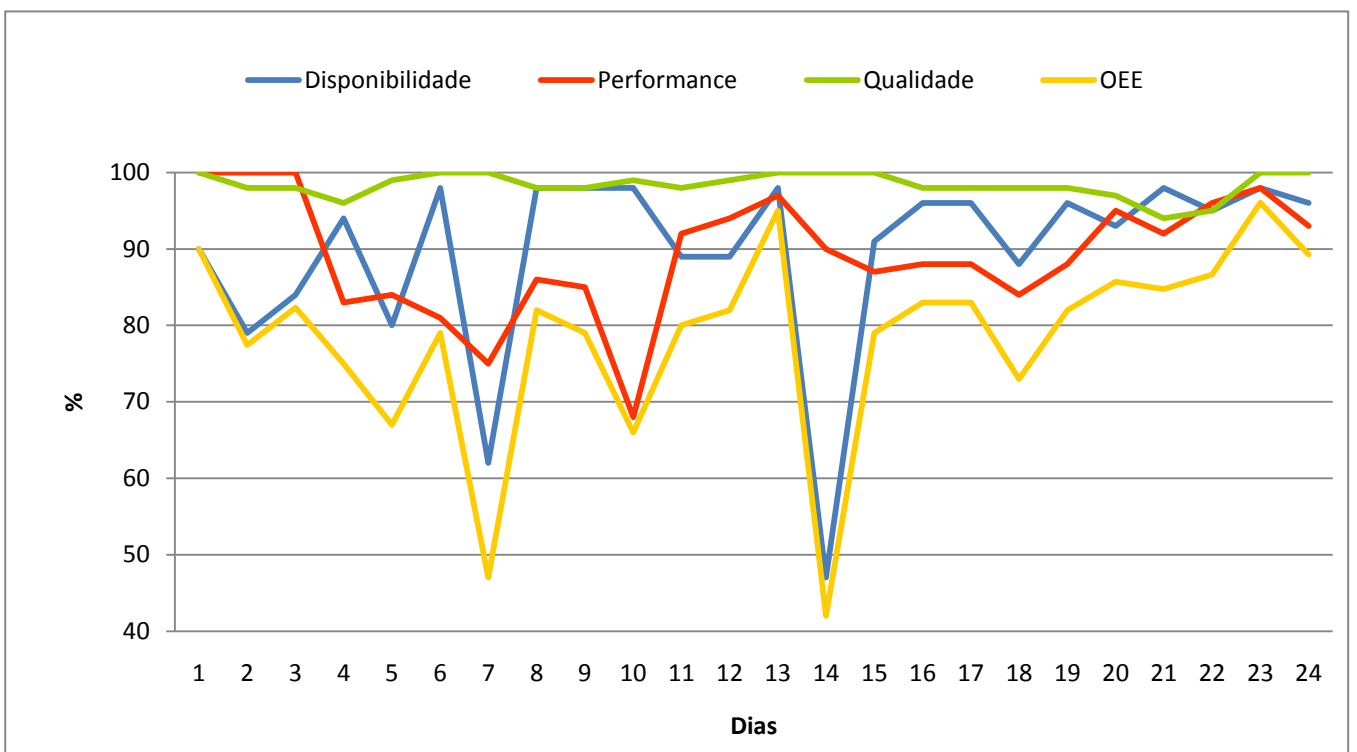


Gráfico 6.6 – Evolução comparada.

No último gráfico é apresentado em simultâneo a disponibilidade, performance, qualidade e o OEE. Como matematicamente o OEE é o produto dos três factores, é simples de perceber que se houver um pico em qualquer um destes, o valor do OEE vai acompanhar esse pico também.

Fica assim mais perceptível de entender a evolução do OEE e, mais uma vez se realça, que, sobretudo nos últimos cinco dias, os valores têm crescido de forma sustentada. No entanto, mais acompanhamento deve ser feito para se conseguir elevar o resultado até aos 100%, ou mais, caso a performance ultrapasse os 100%, pois esse é o único factor que poderá ultrapassar esse valor.

O gráfico OEE permite avaliar o posto de trabalho, mas não permite realçar o aumento de produtividade. Como inicialmente os objectivos do posto de trabalho eram mais baixos, os registos dos relatórios OEE rondavam sempre os 100%, o que levou a reformular os objectivos e, aí, os valores desceram mais uma vez, estando em crescente evolução.

Falando do incremento de produtividade, foi proposto um aumento em cerca de 77%, passando-se a produzir 85 peças por hora, em vez de 48 peças. Até agora, esse incremento já chega aos 70%, faltando mais 7% para se alcançar a meta proposta.

6.2 Análise de processos 2

O segundo processo de análise mantém o mesmo método que o anterior. O acompanhamento que se manteve ao posto também foi diário, com o mesmo número de dias, 24.

Como foi referido no caso anterior, estes postos estão inseridos na mesma nave industrial designada de linha de montagem. Os horários e objectivos são pois os mesmo.

Análise Processo de produção:

Os processos para esta família de produtos são exactamente os mesmo que no caso anterior, que envolvem a injeção plástica e a montagem de alguns componentes

Requisitos do cliente.

O cliente, neste caso, pretende montar 300 carros por dia ou 600 peças por dia.

Tempo de trabalho:

Os postos de trabalho na linha de montagem, como já foi referido, deverão somente trabalhar num turno de oito horas, das quais sete horas de trabalho e uma hora para paragens. Os postos trabalham durante o mês inteiro, totalizando 22 dias por mês.

Informação dos processos:

Montagem posto 1:

- processo manual com 1 operador
- tempo de ciclo de 60 segundos
- confiança no operador de 100%

- posto trabalha peças esquerdas e direitas

Objectivo

- Aumentar produtividade
- Trabalhar só num turno

Processo Inicial:

Num^o peças = 600

Tempo de ciclo = 60 segundos

Tempo disponível por turno = 25200 segundos

$$TAKT\ TIME = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Nec. Peças por turno}} = \frac{25200}{600} = 42\ \text{segundos}$$

OEE = 90%

Tempo de ciclo planeado = TAKT TIME x OEE = 42 x 0.90 = 38 segundos

Processamento de uma peça de A a Z:

Operador	
Tarefa	Tempo (segundos)
Pegar na peça e desensacar	6
Colocar mola	11
Colocar componente “1”	9
Etiquetar	3
Colocar componente “2”	17
Verificar estado da peça e limpar	18
Ensacar e embalar	6
Total = 70	

Tabela 6.2 - Operações do operador.

Esta sequência é um ciclo, repetindo-se sempre desta maneira. Um ciclo demora 70 segundos, mas o operador em questão monta as peças aos pares, por opção própria, podendo-se montar peça a peça. Uma vez que a análise foi feita com o operador a

trabalhar as peças aos pares, o tempo de processamento de uma só peça é de 35 segundos. O tempo destas operações está mais uma vez majorado, sempre para permitir ao operador ter uma margem de erro. O posto de trabalho também necessita de algumas outras operações, de valor não acrescentado, mas necessárias, tais como as mudanças de caixas, preenchimento dos quadros TRS e abastecimento de componentes. Estas operações ocorrem apenas uma vez por hora e esse tempo não foi diluído pelo tempo de processamento, pois seria um valor com impacto insignificativo.

$$\text{Necessidade MOD} = \frac{\text{Tempo de realizar peça de A a Z}}{\text{Tempo de ciclo planejado}} = \frac{35}{38} = 0,92 \text{ MOD}$$

$$\begin{aligned} \text{Ocupação Linha/mês} &= \frac{\text{Num}^\circ \text{ peças} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}} \\ &= \frac{600 \times 60 \times 22}{24 \times 3600} = 9,17 \text{ dias/mês} \end{aligned}$$

$$\text{Tempo necessário} = \frac{\text{Num}^\circ \text{ peças} \times \text{tempo de ciclo}}{1 \text{ hora}} = \frac{600 \times 60}{3600} = 10 \text{ horas}$$

$$\begin{aligned} \text{Nec. de MOD/mês} &= \frac{\text{Num}^\circ \text{ MOD} \times \text{num}^\circ \text{ turnos} \times \text{Oc. Linha/mês}}{22 \text{ dias}} \\ &= \frac{1 \times 3 \times 10}{22} = 1,36 \text{ MOD/mês} \end{aligned}$$

$$\text{Peças produzidas/hora} = \frac{3600 \text{ segundos}}{\text{Tempo de ciclo}} = \frac{3600}{60} = 60$$

Processo Final:

$$\text{Num}^\circ \text{ peças} = 600$$

$$\text{Tempo de ciclo} = 35 \text{ segundos}$$

$$\text{Tempo disponível por turno} = 25200 \text{ segundos}$$

$$TAKT TIME = \frac{\text{Tempo disponível por turno}}{\text{Nec. Peças por turno}} = \frac{25200}{600} = 42 \text{ segundos}$$

$$\begin{aligned} \text{Ocupação linha/mês} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças} \times \text{Tempo de ciclo} \times 22 \text{ dias}}{24 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}} \\ &= \frac{600 \times 35 \times 22}{24 \times 3600} = 5,34 \text{ dias/mês} \end{aligned}$$

$$\text{Tempo necessário} = \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças} \times \text{tempo de ciclo}}{1 \text{ hora}} = \frac{600 \times 35}{3600} = 5,8 \text{ horas}$$

$$\begin{aligned} \text{Nec. de MOD/mês} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ MOD} \times \text{num}^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Oc. Linha/mês}}{22 \text{ dias}} \\ &= \frac{1 \times 3 \times 5,34}{22} = 0,72 \text{ MOD/mês} \end{aligned}$$

$$\text{Peças produzidas/hora futuro} = \frac{3600 \text{ segundos}}{\text{Tempo de ciclo}} = \frac{3600}{35} = 102 \text{ peças}$$

Ganhos

$$\Delta MOD = MOD \text{ Inicial} - MOD \text{ Final} = 1,36 - 0,72 = 0,64$$

$$\begin{aligned} \text{Ganho €} &= \Delta MOD \times 8 \text{ horas} \times 22 \text{ dias} \times \text{custo unitário horário} \times 10 \text{ meses} \\ &= 0,64 \times 8 \times 22 \times 1 \times 10 = 1126 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produtividade} &= \frac{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas/hora (futuro - Inicial)}}{\text{Num}^{\circ} \text{ peças produzidas inicial}} \\ &= \frac{102 - 60}{60} = 87\% \end{aligned}$$

Resultados:

Os ganhos expressos são expressivos, pois o aumento de produtividade pode chegar até aos 87%, sendo apresentado a seguir uma evolução do posto de trabalho, com recurso aos relatórios OEE.

6.2.1 Evolução do posto:

O objectivo para este posto de trabalho é atingir as 102 peças por hora, algo ainda que não foi alcançado. O valor mais alto registado foi de 90 peças por hora, mas, ao contrário do que aconteceu no posto de trabalho anterior, este é bastante mais estável em relação às variações de produções ocorridas ao longo do dia, o que significa que os valores registados nas produções horárias são constantes.

Através do próximo gráfico é possível verificar-se uma evolução, havendo uma etapa inicial em que a produção não sofreu qualquer tipo de evolução, aumentando-se os objectivos gradualmente. A título de ensaio, nos três primeiros dias, o objectivo estabelecido foi 85 peças por hora, valores atingidos sem problemas, excepto ao terceiro dia, onde o operador teve uma quebra física, visto que um dos encaixes do componente “1” requer algum esforço físico. Ao quarto dia, voltou-se a alterar os objectivos do posto, passando já para as 102 peças por hora. Por ausência do operador habitual devido a problemas físicos, o posto teve um novo operador, sem qualquer experiência, permanecendo durante os dias cinco a sete, regressando depois o operador habitual, onde se recupera novamente bons índices de performance.

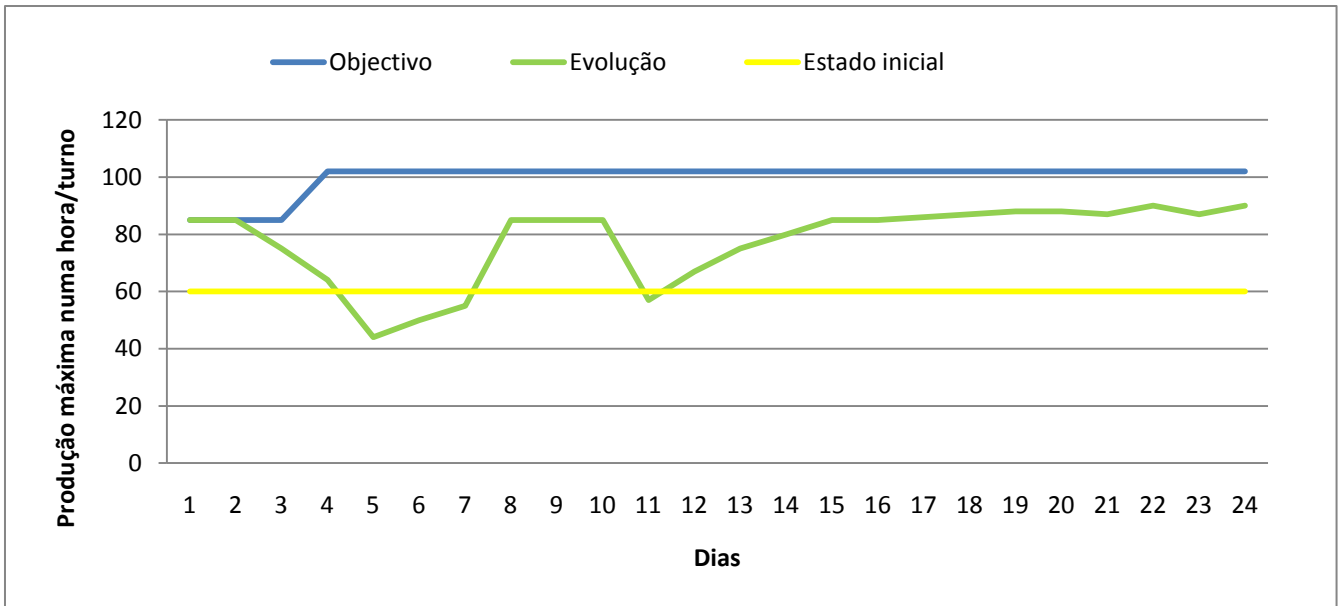


Gráfico 6.7 Evolução de peças máximas produzidas numa hora/turno.

Pelas mesmas razões de ordem física, o operador habitual foi novamente substituído, no entanto o operador substituto já teve melhores resultados, mostrando uma adaptação às rotinas e hábitos do posto de trabalho, permanecendo até do dia 11 ao dia 15. Para se evitar mais problemas físicos, foi feito um estudo para se minimizar o esforço durante a montagem do componente, visto ele também ser produzido na empresa, alterou-se a geometria da peça. Esta decisão mostrou ser válida, diminuindo bastante os problemas físicos dos operadores.

A partir do décimo quinto dia, o posto mostrou uma evolução surpreendente, subindo quase diariamente a sua produção.

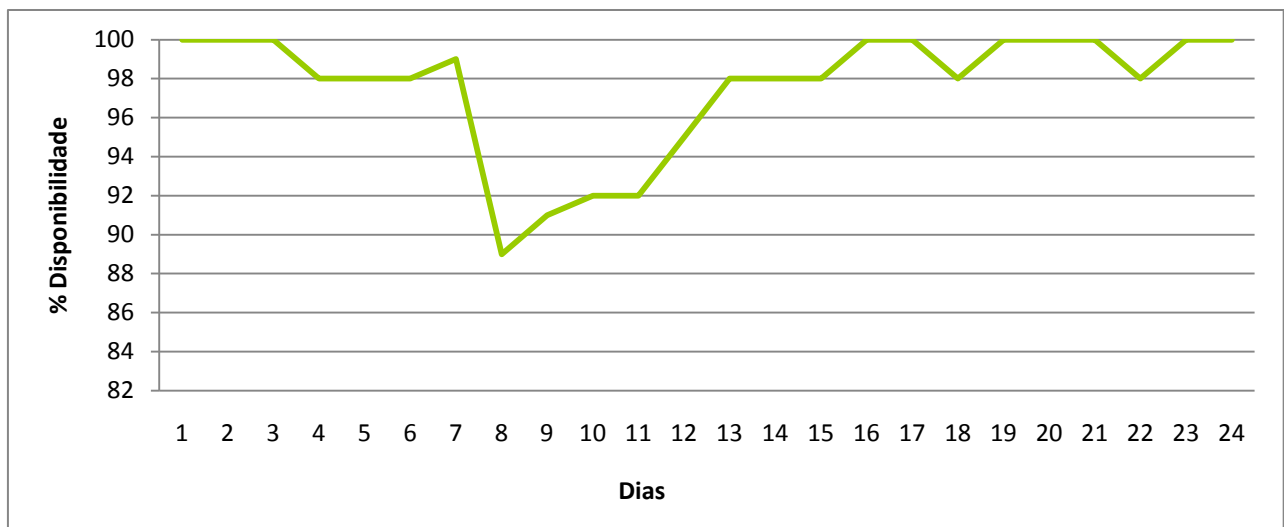


Gráfico 6.8 Evolução da disponibilidade.

A disponibilidade registada ao longo dos 24 dias não sofreu grandes problemas. Por se tratar de um posto que funciona com stock's para várias horas e por se tratar de peças de pequenas dimensões, este posto sofreu algumas deslocações provisórias, que provocou alguns embaraços para a logística, resultando na tardia recepção de materiais. Essa fase de transição demorou três dias, entre os dias 8 e 11, estabelecendo-se definitivamente o local permanente onde o posto iria trabalhar.

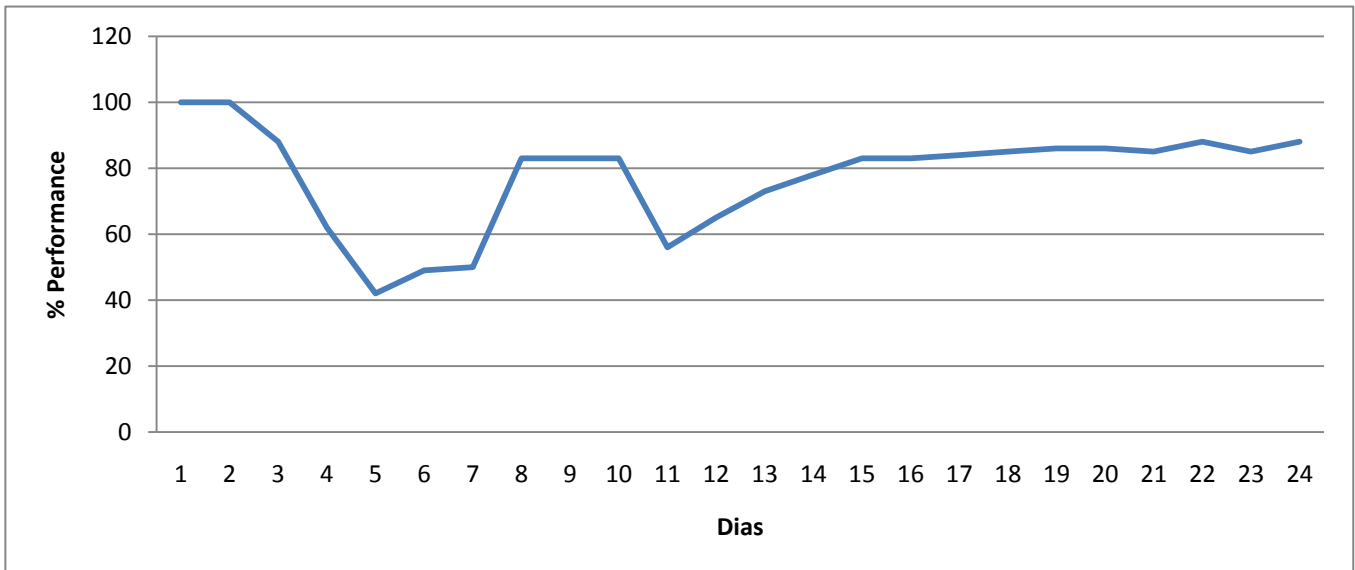


Gráfico 6.9 Evolução da performance

Quanto ao gráfico da performance, a crítica que se pode fazer é a mesma que se fez ao gráfico 6.8 uma vez que o posto de trabalho não sofre uma variação muito elevada durante o turno. Assim, a evolução sofrida pelo gráfico da performance é muito similar ao gráfico de peças máximas produzidas num turno.

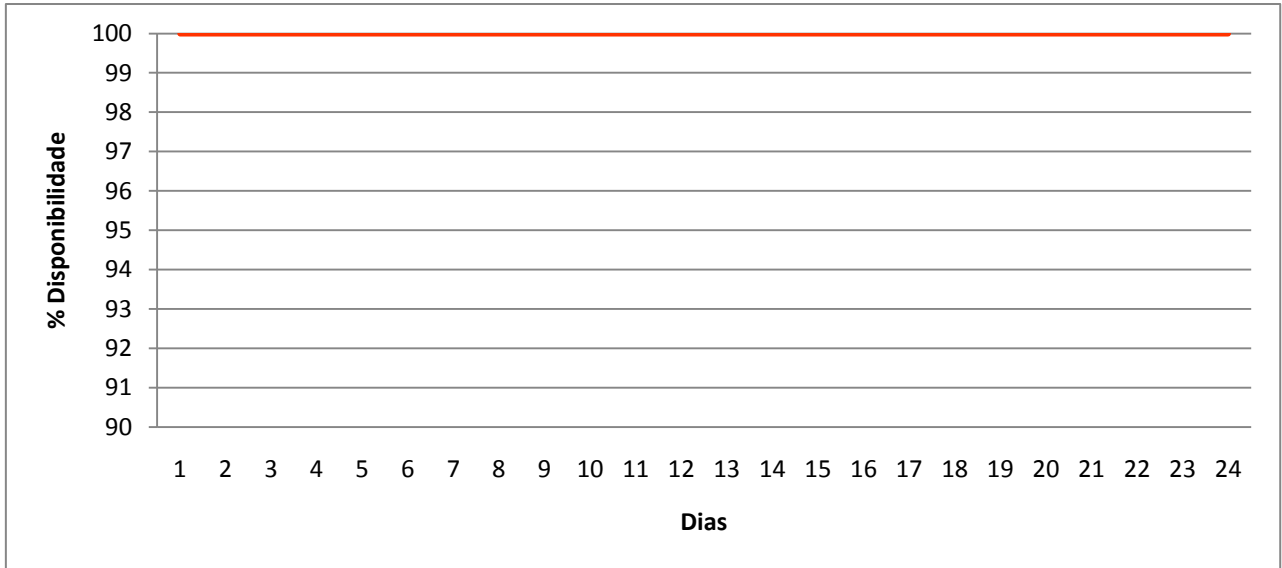


Gráfico 6.10 Evolução da qualidade.

Em relação à qualidade, neste posto não se tem nada a apontar, sendo impossível de pedir melhores resultados.

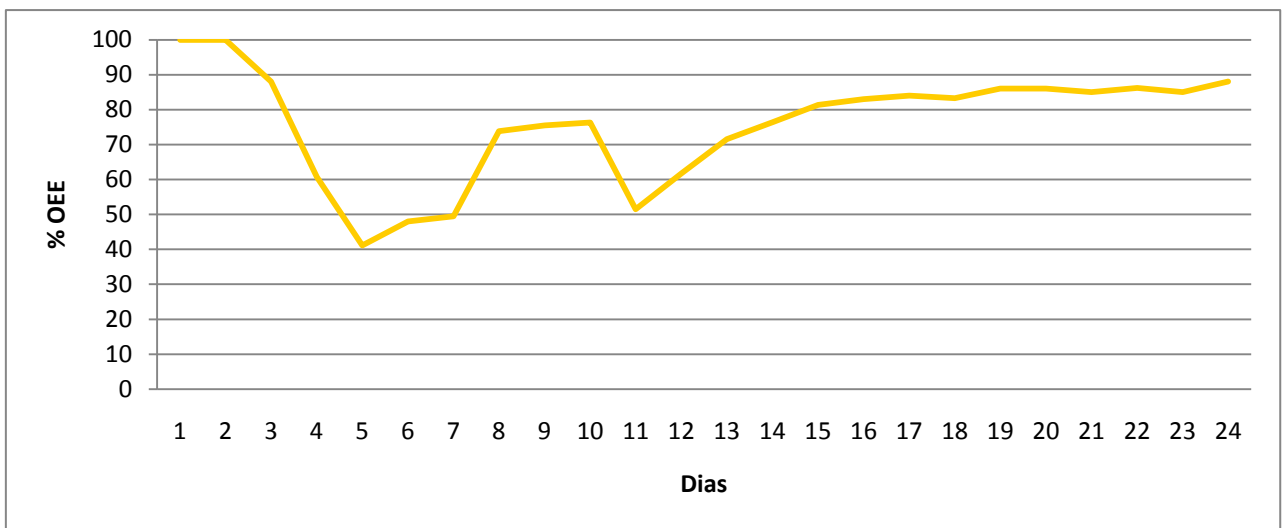


Gráfico 6.11 Evolução do OEE.

O gráfico da evolução OEE apresentado mostra a evolução geral do posto. Após a fase inicial, onde os objectivos se mantiveram nas 85 peças por hora, o gráfico sofre uma grande queda, acompanhando a performance. De referir que as variações de disponibilidade são muito ligeiras, não afectando muito o gráfico e a qualidade, como mantém sempre os 100%, não altera em nada o gráfico. A partir do décimo quinto dia, os

valores obtidos pelo OEE são sempre acima dos 80%, crescendo quase ao patamar dos 90%, o que leva a acreditar que, com mais acompanhamento e mais melhorias, no futuro se atinja os 100% desejados.

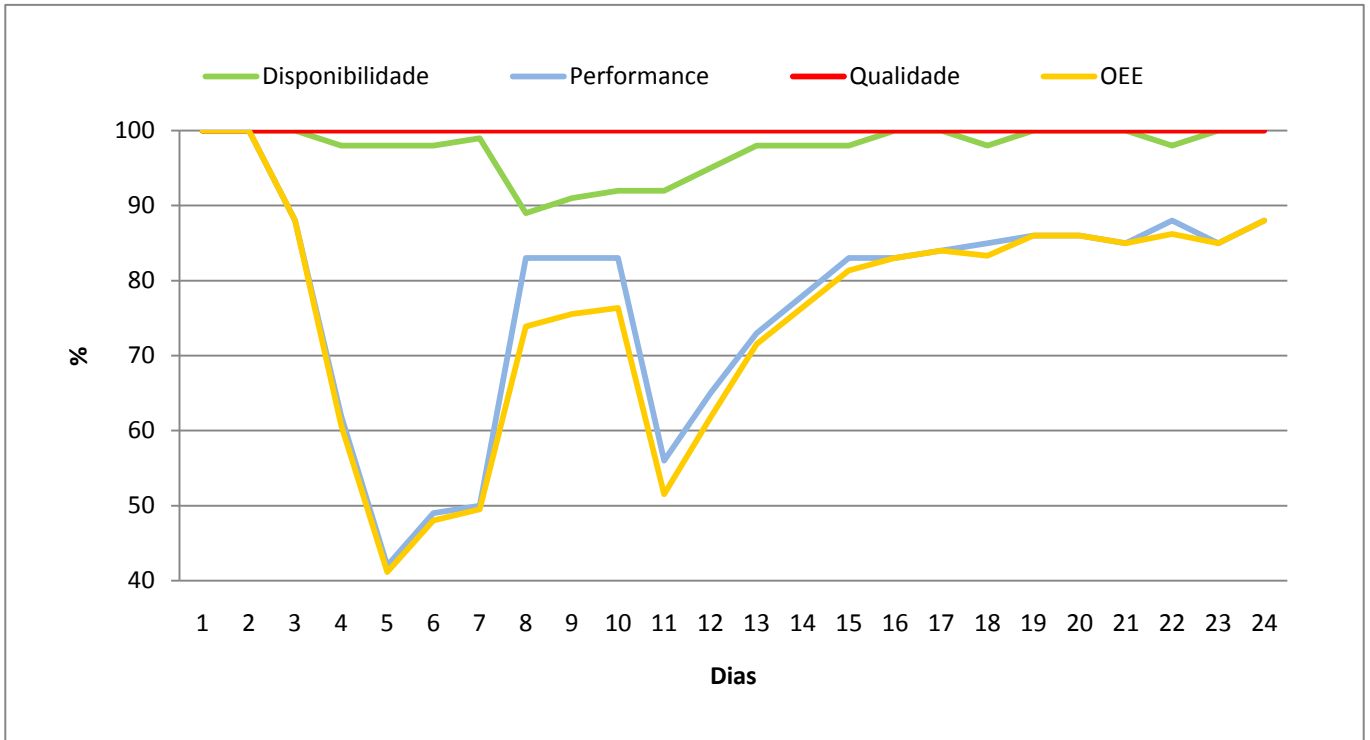


Gráfico 6.12 Evolução comparada.

Por fim, o gráfico onde é apresentado em simultâneo a disponibilidade, performance, qualidade e o OEE. Como já foi referido, matematicamente o OEE é o produto dos três factores, é fácil perceber que se houver um pico em qualquer um destes, o valor do OEE vai baixar também.

7 . Standarização e Balanceamento do Número de Operadores

Um dos objectivos da dissertação passava pelo balanceamento do número de operadores a trabalharem nas máquinas de injeção. Em causa são seis máquinas de injeção, a trabalharem 24 horas por dia, com três turnos de 8 horas.

O método de análise foi semelhante à análise de processo anterior, mas com algumas diferenças. Agora, o tempo de ciclo é definido pela máquina, sem haver alteração do mesmo. O objectivo passa então por alocar os operadores em função do número de molde e, consoante o molde, é pedida uma necessidade de operador.

Por defeito, o programa informático utilizado pela empresa, pede sempre operadores em excesso, salvo raras excepções, o que implica má gestão dos recursos humanos e a necessidade de uma actualização da base de dados.

Além de se fazer o balanceamento, estas máquinas sofreram uma evolução física, isto é, à saída algumas de máquinas havia rampas ou bancadas, o que limitava o tempo dos operadores. Deste modo, foi necessário standarizar os processos produtivos com os diferentes moldes em máquina aos meios físicos envolventes, os tapetes. Com a implementação destes, é possível acumular peças, sem haver problemas de trocas de peças (esquerda/direita) e defeitos de qualidade, o que permite maior robustez do posto de trabalho e melhor gestão visual.

As seis máquinas em questão são máquinas de grande cadência, produzindo peças geralmente de pequenas ou médias dimensões. Mais uma vez, o método utilizado foi a gravação de um vídeo, recolha de informação e posterior análise.

Os processos para esta família de produtos envolvem a injeção plástica, a possível montagem de alguns componentes, verificação do estado das peças e embalagem das mesmas.

Objectivo:

Balancear a necessidade de MOD

Standarizar processos de produção

Máquinas a analisar:

KM 200 I com 13 moldes

KM 200 II com 19 moldes

KM 200 III com 8 moldes

KM 200 IV com 9 moldes

KM 200 VII com 9 moldes

KM 150 IV com 10 moldes

Máquina	KM 200 I	KM 200 II	KM 200 III	KM 200 IV	KM 200 VII	KM 150 IV
Total de moldes	13	19	8	9	9	10
Moldes analisados	12	13	6	7	9	10

Tabela 7.1 – Número de moldes por máquinas.

Total de moldes para analisar: 68

Moldes analisados até 25/01/2011: 57

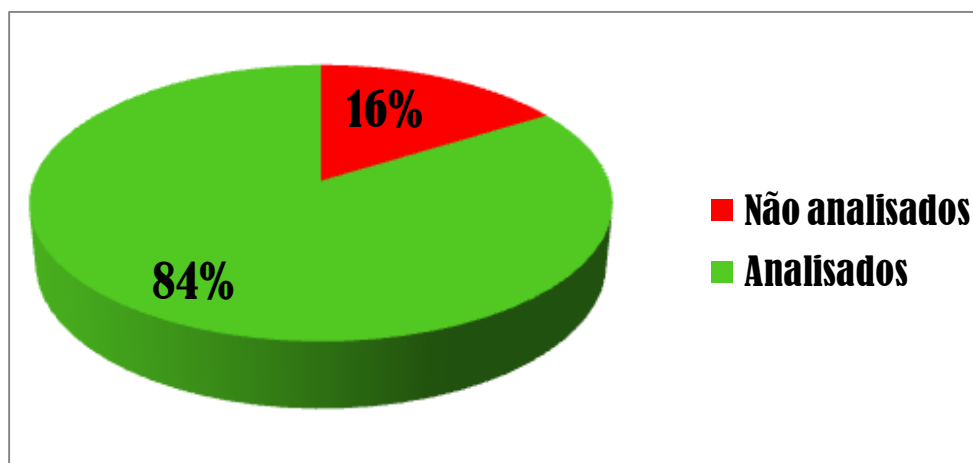


Gráfico 7.1 – Percentagem de moldes analisados.

Não foi possível analisar todos os moldes, pois alguns têm uma ocupação de máquina mensal muito reduzida. Quando os moldes entram em máquina para produzir,

estes são obrigados a trabalhar um tempo mínimo de 8 horas, por questões de rendimentos operacionais que se pretendem. Assim, quando os moldes de pequena cadência entram, são obrigados a produzir lotes maiores do que o necessário, criando-se stock para alguns meses.

Quando se iniciou o período de estágio, as máquinas de injeção em questão estavam a sofrer uma evolução física no layout. Inicialmente, estas tinham na maioria rampas que deixavam as peças deslizar até uma barreira onde as peças poderiam ser acumuladas. Caso isso não acontecesse, as peças seriam trabalhadas ou simplesmente ensacadas e embaladas, dependendo sempre dos moldes em questão. Com este sistema, as peças ao deslizarem por uma rampa poderiam facilmente sofrer riscos e deformações quando acumuladas (uma vez que estão quentes, a rigidez diminui), além de poder ainda haver uma possível troca de peças, uma vez que a grande maioria dos moldes tem cavidades para peças esquerdas e direitas.

O risco de haver trocas de peças é fundamental, pois é um factor de importância imperial dentro da fábrica. Com a inclusão dos tapetes, estes problemas são ultrapassados quase na totalidade, não havendo registos de trocas de referências até à data de hoje. Além disso, com a possibilidade de acumulação de peças, o operador tem mais tempo para executar as suas tarefas.

Com uma boa gestão do tempo disponível dos operadores, estes podem operar em várias máquinas em simultâneo.

Os cálculos efectuados relativamente aos moldes são todos baseados com recurso à gravação de um vídeo para posterior análise, à semelhança do que acontece nos estudos anteriores. O tempo de operação é em função de uma média, sendo este valor sempre majorado para prevenir eventuais disfuncionalidades que possam existir, dando margem de segurança aos operadores para desempenharem as suas tarefas.

Em seguida apenas serão apresentados 3 exemplos dos cálculos elaborados para a definição de MOD dos 57 moldes analisados:

7.1 1º Exemplo

Máquina:	KM 200 I
Molde:	4717
Operadores absorvidos:	1
Dias do molde em máquina:	1,22
Tempo de ciclo:	42 seg
Cavidade:	2+2



Figura 7.2 – Layout referentes ao 1º exemplo



Figura 7.3- Peças referentes ao 1º exemplo

Tempo enchimento do tapete =	660 seg
Tempo de Operação =	20 seg
NEC. MOD= 20/660=	0,03
Nec. MOD antes = 1 x 3 x 1,26/22=	0,172
Nec. MOD depois = 0,03 x 3 x 1,26/22=	0,005
Ganho mensal MOD= 0,176 – 0,005 =	0,167
Ganho anual em Euros =	
0,167 x 8horas x 1€ x 22dias x 12meses =	372 €/ano

7.2 2º Exemplo

Máquina:	KM 200 I
Molde:	7070
Operadores absorvidos:	1
Dias do molde em máquina:	5,17
Tempo de ciclo:	45 seg
Cavidade:	1+1



Figura 7.4 -Layout referentes ao 2º exemplo



Figura 7.5- Peças referentes ao 2º exemplo

Tempo enchimento do tapete =	900 seg
Tempo de Operação =	45 seg
NEC. MOD=45/900=	0,078
Nec. MOD antes = 1 x 3 x 5,17/22=	0,705
Nec. MOD depois = 0,03 x 3 x 5,17/22=	0,055
Ganho mensal MOD= 0,705 – 0,055 =	0,65
Ganho anual em Euros =	
0,65 x 8horas x 1€ x 22dias x 12meses =	1373 €/ano

7.3 3º Exemplo

Máquina:	KM 150 IV
Molde:	6705
Operadores absorvidos:	1
Dias do molde em máquina:	2,14
Tempo de ciclo:	46 seg
Cavidade:	1+1



Figura 7.6 – Layout referentes ao 3º exemplo.



Figura 7.7- Peças referentes ao 3º exemplo

Tempo enchimento do tapete =	1420 seg
Tempo de Operação =	120 seg
NEC. MOD=120/1420 =	0,085
Nec. MOD antes = 1 x 3 x 2,14/22=	0,291
Nec. MOD depois = 0,085 x 3 x 2,14/22 =	0,0246
Ganho mensal MOD= 0,291 – 0,0246 =	0,267
Ganho anual em Euros =	
0,267 x 8horas x 1€ x 22dias x 12meses =	564 €/ano

7.4 Tabelas:

As tabelas apresentadas relativas às várias máquinas são apresentadas com quatro colunas, referentes aos números dos moldes, operadores absorvidos pedidos pelo sistema informático por defeito, a real necessidade de operadores absorvidos e, por último, o ganho de operadores mensal. A última linha dá o valor do somatório das células de cada coluna. As linhas a vermelho alertam para a real necessidade de operadores que os moldes requerem, sendo portanto os moldes críticos.

KM 200 I

MOLDE N°	Antes Op. Abs	Depois Op. Abs	Ganho MOD
MQ.4628	1	0,170	0,071
MQ.4647	1	0,303	0,189
MQ.4650	0,5	0,400	0,003
MQ.4679	1	0,524	0,082
MQ.4716	1	0,030	0,000
MQ.4717	1	0,760	0,040
MQ.4761			
MQ.5001	1	0,710	0,029
MQ.5355	1	0,750	0,043
MQ.6829	0	0,060	
MQ.7070	1	0,078	0,651
MQ.900819	1	0,050	0,010
MQ. 6783	0,5	0,119	0,289
Total = 13	10	3,954	1,407

Tabela 7.1 – Moldes na máquina KM200 I

KM200 II

MOLDE N°	Antes Op. Abs	Depois Op. Abs	Ganho MOD
MQ.4217	1	0,290	0,197
MQ.4219			
MQ.4431	1	0,825	0,078
MQ.4614			
MQ.4661	1	0,053	0,180
MQ.4688	1	0,375	0,023
MQ.4740			
MQ.4741	1	0,400	0,092
MQ.4742			
MQ.5312	1	0,375	0,043
MQ.5462			
MQ.5537	1	0,520	0,004
MQ.5632			
MQ.5874	0,5	0,400	0,001
MQ.6282	1	0,150	0,022
MQ.6315	1	0,133	0,028
MQ.6513	0,5	0,295	0,053
MQ.6579	1	0,656	0,415
MQ.4913	0,5	0,410	0,018
Total = 19	11,5	4,882	1,153

Tabela 7.2 - Moldes na máquina KM200 II

KM 200 VII

MOLDE N°	Antes Op. Abs	Depois Op. Abs	Ganho MOD
MQ.5352	0,5	0,100	0,246
MQ.5832	1	1,000	0,000
MQ.5875	0,5	0,060	0,060
MQ.6314	0,5	0,230	0,021
MQ.6607	0,5	0,085	0,646
MQ.5442	0,5	0,170	0,025
MQ.4637	0,75	0,250	0,481
MQ.5476	1	0,105	0,118
MQ.5330	1	0,770	0,103
Total = 9	6,25	2,770	1,700

Tabela 7.3- Moldes na máquina KM200 VII

KM 200 IV

MOLDE N°	Antes Op. Abs	Depois Op. Abs	Ganho MOD
MQ.6406	1	0,800	0,014
MQ.6419	1	0,424	0,422
MQ.6420			
MQ.6568	1	0,330	0,196
MQ.6597	0,5	0,340	0,026
MQ.6669			
MQ.6913	1	0,325	0,449
MQ.6966	1	0,410	0,013
MQ.7020	1	0,190	0,361
Total = 9	6,5	2,819	1,481

Tabela 7.4- Moldes na máquina KM200 IV

KM 200 III

MOLDE N°	Antes	Depois	Ganho
	Op. Abs	Op. Abs	MOD
MQ.6699	1	0,270	0,425
MQ.6700	1	0,038	0,449
MQ.6710			
MQ.6729			
MQ.6730	1	0,330	0,405
MQ.6734	1	0,330	0,316
MQ.7021	1	0,222	0,464
MQ.5986	1	0,583	0,521
Total = 8	6	1,773	2,580

Tabela 7.5 Moldes na máquina KM200 III

KM 150 IV

MOLDE N°	Antes	Depois	Ganho
	Op. Abs	Op. Abs	MOD
MO.7024	1	0,238	0,285
MO.7014	0	0,231	-0,189
MO.7069	1	0,230	0,225
MO.7025	1	0,200	0,094
MO.7023	1	0,175	0,421
MO.6728	1	0,090	0,476
MO.7017	1	0,088	0,517
MO.6705	1	0,085	0,267
MO.6704	1	0,015	0,194
MO.6830	1	0,270	0,077
Total = 10	9	1,622	2,367

Tabela 7.6- Moldes na máquina KM150 IV

A tabela apresentada de seguida junta todos os moldes de todas as máquinas, e está por ordem decrescente do número de operadores absorvidos depois de feitas as devidas análises. A última linha mostra o valor do somatório das três colunas.

MOLDE Nº	Antes	Depois	Ganho
	Op. Abs	Op. Abs	MOD
MQ.5832	1	1,000	0,000
MQ.4431	1	0,825	0,078
MQ.6406	1	0,800	0,014
MQ.5330	1	0,770	0,103
MQ.4717	1	0,760	0,040
MQ.5355	1	0,750	0,043
MQ.5001	1	0,710	0,029
MQ.6573	1	0,656	0,415
MQ.5986	1	0,583	0,521
MQ.4673	1	0,524	0,082
MQ.5537	1	0,520	0,004
MQ.6413	1	0,424	0,422
MQ.6366	1	0,410	0,013
MQ.4913	0,5	0,410	0,018
MQ.4650	0,5	0,400	0,003
MQ.4741	1	0,400	0,092
MQ.5874	0,5	0,400	0,001
MQ.4688	1	0,375	0,023
MQ.5312	1	0,375	0,043
MQ.6597	0,5	0,340	0,026
MQ.6568	1	0,330	0,196
MQ.6730	1	0,330	0,405
MQ.6734	1	0,330	0,316
MQ.6913	1	0,325	0,449
MQ.4647	1	0,303	0,189
MQ.6513	0,5	0,295	0,053
MQ.4217	1	0,290	0,197
MQ.6893	1	0,270	0,425
MQ.6830	1	0,270	0,077
MQ.4637	0,75	0,250	0,481
MQ.7024	1	0,238	0,285
MQ.7014	0	0,231	-0,189
MQ.6314	0,5	0,230	0,021
MQ.7069	1	0,230	0,225
MQ.7021	1	0,222	0,464
MQ.7025	1	0,200	0,094
MQ.7020	1	0,190	0,361
MQ.7023	1	0,175	0,421
MQ.4628	1	0,170	0,071
MQ.5442	0,5	0,170	0,025
MQ.6282	1	0,150	0,022
MQ.6315	1	0,133	0,028
MQ.6783	0,5	0,119	0,289
MQ.5476	1	0,105	0,118
MQ.5352	0,5	0,100	0,246
MQ.6728	1	0,090	0,476
MQ.7017	1	0,088	0,517
MQ.6607	0,5	0,085	0,646
MQ.6705	1	0,085	0,267
MQ.7070	1	0,078	0,651
MQ.6829	0	0,060	
MQ.5875	0,5	0,060	0,060
MQ.4661	1	0,053	0,180
MQ.300813	1	0,050	0,010
MQ.6700	1	0,038	0,449
MQ.4716	1	0,030	0,167
MQ.6704	1	0,015	0,194
MQ.4761			
MQ.6420			
MQ.6669			
MQ.4219			
MQ.4614			
MQ.4740			
MQ.4742			
MQ.5462			
MQ.5632			
MQ.6710			
MQ.6729			
Total	29,75	15,354	10,53

Tabela 7.7- Tabelas com todos os moldes analisados.

Com esta última tabela, os moldes críticos, previamente identificados, foram redefinidos, com o objectivo de se posicionarem todos a trabalhar na mesma máquina. Junto desta máquina deverão ficar os moldes com menor necessidade de MOD, para se tentar dividir os operadores pelas máquinas, no mínimo duas. Apenas existe um molde em que algo não é possível, o molde 5832 que necessita de um operador a tempo inteiro.

Com estas informações actualizadas, os planeadores de produção deverão conciliar os moldes em máquinas da maneira mais conveniente, porém será muito vantajoso juntar os moldes, segundo a necessidade de MOD.

8 . Conclusões

Perante a crise mundial é absolutamente necessário reduzir custos e aumentar a produtividade. Porém, a redução de custos está tradicionalmente relacionada com os cortes orçamentais, provocando despedimentos e reduções salariais. O intuito da produção Lean e do pensamento Lean é a disponibilização de MOD para se acrescentar valor noutros processos. A empresa em questão tem objectivos bastante definidos, como a recuperação desses operadores para se arrancar com novos projectos

Para se atingir o tão desejado aumento de produtividade é necessário definir muito bem o conceito de valor e desperdício e tentar eliminar ao máximo esse desperdício.

Ao longo da dissertação foram elaborados três trabalhos em simultâneo, alguns com maior visibilidade que outros, mas que visam sempre a uniformização e optimização de processos, redução de desperdícios e aumentos de produtividade. Os casos específicos dos Mapeamentos da Cadeia de Valor são bastante elucidativos de como se pode aumentar a produtividade por operadores, reduzindo-se, em simultâneo, a necessidade de MOD.

É de extrema importância salientar que grande parte deste trabalho requer a colaboração e participação dos operadores, pois é necessário que estes estejam motivados para aceitarem as mudanças que se pretendem realizar.

. Um dos problemas da falta de espaço dentro da empresa, resulta na necessidade extrema de uma excelente organização, quer de métodos, quer de processos. Para tal, a standardização de processos é fundamental e um dos trabalhos que não foi apresentado, mas de grande valor, foi o acompanhamento e orientação na implementação dos tapetes, que permitiu mudar radicalmente a forma operativa dos postos de trabalho, alterando processos, diminuindo os níveis de rejeições devidas a defeitos de qualidade e melhorando a gestão visual.

Falando especificamente sobre os Mapeamentos da Cadeia de Valor, os resultados obtidos foram muito satisfatórios. No primeiro caso apresentado, surgiram algumas dificuldades nos periféricos, onde a afinação dos sensores de presença estava constantemente a falhar, dificultando bastante o trabalho planeado para os operadores. Após a resolução dos problemas, o posto continuou a ser acompanhado, sendo a evolução

Conclusões

dos operadores foi muito positiva, adquirindo os mesmos uma boa rotina mecânica, superando as expectativas.

Os resultados deste tipo de trabalho precisam de ser acompanhados diariamente e é necessário estar envolvido directamente no Gemba (chão de fábrica) para que se possa ter a noção da verdadeira realidade da fábrica.

Em relação ao segundo Mapeamento, tudo correu conforme o esperado. No entanto, conforme o planeado, o arranque é sempre feito com um ciclo da máquina maior, cerca de 70, pois havia algumas dúvidas quanto á adaptação por parte dos operadores às novas alterações efectuadas nos periféricos. À medida que seriam efectuadas as alterações nos periféricos, pois estas requerem tempo e avais de departamentos superiores, o tempo de ciclo da máquina veio a reduzir-se, chegando aos 63 segundos. Estabelecendo-se o tempo de ciclo habitual da máquina, os objectivos foram alcançados com grande sucesso, mas foi necessário um acompanhamento muito próximo, mais dispendioso que no VSM anterior.

Nas análises de processos elaboradas nas linhas de montagem, os resultados ainda estão a evoluir conforme o planeado pela curva teórica de aprendizagem. De referir que foram analisados sete postos de trabalho, onde o método de análise é semelhante ao apresentado. Estes postos, devido à grande cadência de peças exigidas, trabalham diariamente. O objectivo principal passou pela redução do segundo turno, algo que foi atingido com sucesso. Em relação aos aumentos de produtividade, estes foram conseguidos com todos os postos a atingirem OEEs regulares acima dos 80%.

Para futuros acompanhamentos, sugere-se que os postos de trabalho tenham sempre objectivos ambiciosos, que nem sempre serão atingidos, mostrando relatórios OEEs com valores inferiores a 100%. Assim, são sempre visíveis quais os problemas que afectam o posto de trabalho, lutando-se sempre por uma melhoria contínua, melhorando-se os problemas que com relatórios OEEs de 100% estão camuflados e imperceptíveis de se localizar.

Para se conseguir fomentar o aumento de produtividade é essencial apostar numa acção psicológica. Essa acção faz-se quando se criam os grupos de trabalho Kaizen, onde é necessário dar ouvidos e atenção aos operadores, de forma coerente e consciente, adaptando-se sempre à realidade de cada organização. Em relação aos grupos de trabalho

Kaizen, os resultados foram melhores nos VSM's do que nas análises de processos, havendo uma diferença de comportamentos visível.

9 . Referências

Referências

- [Pinto, 2008]: *Pinto, João Paulo*, “Pensamento Lean”, 2008 LIDEL
- [Ohno, 1997]: *Ohno, Taiichi* (1997), “Toyota Production System, Beyond Large-Scale Production” Lean Enterprise Brasil
- *Dennis, P.*, 2002. Lean Production Simplified. Taylor & Francis, Inc.
- *Imai, Masaaki* (Maio de 1999), "Gemba Kaizen: a commonsense, low-cost approach to management" McGrawHill
- *Womack, James; Jones, Daniel e Roos, Daniel* (Novembro de 1991), “The Machine That Changed the World : The Story of Lean Production” Harper Perennial
- *Rother, Mike e Shook, John*, “Learning to See: value-stream mapping to create value and eliminate Muda” Smalley, Art (2002), “Creating Level Pull”, Lean Enterprise Brasil
- *Ohno, Taiichi* (1978), “Toyota Production System, Beyond Large-Scale Production” Lean Enterprise Brasil
- *Rother, Mike e Harris, Rick* (2002) “Criando Fluxo contínuo”
- *Jones, Daniel e Womack, Jones* (2004), “Enxergando todo” Lean Enterprise Brasil
- *Harris, Rick; Harris, Chris e Wilson, Earl* (2004) “Fazendo Fluir os Materiais” Lean Enterprise Brasil
- *Msrchwinski, Chet e Shook, John* (2007) “Léxico Lean” Lean Enterprise Brasil
- Manual SPB - Análise de Processo do Sistema Produção Bosch (Documento interno)
- <http://pt.kaizen.com/sectores-de-actuacao/automovel.html>
- <http://engenharia.alol.com.br/joomla/content/view/182/64/>
- <http://www.poli.usp.br/pro/disciplinas/docs/pro2421-2005-Dario-Paulino/Sistema%20de%20Produ%E7%E3o%20Lean%20-%20Continua%E7%E3o.pdf>
- http://www.anvisa.gov.br/reblas/procedimentos/metodo_5S.pdf
- http://www.brasiliano.com.br/blog/wp-content/uploads/2010/01/ciclo_pdca.jpg
- http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/manual_vsm.pdf
- <http://www.save9.com/sector-expertise/lean-database-development/>
- <http://www.lean.org/Lean/Images/fmg1.gif>

Nota: Todos os sítios descritos foram verificados na data 5 de Fevereiro de 2011.

Anexos

1º Caso de análise

Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Objectivo	85	85	85	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
Evolução	85	85	75	64	44	50	55	85	85	85	57	67	75	80	85	85	86	87	88	88	87	90	87	90
Estado inicial	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Disponibilidade	100	100	100	98	98	98	99	89	91	92	92	95	98	98	98	100	100	98	100	100	100	98	100	100
Performance	100	100	88	62	42	49	50	83	83	83	56	65	73	78	83	83	84	85	86	86	85	88	85	88
Qualidade	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
OEE	100	100	88	61	41	48	50	74	76	76	52	62	72	76	81	83	84	83	86	86	85	86	85	88

2º Caso de análise

Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Objectivo	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Evolução	48	48	80	80	80	80	75	75	82	64	80	82	84	75	80	82	80	84	80	84	82	84	84	83
Estado inicial	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Disponibilidade	90	79	84	94	80	98	62	98	98	98	89	89	98	47	91	96	96	88	96	93	98	95	98	96
Performance	100	100	100	83	84	81	75	86	85	68	92	94	97	90	87	88	88	84	88	95	92	96	98	93
Qualidade	100	98	98	96	99	100	100	98	98	99	98	99	100	100	100	98	98	98	98	97	94	95	100	100
OEE	90	77,42	82,32	75	67	79	47	82	79	66	80	82	95	42	79	83	83	73	82	86	85	87	96	89

Tabela 9.1 – Tabela com todos os valores registados dos dois postos analisados.

PLANO DE MELHORIA		Nº 004 / 11
SIMOLDES PLÁSTICOS		ENGENHARIA DE PROCESSO
Tema : <u>Aplicação de chanfros em peça</u> _____ _____		Emissor: <u>Ricardo Ribeiro</u> Data: <u>05-01-2010</u>
SITUAÇÃO ACTUAL	SITUAÇÃO MELHORADA	
FOTOS: 	FOTOS: 	
Descritivo: Dificuldade na montagem da peça.	Descritivo: Com os chanfros, a montagem da peça torna-se mais fácil.	
Equipa de Análise: Fernando Martins, Manuel Silva, Ricardo Ribeiro, Renato Correia		

Figura 9.1- Alteração da geometria na peça do 2º caso de análise.

PLANO DE MELHORIA

Nº 05 / 11

SIMOLDES PLÁSTICOS ENGENHARIA DE PROCESSO

Tema : Periférico Longeron

Emissor: Manuel Silva
Data: 05-01-2011

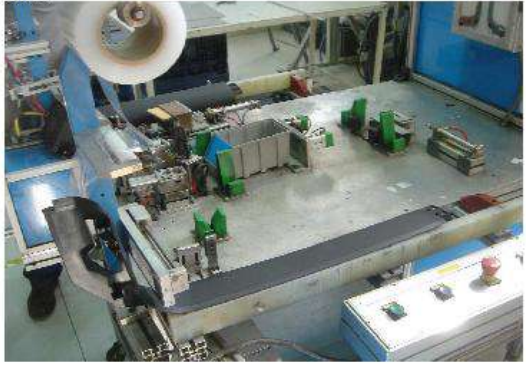
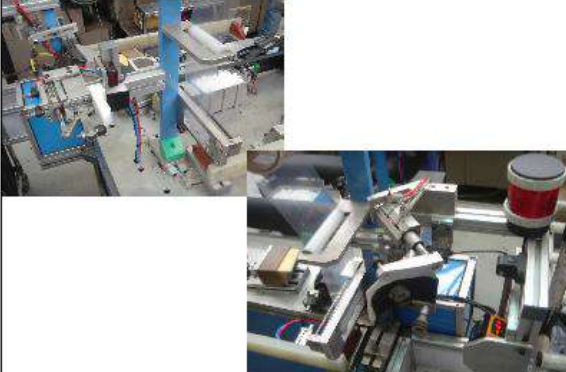
SITUAÇÃO ACTUAL	SITUAÇÃO MELHORADA
<p>FOTOS:</p> 	<p>FOTOS:</p> 
<p>Descritivo:</p> <p>O operador tinha movimentar a peça várias vezes até a finalizar.</p>	<p>Descritivo:</p> <p>Eliminar toques na peça permitindo colocar filme ao mesmo tempo que se detecta o incompleto. Tornar independente a zona de soldadura do componente da zona de detecção e colocação do filme.</p>
<p>Equipa de Análise:</p> <p>Processo</p>	

Figura 9.2 – Exemplo de melhoria contínua.

PLANO DE MELHORIA

Nº 159 / 10

SIMOLDES PLÁSTICOS ENGENHARIA DE PROCESSO

Tema : Aplicação de tapetes

Emissor: Manel Silva
Data: 25-10-2010



SITUAÇÃO ACTUAL	SITUAÇÃO MELHORADA
<p>FOTOS:</p> 	<p>FOTOS:</p> 
<p>Descritivo:</p> <p>Máquinas 200 com rampas. Possibilidade de riscar peças e mistura das mesmas.</p>	<p>Descritivo:</p> <p>Aplicação de tapetes inclinados por forma a evitar o contacto entre as peças e a misturas das mesmas.</p>
<p>Equipa de Análise:</p> <p>Manel Silva; Santiago; Campos</p>	

Figura 9.3 Extinção de rampas e aplicação de tapete.

PLANO DE MELHORIA

Nº 174 / 10

SIMOLDES PLÁSTICOS

ENGENHARIA DE PROCESSO

Tema : Tapete 1400

Emissor: Manel Silva
Data: 05-11-2010

SITUAÇÃO ACTUAL	SITUAÇÃO MELHORADA
<p>FOTOS:</p> 	<p>FOTOS:</p> 
<p>Descritivo: Bancada não permite acumulação de peças. Vários problemas de qualidade por riscos e deformações. Aspecto visual degradado.</p>	<p>Descritivo: Aplicação de um tapete por forma a evitar rejeições por riscos e deformações. Aspecto visual melhorado.</p>
<p>Equipa de Análise: Engº Processo</p>	

Figura 9.4 - Extinção de bancada e aplicação de tapete

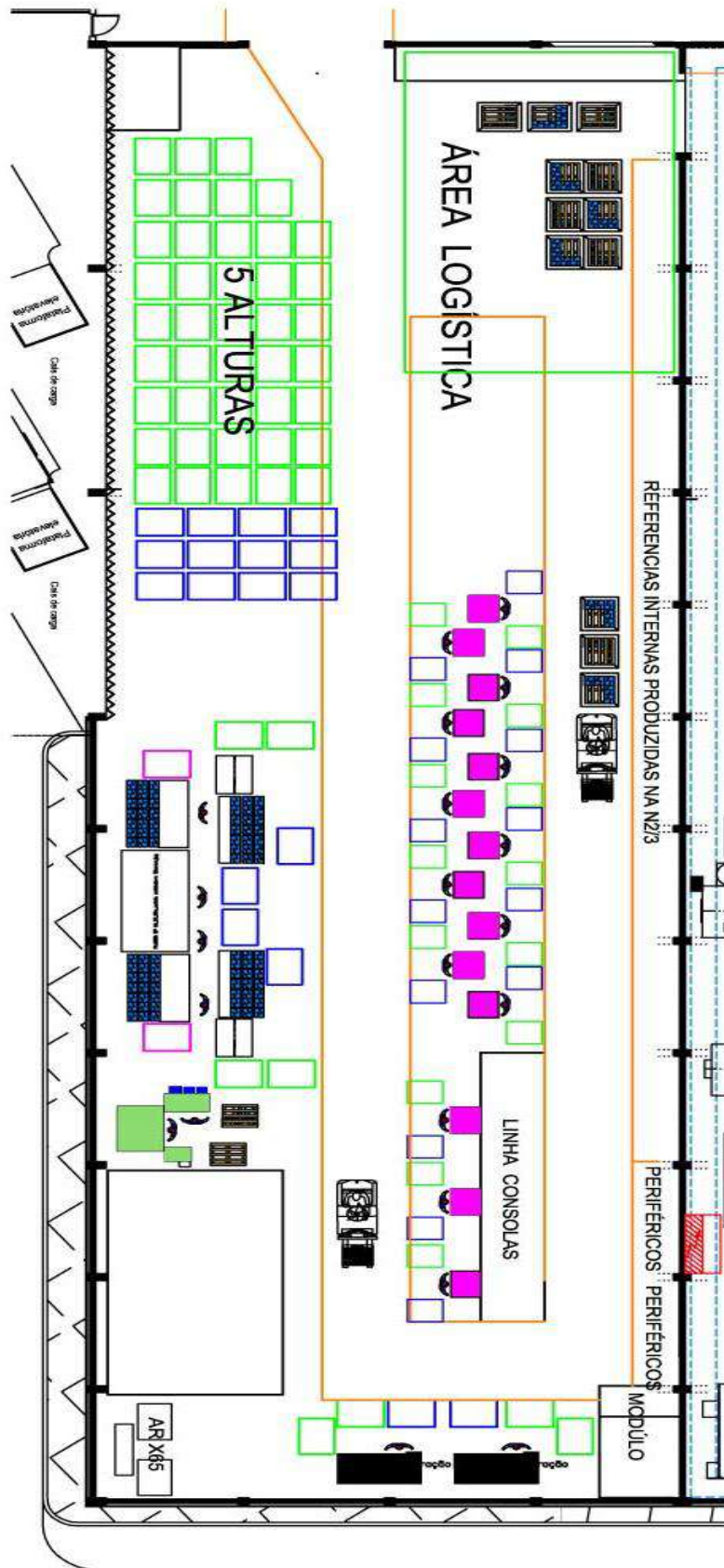
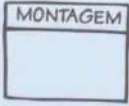

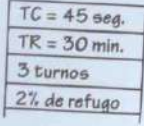
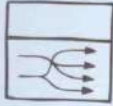


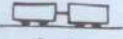




Figura 9.5 – Layout da linha de montagem






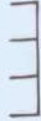

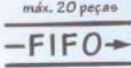

Ícones	Representa	Observações
	Processo	Uma caixa de processo equivale a uma área do fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também utilizado para departamentos, como o de Controle da Produção.
	Fontes externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixa de dados	Usada para registrar informações relativas a processos de produção, departamentos, clientes etc.
	Cross-Dock	Os materiais não são armazenados, e sim movimentados dos caminhões que chegam até as linhas de espera para os caminhões que saem.
	Depósito	Os materiais são colocados em armazém e mais tarde, são movimentados até a área de expedição.
 2 x ano	Transporte aéreo	Observar a frequência de carregamento.
 1x dia	Transporte ferroviário	Observar a frequência de carregamento.
 Seg. e Qua.	Transporte rodoviário	Observar a frequência de carregamento.
 1x mês	Transporte marítimo ou fluvial	Observar a frequência de carregamento.

Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor

Figura 9.7 – Simbologia VSM




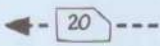





- Simbologia VSM

Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor

Ícones	Representa	Observações
 300 peças 1 dia	Estoque	Observar quantidade e tempo
	Movimento da produção por sistema empurrado	Material produzido e movimentado antes que o processo seguinte necessite; normalmente baseado em uma programação
	Movimento de produtos acabados para o cliente	
	Milk run	
	Transporte urgente	
	Supermercado	Estoque controlado de peças, utilizado para programar a produção em um processo fluxo acima. O lado aberto fica de frente para o processo fornecedor.
	Retirada	Puxada de materiais, normalmente de um supermercado.
	Transferência de quantidades controladas de material entre processos em uma seqüência "primeiro a entrar, primeiro a sair"	Indica um dispositivo para limitar a quantidade e garantir o fluxo de materiais (FIFO) entre os processos. Deve-se registrar a quantidade máxima possível.
	Pulmão ou Estoque de Segurança	Deve-se anotar "pulmão" ou "estoque de segurança".

102

Figura 9.8 - Simbologia VSM

Ícones	Representa	Observações
	Fluxo de informação manual	Por exemplo: programação da produção ou programação da entrega.
	Fluxo de informação eletrônico	Por exemplo: por intercâmbio de dados eletrônicos (EDI).
	Informação	Descreve um fluxo de informação.
	Kanban de Produção (linha pontilhada indica a rota do kanban)	Kanban "um por caçamba" Cartão ou dispositivo que informa que quantidade deve ser produzida por um processo. E dá permissão para isso.
	Kanban de retirada	Cartão ou dispositivo que instrui o operador de materiais a buscar e transferir peças (por exemplo, do supermercado ao processo consumidor).
	Kanban de sinalização	Kanban "um por lote" Indica quando o ponto de reposição é alcançado e outro lote precisa ser produzido. Usado quando o processo fornecedor deve produzir em lotes devido à necessidade de trocas.
	Posto de kanban ou caixa de coleta	Local onde o kanban é coletado e mantido.
	Kanban chegando em lotes	
	Nivelamento de carga	Ferramenta para interceptar lotes de kanban e nivelar o seu volume e mix por um período de tempo.

Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor

Figura 9.9 - Simbologia VSM







Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor			
Ícones	Representa	Observações	
	Centro de controle	Frequentemente é um sistema computadorizado como o Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP).	
	Telefone	Normalmente para as informações urgentes.	
	Pedidos	Frequentemente em forma eletrônica.	
Ícones Gerais			
	Operador	Representa uma pessoa vista de cima.	
	Necessidades de Kaizen	Mostra a necessidade de melhoria em um mapa do fluxo de valor em processos específicos cruciais para a visão do fluxo; podem ser utilizados para planejar workshops kaizen.	
	Programação "Vá Ver"	Ajustes na programação com base na verificação dos níveis de estoque.	

Figura 9.10 - Simbologia VSM