



Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa

MODELO DE AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAGRA

O caso da Indústria Gráfica

Rui Sebrosa

Dissertação de Mestrado
2008



**Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa**

MODELO DE AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO MAGRA

O caso da Indústria Gráfica

Por

Rui Sebroso

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção
do grau de Mestre em Engenharia Industrial

Orientador: Prof. Doutor Virgílio António Cruz Machado

Lisboa
2008

Agradecimentos

À minha esposa Helena e ao meu filho Rui, pela compreensão e apoio.

Aos meus pais e irmão, pela força.

Ao Prof. Doutor Virgílio António Cruz Machado, pela orientação da dissertação.

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL, pelos meios disponibilizados.

Aos colegas de Mestrado da época 2004-05, pelas conversas construtivas.

À Administração da Editorial do Ministério da Educação, pelo apoio.

Ao Mestre Vítor Boavida, pela motivação.

Ao colega José Manuel Cabaço, por me substituir nas ausências ao trabalho.

Ao colega Paulo Moreira, pela revisão à dissertação.

Sumário

Para fazer face à forte concorrência que a indústria gráfica começa a sentir, e com o objectivo de aumentar a sua rentabilidade e competitividade, propõe-se, neste estudo, aplicar o sistema de fabrico que revolucionou a indústria automóvel na segunda metade do século XX e que começa, progressivamente, a ser generalizado a outras indústrias.

Através da concepção de um modelo de «*lean production*», ou Produção Magra, será possível avaliar o processo de fabrico de uma empresa gráfica, sugerindo importantes acções a tomar, em diversas áreas, conduzindo-a a um novo método de fabrico baseado no sistema de produção magra.

Foi realizado um estudo de caso numa empresa gráfica, tendo sido aplicadas as várias ferramentas típicas da produção magra. A análise de dois momentos do estudo de caso revelou, através da aplicação do modelo e após as sugestões apresentadas, uma evolução da organização para um estado mais próximo do sistema de produção magra.

O modelo de avaliação permite repensar a forma de produzir valor numa gráfica, que tipicamente labora sob um método de fabrico de produção em massa. Muitas alterações tecnológicas ocorreram nos últimos anos nesta indústria e o método de fabrico ainda se mantém. É agora possível produzir de forma mais otimizada, concentrando todos os esforços na eliminação dos desperdícios.

Abstract

In order to meet the strong competition that the printing industry is beginning to feel and to increase its profitability and competitiveness, it is proposed, in this study, to apply the most recent system of production that revolutionized the car industry in the second half of the 20th century, which is progressively spreading to other industries.

With the creation of a model of lean production, it will be possible to evaluate a printing company method of production, suggesting important actions to take in different areas, leading it to a new system of production based on the lean production system.

It was possible to apply the tools typical of lean production to a study case that was carried out in a printing company. The analysis of two different moments of this study case revealed that, by the application of the model and after the presented suggestions, the organization evolved to a state closer to the method of lean production.

The evaluation model allows us to reconsider the way of producing value in a printing company that typically works according to a mass production method. There have been many technological changes in this industry in the last few years, but the method of production remains the same. Today it is possible to produce in a more optimized way, applying all efforts to waste reduction.

Simbologia e Notações

AME – Association for Manufacturing Excellence

CEO – Chief Executive Officer

EDI – Electronic Data Interchange

EME – Editorial do Ministério da Educação

IMVP – International Motor Vehicle Program

JIPM – Japanese Institute of Plant Maintenance

JIT – Just-In-Time

MIT – Massachusetts Institute of Technology

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTR – Mean Time to Repair

OF – Ordem de Fabrico

OTED – One-Touch Exchange of Die

PDA – Personal Digital Assistant

PDCA – Plan, Do, Check, Act

PM – Produção Magra

SAC – Sector de Apoio ao Cliente

SAMP – Sector de Análise de Mercado e Preços

SME – Society of Manufacturing Engineers

SMED – Single Minute Exchange of Die

TMC – Toyota Motors Company

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

TRS – Taxa de Rendimento Sintético

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Process

Índice

Capítulo I – Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objectivos	3
1.3. Metodologia	3
1.4. Organização	4
Capítulo II – Fundamentos da Produção Magra	5
2.1. História	5
2.2. Princípios da Produção Magra	9
2.3. Principais fontes de desperdício	10
2.4. Principais ferramentas	12
2.4.1. Metodologia dos 5 «S»	13
2.4.2. <i>Kanban</i>	18
2.4.3. Fluxo contínuo	20
2.4.4. <i>Jidoka</i> (Autonomação)	22
2.4.5. <i>Poka-yoke</i> (Método de prevenção de falhas)	24
2.4.6. Redução do tempo de <i>setup</i> (método SMED)	27
2.4.7. Mapeamento do fluxo de valor	31
2.4.8. O relatório A3 (Método de solução de problemas)	33
2.4.9. Gestão visual	35
2.4.10. <i>Kaizen</i>	37
2.4.11. <i>Heijunka</i> (Programação nivelada)	38
2.4.12. <i>Just-In-Time</i>	40
2.4.13. TPM – Manutenção Produtiva Total	41
Capítulo III – Desenvolvimento do modelo	45
3.1. Modelos existentes no âmbito da Produção Magra	45
3.1.1. Modelo de Womack	45
3.1.2. Modelo Toyota	46
3.1.3. Modelo «Prémio Shingo para a Excelência no Fabrico»	48
3.1.4. Modelo de Certificação <i>Lean</i>	51
3.2. Desenvolvimento do Modelo para a Indústria Gráfica	54
3.2.1. Modelo conceptual de avaliação da Produção Magra	55
3.2.2. Factores do Modelo	56
Capítulo IV – Resultados da aplicação do Modelo	61
4.1. Caracterização da organização	61
4.2. O Sistema de Produção: Análise e oportunidades de melhoria	63

4.2.1. Optimização do <i>layout</i> do armazém de matéria-prima	63
4.2.2. Redução do <i>stock</i> de produto acabado	68
4.2.3. Eliminação do armazém arrendado	69
4.2.4. Entregas de matéria-prima JIT	70
4.2.5. Automatização de processos	73
4.2.6. Desperdícios devidos ao tempo de espera pela matéria-prima	73
4.2.7. Redução do tempo de <i>setup</i> na Impressão <i>Offset</i>	74
4.2.8. Ausência de tempos de <i>setup</i> na Impressão Digital	77
4.2.9. Sistema de sugestões	79
4.2.10. Concepção e desenvolvimento do produto	79
4.2.11. Gestão visual nas obras de Exame	80
4.2.12. Aplicação do sistema <i>lean</i> na área de Produto Acabado	82
4.3. Aplicação do Modelo de Produção Magra	82
4.3.1. Avaliação dos Factores do Modelo	83
4.3.2. Resultado da Avaliação	95
4.3.3. Validação do Modelo	98
4.4. Barreiras à implementação da Produção Magra	98
Capítulo V – Conclusões	101
5.1. Conclusões	101
5.2. Sugestões para trabalhos futuros	103
Bibliografia	105
Anexos	111
ANEXO 1 – Glossário	111
ANEXO 2 – Cartas de controlo de produção	115
ANEXO 3 – Estudo de layout da área fabril	119
ANEXO 4 – Mapa do fluxo de valor	123

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Actividades que acrescentam e não acrescentam valor	10
Figura 2.2 – As oito fontes de desperdício.....	12
Figura 2.3 – 5 «S»: Organização; arrumação; limpeza; higiene e saúde; autodisciplina...	13
Figura 2.4 – Os 5 «S»	18
Figura 2.5 – <i>Layout</i> funcional <i>versus layout</i> celular	21
Figura 2.6 – Fluxo de produção tradicional <i>versus</i> fluxo unitário contínuo.....	21
Figura 2.7 – Baixos níveis de <i>stocks</i> expõem os problemas.....	24
Figura 2.8 – Componentes do tempo de <i>setup</i>	27
Figura 2.9 – Resultado final da aplicação do método SMED.....	30
Figura 2.10 – Motivações para a redução do tempo de <i>setup</i>	30
Figura 2.11 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor.....	32
Figura 2.12 – Exemplo de aplicação da técnica VSM («Estado actual»).....	32
Figura 2.13 – Exemplo de aplicação da técnica VSM («Estado futuro»).....	33
Figura 2.14 – Relatório A3.....	34
Figura 2.15 – Ferramentas de gestão visual aplicadas ao controlo de produção	36
Figura 2.16 – Aspecto do layout fabril antes e após um evento kaizen.....	38
Figura 2.17 – Os oito pilares do TPM.....	43
Figura 3.1 – Estrutura do sistema de produção da Toyota.....	47
Figura 3.2 – Modelo «Shingo Prize for Excellence in Manufacturing».....	49
Figura 3.3 – Modelo de progressão da «Certificação <i>Lean</i> »	52
Figura 3.4 – Modelo de avaliação da PM para a indústria gráfica.....	55
Figura 4.1 – Áreas de negócio da EME	62
Figura 4.2 – Facturação por Áreas de Negócio (dados de 2005 a 2006)	62
Figura 4.3 – Facturação por tipologia de produtos (dados de 2005 a 2006)	63
Figura 4.4 – Armazém de MP (em Abril de 2007 antes da execução dos exames).....	64
Figura 4.5 – Armazém de MP (em Junho de 2007 após a execução dos exames).....	64
Figura 4.6 – Disposição actual do armazém de matéria-prima da EME.....	66
Figura 4.7 – Disposição otimizada do armazém de matéria-prima da EME.....	67
Figura 4.8 – Máquina de impressão digital Xerox iGen3 110XL	78
Figura A.1 – Composição do <i>lead time</i>	112
Figura A.2 – Cartas de controlo de produção	116

Figura A.3 - Planta actual da nave fabril da EME	120
Figura A.4 - Proposta de planta optimizada para a nave fabril da EME	121
Figura A.5 - VSM actual da EME para 100 000 «Cadernetas do Aluno»	124
Figura A.6 - VSM futuro da EME para 100 000 «Cadernetas do Aluno»	125

Índice de Quadros

Quadro 2.1 – Produção em Massa versus PM	8
Quadro 2.2 – Exemplos de <i>poka-yoke</i> usados na indústria gráfica	26
Quadro 2.3 – Tipos de gestão visual.....	36
Quadro 3.1 – Ponderações do exame de conhecimentos da «Certificação <i>Lean</i> »	53
Quadro 4.1 – Proposta de materiais a libertar do armazém.....	69
Quadro 4.2 – Quantidade de folhas consumidas na EME de 2004 a 2006.....	71
Quadro 4.3 – Horas de impressão realizadas em 2006	72
Quadro 4.4 – Folha de trabalho para análise de tempos de <i>setup</i>	76
Quadro 4.5 – Quadro de Planeamento dos Exames Nacionais	81
Quadro 4.6 – Pontuação dos factores do modelo.....	83
Quadro 4.7 – Balanceamento do Processo de Fabrico	84
Quadro 4.8 – Movimentação de Materiais	85
Quadro 4.9 – Fluxo de Fabrico	86
Quadro 4.10 – Formação.....	87
Quadro 4.11 – Envolvimento da Equipa	88
Quadro 4.12 – Comunicação na Organização	89
Quadro 4.13 – Gestão Visual	90
Quadro 4.14 – Qualidade	91
Quadro 4.15 – <i>Poka-yoke</i>	92
Quadro 4.16 – Manutenção Produtiva Total (TPM).....	93
Quadro 4.17 – Redução do Tempo de <i>Setup</i>	94
Quadro 4.18 – Organização do Local de Trabalho	95
Quadro 4.19 – Resumo dos Factores do Modelo	96
Quadro 4.20 – Avaliação global.....	96
Quadro 4.21 – Perfil <i>Lean</i>	97

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Niehueser, J. (2007) refere que a indústria gráfica se tornou, nos últimos anos, muito mais eficiente, e ganhou uma capacidade acrescida de resposta. A Internet, as pressões concorrenciais e as tecnologias competitivas traduziram-se em prazos mais curtos e catálogos de serviços mais alargados. No que se refere à produção gráfica impressa, isto exige operações e processos internos mais eficientes.

A área de pré-impressão pode basicamente resumir-se à preparação de ficheiros, fluxo de trabalho e Computer-to-Plate (CtP), com *hardware* e *software* altamente eficientes e cada vez menos necessidade de operadores.

A impressão segue uma tendência semelhante, no que diz respeito à eficiência. Hoje assiste-se a um aumento significativo do número de corpos de impressão (cores). Por exemplo, enquanto há dez anos era necessário um impressor para uma máquina a quatro cores, hoje esse mesmo operador é responsável por uma máquina a doze cores. É muito comum ver-se um único auxiliar para duas máquinas. A velocidade de impressão, a qualidade e a flexibilidade aumentam exponencialmente a produtividade, mantendo ou reduzindo a quantidade de mão-de-obra necessária.

Na área de acabamento assiste-se à automatização das guilhotinas, graças à utilização de empilhadores automáticos e mesas de transferência tecnologicamente mais avançadas, duplicando o desempenho do corte com a mesma ou menos mão-de-obra. O benefício da automatização é a facilidade de operação e a menor necessidade de experiência. Mesmo a máquina mais automatizada não substitui um operador experiente; no entanto, uma vez que a preparação inicial passa basicamente por carregar num botão, é muito fácil obter ajustes precisos desde o início. O objectivo último deverá ser o de integrar máquinas de dobrar, guilhotinas e máquina de coser à linha num fluxo de trabalho global e automatizado.

Quanto ao futuro da indústria gráfica global, espera-se, até ao ano 2011, um crescimento médio de 3,4 % ao ano, mais acentuado nos países em vias de desenvolvimento (Pira International, 2007).

Este estudo refere que o desenvolvimento a que se assiste em todas as áreas da tecnologia de impressão permitirá manter a indústria competitiva no conjunto das ofertas de *media*, dando às empresas a possibilidade de oferecer produtos inovadores, direccionados e de alta qualidade, que constituam alternativas economicamente viáveis face aos *media* electrónicos, não impressos.

Embora haja boas perspectivas de crescimento global desta indústria para os próximos anos, é também constatada a forte concorrência, oriunda de países com baixos custos, como a China. Num estudo produzido pela Ernst & Young (2007) sobre a competitividade da indústria gráfica europeia, verifica-se um crescimento das importações de produtos impressos destes países.

A indústria de impressão europeia atravessa desafios estruturais e emergentes que resultam de novos factores competitivos. A maioria das gráficas de grande dimensão tem uma actividade de exportação, e as pequenas gráficas também se sentem confrontadas com a concorrência externa que começa a estar activa nos seus mercados. Esta nova concorrência agressiva, bem como outros desafios estruturais que se colocam à indústria, têm ameaçado a rentabilidade das empresas europeias.

Segundo o mesmo estudo, verificam-se, na indústria gráfica europeia, problemas estruturais em áreas como estratégia, tecnologia, mercado, concorrência internacional e comunicação. Um dos principais problemas está relacionado com a falta de capacidade negocial das empresas europeias, quer com clientes, quer com fornecedores. A indústria sofre por ter uma fraca componente de pesquisa e desenvolvimento, que é, na sua maioria, levada a cabo pelos fornecedores. A manutenção do papel como o suporte mais importante é vista como um desafio num mundo onde impera o multimédia. Em vez de muitas empresas procurarem crescer através da disponibilização de serviços de valor acrescentado, entraram num ciclo vicioso de sobreinvestimento como forma de aumentar a produtividade, mas com ausência de estratégias para aumentar a rentabilidade.

1.2. Objectivos

Tal como o sistema de Produção Magra, ou «*lean production*», revolucionou a forma de produzir na indústria automóvel, na segunda metade do século XX, deverá agora também ser aplicado à indústria gráfica, apoiando o desenvolvimento de processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios em todas as suas fases, de forma a permitir competir num cenário cada vez mais exigente e globalizado.

O principal objectivo deste estudo é contribuir para o aumento da rentabilidade e competitividade da indústria gráfica, através de um modelo de avaliação que apoie a aplicação dos conceitos do sistema de Produção Magra nas empresas desta indústria.

A concepção de um modelo de avaliação da produção magra permite identificar as áreas da empresa a melhorar no sentido «*lean*». Através dos resultados obtidos pela aplicação do modelo, será possível tomar decisões e actuar na melhoria do método de fabrico, no sentido de atingir um nível de classe mundial.

Com o foco no desperdício, característico do método de produção magra, será possível aumentar a rentabilidade das organizações, pois, num processo típico, o desperdício pode representar até 95 % do tempo total (Pinto, 2006).

1.3. Metodologia

Para atingir os objectivos enunciados, foi seguida uma metodologia de investigação dirigida para o desenvolvimento de um estudo de caso numa empresa gráfica, onde pudesse ser testada a aplicação e viabilidade do modelo referido. O estudo de caso foi realizado na «Editorial do Ministério da Educação» (EME), empresa onde o autor trabalha desde 1998, exercendo as funções de Director Adjunto de Produção.

A pesquisa bibliográfica foi orientada para uma abordagem ao conceito de produção magra, à sua história e princípios e a ferramentas que permitissem adequar a sua aplicação à indústria gráfica.

Foram analisados outros modelos de produção magra existentes, que auxiliaram na procura daquele que melhor se ajustasse à aplicação na indústria gráfica.

Através de uma análise às oportunidades de melhoria do actual sistema de produção da EME, foi possível relacionar os conceitos teóricos estudados com casos práticos concretos e tirar importantes conclusões no sentido de se tornar a empresa mais competitiva.

1.4. Organização

A dissertação está dividida em cinco capítulos, de acordo com o objectivo enunciado e com o itinerário seguido para o alcançar. No primeiro capítulo, que marca a introdução do estudo, são apresentadas as razões que levaram à escolha deste tema e a forma de alcançar os objectivos propostos.

Num segundo capítulo é abordada a evolução dos métodos de fabrico que compõem a história da indústria, são apresentados os princípios fundamentais do método de produção magra, mencionadas as suas oito principais fontes de desperdícios e caracterizadas as ferramentas mais utilizadas.

Os modelos existentes no âmbito da produção magra são apresentados no terceiro capítulo, onde também se desenvolve o modelo conceptual de avaliação da produção magra para a indústria gráfica.

No quarto capítulo, é caracterizada a organização onde foi realizado o estudo de caso, é analisado o seu sistema de produção e são identificadas as oportunidades de melhoria encontradas. Na sequência da avaliação dos factores do modelo, são apresentados e discutidos os resultados obtidos. São também descritas as barreiras que existem, na organização, à implementação da produção magra.

Por fim, num último capítulo, é feita uma reflexão sobre os resultados obtidos e apresentam-se sugestões para estudos futuros.

CAPÍTULO II – FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO MAGRA

Neste capítulo, pretende-se rever e sistematizar os conceitos teóricos utilizados nesta dissertação, analisando o aparecimento e evolução da produção magra, os seus princípios e principais ferramentas.

2.1. História

Para descrever a produção magra (PM), o melhor será contrastá-la com a produção artesanal e a produção em massa, os dois métodos de produção mais tradicionais.

Pinto (2006) refere que antes do século XVIII os produtos eram fabricados em pequenas oficinas por artesãos e seus aprendizes. Nesses sistemas era comum encontrar uma pessoa responsável por cada produto.

O século XVIII trouxe um número significativo de inovações que alteraram de forma determinante os processos de trabalho. A introdução de sistemas mecânicos, em especial a máquina a vapor, vieram contribuir para a substituição da mão-de-obra por sistemas automáticos.

A Revolução Industrial começou em Inglaterra, nos anos setenta do século XVIII e espalhou-se por toda a Europa e Estados Unidos da América durante o século XIX. Nos tempos iniciais da Revolução Industrial, os artigos eram produzidos em sistemas artesanais, por operários especializados, em pequenas quantidades e feitos à medida de cada cliente. Os sistemas artesanais tinham alguns pontos fracos: o facto de utilizarem pessoas especializadas encarecia os produtos e o tempo de fabrico tendia a ser demorado, tornando-os pouco competitivos.

Nos sistemas artesanais é difícil tirar partido das «economias de escala» dada a dificuldade em produzir grandes volumes de artigos. A crescente concentração de pessoas nos centros urbanos conduziu a um aumento da procura. As fábricas passaram a dedicar-se ao fabrico de produtos de grande consumo e em grandes volumes.

No início do século XX, Henry Ford introduziu as técnicas de produção em massa para o fabrico de automóveis, alterando os paradigmas do fabrico artesanal para o fabrico em série. A ênfase mudou: das pequenas oficinas, com pessoas altamente especializadas, passou-se para grandes áreas de trabalho, com equipamento especializado e de elevado custo. Os processos da organização passaram a orientar-se pelos princípios da produção em massa (ou série). A complexidade destes processos aumentou, resultando numa acumulação de *stocks* e aumentos dos tempos de processo ou «*lead time*» (ver Anexo 1). O tempo para converter materiais em produtos finais aumentou, bem como o tempo de resposta a pedidos e reclamações de clientes, levando ao desenvolvimento de complexos e burocráticos processos de controlo e ao aumento de custos e *stocks*.

No final da Segunda Grande Guerra (1939-45), o Japão foi confrontado com enormes problemas e com a necessidade de reconstruir o país. A sua indústria automóvel teve de enfrentar enormes problemas, associados à reduzida disponibilidade de recursos (pessoas, espaço, materiais, etc.). Por outro lado, nessa época, a indústria europeia e norte-americana gozavam de enormes capacidades e recursos e dominavam os mercados.

Contudo, as indústrias ocidentais sofriam de graves problemas. Ofereciam pouca diversidade de produtos, eram muito rígidas, e recorriam a processos de fabrico e gestão muito complexos e pouco flexíveis, que limitavam a sua capacidade em se adaptarem às necessidades do mercado.

A Toyota Motors Company (TMC) descobriu que a única forma de sobreviver era disponibilizar automóveis com algo que os seus concorrentes ocidentais não tinham: variedade de produto, enquanto que mantinham elevada qualidade e baixo custo. A TMC, sujeita a uma feroz competitividade em qualidade e preço, viu a oportunidade de ganhar mercado através da variedade de produtos, e, com poucos

recursos, teve de desenvolver um sistema de fabrico totalmente novo para sobreviver. O resultado foi o sistema TPS, ou «Toyota Production System», o qual metodicamente elimina o desperdício e orienta a sua atenção para a satisfação do cliente. O TPS revolucionou a indústria automóvel e foi gradualmente adoptado por outras empresas japonesas durante as décadas seguintes.

Os investigadores J. P. Womack e D. T. Jones passaram mais de uma década no Japão a estudar os métodos de gestão daquele país. Desse estudo, foi publicada por Womack *et al.* (1990) uma obra de referência designada «*The machine that changed the world*». Essa máquina é o automóvel e toda a indústria que à sua volta se desenvolveu.

Nos anos 1990, o TPS deu lugar ao conceito «*lean thinking*¹», que se começou a generalizar. Utiliza-se a palavra «*lean*» (magro, sem gordura) porque o princípio condutor sugere a utilização de «apenas o necessário, nem mais cedo, nem mais tarde», o que se traduz em menos pessoas, menos espaço, menos materiais, menos energia, menos *stocks*, menos desvios, enquanto se reforçam a qualidade, a flexibilidade e o serviço ao cliente.

Womack (2006) considera Ford o primeiro «*lean thinker*», na medida que já vislumbrava o processo de criação de valor e o fluxo de valor do princípio ao fim, do conceito ao lançamento, e da matéria-prima ao cliente. Além disso, Ford era o mais fervoroso inimigo do desperdício.

O pensamento *lean* consiste num conjunto de conceitos e princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz valor para os seus clientes, enquanto todos os desperdícios são eliminados.

Jackson (1996) descreve que a PM herdou a mestria tecnológica da produção em massa com o respeito pela autonomia individual do artesão. As maiores diferenças entre a produção em massa e a PM estão esquematizadas no Quadro 2.1.

¹ A designação «*lean thinking*» foi pela primeira vez utilizada por Womack *et al.* (1996) no livro com o mesmo nome.

Quadro 2.1 – Produção em Massa versus PM

(Fonte: Jackson, 1996)

	PRODUÇÃO EM MASSA	PM
SATISFAÇÃO DO CLIENTE	Executar o que os engenheiros querem, em grandes quantidades e numa qualidade de nível estatisticamente aceitável; comercializar o <i>stock</i> antigo a preços promocionais.	Executar com zero defeitos o que os clientes querem, quando querem e apenas nas quantidades que pretendem.
LIDERANÇA	Liderança coerciva e por ordem de execução.	Liderança por visão e grande participação.
ORGANIZAÇÃO	Individualismo e estilo burocrático e militar.	Operações baseadas em equipas e hierarquias reduzidas.
RELAÇÕES EXTERNAS	Baseadas no preço.	Baseadas em relações de longo prazo.
INFORMAÇÃO / GESTÃO	Informação pobre. Gestão baseada em relatórios abstractos executados por e para os gestores.	Informação rica. Gestão baseada em sistemas de controlo visual mantidos por todos os empregados.
CULTURA	Cultura de lealdade e obediência; subcultura de alienação e perturbações laborais.	Cultura harmoniosa de envolvimento, baseada no desenvolvimento de recursos humanos a longo prazo.
PRODUÇÃO	Máquinas de larga escala, <i>layout</i> funcional, aptidões mínimas, grandes tiragens, inventários em massa.	Máquinas de dimensão humana, <i>layout</i> celular, muita preparação técnica, fluxo contínuo, inventário zero.
MANUTENÇÃO	Manutenção por especialistas.	Gestão do equipamento pela produção, manutenção e engenharia.
ENGENHARIA	Modelo do génio isolado, com pouca informação dos clientes e pouco respeito pelas realidades da produção.	Modelo de equipa, com elevada informação dos clientes e desenvolvimento simultâneo do produto e do <i>design</i> do processo produtivo.

Womack e Jones (2005) referem que o princípio fundamental de «fornecer ao cliente o que ele realmente pretende», é o caminho que as empresas devem seguir. É este o primeiro passo para o desenvolvimento das relações em parceria entre clientes e fornecedores, baseados nos princípios de criação de valor e riqueza em conjunto.

2.2. Princípios da Produção Magra

Na obra de referência «*The machine that changed the world*» de Womack (1990), são identificados cinco princípios simples que servem como um guia para a implementação da PM em qualquer organização.

- O primeiro princípio é o do **valor**. A organização deverá fornecer o valor que o cliente realmente deseja e resistir ao impulso de convencer o cliente que ele quer aquilo que a organização tem maior facilidade em produzir.
- O segundo princípio é a identificação da **cadeia de valor** para cada produto. Isto é, a sequência de acções (o processo) necessário para produzir um produto ou serviço, desde a concepção ao lançamento (através do desenvolvimento do processo) e desde o pedido à entrega ao cliente. Deverão ser analisadas todas as etapas do processo para verificar se na realidade criam valor para o cliente. Serão eliminadas as etapas que não o fizerem.
- O terceiro princípio é o **fluxo**. Deve-se alinhar as etapas remanescentes (as que criam valor) num fluxo de produção contínuo. Deverão ser eliminados os tempos de espera e os *stocks* entre as etapas do processo, para melhorar os tempos de resposta.
- O quarto princípio é o «**pull**». Permitir que seja o cliente a puxar o valor da organização, em vez dos métodos «*push*», usados pelas organizações com elevados tempos de resposta. O conceito «*pull*» evita a acumulação de *stocks* de produtos mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente deseja quando ele precisa, nem mais cedo, nem mais tarde.
- Finalmente, havendo valor, uma cadeia de valor, um fluxo e recorrendo ao método «*pull*», procurar-se-á atingir o quinto e último princípio, o da **perfeição**. Embora a perfeição seja impossível de alcançar, o esforço contínuo na sua procura trará a inspiração e a direcção essencial à realização de progressos ao longo do caminho.

2.3. Principais fontes de desperdício

Jackson (1996) refere que Taiichi Ohno da Toyota definiu desperdício como sendo qualquer actividade que não adiciona valor a um produto ou serviço. «Valor» é aquilo que um cliente bem informado estará disposto a pagar por um produto perfeito entregue no momento pretendido. Como tal, qualquer coisa num processo que não contribua para a criação de um produto perfeito na data definida é considerado desperdício.

Segundo Pinto (2006), num processo típico, o desperdício pode representar 95 % do tempo total. Tradicionalmente, as organizações orientam o seu esforço de aumentos de produtividade para a componente que acrescenta valor (5 %), ignorando o potencial de ganho que poderiam ter se orientassem o seu esforço para as actividades que não acrescentam valor (ver Figura 2.1).

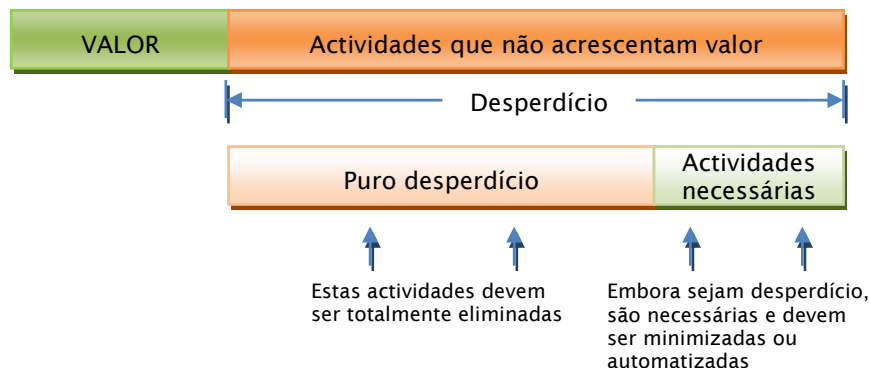


Figura 2.1 – Actividades que acrescentam e não acrescentam valor

Pinto (2006), descreve as sete fontes de desperdício, inicialmente identificadas por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo para o TPS:

1. **EXCESSO DE PRODUÇÃO:** ocorre quando continuamos a produzir mesmo depois de satisfeita a ordem de fabrico, existindo uma diferença entre o pedido do cliente e a capacidade do sistema de produção em executar apenas a quantidade solicitada. Este tipo de actividade acaba por ocultar outros desperdícios e algumas imperfeições (eventuais e/ou naturais) de um

processo. Portanto, este tipo de desperdício deve ser completamente eliminado.

2. **EXCESSO DE STOCKS:** demasiado espaço de armazenamento, falta de informação, resultando em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente.
3. **TRANSPORTES:** deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação, resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia.
4. **MOVIMENTAÇÃO DESNECESSÁRIA:** desorganização dos locais de trabalho, resultando em mau desempenho, despreocupação por aspectos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho.
5. **TEMPOS DE ESPERA:** refere-se aos tempos em que os produtos estão prontos a serem transformados mas aguardam a entrada em produção, porque materiais, pessoas, equipamentos ou informações não estão disponíveis.
6. **DEFEITOS (QUALIDADE):** materiais que têm de voltar a ser trabalhados ou eliminados por estarem fora das especificações de qualidade. É muito importante conhecer este tipo de custo, pois as organizações devem procurar a excelência no processo de produção. Aumentar os cuidados em relação aos produtos defeituosos é o primeiro passo importante para reduzir outros custos com desperdícios.
7. **PROCESSOS INADEQUADOS:** Utilização incorrecta do equipamento e ferramentas, aplicação de recursos e processos inadequados às funções, aplicação de procedimentos complexos e incorrectos ou sem a informação e formação necessária.

Além das sete fontes de desperdício referidas, Womack e Jones (1996) acrescentam uma oitava fonte de desperdício:

8. **DESIGN INADEQUADO:** *Design* de produtos e serviços que não vão ao encontro das necessidades do cliente.



Figura 2.2 – As oito fontes de desperdício

2.4. Principais ferramentas

A PM suscitou o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas que facilita a sua implementação, entre as quais se destacam as que apresentamos nas secções seguintes.

2.4.1. Metodologia dos 5 «S»

Os 5 «S», ou Metodologia dos 5 «S», é um conjunto de cinco conceitos simples, designados por cinco palavras japonesas, todas iniciadas pela letra «S» (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*). Embora a adaptação do japonês para o inglês tenha sido conseguida, o CENFIM (2006) refere que a melhor forma encontrada para expressar a abrangência e profundidade do significado desses ideogramas japoneses foi acrescentar o termo «Sentido de» antes de cada palavra em português.

Os 5 «S» centram-se na organização e limpeza do local de trabalho e na padronização dos processos de trabalho, de maneira a torná-los eficientes.

Esta metodologia surgiu no Japão, nas décadas de 50 e 60, após a Segunda Guerra Mundial, quando o país vivia a chamada crise de competitividade. Além disso, havia muita sujidade nas fábricas japonesas, sendo necessária uma reestruturação e uma «limpeza». Liker (2004) refere que é possível eliminar o desperdício (tudo o que gera custo extra) em cinco fases. O método 5 «S» foi um dos factores que contribuíram para a recuperação das empresas japonesas e a base para a implantação da qualidade total. Os 5 conceitos são ilustrados na Figura 2.3.



Figura 2.3 – 5 «S»: Organização; arrumação; limpeza; higiene e saúde; autodisciplina

Sentido de Organização – «Classificar tudo e eliminar o que não é preciso».

Ter sentido de organização é identificar materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados, necessários e desnecessários, dando destino àquilo que é considerado desnecessário ao exercício das actividades. Se tudo estiver identificado e arrumado, é facilitada a visualização e a localização dos objectos, de acordo com os seguintes critérios:

- O que é usado sempre, deverá ser colocado no posto de trabalho;
- O que é usado quase sempre, deverá ser colocado próximo do posto de trabalho;
- O que é usado ocasionalmente, deverá ser colocado um pouco afastado do posto de trabalho;
- O que é usado raramente, mas é necessário, deverá estar separado num local determinado;
- O que for desnecessário deve ser retirado ou eliminado, pois ocupa espaço e perturba o trabalho.

As vantagens são: a redução de gastos com espaço, armazenamento, transporte e seguros; facilitar o transporte interno e o controle de produção; evitar a compra de materiais e componentes em duplicado e também os danos a materiais ou produtos armazenados; aumentar a produtividade das máquinas e pessoas envolvidas; reduzir o cansaço físico; conseguir maior facilidade nas operações; diminuir os riscos acidentais.

Todos os funcionários devem saber distinguir o útil do inútil, o que é realmente necessário e o que não é.

Sentido de Arrumação - «Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar».

Ter sentido de arrumação é definir os locais apropriados e os critérios para organizar, guardar ou dispor materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados, de modo a facilitar o seu uso e manuseio, e a procura, localização e arrumação de qualquer item.

Nesta fase, é importante: padronizar nomenclaturas; usar rótulos e cores vivas para identificar os objectos, segundo padrões pré-determinados; guardar objectos diferentes em locais diferentes; expor visualmente os pontos críticos, tais como extintores de incêndio, locais de alta voltagem e partes de máquinas que exijam atenção; determinar o local de armazenamento de cada objecto; onde for possível, eliminar as portas; não deixar objectos ou móveis no meio do caminho, atrapalhando a passagem.

As vantagens são: encontrar em menos tempo aquilo que é preciso para operar, ler, enviar; haver menor necessidade de controlar *stocks*; facilitar a execução do trabalho no prazo; evitar a compra de materiais e componentes desnecessários ou repetidos, ou danos a materiais ou produtos armazenados; menor cansaço físico e mental; melhor ambiente; melhor disposição dos móveis e equipamentos; facilitação da limpeza do local de trabalho.

A ordenação eficiente do material de trabalho deve ser implementada com uma nomenclatura padrão e com a indicação correcta do local de armazenagem. Os utilizadores devem saber onde procurar cada coisa, quando necessário, e todos devem seguir as regras. É importante fazer uma análise da situação actual da instituição, como tudo está organizado e onde. Sempre que possível, deve-se trabalhar para reduzir os *stocks* e determinar qual o melhor local para guardar cada coisa. A ideia principal nesta fase é: «Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar».

Sentido de Limpeza – «A melhor limpeza é aquela que não precisamos limpar».

Ter sentido de limpeza é eliminar a sujidade e os objectos estranhos para manter limpo o ambiente (paredes, armários, tectos, gavetas, estantes, pisos), bem como manter dados e informações actualizados para garantir a correcta tomada de decisões. O mais importante neste conceito não é o acto de limpar, mas o acto de «não sujar». Num ambiente asseado, uma fuga ou qualquer outra anomalia detecta-se com mais facilidade e rapidez. Cada pessoa deve conhecer a importância e os benefícios de estar num ambiente com a máxima limpeza possível. Um ambiente limpo traduz qualidade e segurança.

A limpeza proporciona maior produtividade das pessoas, máquinas e materiais, evitando os gastos perdidos na recuperação de itens com danos ou defeitos.

Para isto, é importante que os colaboradores se habituem a:

- Limpar os equipamentos após o uso, para que o próximo a usá-los os encontre limpos;
- Aprender a não sujar e a eliminar as causas da sujidade;
- Definir os responsáveis por cada área de limpeza;

- Manter os equipamentos e ferramentas sempre na melhor condição de uso possível;
- Cuidar para que se mantenha limpo o local de trabalho;
- Não deitar o lixo ou papel no chão;
- Dar o destino adequado ao lixo.

Inclui-se ainda neste conceito, de um modo mais amplo, manter dados e informações actualizados, procurar ser honesto no ambiente de trabalho e manter um bom relacionamento com os colegas. Tudo isto é fundamental para a imagem (interna e externa) da organização.

Sentido de Higiene e Saúde – «Adoptar boas práticas de trabalho e reconhecer o que é preciso ser feito».

Ter sentido de higiene e saúde significa criar condições favoráveis à saúde física e mental, garantir um ambiente não agressivo e livre de agentes poluentes, manter boas condições sanitárias nas áreas comuns (instalações sanitárias e bares), zelar pela higiene pessoal e cuidar para que as informações e comunicações sejam claras, de fácil leitura e compreensão. Quem exige qualidade cuida também da aparência. Num ambiente limpo, a segurança é maior. Quem não cuida bem de si mesmo não pode fazer ou vender produtos ou serviços de qualidade.

As pessoas devem ter consciência da importância deste requisito, tomando um conjunto de medidas: ter os três «S» atrás descritos implantados; capacitar as pessoas para que avaliem se os conceitos estão a ser aplicados correctamente; eliminar as condições inseguras de trabalho, evitando acidentes ou manuseio perigoso; difundir material educativo sobre higiene e saúde; respeitar os colegas como pessoas e como profissionais; colaborar, sempre que possível, com o trabalho dos colegas; cumprir horários; não fumar em locais impróprios.

Ter a empresa limpa e asseada requer gastos com sistemas e materiais de limpeza. Requer manutenção da ordem, da limpeza e, principalmente, disciplina. Cada membro da equipa deve ter consciência da importância de se trabalhar num local limpo e organizado.

As vantagens são: melhor segurança e desempenho do pessoal; prevenção de danos à saúde; melhor imagem da organização, interna e externamente; elevação do nível de satisfação e motivação para com o trabalho.

Algumas medidas importantes e úteis podem incluir avisos ou instruções para evitar erros nas operações de trabalho, bem como designações, avisos e identificação dos equipamentos (recursos visuais). Quando importantes, os avisos devem ser visíveis à distância, bem destacados e acessíveis a todos os funcionários.

Sentido de Autodisciplina – «Manter tudo arrumado e organizado – ter autodisciplina é fundamental...».

Ter sentido de autodisciplina é desenvolver o hábito de observar e seguir normas, regras e procedimentos, e atender especificações, escritas ou informais. Este hábito é o resultado do exercício da força mental, moral e física. Este conceito vai permitir estabelecer um controlo da aplicação de todas as regras e decisões que foram tomadas nos quatro primeiros «S», transformando os 5 «S» num modo de vida.

As atitudes importantes são: usar a criatividade no trabalho; melhorar a comunicação entre o pessoal no trabalho; compartilhar visão e valores, harmonizando as metas; formar o pessoal com paciência e persistência, consciencializando-os para os 5 «S»; de tempos a tempos, avaliar os progressos.

É importante cumprir os procedimentos operacionais e os padrões éticos da instituição, numa constante procura da melhoria. A autodisciplina requer a consciência e um constante aperfeiçoamento de todos no ambiente de trabalho. A consciência da qualidade é essencial.

Com o tempo, a implantação do método 5 «S» traz muitos benefícios: reduz a necessidade constante de controlo; facilita a execução de toda e qualquer tarefa/operação; evita desperdícios de trabalho, tempo e utensílios; traz previsibilidade do resultado final de qualquer operação; mantém os produtos dentro dos requisitos de qualidade, reduzindo a necessidade de controlo e outras pressões.

Implantar o método 5 «S» não é apenas estudar a sua teoria e os seus conceitos. A sua essência é mudar as atitudes, o pensamento e o comportamento do pessoal.

A Figura 2.4 resume a metodologia dos 5 «S» e a frase que melhor define cada um dos cinco sentidos.

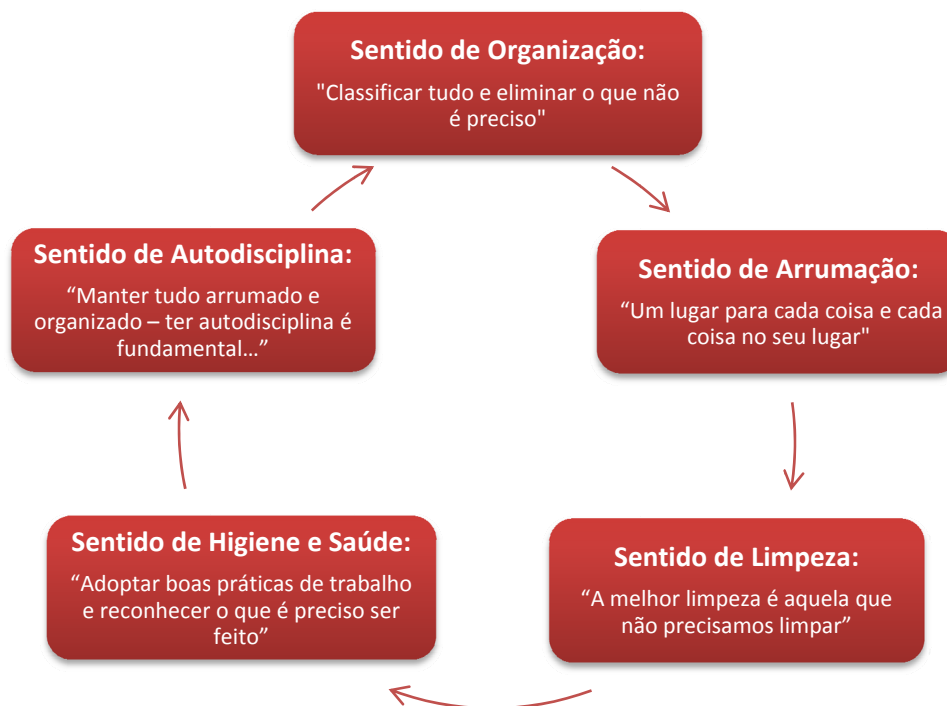


Figura 2.4 – Os 5 «S»

2.4.2. *Kanban*

A palavra japonesa *kanban* possui vários significados: cartão, símbolo ou painel. Ribeiro (1986) descreve que o *Kanban* é um sistema de controlo da produção comandado através do uso de cartões, onde o que determina o fabrico de um novo lote é o consumo das peças realizadas pelo sector seguinte. No sistema *Kanban*, a produção é comandada pelas linhas de montagem. Somente após o consumo das peças na linha de montagem é que se gera uma nova autorização de fabrico de um novo lote.

De acordo com Monden (1983), o sistema *Kanban* é uma forma de gerir o método de produção *just-in-time* (JIT). Consiste num sistema de informação para

controlar, de forma harmoniosa, as quantidades de produção em cada processo. São normalmente usados dois tipos de cartões: o *Kanban* de abastecimento e o *Kanban* de produção. O *Kanban* de abastecimento especifica a quantidade que o processo seguinte deverá fornecer, enquanto o *Kanban* de produção indica a quantidade que o processo precedente irá produzir.

Roldão (2002) descreve o funcionamento do *Kanban* da seguinte forma: quando um trabalhador de um posto utilizador traz um contentor vazio e recolhe um contentor cheio, retira dele um cartão de produção e coloca-o no quadro de lançamento desse posto. Esse cartão passa a constituir então uma ordem de fabrico para encher um novo contentor, que substitui o que acaba de ser levado. Logo que o novo contentor está completo, o cartão de produção é retirado do quadro e afixado no contentor. Esse contentor permanece em espera até ao momento em que o agente do posto utilizador o vem buscar, trazendo consigo um contentor vazio. O cartão de produção nunca deixa um mesmo posto de trabalho.

O posto fornecedor, não tendo mais cartões *Kanban* que autorizem o fabrico de novos contentores, suspende automaticamente a produção. Na realidade, nenhum investimento adicional em *stock* é feito até que surja nova necessidade. O posto fornecedor é responsável pelo fornecimento de contentores ao posto utilizador no prazo de reposição, na quantidade e com qualidade. Cada contentor circula entre duas estações de trabalho, cujas operações de fabricação são sequenciais. Esta circulação efectua-se entre dois postos de trabalho, e somente entre esses dois. É sempre o posto utilizador que vai buscar um contentor cheio de artigos, quando disso tem necessidade.

O tempo necessário para o contentor dar uma volta completa é igual ao somatório dos tempos de: alimentação + espera + movimentação + utilização + retorno para alimentação.

É importante estabelecer a relação entre o nível de serviço² ao cliente (e portanto a fila de espera) e o número de contentores *Kanban* utilizados, de forma a

² Nível de serviço – medida de volume da procura que é correntemente satisfeita, ou seja, percentagem de encomendas satisfeitas. [i: *Level of service*].

determinar qual o número de contentores *Kanban* que minimiza as existências sem deteriorar o serviço ao cliente. A redução drástica do número de contentores *Kanban*, e portanto das existências, até próximo de um mínimo viável, tende a tornar o sistema mais sensível à variabilidade da procura.

Ribeiro (1986) refere que nem todos os itens fabricados devem ser controlados pelo *Kanban*. Uma analogia com a classificação ABC de materiais (ver Anexo 1) mostra que se o cartão *Kanban* controlar 10 a 20 % dos itens de maior actividade, estará a abranger 70 a 80 % do valor dos *stocks*. Esta situação trará grande benefício à rotação de *stocks*³.

A produção por *Kanbans* é a condição mais importante para o nivelamento da produção; permite otimizar as operações; minimiza o WIP (ver Anexo 1) e é uma ferramenta fundamental do TPS.

2.4.3. Fluxo contínuo

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção, tal como refere Ferreira (2004). A implementação de um fluxo contínuo na cadeia de valor normalmente requer uma reorganização e rearranjo do *layout* fabril, convertendo os tradicionais *layouts* funcionais (ou *layouts* por processos) em células de fabrico compostas pelos diversos processos necessários ao fabrico de determinada família de produtos. A diferença de desempenho entre diferentes modelos de *layout* pode ser observada na Figura 2.5. A transformação das linhas tradicionais de fabrico e montagem em células de fabrico é somente um pequeno passo em direcção à implementação da PM.

³ Rotação de *stocks* é o indicador básico para a avaliação da gestão de *stocks*. Corresponde ao número de vezes que o inventário de um determinado artigo é totalmente consumido durante um ano.

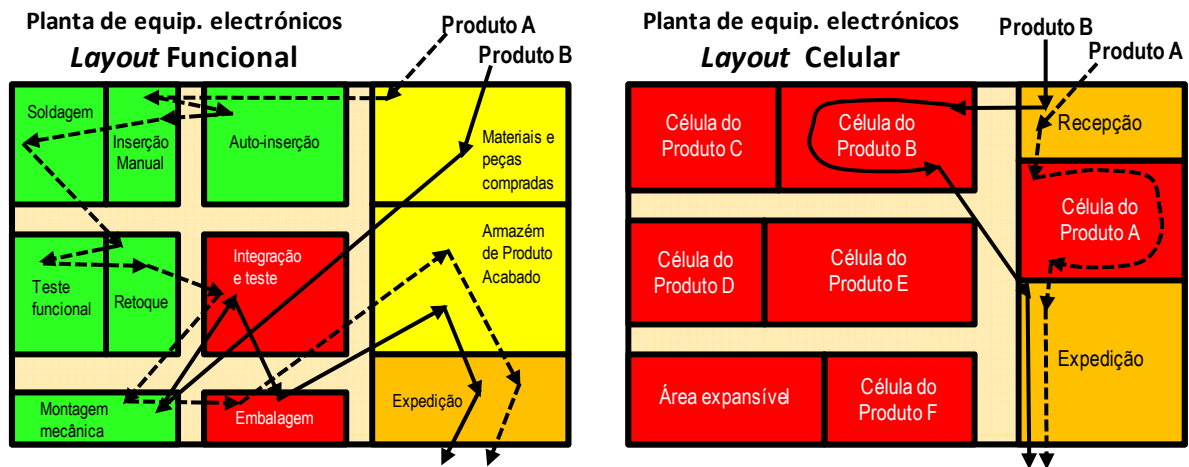


Figura 2.5 – *Layout funcional versus layout celular*

(Fonte: Adaptado de Strategos, 2007)

O balanceamento tradicional procura nivelar os tempos de ciclo de cada trabalhador, de forma a fazer com que todos recebam cargas de trabalho semelhantes. O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de implementação de um fluxo unitário de produção, caso em que, no limite, o inventário entre processos seja completamente eliminado, conforme mostra a Figura 2.6, referenciada por Ferreira (2004). Dessa forma obtém-se uma redução no *lead time* de produção.

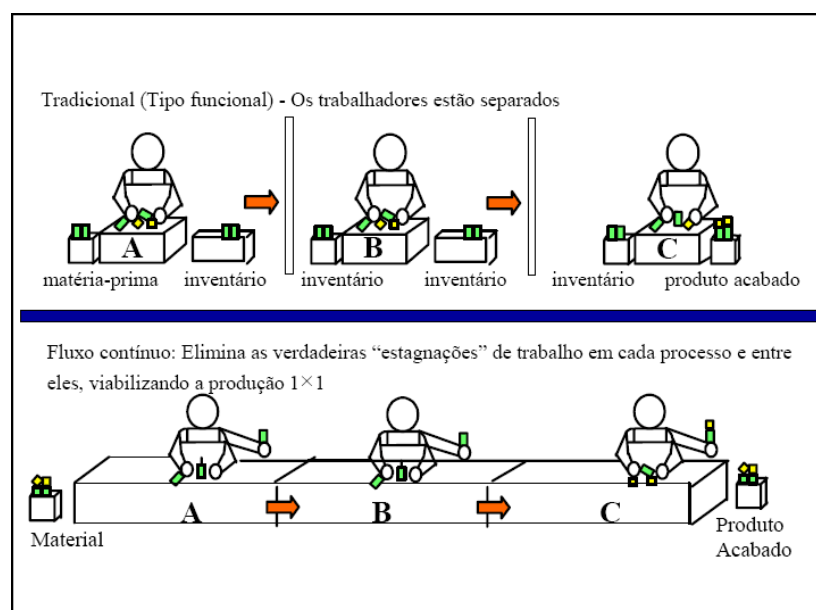


Figura 2.6 – Fluxo de produção tradicional *versus* fluxo unitário contínuo

2.4.4. *Jidoka* (Autonomação)

Jidoka é uma palavra japonesa que traduz o conceito de autonomação, isto é, automação com toque humano (Pinto, 2006). Significa dotar as máquinas com capacidade para saber quando devem parar (com ou sem a ajuda do operador) para evitar erros ou atrasos.

O conceito *jidoka* nasceu no Grupo Toyota, em inícios do século XX, aplicado em teares automáticos, usando sensores sobre cada fio, que detectavam a sua eventual quebra, o que levava à paragem imediata da máquina. Desta forma, foi possível dispensar a necessidade de atenção constante do operador durante o processamento, viabilizando a supervisão simultânea de diversos teares. Esta inovação revolucionou a indústria têxtil tradicional.

Em 1947, o engenheiro mecânico Taiichi Ohno começou a introduzir mudanças nas linhas de fabrico da fábrica Koromo da Toyota Motor Company. Ohno sabia que havia duas formas de aumentar a eficiência na linha de fabrico: ou aumentava a quantidade produzida ou reduzia o número de operários, tendo optado por esta última. Ohno organizou o *layout* em linhas paralelas ou em forma de «L», para que cada operário pudesse trabalhar simultaneamente com três ou quatro máquinas ao longo do ciclo de fabrico, conseguindo, assim, aumentar duas a três vezes a eficiência da produção.

Embora o *jidoka* esteja associado à autonomação, não é um conceito restrito às máquinas. É também aplicado em linhas de produção operadas manualmente. Neste caso, qualquer operador da linha pode parar a produção quando detectar alguma irregularidade.

O objectivo é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe o processamento ou o operador interrompe a produção, imediatamente o problema se torna visível ao próprio operador, aos seus colegas e à sua supervisão. Isso desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa e eliminá-

la, evitando a repetição do problema e, conseqüentemente, reduzindo as paragens da linha.

Quando Ohno iniciou as suas experiências com o *jidoka*, as linhas de produção paravam a todo instante; mas, à medida que os problemas eram identificados, o número de erros começou a diminuir vertiginosamente. Hoje, nas fábricas da Toyota, o rendimento das linhas aproxima-se dos 100 %, ou seja, as linhas praticamente não param.

Pinto (2006) descreve as vantagens da autonomação racional:

- Ampliar a capacidade das pessoas de operar em várias máquinas simultaneamente;
- Reduzir o inventário em processo (WIP) através da eliminação dos *stocks* intermédios entre operações sucessivas;
- Reduzir o *lead time* pela eliminação de tempos não-produtivos entre operações;
- Aumentar a produtividade pela melhor utilização dos recursos;
- Diminuir o investimento graças à utilização de equipamento existente com adaptação de acessórios que o tornem mais eficiente, exigindo um pequeno investimento de capital, se comparado com o preço de um equipamento novo equivalente.

A eliminação das causas que estão na origem do desperdício permitirá à organização a redução dos *stocks* (matéria-prima, WIP ou produto acabado), reduzir o *lead time*, reduzir custos e aumentar o desempenho global.

A Figura 2.7 recorre a uma alegoria para exemplificar a importância de combater as causas dos problemas numa organização. O barco representa a organização e os rochedos representam os seus problemas. Na imagem à esquerda, a organização aumentou os *stocks* para poder viver com os seus problemas; contudo, em vez de resolver os problemas, apenas os camuflou. Quando esta organização for levada a reduzir tempos e custos, terá dificuldades, porque no dia em que reduzir os *stocks* vai esbarrar com os problemas e o barco (imagem da esquerda) poderá encalhar.

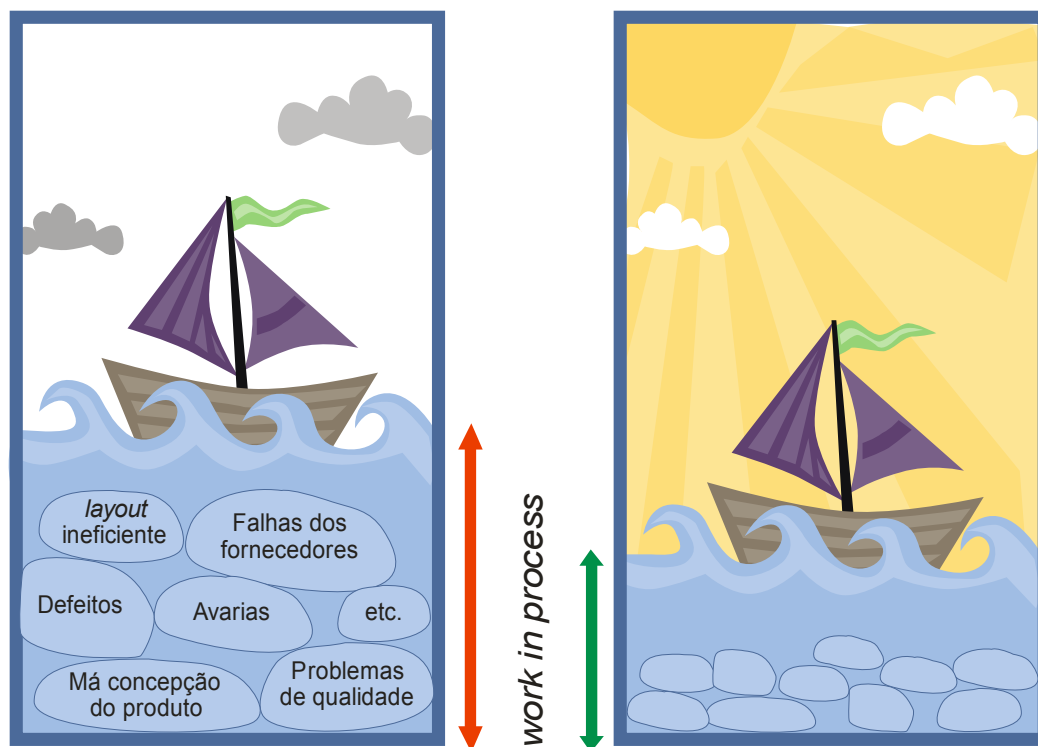


Figura 2.7 – Baixos níveis de *stocks* expõem os problemas

Antes de poder reduzir os *stocks* e tirar daí os benefícios resultantes, a organização terá, em primeiro lugar, de identificar e anular as causas que levaram à sua excessiva acumulação. A sua redução é das últimas coisas a acontecer; antes, é preciso que as organizações iniciem o caminho no sentido da eliminação do desperdício e só depois estarão em condições de viver com *stocks* reduzidos (imagem da direita).

2.4.5. *Poka-yoke* (Método de prevenção de falhas)

O *poka-yoke* é uma palavra japonesa que se tornou de uso regular no vocabulário associado à PM. De acordo com Shingo (1996), é um mecanismo à prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos nos processos de fabrico e (ou) na utilização de produtos. Se o conceito for implementado, os enganos podem ser

prevenidos antes que se cometam defeitos e que estes possam chegar ao cliente (interno e externo).

O *poka-yoke* possibilita a inspecção através de controlo físico ou mecânico. Existem duas formas de uso do *poka-yoke* para corrigir erros:

- Método de controlo. Quando o *poka-yoke* é activado, a máquina ou linha de produção pára, de forma que o problema possa ser corrigido.
- Método de aviso. Quando o *poka-yoke* é activado, é accionado um alarme ou uma luz de sinalização que alerta o trabalhador.

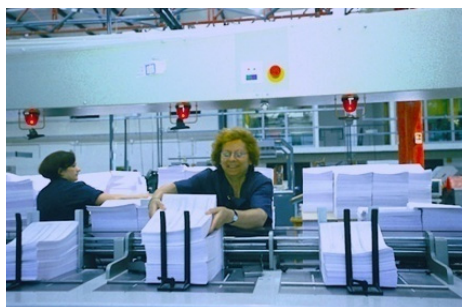
O *poka-yoke* de controlo é o dispositivo mais eficaz, porque pára o processo até que a condição causadora do defeito tenha sido corrigida. O *poka-yoke* de aviso permite que o processo que está a gerar o defeito continue, caso as pessoas não reajam ao aviso. A frequência com que ocorrem defeitos e o facto de poderem ou não ser corrigidos, uma vez que tenham ocorrido, irá influenciar a escolha entre esses dois métodos. Defeitos frequentes ou impossíveis de corrigir exigem um *poka-yoke* de controlo, enquanto que se a frequência de defeitos é baixa e é possível corrigir os defeitos, é preferível optar por um *poka-yoke* de aviso.

Através da eliminação do defeito na fonte, o custo do erro é minimizado. Em muitos casos, a qualidade é analisada no final de cada etapa do processo. Se o erro foi cometido no início da etapa, então o valor investido em toda essa etapa, até ao ponto da inspecção, irá gerar um aumento no custo do erro. Também é possível, no caso de inspecções abaixo dos 100 %, que o defeito continue pelo processo produtivo, aumentando o seu custo, provavelmente levando à necessidade de reparações.

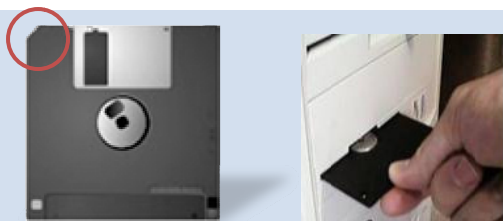
O *poka-yoke* é um processo eficaz e relativamente económico de reduzir os defeitos de fabrico e consequentemente os custos. Um objectivo a prazo poderá passar não somente por eliminar a fonte do problema, mas, sobretudo, por impedir que este ocorra.

No Quadro 2.2 são ilustrados alguns exemplos de *poka-yoke* comuns na indústria gráfica.

Quadro 2.2 – Exemplos de *poka-yoke* usados na indústria gráfica



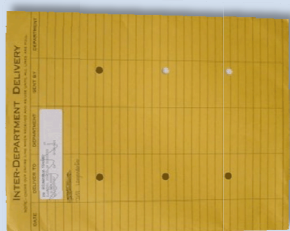
Os sensores instalados nas estações de alceamento das máquinas de colar livros permitem a detecção de troca de cadernos através da memorização da mancha de texto, que varia de caderno para caderno. É usado o método de controlo, que pára a máquina quando detecta uma mancha diferente.



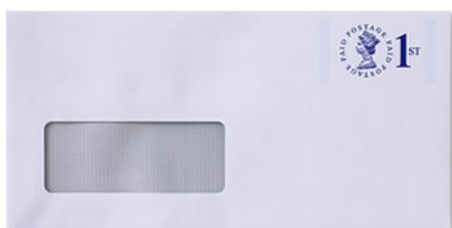
Uma disquete de computador não pode ser inserida na *drive* ao contrário. A disquete tem um canto diferente dos outros, que evita o engano do utilizador.



No verso dos envelopes pode ser impresso um texto junto à zona de fecho da pala que informa o utilizador para não se esquecer de inserir determinado documento no envelope.



Os sacos de correspondência interna são furados para permitir perceber se os envelopes têm documentos no interior. Neste saco de formato B4, é possível verificar que existe um documento branco cujo tamanho é inferior ao A4.



Os envelopes com janela evitam o endereçamento ao destinatário errado.

2.4.6. Redução do tempo de *setup* (método SMED)

O tempo de *setup* é o tempo dispendido na preparação de um trabalho. Na indústria, é o intervalo de tempo que medeia entre a última unidade de um lote produzido e a primeira boa unidade do próximo lote produzido (ver Figura 2.8). Inclui o tempo para restabelecimento dos parâmetros do próximo trabalho e o tempo para efectuar todas as afinações de máquina até se produzir uma unidade com as especificações correctas.



Figura 2.8 – Componentes do tempo de *setup*

Tradicionalmente, as organizações pensavam em manter o número de *setups* no mínimo necessário, pois a operação de *setup* leva tempo, custa dinheiro e não produz nada. É uma actividade sem valor.

Shingo (1985), citado por Nicholas (1998), desenvolveu uma metodologia para analisar e reduzir o tempo de mudança, ou «*changeover time*». Através dessa metodologia, a que chamou SMED – *Single Minute Exchange of Die*, conseguiu espantosos melhoramentos, tal como a redução do tempo de *setup* de uma prensa de 1000 toneladas de 4 horas para apenas 3 minutos. Apesar de ter sido desenvolvido primariamente para a indústria automóvel, o SMED pode ser aplicado a mudanças ou *setups* em todos os processos e indústrias.

Todos os procedimentos de *setup* consistem em etapas que são comuns à maioria dos procedimentos industriais:

- **Tipo 1:** Levantamento, preparação e verificação dos materiais e ferramentas antes do período de *setup*. Após conclusão da operação, limpeza da máquina e da estação de trabalho, e reposição das ferramentas e materiais utilizados.
- **Tipo 2:** Remoção de ferramentas e peças, após conclusão do último lote de fabrico; montagem de ferramentas e peças antes do lote seguinte.
- **Tipo 3:** Medição, afinação e calibração da máquina, ferramentas e peças.
- **Tipo 4:** Produção de um exemplar após a afinação inicial. Medição do exemplar, ajustes de máquina, produção de novos exemplares de teste, até a operação estar conforme os requisitos de produção.

Através do estudo, classificação e organização de etapas como estas, será possível reduzir o tempo total de *setup* através da eliminação de etapas inúteis, otimizando as etapas necessárias e passando a realizar algumas etapas de forma paralela, em vez de sequencialmente.

A metodologia SMED de Shingo para a redução dos tempos de *setup* consiste em quatro fases:

Fase 1: Identificar as etapas internas e externas. O *setup* interno é a etapa que tem de ser executada enquanto a máquina ou a operação está parada; o tempo de *setup* interno significa o mesmo que o *downtime*. O *setup* externo é a etapa que pode ser executada enquanto a operação está a decorrer. No tipo de etapas listadas atrás, a maioria das etapas de tipo 1 são externas, enquanto as de tipo 2, 3 e 4 são etapas internas. Na maioria das fábricas, não se faz distinção entre etapas internas e externas, tudo é tratado como se fosse interno. Por exemplo, os materiais e as ferramentas para um outro trabalho podem ser encaminhadas para a máquina enquanto o actual trabalho está em curso.

Fase 2: Converter *setups* internos em *setups* externos. O principal objectivo na melhoria do *setup* é reduzir o tempo de *setup* interno. As restantes etapas de *setup*, decisões, ajustes, entre outros, poderão ser executados em período externo. Para esse fim, muitas das etapas de *setup* que eram feitas com a máquina parada (período interno) são agora feitas com a máquina em movimento (período externo). Esta alteração resulta frequentemente numa dramática redução dos tempos de *setup*

em 50 %. Todas as etapas de *setup* interno devem ser reexaminadas para se determinar se alguma delas poderá ser reclassificada como externa.

Fase 3: Melhorar todos os aspectos da operação de *setup*. A conversão de etapas internas em externas reduz consideravelmente o tempo de *setup*, mas não o seu custo. A simplificação do *setup* deverá reduzi-lo ao ponto de não ser determinante no tamanho do lote, isto é, ao ponto de o custo associado ao *setup* ser minúsculo comparado com os custos da armazenagem. Para minimizar o tamanho dos lotes, o tempo de *setup* terá de ser suficientemente pequeno para que se torne prático produzir qualquer tamanho de lote. Para que tal aconteça, o *setup* terá de demorar menos de 10 minutos e não envolver mais do que um procedimento de um simples toque. Um dos objectivos de Shingo era o OTED – *One-Touch Exchange Of Die*, ou seja, reduzir o processo a um simples passo ou a um só toque. Os procedimentos de *setup* deverão ser suficientemente simplificados para que qualquer operador seja capaz de os executar.

Fase 4: Abolição do *setup*. Além do OTED, vem o último melhoramento de *setup*: a sua completa abolição. Algumas formas de eliminação do *setup* são:

- **Reduzir ou eliminar as diferenças entre partes.** Poucas ou nenhuma diferenças entre partes significa poucas ou nenhuma mudanças de fabrico. O *design* do produto pode permitir a eliminação de *setups*.
- **Fazer diversos tipos de partes de uma só vez.** Na indústria gráfica, é como fazer a capa e o miolo de uma brochura usando o mesmo tipo de papel, podendo executar as duas partes com um só *setup*. Para cada novo produto, o *designer* deverá analisar se, nesse momento, se está a produzir partes para outros produtos que possam ser usadas no novo produto, ou como poderá minimizar o número de partes do novo produto sem sacrificar a funcionalidade ou a aparência pretendida pelo cliente. Para produtos já concebidos, o *designer* deverá questionar que partes podem ser uniformizadas.
- **Dedicar máquinas a executar apenas um tipo de item.** Como, por exemplo, uma máquina de formulário em contínuo que produz um tipo de formulário num formato padrão.

Na Figura 2.9, é possível encontrar um tempo de *setup* interno substancialmente menor que o apresentado na Figura 2.8, e que ilustra a possível redução dos tempos de preparação através da aplicação dos conceitos da técnica SMED.

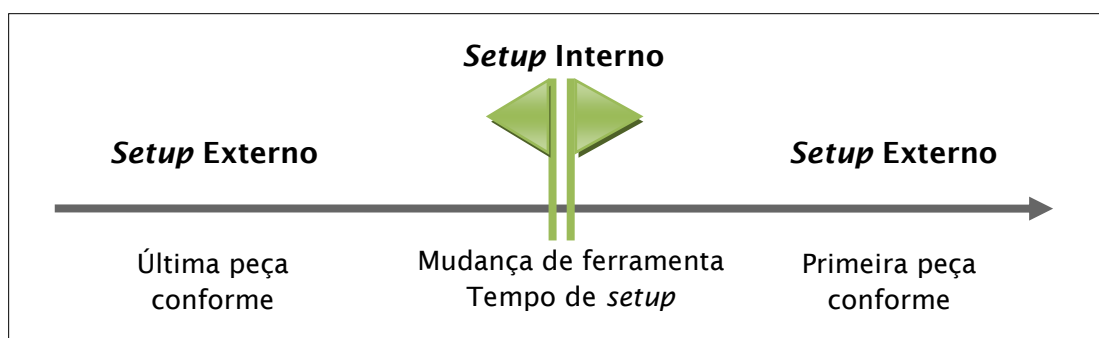


Figura 2.9 – Resultado final da aplicação do método SMED

Lopes *et al.* (2006) refere algumas das vantagens nos *setups* rápidos. Para além do ganho económico resultante do aumento do tempo útil de produção e da redução de custos de mão-de-obra resultantes das longas mudanças, permite algo que é extremamente importante: aumentar a frequência dos *setups*. Este factor permite reduzir o tamanho dos lotes. A Figura 2.10 mostra que, com a simplificação dos procedimentos de *setup* e com a sua redução, haverá benefícios de qualidade, custo, flexibilidade, aumento da capacidade de produção e redução do *lead time*.

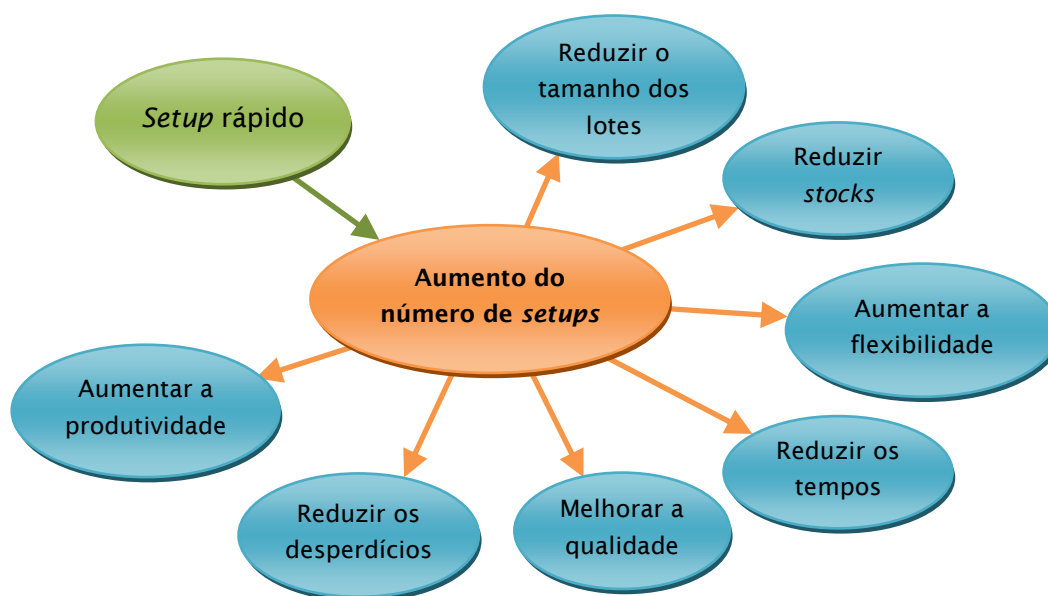


Figura 2.10 – Motivações para a redução do tempo de *setup*

(Fonte: Lopes, 2006)

2.4.7. Mapeamento do fluxo de valor

O VSM (*Value Stream Mapping*) ou mapeamento do fluxo de valor é um método, segundo Rother e Shook (1998), que permite visualizar o percurso (ou mapa) de um produto ou serviço ao longo do fluxo de valor⁴. Trabalhar a partir da perspectiva do fluxo de valor é ter uma visão global dos processos, não se concentrando apenas nos processos individuais ou na optimização das partes.

O VSM é um método simples, eficaz e muito útil, que ajuda a identificar o desperdício e as suas causas. A modelagem, ou mapeamento, leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações e ajuda bastante no processo de visualização da situação actual e na construção da situação futura.

Para mapear o fluxo de valor deverão seguir-se os caminhos da produção de um produto, desde o consumidor até ao fornecedor, desenhando uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. De seguida, deverá ser mapeado o «estado futuro» de como o valor deveria fluir. Fazer estes mapas repetidamente é o melhor caminho para visualizar o valor e, especialmente, as fontes de desperdício.

O VSM é uma ferramenta essencial porque:

- Ajuda a visualizar o fluxo de valor em vez dos processos individualmente.
- Ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor.
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de fabrico.
- Torna visíveis as decisões sobre a cadeia de valor, sendo fácil discuti-las.
- Agrega conceitos e técnicas da PM, evitando a implementação de técnicas isoladas.
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.
- Descreve o que é necessário fazer para se obter valores quantitativos, possibilitando a comparação entre o estado actual e o futuro.

⁴ Entende-se por fluxo de valor o conjunto de todas as actividades que ocorrem desde a obtenção de matéria-prima até à entrega do produto ou serviço ao cliente final.

As etapas do mapeamento do fluxo de valor são mostradas na Figura 2.11.

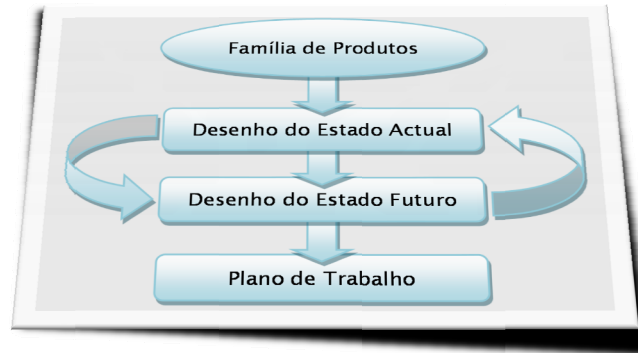


Figura 2.11 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor

(Fonte: Rother e Shook, 1998)

A Figura 2.12 e Figura 2.13, mostram um exemplo de VSM, podendo-se observar todo o fluxo de produtos e informações desde o fornecedor de peças até ao consumidor final.

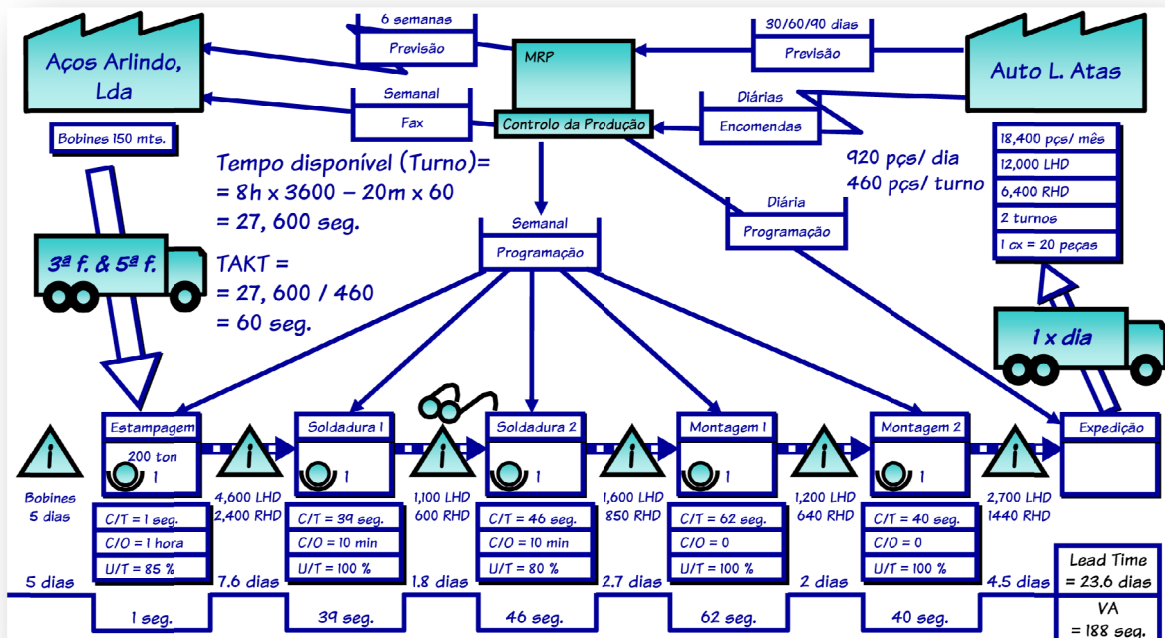


Figura 2.12 – Exemplo de aplicação da técnica VSM («Estado actual»)

(Fonte: Rother e Shook, 1998)

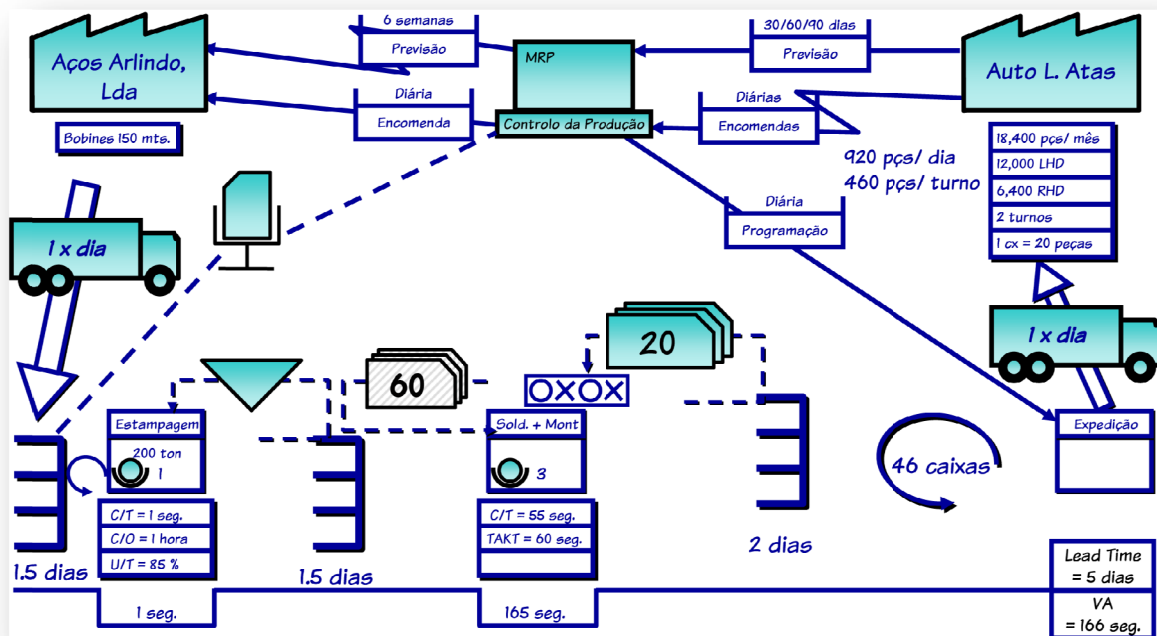


Figura 2.13 – Exemplo de aplicação da técnica VSM («Estado futuro»)

(Fonte: Rother e Shook, 1998)

2.4.8. O relatório A3 (Método de solução de problemas)

De acordo com Sobek (2004), o relatório A3 é uma ferramenta que a Toyota Motor Corporation utiliza para propor soluções para os problemas, fornecer relatórios da situação de projectos em execução e reportar informações sobre a actividade. A Toyota usa a ferramenta como um guia sistematizado de solução de problemas através de um processo rigoroso, documentando os problemas principais daquele processo e propostas de melhoramentos. A ferramenta é usada tão livremente que é uma peça chave para o famoso programa de melhoramentos contínuos da Toyota.

O relatório A3 (ver Figura 2.14) é assim chamado por ser escrito numa folha de formato A3 (297 x 420 mm), onde é desenhado um diagrama que mostra como o sistema funciona na actualidade, evidenciando com clareza os problemas. O autor deverá quantificar a extensão do problema, tal como a percentagem de defeitos, as horas de paragem, entre outros. O diagrama deve ser desenhado com clareza para fácil entendimento, podendo usar a simbologia dos mapas de fluxo de valor. As

informações para elaborar o diagrama são recolhidas apenas através de observações directas e não por estimativas ou pareceres.

Ao fazer o diagrama, os esforços para a solução dos problemas estão focados no sistema e não nas pessoas, resultando numa maior objectividade e numa postura menos defensiva ou de procura de culpados para as causas dos problemas.

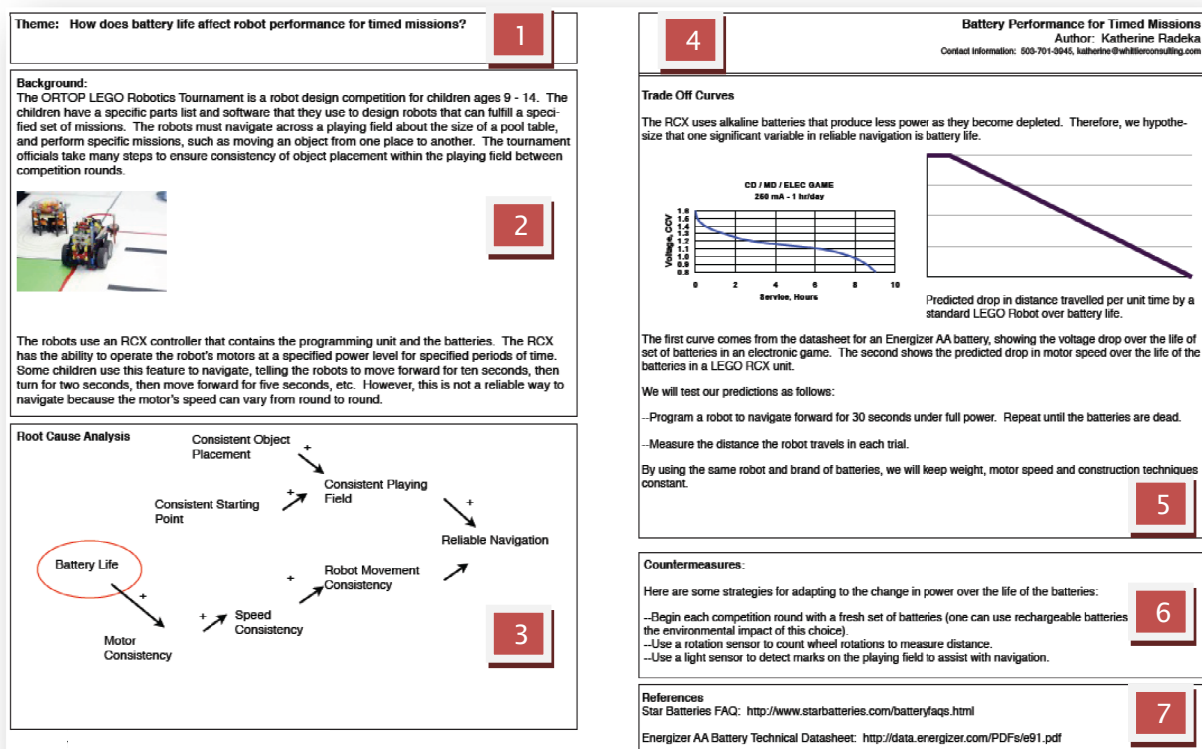


Figura 2.14 – Relatório A3
(Fonte: Whittier Consulting Group, 2005)

Legenda da Figura 2.14:

1. Atribuição de uma ou duas frases que descrevam a situação.
2. Descrição do que se observa e como o sistema funciona actualmente.
3. Análise da raiz do problema através de um diagrama do tipo «Root Cause Analysis».
4. Título do relatório, autor e informação de contacto.
5. Utilização de diagramas visuais e gráficos que permitam suportar um debate mais profundo. Identificar como a informação foi ou vai ser obtida.
6. Definição das contramedidas, explicando como o sistema passará a funcionar.
7. Indicação das referências bibliográficas utilizadas.

Uma técnica de origem japonesa usada para analisar a raiz dos problemas é o método dos «5 porquês» em que se pergunta «porquê» repetidas vezes, de forma a descobrir as causas de um determinado problema. É um método extremamente simples e eficaz e que produz resultados (Pinto, 2007).

Sobek (2004) refere que quando for entendida a causa dos problemas, deverá ser melhorado o sistema de produção. A Toyota chama «contramedidas» aos melhoramentos que serão utilizados até se encontrar novas contramedidas. O autor desenha então o diagrama de como o sistema irá funcionar. O plano de implementação descreve os passos necessários para atingir o estado futuro. O autor enumera os passos, quando devem ser dados, e quem será o responsável.


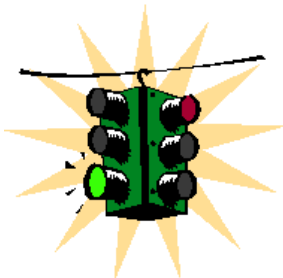
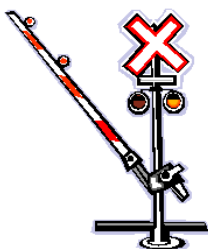
Para que a organização saiba se o novo sistema é melhor que o anterior, o autor deverá medir os progressos do sistema, ou os resultados de um teste específico. Deve incluir uma previsão realista e quantificada de como será o desempenho do novo sistema (ex.: 50 % na redução de defeitos ou tempo de ciclo reduzido em 2 segundos). A previsão deve ser a mais precisa possível, baseada no profundo entendimento do autor no trabalho e nas contramedidas planeadas.

2.4.9. Gestão visual

A gestão japonesa, ao contrário das práticas ocidentais, optou pela adopção de princípios simples baseados em pessoas (em vez de sistemas tecnológicos complexos ou grandes sistemas de informação). A gestão visual, também referida como «fábrica visual», requer que o local de trabalho disponha de sinais (sonoros ou visuais) que qualquer pessoa não familiarizada com o processo consiga interpretar, de forma imediata, compreendendo o que se está a passar e entendendo o que está a ser feito correcta ou incorrectamente (Pinto, 2006).

A gestão visual é capaz de nos fornecer informação para nos guiar nas acções do dia-a-dia, permitindo a tomada de decisão. Exemplos típicos de mecanismos de gestão visual são os sinais luminosos (tipo semáforo); os sinais sonoros; as marcas pintadas no pavimento; as cancelas nas passagens de nível. O Quadro 2.3 resume os diferentes tipos de gestão visual.

Quadro 2.3 – Tipos de gestão visual

Tipo	Nível de controlo	Descrição	Exemplos
<p>Indicador</p> 	Baixo	Um indicador apenas dá informação sobre a situação imediata. Os indicadores são passivos e as pessoas poderão não prestar atenção e não respeitar.	<ul style="list-style-type: none"> - Sinais de trânsito - Ponteiro do combustível - Marcas no pavimento
<p>Sinal</p> 	Médio	Sinais captam a atenção através do efeito visual ou alarmes sonoros. A pessoa poderá ignorá-los, mas são normalmente entendidos.	<ul style="list-style-type: none"> - Semáforos - Luz de aviso de falta de gasolina
<p>Controlo</p> 	Alto	O controlo limita o comportamento através de fortes mensagens visuais ou restrições físicas no local da acção.	<ul style="list-style-type: none"> - Cancelas de trânsito

Pinto (2006) refere que a gestão visual deverá mostrar como o trabalho deve ser executado; como usar materiais e ferramentas; como as coisas se guardam e armazenam; dar o ponto de situação dos trabalhos; indicar quando as pessoas necessitam de ajuda; mostrar os níveis do inventário; identificar áreas perigosas.



Figura 2.15 – Ferramentas de gestão visual aplicadas ao controlo de produção

Por exemplo, em vez de haver um gestor ou supervisor a dizer aos operadores a quantidade que deverá ser produzida durante o dia, seria preferível criar um gráfico que mostre os níveis desejados de produção diária, semanal ou mensal, indicando a cada operador a quantidade a produzir num dado intervalo de tempo.

A grande vantagem da gestão visual é a implementação de sistemas simples e intuitivos que ajudem as pessoas a gerir e controlar melhor os processos, evitando erros e desperdícios de tempo e conferindo-lhes mais autonomia.

2.4.10. *Kaizen*

Kaizen é uma filosofia Japonesa. «Kai» significa Mudança e «Zen» é traduzido como boa ou para melhor. Quando aplicado ao local de trabalho, significa melhoria contínua que envolve todos, desde a administração aos operadores (Palmer, 2001).

A Toyota foi a principal responsável pelo desenvolvimento do conceito do evento *kaizen*. O conceito surgiu nos anos 1970 e deve-se a uma evolução natural do JIT e dos métodos *kaizen* que já existiam. A ideia era simples: usar técnicas *kaizen* para realizar melhoramentos específicos nas linhas de produção, concluindo em apenas dois dias (Montabon, 2005).

A filosofia *kaizen* é adoptada para ajudar no objectivo de tornar a empresa tão «magra» quanto possível, através da eliminação do desperdício. Um dos pontos-chave do processo de eliminação do desperdício é a formação e o *empowerment* das equipas. Uma vez identificada uma área «problema» ou uma área para um evento *kaizen*, é formada uma equipa com o único propósito de analisar a área em questão. No sentido de minimizar ideias preconcebidas de como «devia ser» feito, a maioria dos membros da equipa são escolhidos de fora da área de trabalho e os órgãos de gestão definem com a equipa o problema, a finalidade, o tempo de execução e os constrangimentos (Palmer, 2001).

Na Figura 2.16 pode observar-se o efeito prático de um evento *kaizen* num estudo de um *layout* fabril, proveniente da análise das movimentações dos operadores, durante um processo de montagem. Foram analisadas o número de passos, a distância percorrida pelos montadores, o local de armazenamento dos itens e o posicionamento dos postos de trabalho na linha. Como resultado desta

análise e dos melhoramentos implantados, foi possível evitar a saída do operador do seu local de trabalho em 70 % (de 10 vezes para 3 vezes) e a quantidade média de passos diminuiu de 130 para 39 passos. Somente numa das operações realizadas no processo de montagem, foi possível a diminuição do espaço percorrido pelo operador em 114 metros (Araujo e Rentes, 2006).



Figura 2.16 – Aspecto do layout fabril antes e após um evento kaizen

(Fonte: Araujo e Rentes, 2006)

Além dos benefícios financeiros que a filosofia *kaizen* poderá trazer à organização, o *empowerment* dos membros das equipas *kaizen*, que saem dos seus locais para fazer uso do conhecimento e experiência na resolução de questões e melhoria do seu ambiente de trabalho, sem ter de solicitar aprovação dos diferentes gestores, estimula um sentido de «dono do processo» nos colaboradores. Dando poder às pessoas que trabalham diariamente, a gestão estará a mostrar que elas têm valor e merecem respeito (Palmer, 2001).

2.4.11. Heijunka (Programação nivelada)

O termo japonês *Heijunka* significa «programação nivelada». Nivelar é o termo usado para descrever o esforço de balancear a carga de trabalho a ser desempenhada de acordo com a capacidade do processo (máquinas e operadores) para se executar o trabalho. Nivelar é também conseguir que cada processo use a

mesma sequência de produção que o processo anterior. *Heijunka* incorpora os princípios do balanceamento da linha pelo esforço de igualar (balancear) a carga de trabalho de processo em processo (McClellan, 2004).

O Lean Institute Brasil (2007c) dá o seguinte exemplo: se recebermos pedidos durante um certo período (um mês, uma semana, ou um dia) e se os colocarmos num «*pool*» (banco de pedidos), faremos o nivelamento da produção; isto é *heijunka*. Por exemplo, durante uma semana, recebemos 700 pedidos de A e 350 pedidos de B; juntamos todos os pedidos de A e B e fabricamos de forma nivelada. A linha de produção ficaria assim: A, A, B / A, A, B /...

Para se ter sucesso a fazer *heijunka*, o sistema de fabrico terá de obedecer a alguns requisitos. Porque a variedade de produção requer grande flexibilidade, os tempos de *setup* têm de ser rápidos, fáceis e muitas vezes repetidos. Outro requisito é que os trabalhadores tenham formação cruzada e sejam flexíveis nas suas funções. A Toyota faz rotação das funções dos seus empregados durante os turnos para os ajudar a serem mais flexíveis. Adicionalmente, a programação de trabalhos terá de ser nivelada e todas as pessoas têm de ter a mesma carga de trabalho. Se tal não acontecer, irão resistir às rotações e à flexibilidade, pois os trabalhadores mais experientes tenderão a fazer trabalho mais leve e aqueles que ficam com trabalho mais pesado, irão queixar-se que não estão a ter um volume de trabalho equivalente. Para ultrapassar este desafio, a programação de trabalhos tem de ser tão nivelada, quanto possível, e os planos de acção deverão ser implementados de forma a ser vantajoso para os trabalhadores melhorar processos (McClellan, 2004).

Para ser possível produzir dentro do tempo definido pelo mercado, ou *takt time* (ver Anexo 1), é necessário normalizar as operações. Pela normalização ou uniformização de tarefas e funções é possível identificar os problemas que afectam os processos e assim encontrar formas de os solucionar. Como resultado, será possível reduzir o tempo de execução, reduzir o valor do *stock* intermédio e finalmente, reduzir custos operacionais (Pinto, 2006).

O *heijunka box* (ou quadro de nivelamento de produção) é um instrumento visual desenvolvido pela Toyota cuja função é ordenar os cartões *kanban* em função das restrições do processo produtivo, comunicando o ritmo e o *mix* de produção. Um operador familiarizado com o quadro é capaz de entender o que está a acontecer no

ambiente de trabalho e com uma simples visualização é possível saber se a produção está atrasada ou não, o que deve ser produzido e quando (Lean Institute Brasil, 2007b).

2.4.12. *Just-In-Time*

O JIT é uma filosofia de gestão de operações, desenvolvida no Japão, desde os anos 1960, tendo como ponto de partida o sistema de produção da Toyota Motor Company. O grande impulsionador deste sistema foi o vice-presidente da empresa Taiichi Ohno. Esta abordagem à gestão de operações surgiu de uma visão estratégica, procurando criar vantagens competitivas através da otimização e melhoria dos processos de trabalho (Pinto, 2006).

O princípio básico do JIT é fornecer «a parte certa» no «local certo» no «momento certo». É um sistema que funciona puxado pelas necessidades e que controla o fluxo dos trabalhos.

Segundo Roldão (2002), os sete elementos que caracterizam o JIT são:

1. Carga uniforme;
2. Redução do tempo de preparação e arranque;
3. Sincronização de operações;
4. Arrastamento de operações;
5. Compras JIT;
6. Empenhamento;
7. Qualidade.

Dos sete elementos referidos, os cinco primeiros dizem respeito ao fluxo, o que torna manifesta a importância da programação no modelo JIT. Considera o sistema JIT que os desequilíbrios de fluxo que conduzam à aceleração de uma das operações desequilibram a linha de produção, pelo que cada estação de trabalho deve fornecer à seguinte apenas o necessário, sem criar atrasos ou avanços, de forma a não criar excesso de trabalhos em curso. A fim de estabelecer a sincronização descrita, um trabalhador não pode desencadear trabalhos no seu

posto, a menos que isso seja requerido pelo posto a jusante através de um cartão *Kanban*.

A aplicação do sistema JIT numa empresa gráfica poderá ter as suas dificuldades, tal como demonstrou Patterson *et al.* (2002) num estudo que efectuou ao desempenho do JIT numa empresa gráfica. Os autores concluíram que a implementação do JIT na empresa não melhorou o desempenho do processo. Pelo facto de muitas das máquinas na empresa terem altos tempos de *setup*, inviabilizaram a aplicação do JIT. Para produzir um lote menor, houve necessidade de recorrer a um excessivo número de chapas de impressão usadas para imprimir único trabalho, aumentando o custo bem acima do nível economicamente viável.

2.4.13. TPM – Manutenção Produtiva Total

O TPM é uma filosofia de gestão da Manutenção, na qual todos são responsáveis pela utilização e manutenção do equipamento. Um sistema JIT não poderá funcionar se o equipamento falha ou se a qualidade dos produtos é penalizada por causa de problemas com equipamentos ou ferramentas (Pinto, 2006).

O TPM contraria a ideia geral de que a manutenção é uma função que actua fora de cena e só aparece quando é precisa. O objectivo do TPM é provocar um sentido de partilha de responsabilidades entre a supervisão, os operadores e os trabalhadores da manutenção, não apenas para manter as máquinas em produção, mas também para aumentar e otimizar o seu desempenho global (Hutchins 1998).

A *lean management* tenta eliminar as causas de prejuízos financeiros inúteis. Para isso, é imperativo utilizar ao máximo as capacidades de todos os equipamentos da organização que param com demasiada frequência devido a imprevistos. De acordo com Courtois *et al.* (2006), o TPM maximiza a produtividade dos equipamentos, criando um ambiente no qual os esforços de aperfeiçoamento, de fiabilidade, de qualidade, de economia de custos e de criatividade são incentivados através da participação de todo o pessoal.

Naguib (1993), citando Nakajima, refere que o TPM é uma estratégia de gestão dos equipamentos de toda a empresa, que procura acompanhar os seguintes cinco elementos:

1. Maximizar a eficiência dos equipamentos, que abrange a sua disponibilidade, desempenho, eficiência e a taxa de qualidade dos produtos produzidos pelo equipamento.
2. Criar um sistema de manutenção que envolva todos os níveis de serviços de manutenção (rotina, preventivo, preditivo e produtivo) em toda a vida útil do equipamento.
3. Envolver todas as funções, incluindo o *design*, produção, operações, manutenção, finanças e pessoal.
4. Assegurar a participação de todos os colaboradores desde a gestão de topo aos trabalhadores da produção.
5. Realizar melhoramentos contínuos através de actividades com equipas autónomas e independentes.

Segundo Hall (1997), o processo desenvolvido pelo JIPM (Japanese Institute of Plant Maintenance) usa um formato de pilares que descreve um local de trabalho seguro, organizado e altamente produtivo. Os oito pilares do processo TPM formam alicerces, dentro dos quais, todos os programas de melhoria da fábrica podem ser realizados.

Cabral (2006) descreve que para a implementação do TPM são necessários os seguintes oito pilares básicos (ver Figura 2.17):

1. Melhorias individualizadas nas máquinas;
2. Estruturação da manutenção autónoma;
3. Estruturação da manutenção planeada;
4. Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico da manutenção;
5. Controlo inicial do equipamento e produtos;
6. Manutenção da qualidade;
7. TPM nos escritórios;
8. Higiene, segurança e controlo ambiental.

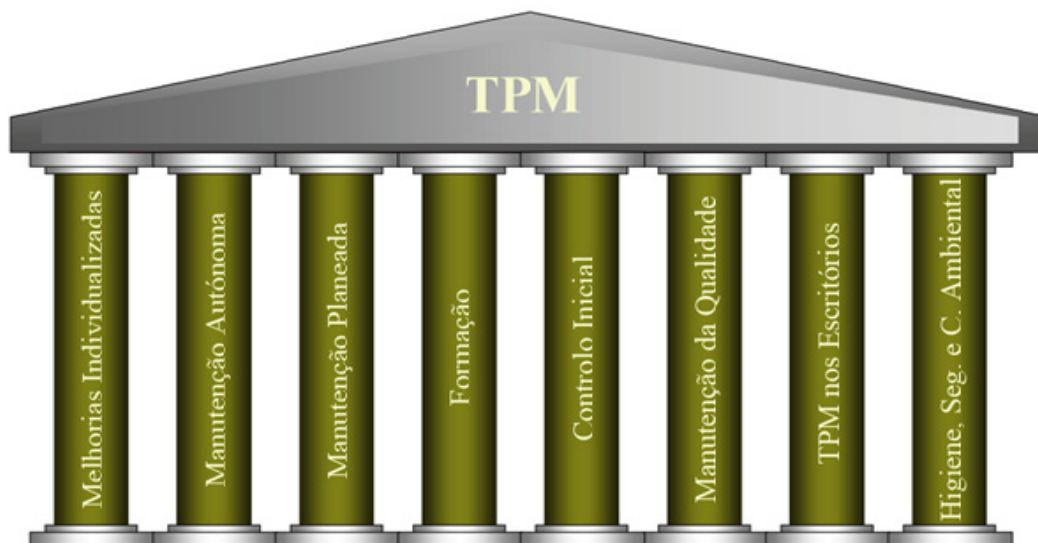


Figura 2.17 – Os oito pilares do TPM

(Fonte: Adaptado de CEFET-RS, 2007)

Cabral (2006) considera que o pilar da manutenção autônoma é o mais importante do TPM, por permitir aplicar os cuidados básicos de manutenção da máquina através do operador.

São sete as etapas para a aplicação da manutenção autônoma:

1. **Limpeza inicial:** eliminando na totalidade as sujidades que se formam no equipamento, bem como a detecção de inconveniências e sua reparação.
2. **Medidas de combate contra a fonte de sujidade e local de difícil acesso:** efectuar melhorias quanto à fonte de sujidades, prevenção contra derrames e locais de difícil limpeza e lubrificação, reduzir o tempo gasto nesses procedimentos.
3. **Elaboração de normas de limpeza e lubrificação:** efectuar normas de limpeza de forma a manter efectivamente o menor tempo para as operações de limpeza, reaperto (é necessário indicar o tempo diário requerido para tais operações).
4. **Inspeção geral:** detecção e restauração de falhas do equipamento através da aplicação de técnicas de inspecção geral conforme o manual de inspecção.
5. **Inspeção autônoma:** elaboração e execução da folha de inspecção.

6. **Organização e ordem:** padronizar os itens de controlo dos diversos locais de trabalho e a sistematização total da sua manutenção:
 - Normas de inspecção de limpeza e de lubrificação.
 - Normas de fluxo de materiais no local de trabalho.
 - Padronização do registo de dados.
 - Normas de controlo de ferramentas, moldes e dispositivos.
7. **Consolidação:** desenvolver as directrizes e as metas e executar regularmente o registo da actividade de melhoria.

CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DO MODELO

3.1. Modelos existentes no âmbito da Produção

Magra

Modelos são conjuntos de relações lógicas e matemáticas que representam aspectos de situações em estudo, descrevendo relações entre variáveis. Os modelos constituem representações simplificadas da realidade para ajudar a reflectir sobre ela e a decidir. Podem ser mais ou menos complexos, mas o que interessa, fundamentalmente, é que ajudem o decisor na sua tarefa de explicar e decidir, Roldão (2002).

Apresentam-se de seguida, de forma resumida, quatro modelos mundialmente reconhecidos, que descrevem os melhores métodos de fabrico no âmbito da PM.

3.1.1. Modelo de Womack

O livro, «*The machine that changed the world*» ou «A Máquina que Mudou o Mundo», resume o estudo realizado sobre a indústria automóvel feito pelo «Massachusetts Institute of Technology» (MIT) e coordenado por James Womack. A máquina que mudou o mundo, refere-se ao automóvel e à forma como este era produzido. Na primeira metade do século XX, a produção em massa revolucionou a indústria e os países industrializados. Na segunda metade do século passado, a forma de produção desenvolvida pela indústria automóvel japonesa era

radicalmente diferente da produção em massa, e que estava a mudar a forma como os produtos eram produzidos em todo o mundo. Os investigadores do IMVP reconheceram este novo paradigma de fabrico, ao qual chamaram «*lean production*», ou PM. Na realidade a produção automóvel mudou o mundo duas vezes no século passado: primeiro com o desenvolvimento da produção em massa, e segundo, pelo desenvolvimento da PM (Standard, 1999).

O primeiro modelo sobre *lean thinking*, ou «pensamento magro», foi protagonizado por James P. Womack (1996) no livro «*Lean Thinking*». Womack enumera os cinco princípios do pensamento magro: valor, cadeia de valor, fluxo, *pull* e perfeição. Estes cinco princípios, descritos no capítulo anterior, visam simplificar o modo como uma organização produz valor para os seus clientes enquanto os desperdícios são eliminados.

3.1.2. Modelo Toyota

O modelo Toyota foi desenvolvido por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda para explicar a evolução do sistema da Toyota aos seus funcionários e fornecedores. O Toyota Production System (TPS), de acordo com a Toyota (2007), é um sistema de produção que assenta na filosofia da eliminação completa dos desperdícios de produção, procurando assim atingir um método de produção mais eficiente. É um sistema que usa o ciclo PDCA (ver Anexo 1) para envolver todos os funcionários na resolução dos problemas e na melhoria dos requisitos de qualidade, custo, entrega, segurança e motivação.

Podemos observar, na Figura 3.1, a estrutura do modelo TPS, em forma de uma casa. O telhado, os pilares e a base representam uma estrutura familiar que significa a estabilidade. A «Casa da Toyota» (Gemba Research, 2007) mostra como construir um sistema de produção de classe mundial que melhora continuamente através da eliminação dos desperdícios.

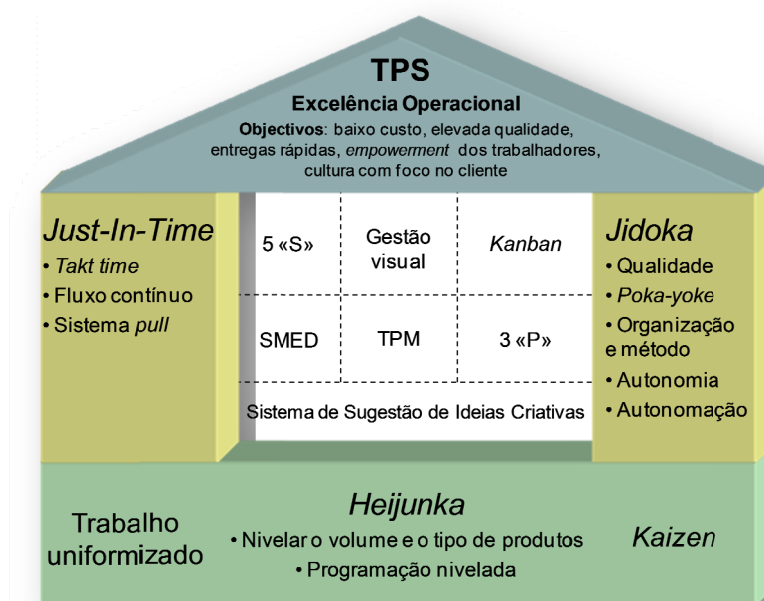


Figura 3.1 – Estrutura do sistema de produção da Toyota
 (Fonte: Gemba Research, 2007)

O pilar esquerdo representa o *Just-In-Time*. Elimina os 8 tipos de desperdícios da produção, cria um fluxo contínuo do produto e da informação, minimiza o inventário e a área ocupada.

O pilar direito representa o *Jidoka*. Integra a qualidade no processo; separa o homem e a máquina, usando a autonomia inteligente; implementa sistemas à prova de erros, e melhora a fiabilidade.

A base representa o *Heijunka* (nivelamento). Estabiliza a variabilidade da programação de produção, reduz o *lead time* total, coordena as vendas, a programação e as necessidades dos clientes.

No interior da «casa» estão as ferramentas do modelo TPS: os 5 «S», a gestão visual, o *kanban*, o SMED, o TPM, os 3 «P»⁵ e o sistema de sugestão de ideias criativas.

⁵ Os 3 «P» significam «Production Preparation Process», ou Processo de Preparação da Produção, que consiste em projectar processos e equipamentos de produção com rapidez, para assegurar a qualidade e a produtividade. O Processo de Preparação da Produção minimiza diversos recursos, tais como o capital, o uso de ferramentas, o espaço, o inventário e o tempo (Lean Affiliates, 2007).

3.1.3. Modelo «Prémio Shingo para a Excelência no Fabrico»

O Shingo Prize (2007) foi criado em 1988 para promover os conceitos da PM e reconhecer organizações nos Estados Unidos, Canadá e México que tenham um estatuto de fabricantes de classe mundial. A filosofia deste prémio é que um desempenho de negócio de classe mundial poderá ser conseguido através de aperfeiçoamentos centrados na especialidade da organização e nos seus processos de negócio.

O prémio tem o nome do engenheiro industrial japonês Shingeo Shingo, um dos maiores especialistas mundiais na melhoria de processos de fabrico. O Dr. Shingo é descrito como um «génio engenheiro» que escreveu e ajudou a criar muitos aspectos das práticas de fabrico do TPS.

O modelo «Shingo Prize» inclui 11 elementos-chave do melhor método de fabrico mundial. Estes elementos estão agrupados em cinco categorias, sendo necessário estarem integrados num sistema completo para se atingir os melhores resultados. Os elementos do «Shingo Prize» não prescrevem métodos específicos, técnicas, práticas ou processos, mas enumeram uma lista de práticas que poderão ser incorporadas para se alcançar um nível de qualidade mundial, em termos de custos, distribuição e resultados financeiros. Estas práticas e técnicas poderão não ser aplicáveis em todas as organizações, pois o melhor modelo, sistema, processo ou caminho para atingir a excelência no fabrico não existe.

A pontuação máxima, isto é, 1000 pontos, é atribuída à empresa que apresente práticas continuamente observadas e resultados que traduzam excelentes tendências em todas as suas áreas críticas.

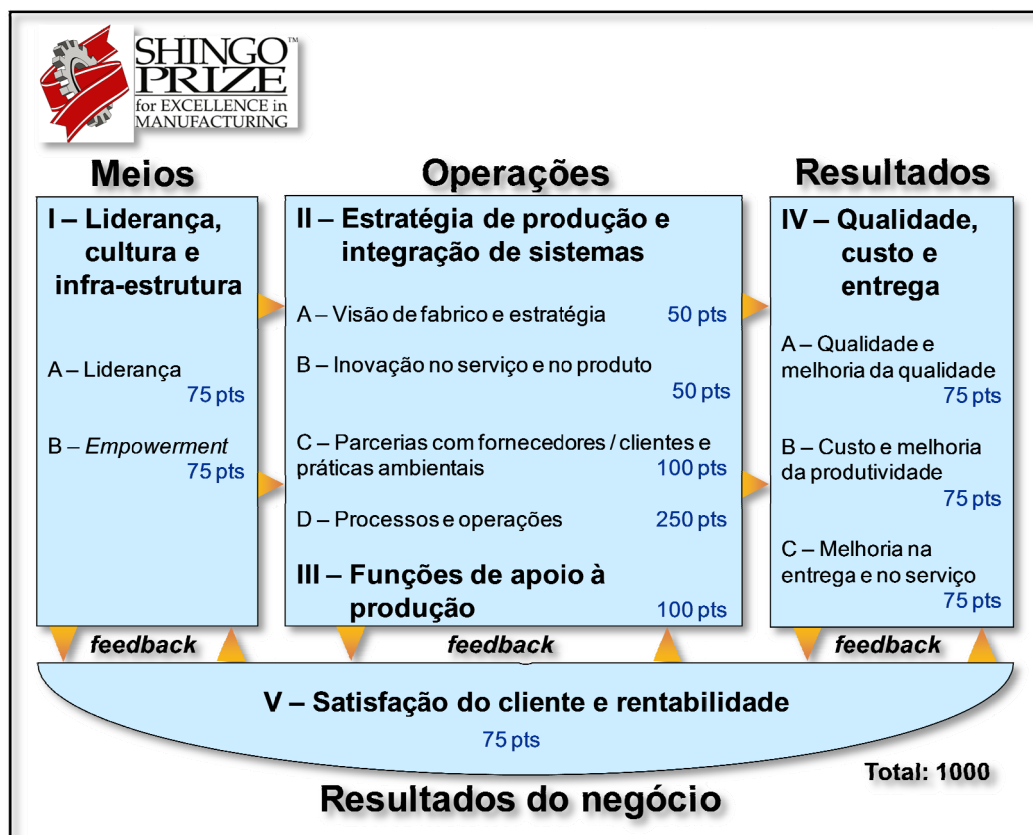


Figura 3.2 – Modelo «Shingo Prize for Excellence in Manufacturing»

(Fonte: Shingo Prize, 2007)

A Figura 3.2 mostra o modelo resumido e os pesos relativos de cada um dos critérios.

I – Liderança, cultura e infra-estrutura (150 pts.)

A. Liderança (75 pts.)

Este critério está dirigido para a avaliação da capacidade de liderança de todos os níveis da organização, tendo em vista a aplicação das melhores estratégias e práticas na actividade principal. A liderança cria uma cultura organizacional e infra-estruturas que conseguem unir a missão da organização, a estratégia e as políticas, e que conduzem às melhores práticas *lean* e aos melhores resultados.

B. Empowerment (75 pts.)

Avalia o *empowerment* do colaborador (grau em que a organização delega poder de decisão no trabalhador, ou seja, grau em que este é autónomo). O *empowerment* atribui ao trabalhador a oportunidade de se sentir confiante, ouvido e respeitado. O resultado é o engrandecimento do trabalho, maior produtividade, realização dos objectivos globais da organização e desenvolvimento pessoal do trabalhador.

II – Estratégias de fabrico e integração de sistemas (450 pts.)

A. Visão de fabrico e estratégia (50 pts.)

Este critério requer uma visão do fabrico e das estratégias da organização no que respeita ao uso de métodos específicos, sistemas e processos detalhados nos critérios B, C e D desta secção.

B. Inovação no serviço e no produto (50 pts.)

Este ponto avalia a inovação no serviço e no produto. As inovações nas operações de fabrico estão incluídas em II-D. Existem dois tipos de inovação a considerar: (1) inovação no projecto e no desenvolvimento do produto e (2) inovação na redução de custos e/ou melhoramento do produto.

C. Parcerias com fornecedores / clientes e práticas ambientais (100 pts.)

Avalia-se aqui o esforço da organização na obtenção das melhores práticas através de parcerias com fornecedores e clientes, e a forma como a organização os integra no processo de criação de valor.

D. Os melhores processos e operações (250 pts.)

Este ponto centra-se na capacidade da organização de atingir as melhores práticas *lean* necessárias à realização de um desempenho de classe mundial. Algumas dessas técnicas aceites neste critério são: VSM; 5 «S»; TPM; redução de *setup* (SMED); *poka-yoke*; gestão visual; fluxo contínuo; *jidoka*; *kanban*; *heijunka*; *six sigma* (ver anexo 1); *kaizen*; ferramentas de qualidade (gráficos de *Pareto*; diagramas de causa-efeito; 5 porquês).

III – Funções de apoio à produção (100 pts.)

Esta secção destina-se à avaliação do grau de integração entre as unidades de fabrico e as unidades funcionais de apoio à produção. As funções de apoio à produção podem incluir contabilidade, área financeira, recursos humanos, vendas e *marketing*, gestão de *stocks*, compras, entre outras.

IV – Qualidade, custo e entrega (225 pts.)

A. Qualidade e melhoria da qualidade (75 pts.)

O objectivo deste critério é assegurar que nenhum defeito com origem num erro humano ou mecânico chegará às mãos do cliente, e que os defeitos durante o processo continuarão a ser reduzidos. O objectivo é obter um resultado de zero defeitos.

B. Custo e melhoria da produtividade (75 pts.)

A finalidade deste critério é reduzir os custos e aumentar a produtividade.

C. Melhoria na entrega e no serviço (75 pts.)

O objectivo deste critério é avaliar se os clientes recebem os seus produtos ou serviços no momento certo e nas quantidades correctas.

V – Satisfação do cliente e rentabilidade (75 pts.)

O objectivo é documentar a satisfação do cliente e demonstrar os resultados financeiros que resultaram de uma transformação «magra».

3.1.4. Modelo de Certificação *Lean*

Um modelo para a certificação *lean* foi lançado no início de 2006 através da colaboração de três organizações: a SME (Society of Manufacturing Engineers), a AME (Association for Manufacturing Excellence) e o Shingo Prize for Excellence in Manufacturing, de acordo com SME (2007).

A certificação foi concebida para profissionais da indústria que procuravam um credenciamento que ilustrasse o seu conhecimento e aplicação dos princípios *lean*.

A Figura 3.3 mostra-nos o modelo de progressão da certificação *lean*. Existem três níveis de certificação: bronze, prata e ouro. Os níveis representam os patamares alcançados pelos praticantes *lean*. Com início no nível bronze, os candidatos passam para níveis superiores à medida que vão aprendendo e ganhando mais experiência. Os candidatos certificados só poderão progredir para o nível seguinte após completarem os requisitos exigidos no nível anterior.

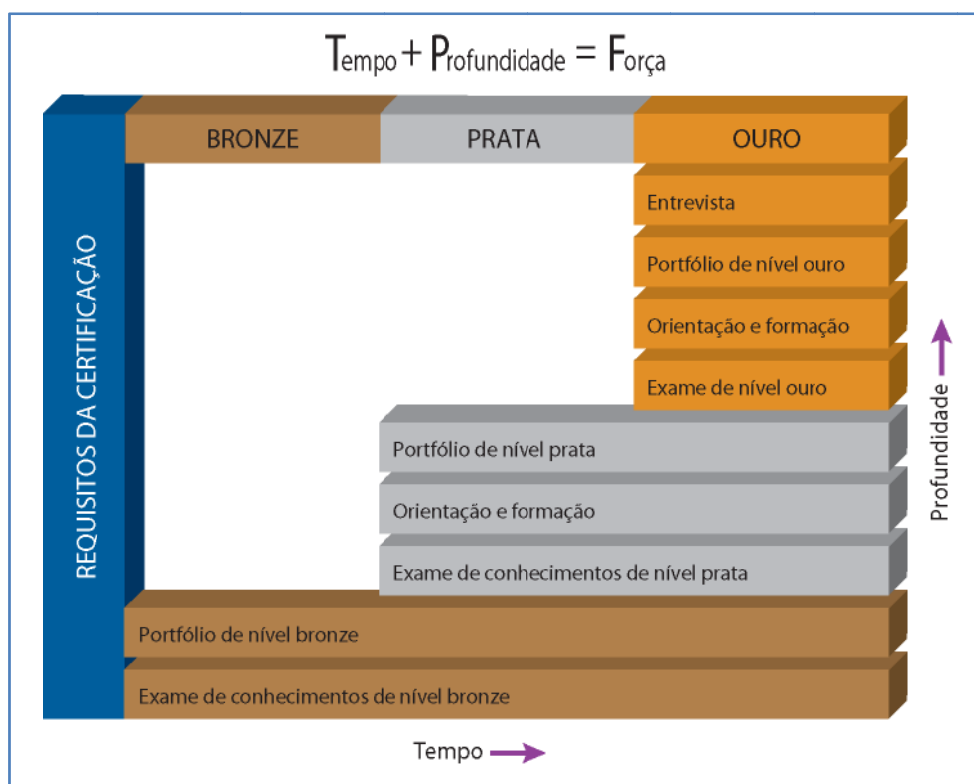


Figura 3.3 – Modelo de progressão da «Certificação Lean»
(Fonte: SME, 2007)

Para aceder à certificação *lean*, é necessário realizar um exame de conhecimentos, que terá as ponderações apresentadas no Quadro 3.1, de acordo com cada nível de certificação.

Quadro 3.1 – Ponderações do exame de conhecimentos da «Certificação Lean»

MÓDULOS	Ponderações por exame		
	Bronze (tático)	Prata (integrativo)	Ouro (estratégico)
1. EXECUTANTES LEAN	15 %	25 %	35 %
1.1. Liderança	5 %	10 %	15 %
1.2. <i>Empowerment</i> e desenvolvimento de recursos humanos	10 %	15 %	20 %
2. PRINCIPAIS OPERAÇÕES LEAN	45 %	35 %	15 %
2.1. Visão operacional e estratégia	2 %	5 %	7 %
2.2 Inovações no <i>design</i> do produto e serviço	8 %	12 %	5 %
2.3. Fornecedores e clientes (desenvolvimento da relação)	3 %	10 %	3 %
2.4. Processos e principais operações	32 %	8 %	0 %
3. PRINCIPAIS OPERAÇÕES DE NEGÓCIO - FUNÇÕES DE APOIO	20 %	15 %	10 %
3.1. Visão e estratégia administrativa em finanças e contas, recursos humanos, gestão de materiais, informação e tecnologia, <i>marketing</i> e vendas, certificação de qualidade, processos e engenharia de fabrico	20 %	15 %	10 %
4. QUALIDADE, CUSTO E ENTREGA	15 %	10 %	10 %
4.1. Qualidade e melhoria da qualidade	5 %	3 %	0 %
4.2. Custo e melhoria da produtividade	5 %	4 %	4 %
4.3. Entregas e melhoria no serviço ao cliente	5 %	3 %	6 %
5. RESULTADOS FINANCEIROS	5 %	15 %	30 %
5.1. Satisfação do cliente	3 %	8 %	15 %
5.2. Resultados Financeiros	2 %	7 %	15 %

O nível **bronze** é destinado aos praticantes *lean* com experiência de nível tático. Os detentores deste nível devem evidenciar um conhecimento sólido dos princípios e ferramentas *lean*. Devem ser capazes de implementar projectos *lean* que conduzam a melhorias com resultados mensuráveis. Terão de fazer um exame de 150 questões em três horas, passando de seguida à fase do portfólio, onde necessitam de demonstrar a sua experiência em projectos e actividades desenvolvidas.

Os candidatos de **nível prata** devem possuir um conhecimento profundo dos princípios e ferramentas *lean*. A integração *lean* refere-se à integração das actividades *lean* combinadas com uma reestruturação organizacional, necessária para a transformação e para a obtenção de operações *lean* que sustentem uma cadeia de valor completa. Os candidatos devem demonstrar capacidade de orientar e formar outros candidatos ao nível tático e integrativo. Neste nível, os candidatos devem ser capazes de gerir a transformação completa de uma cadeia de valor através da aplicação dos princípios e ferramentas *lean*. Para obtenção do nível prata, os candidatos terão de fazer um exame similar ao do nível anterior; apresentar um portfólio que demonstre a sua experiência em liderança de projectos de nível tático e integrativo; orientar e formar outros candidatos no seu desenvolvimento *lean*, fazendo disso prova através do portfólio.

No **nível ouro**, os candidatos estão vocacionados para a transformação estratégica da organização. Os candidatos têm profundo conhecimento dos princípios e ferramentas *lean* e aplicam-nos de forma estruturada e sistemática para obtenção de resultados significativos. O *lean* estratégico é uma transformação *lean* de toda a organização. Além disso, os candidatos têm experiência e conhecimentos *lean* suficientes para dar formação, e partilham o seu conhecimento com toda a organização. Os candidatos que pretendam atingir este nível fazem um exame de questões de nível ouro, apresentam um portfólio que ateste, na prática, a aplicação dos conhecimentos adquiridos, mostram que estão a dar formação para o desenvolvimento de candidatos dos níveis prata ou bronze e realizam uma entrevista com uma equipa de profissionais com certificação *lean* que avaliam o seu conhecimento do portfólio apresentado.

3.2. Desenvolvimento do Modelo para a Indústria Gráfica

O modelo de avaliação de PM concebido para a indústria gráfica, permite autoavaliar o estado «magro» de uma empresa gráfica, com intuito de identificar os factores onde as iniciativas de melhoria deverão incidir.

3.2.1. Modelo conceptual de avaliação da Produção Magra

Tendo como referência os estudos de Tapping (2000) e da Industrial Solutions (2005), foram identificados 12 importantes factores, que representam as práticas típicas do fabrico *lean* aplicáveis à indústria gráfica e que possibilitam avaliar o estado *lean* de uma gráfica.

Apresenta-se na Figura 3.4 o modelo de avaliação da PM que preconizamos para a indústria gráfica. Num círculo externo, apresentam-se os doze factores do modelo, que correspondem às áreas onde deverão ocorrer as iniciativas de melhoria para que se atinja um estado mais magro. Estes factores agrupam-se em três pilares básicos: a Excelência no Fabrico, representada por seis factores, a produção Just-In-Time com três factores e as Pessoas com outros três factores. Ao centro do modelo afiguram-se os quatro estados possíveis onde a empresa gráfica se irá enquadrar no momento da sua avaliação.

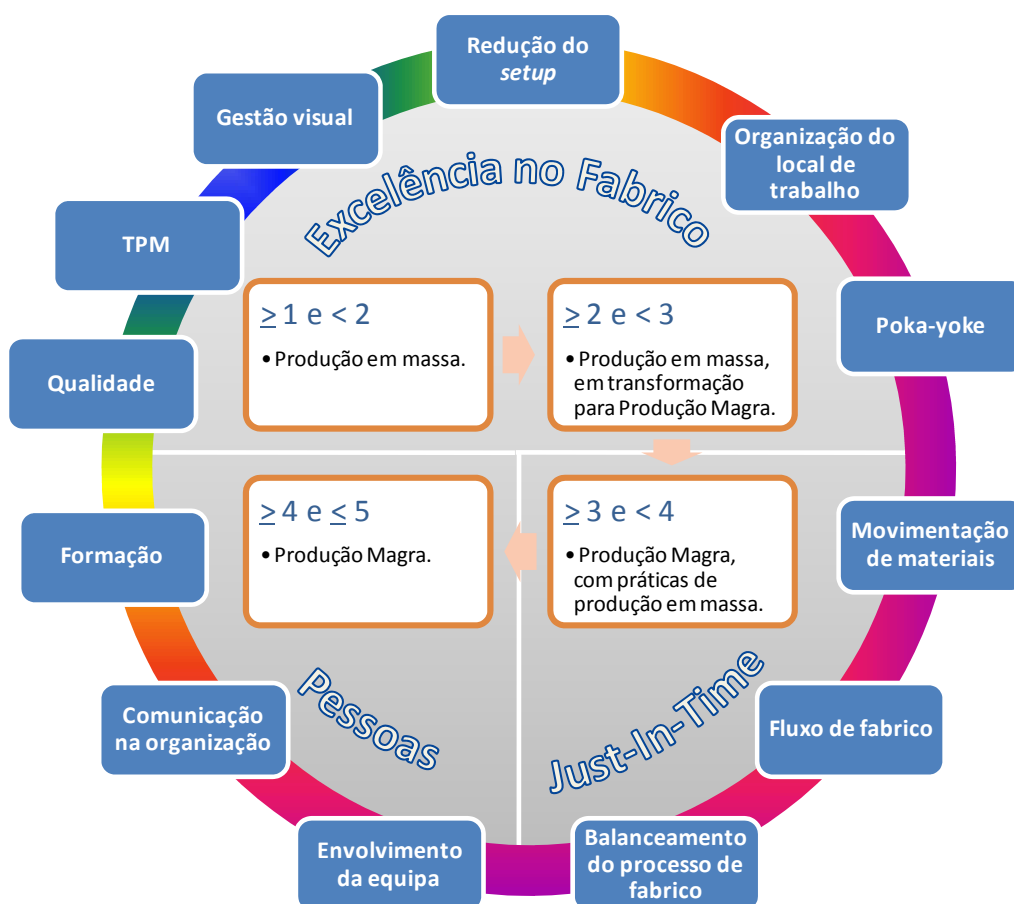


Figura 3.4 – Modelo de avaliação da PM para a indústria gráfica

3.2.2. Factores do Modelo

Para a construção do modelo, foram identificados os 12 factores mais relevantes à avaliação da PM na indústria gráfica. Os factores são aqui descritos, mencionando as principais razões da sua escolha:

Balanceamento do processo de fabrico: Representa o esforço de igualar (balancear) a carga de trabalho de processo em processo. Nivelar os tempos de ciclo de cada trabalhador e das linhas de produção, produzindo a cadência controlada ajustada ao *takt time*. A optimização deste factor proporciona a redução dos tempos de execução e do volume de trabalho em curso. Este factor interage com a movimentação de materiais e o fluxo de fabrico, na obtenção de uma perfeita coordenação da produção JIT.

Movimentação de materiais: Tem como objectivo minimizar as distâncias entre operações, reduzir os custos e volumes de movimentação, evitar esperas e aumentar a velocidade e a flexibilidade do processo. Este factor coordena a recepção e a entrega do produto, na hora em que é solicitado, sem paragens no trabalho. Actua na eliminação do desperdício pela diminuição dos tempos de espera e na redução dos *stocks*. É também importante na redução dos tempos de execução.

Fluxo de fabrico: Procura eliminar qualquer parte do processo que não acrescente valor, tornando o fabrico mais fluído. É um dos cinco princípios da PM referidos por Womack (1990), cuja ideia será a de criar um fluxo contínuo, ou sem interrupções, capaz de eliminar os tempos de espera e os *stocks* entre as etapas do processo, reduzindo assim o tempo de fabrico. Este factor interage com o balanceamento do processo de fabrico e com a movimentação de materiais na obtenção de uma produção JIT.

Formação: É o principal factor para o desenvolvimento dos recursos humanos, sendo necessário que se encontre certificada, documentada e seja regular. A qualidade do produto está dependente da formação e preparação técnica dos trabalhadores. O conhecimento é o primeiro factor de produção em qualquer processo de criação de riqueza (Gibson, 1997).

Envolvimento da equipa: Este factor representa o envolvimento dos trabalhadores com a missão da organização, unindo esforços para a obtenção dos objectivos pretendidos. Representa também o espírito de colaboração existente entre os trabalhadores, tendo em vista a melhoria do desempenho e da qualidade do trabalho.

Comunicação na organização: É importante criar bons canais de comunicação em todos os níveis da organização. A administração deverá ter facilidade em transmitir a todos os seus colaboradores a missão e os objectivos da organização, certificando-se de que todos conhecem e são capazes de compreender a contribuição do seu trabalho para a consecução dessas metas. A aplicação de eficientes estratégias de comunicação contribui para o aumento da competitividade e produtividade da organização.

Gestão visual: A gestão visual requer que o local de trabalho disponha de sinais que qualquer pessoa não familiarizada com o processo consiga interpretar, de forma imediata, compreendendo o que se está a passar. Através da implementação de sistemas de controlo intuitivos, a gestão visual contribui de forma significativa para o controlo e gestão dos processos, assim como para a gestão do pessoal fabril. A gestão visual interage com o factor Qualidade no sentido de procurar evitar o erro e outros desperdícios, fazendo bem à primeira vez. É de fundamental aplicação na área gráfica onde a cada momento se executam dezenas ou centenas de diferentes trabalhos em simultâneo, existindo grande necessidade de implementar sistemas que permitam o controlo visual.

Qualidade: O factor qualidade é fundamental na indústria e uma exigência desde o produtor ao consumidor final. Na PM, os defeitos de produção são registados em partes por milhão, fazendo com que o controlo de qualidade se torne irrepreensível. As normas da Qualidade facilitam a dinâmica de evolução e melhoria contínua de produtos e serviços, estando orientadas para gerar nos clientes valor acrescentado e, portanto, satisfação.

Poka-yoke: É um mecanismo à prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos nos processos de fabrico. Esta técnica é particularmente importante na indústria gráfica, que se caracteriza por ter tempos de ciclo muito reduzidos, bem como operações de intervenção manual de difícil juízo humano, tornando o *poka-yoke* um processo eficaz na prevenção do erro e conseqüentemente nos custos do produto.

Manutenção Produtiva Total (TPM): Trata-se de uma filosofia de Gestão da Manutenção, na qual todos são responsáveis pela utilização e manutenção do equipamento. Na indústria gráfica, assiste-se a uma grande exigência no cumprimento de prazos e elevada qualidade nos produtos gráficos, tornando a manutenção e a fiabilidade dos equipamentos de produção um factor crítico de sucesso na organização.

Redução do tempo de *setup*: A operação de *setup* leva tempo, custa dinheiro e não produz nada. É uma actividade sem valor. A indústria gráfica é caracterizada pelo elevado número de *setups*, sobretudo na área da impressão *offset*, devido à natureza do processo de fabrico. Segundo Romano (2004), a tendência actual de mercado é aumentar a variedade de obras, reduzindo a sua tiragem. Na impressão de um livro, onde podem estar presentes dezenas de *setups*, a redução deste tempo de preparação, trará benefícios na redução do *lead time*, na redução do custo de produção, no aumento da flexibilidade e aumento da capacidade de produção.

Organização do local de trabalho: É essencial haver limpeza e organização no local de trabalho para se produzir sem desperdícios. Deve existir um local para tudo e tudo deve estar no seu lugar. Os 5 «S» referidos no capítulo anterior são essenciais na organização de um local de trabalho e são uma base fundamental para a indústria gráfica que pretenda implementar a Produção Magra. São também uma forma eficaz de analisar processos e melhorar a eficiência dos postos de trabalho.

No próximo capítulo é decomposto cada um destes factores, que correspondem aos critérios de avaliação do modelo. O estudo de caso consistiu na análise de uma empresa gráfica, e obtiveram-se resultados que evidenciam uma mudança na organização face ao modelo tradicional de produção.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO

Para aferir a aplicabilidade do modelo na indústria gráfica, foi realizado um estudo de caso numa empresa gráfica. Neste estudo foram detectadas algumas oportunidades de melhoria, sendo sugeridas aplicações baseadas nos conceitos da PM, com o objectivo de reduzir o desperdício e aumentar a rentabilidade da organização.

4.1. Caracterização da organização

A Editorial do Ministério da Educação (EME) é um organismo tutelado pelo Ministério da Educação, criado em 1976, que tem como actividade principal a Edição e as Artes Gráficas. A EME promove e vende as publicações do Ministério da Educação por si editadas; executa diversa tipologia de trabalhos gráficos por encomenda; produz materiais exclusivos do Ministério da Educação usados nas escolas dos ensinos básicos e secundário; e é a entidade responsável pela execução gráfica dos exames nacionais dos ensinos básico e secundário, e das provas de aferição do ensino básico.

Trabalham na EME 104 pessoas, das quais 9 são funcionários públicos e os restantes contratados em regime de direito privado. As suas instalações em Mem Martins ocupam uma área coberta com cerca de 4000m² e o volume de facturação anual representa cerca de 4 000 000 de Euros por ano.

As actividades exercidas na EME abrangem a concepção e *design* gráfico, a revisão linguística e tipográfica, a fotocomposição, a digitalização e tratamento de imagem, a impressão digital, tipográfica e *offset*, o acabamento, a distribuição e a comercialização de produtos exclusivos. Na Figura 4.1 estão esquematizadas as três principais áreas de negócio da organização.

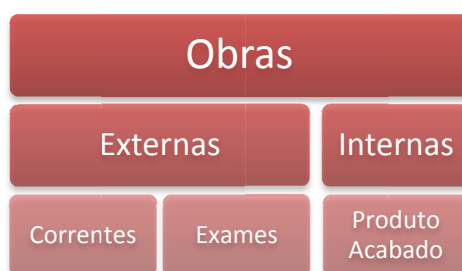


Figura 4.1 – Áreas de negócio da EME

As Obras Correntes correspondem aos trabalhos executados por encomenda de clientes externos. Incluem todas as tipologias de produtos que a EME executa: livros, brochuras, monofolhas, desdobráveis, capas de processo, sacos e envelopes, cartões, produtos digitais e outros.

As Obras de Exame correspondem a provas de exame, ou outras, de carácter sigiloso, e implicam procedimentos de segurança. São caracterizadas por prazos de execução curtos e com datas limite pré-definidas.

O Produto Acabado é comercializado de forma exclusiva pela EME e destina-se aos estabelecimentos de ensino. Existem mais de 200 referências, sendo as cadernetas do aluno e o livro de turma as mais representativas em volume e valor. Todos os itens são produzidos nas suas oficinas gráficas, sob a forma de encomenda interna.

O peso na facturação de cada uma das áreas de negócio é mostrado na Figura 4.2., onde se observa que a área de Produto Acabado é a mais representativa. No entanto, nesta área tem-se assistido a um declínio das vendas, devido à crescente informatização dos Estabelecimentos de Ensino, que estão a substituir os impressos de papel por meios informáticos.

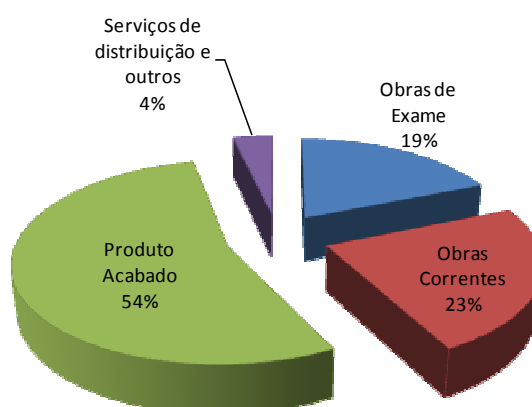


Figura 4.2 – Facturação por Áreas de Negócio (dados de 2005 a 2006)

A Figura 4.3 mostra as tipologias de produto que as oficinas gráficas da EME produzem, representando o «livro» e a «brochura» 74 % da facturação. Há que ter em conta que as obras de Exames são executadas na tipologia de brochura e que os livros e brochuras têm, em média, maior quantidade de matéria-prima por exemplar relativamente a todas as outras tipologias, daí haver maior representação destas duas tipologias na facturação.

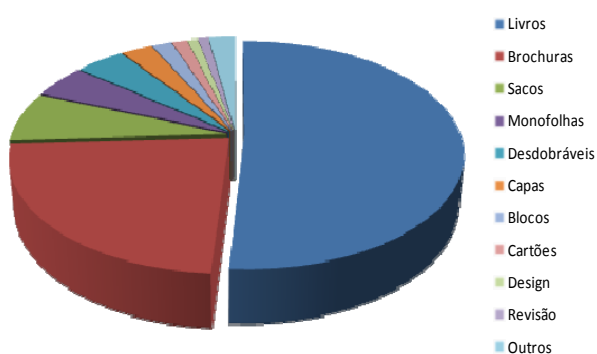


Figura 4.3 – Facturação por tipologia de produtos (dados de 2005 a 2006)

4.2. O Sistema de Produção: Análise e oportunidades de melhoria

Na sequência do estudo de caso realizado na EME, foi analisado o seu método de produção e evidenciados os principais desperdícios detectados, dando sugestões que tornem a instituição mais competitiva à luz dos conceitos da PM.

4.2.1. Optimização do *layout* do armazém de matéria-prima

Na EME existe *stock* em excesso que aguarda encomendas futuras. Além dos custos, o excesso de *stock* gera desperdício de tempo na procura das referências, é propenso ao estrago, sendo por isso aconselhável que se trabalhe com um *stock* mínimo de segurança, promovendo o *just-in-time*.

A EME possui um armazém específico, para armazenamento de matéria-prima e de consumíveis que abastecem a produção. A Figura 4.4 dá uma ideia do armazém e da actual disposição das paletes. Este armazém tem 500 m², sendo 400 m² a área disponível para colocação de paletes.



Figura 4.4 - Armazém de MP (em Abril de 2007 antes da execução dos exames)

Verifica-se, na Figura 4.5, que o armazém de matéria-prima acumula grande quantidade de papel «IOR», que ocupa uma área considerável do armazém e que após a execução de exames deixa de ser necessário.



Figura 4.5 - Armazém de MP (em Junho de 2007 após a execução dos exames)

A Figura 4.6 representa o *layout* do armazém de matéria-prima da EME em Abril, num dos meses de maior consumo de papel. Os rectângulos mais escuros representam as paletes de papel «IOR», com muito consumo nesta época. Estas paletes são encostadas umas às outras e são retiradas de frente por fila. Existem filas para os papéis com gramagem de 70 g, de 80 g e de 90 g. Os rectângulos mais claros representam as paletes das restantes tipologias de papel. O armazém não tem estantes, o que limita o empilhamento das paletes em altura. A capacidade actual é de 220 paletes sem ocupação dos corredores, mais cerca de 500 paletes nos corredores, utilizando 3 e 4 andares.

No armazém verificam-se os seguintes problemas: corredores sem espaço para passar o empilhador (mínimo de 3m de largura); paletes sem acesso, sendo necessário desviar outras paletes; paletes em cima de paletes com papéis diferentes, sendo necessário retirar as de cima para ter acesso às de baixo; dificuldade de localização das paletes; papel com muitos anos de armazém a deteriorar-se e a descolorar; ausência de climatização não permitindo ter as melhores condições de armazenamento do papel.

Na Figura 4.7 foi criado um *layout* optimizado, com as seguintes vantagens: possibilidade de colocar estantes com 3 andares, permitindo a distribuição de paletes em 3 alturas; deixará de ser necessário remover qualquer paleta para retirar outras e o empilhador terá acesso directo a qualquer paleta do armazém.

Para além da optimização do *layout*, devem ser aplicadas técnicas que aumentam a produtividade do armazém: sistemas de identificação para localização de paletes; uso de uma aplicação informática que permita registar entradas e saídas e analisar os locais disponíveis (espaços livres) dentro do armazém mediante a leitura de códigos de barras; redução das movimentações e distâncias percorridas, através da colocação dos itens de maior saída mais perto e dos de menor saída mais afastados; armazenamento dos produtos mais pesados em baixo; redução dos erros de *picking* evitando a colocação de produtos com aspecto similar juntos.

Na Figura 4.7 é possível observar que dois corredores foram ocupados com filas de paletes de papel «IOR» (sinalizadas numa cor mais escura), que podem ser retiradas de frente e servem para a execução das provas de exame nos períodos de pico de trabalho. As estantes que ficaram bloqueadas pelas paletes devem ter o mesmo papel, para evitar a remoção de paletes que ocuparam provisoriamente o corredor.

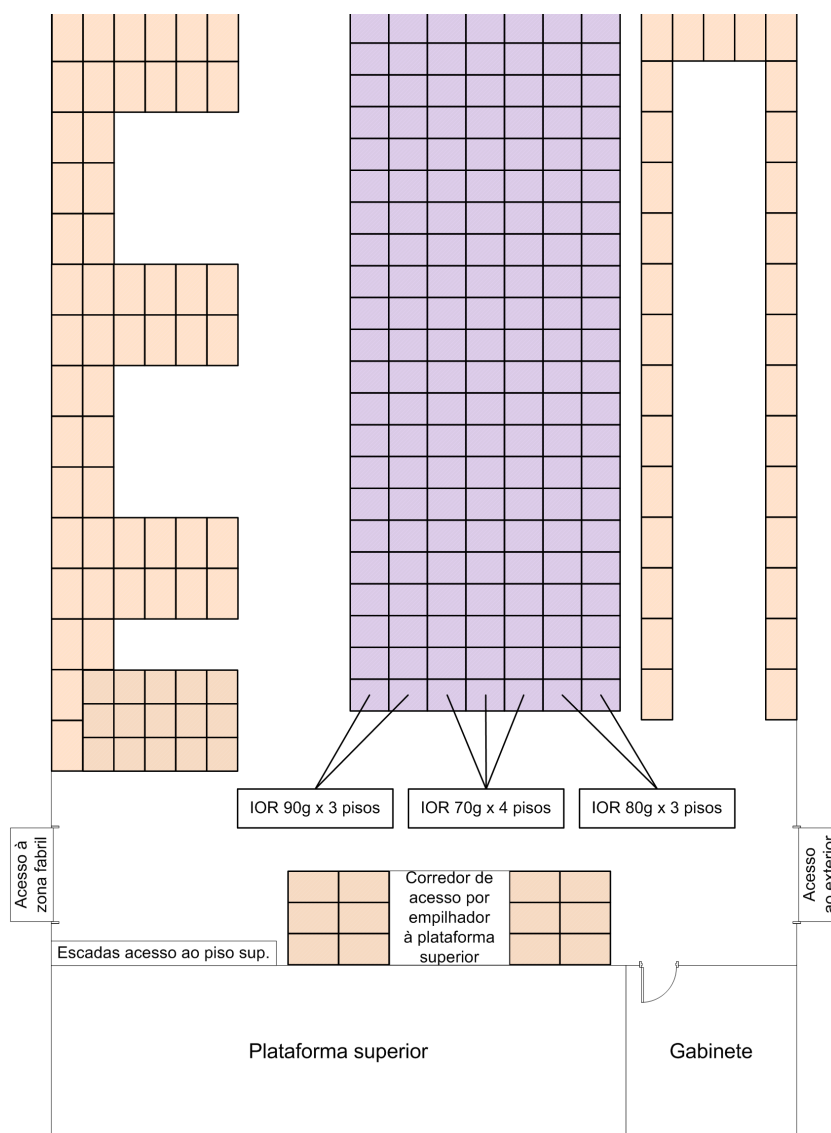


Figura 4.6 – Disposição actual do armazém de matéria-prima da EME

As provas de exame impressas a preto são executadas em papel de 70 g e as provas impressas a cor são executadas em papel de 90 g. A normalização das gramagens de papel numa gramagem única traria enormes benefícios à gestão do papel para provas de exame. Isto evitaria a existência de duas referências de papel; elevados *stock* de segurança para cada referência; erros de troca de papel e dificuldades na gestão da armazenagem. Pelo facto de não haver conhecimento prévio das características das provas, de forma a permitir uma atempada aquisição da matéria-prima, é adquirido papel em excesso para as duas referências.

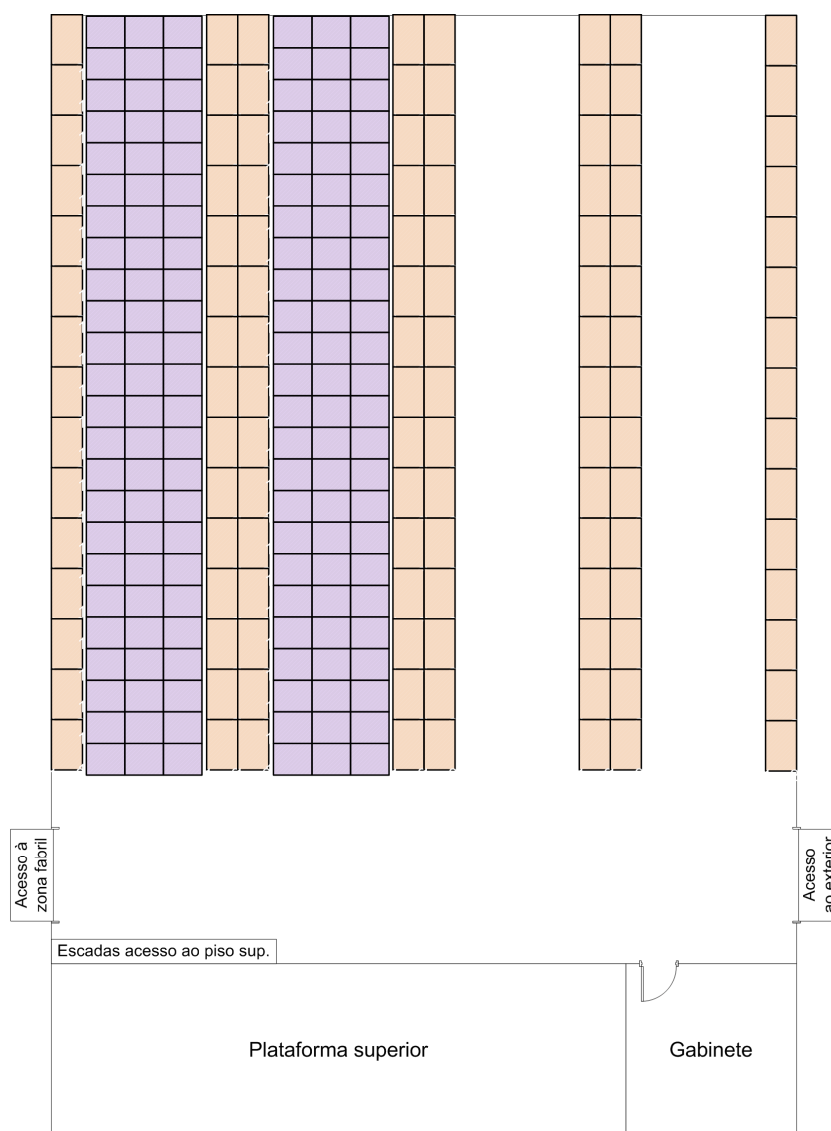


Figura 4.7 – Disposição otimizada do armazém de matéria-prima da EME

Tendo em conta o elevado volume de consumo de papel «IOR», todos os anos é realizado um concurso internacional para aquisição deste papel em três gramagens diferentes. Por questões burocráticas, o concurso tem sido adjudicado ao terceiro mês do ano e o fornecedor só consegue iniciar as entregas de papel no quarto mês do ano, ficando obrigado por imperativos legais, a entregar o papel comprado até final do ano. Há portanto, necessidade de receber papel em Dezembro para produção nos três primeiros meses do ano seguinte, o que gera *stocks* desnecessários, equivalentes a 150 paletes de papel parado em armazém.

Caso as questões burocráticas que atrasam a realização da consulta fossem resolvidas em contento das partes, permitindo o inicio das entregas em Janeiro, o

papel seria fornecido de forma racionada, à medida do consumo, e de acordo com as necessidades, evitando a lotação do armazém de matéria-prima.

Com o *layout* proposto, seria possível acondicionar 360 paletes (com 3 andares) sem ocupação dos corredores e aumentar a capacidade do armazém em 63 % (de 220 para 360 paletes), sendo ainda possível ter acesso a todas as paletes, ter melhor organização, melhor movimentação e menor tempo de resposta às solicitações. Para armazenar o papel nos meses de maior consumo, é ainda possível recorrer à utilização dos corredores.

4.2.2. Redução do *stock* de produto acabado

O armazém de produto acabado é responsável pela guarda do produto acabado que a EME produz para *stock* e que abastece as necessidades dos estabelecimentos dos ensinos pré-escolar, básico e secundário.

A ausência de planeamento na execução do produto acabado gera *stock* desnecessário. Quem define e controla a produção dos produtos não é a Direcção de Produção, o que dificulta o nivelamento da produção.

Actualmente, a EME utiliza o método «*push*» nas mais de 200 referências de produtos gráficos que comercializa. Os produtos são tradicionalmente produzidos pela quantidade de consumo anual previsto e ficam em armazém a aguardar que os clientes os solicitem, como é o caso do «Livro de Turma», cuja produção anual representa uma ocupação de 150 paletes. A produção de uma referência para todo o ano gera elevados volumes de *stock*. Realiza-se investimento em matéria-prima e utilizam-se recursos sem necessidade; o material produzido sofre degradação (pó, vincos, dobras, descoloração do papel, entre outros problemas); e o produto sofre desactualizações, entre outros factores que contribuem para a perda de competitividade da organização.

Recomenda-se uma classificação ABC, produzindo 20 % dos itens através de cartões *Kanban*, procurando abranger 80 % do total dos *stocks*. Assim, o produto passaria a ser produzido à medida das necessidades dos clientes. Esta solução traria elevados benefícios ao reduzir a quantidade de produtos armazenados; aumentaria a rotação do *stock* e ajudaria a nivelar a produção.

4.2.3. Eliminação do armazém arrendado

A EME utiliza um terceiro armazém, que se situa no exterior das suas instalações, a cerca de 1 km de distância. É usado para armazenar produto acabado em excesso, matérias-primas que já não cabem no respectivo armazém, obras de clientes a aguardar ordem de entrega, equipamentos sem uso ou obsoletos e arquivo técnico e administrativo.

Há vários anos que a EME arrenda este armazém, o qual poderia ser dispensado se se conseguir reduzir os *stocks* e otimizar os dois armazéns existentes. Para isso, deverão ser identificadas as causas que levaram à acumulação excessiva de *stocks* e eliminar os desperdícios.

Em Junho de 2007, verifica-se uma ocupação de 85 % deste armazém. É possível aumentar a sua capacidade actual, através da optimização do *layout*, e de uma estrutura de prateleiras com 3 pisos. Parece-nos, no entanto, não ser aconselhável investir no aumento da sua capacidade, pois o armazém representa dinheiro parado e bens em constante deterioração. Seria importante eliminar as necessidades de armazenagem, evitando o investimento no arrendamento deste armazém, tendo em conta já existirem na EME dois armazéns com a mesma dimensão, para a matéria-prima e para o produto acabado.

Foi realizada uma análise detalhada ao conteúdo do armazém, verificando-se que existe muito material considerado desperdício, por não acrescentar valor, e que deve ser libertado (ver Quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Proposta de materiais a libertar do armazém

Paletes	Ocupação em n.º paletes
Produto acabado sem venda	167
Equipamentos obsoletos ou sem uso	7
Matéria-prima sem uso	9
Documentos antigos para arquivar ou destruir	10
Montagens de película fotográfica sem uso	4
Total	210

Das 426 paletes ocupadas no armazém, existem 210 paletes que se podem libertar. As paletes de produto acabado, sem venda, trariam um retorno imediato de cerca de 11 500 Euros pela sua reciclagem.

Caso a produção do catálogo «livro de turma», que representa 154 paletes/ano (cerca de 1/3 da capacidade deste armazém), fosse repartida em 4 produções anuais, seria necessário armazenar, no limite, 39 paletes, em vez de ocupar o armazém com mais 115 paletes que demoram largos meses a escoar.

Além do «livro de turma», os três modelos de «cadernetas do aluno» representam uma produção anual de 52 paletes. A repartir por 4 produções/ano, seriam poupadas 39 paletes em cada uma das cadernetas, o que equivaleria a uma libertação de 117 paletes.

Nestes dois exemplos de produção de lotes menores, teríamos uma libertação de 232 paletes, que, juntamente com as 210 paletes que se propõe libertar, ultrapassariam o actual número de paletes existentes neste armazém. Isto leva-nos a concluir que este armazém será dispensável no curto prazo se forem aplicados os conceitos de eliminação do desperdício e de excesso de produção que não cria valor.

A eliminação do armazém traria no imediato um retorno à EME de 30 000 euros anuais, correspondentes ao valor da sua renda, mais os custos pouco visíveis, como as necessidades de manutenção, combustível na deslocação, limpeza, mão-de-obra e gestão do armazém.

4.2.4. Entregas de matéria-prima JIT

O papel «IOR» representa, na EME, cerca de 90 % da quantidade de papel consumida por ano (ver Quadro 4.2.). Todas as provas de exame utilizam este papel, bem como a quase totalidade dos produtos acabados. As obras de clientes externos são as que usam uma tipologia de papel mais variada, como os papéis couché.

Quadro 4.2 – Quantidade de folhas consumidas na EME de 2004 a 2006

	2004	%	2005	%	2006	%	Média 3 anos
Papel «IOR»	8 593 326	88%	11 542 446	92%	8 241 692	85%	88%
Papéis e cartolinas couché	511 526	5%	321 583	3%	682 772	7%	5%
Papel autocopiativo	353 169	4%	301 308	2%	373 129	4%	3%
Diversos	326 518	3%	439 293	3%	351 824	4%	3%
	9 784 539		12 604 630		9 649 417		10 679 529

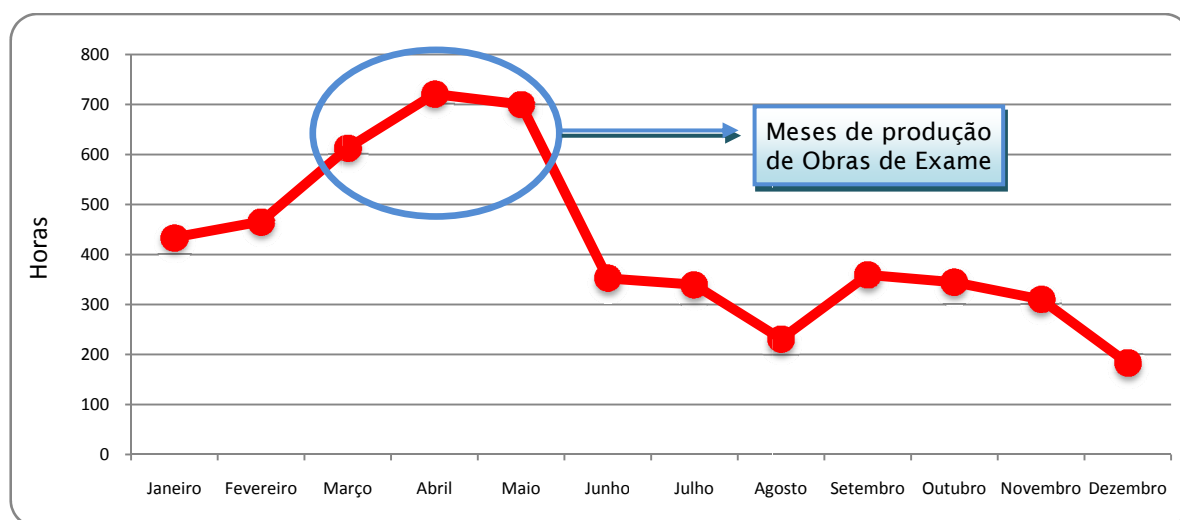
Pelo facto de a gestão rigorosa do papel «IOR» contribuir para a redução vertiginosa dos *stocks*, a sua aquisição e gestão de entregas ao longo do ano deve processar-se, de acordo com as necessidades e ao ritmo real de consumo, numa política cada vez mais próxima do *Just-in-time*.

O fornecedor de papel «IOR» faz entregas mensais à EME. Com entregas semanais combinadas será possível eliminar drasticamente o *stock* deste papel. Sabendo que a capacidade máxima de impressão a uma cor é de 12 paletes diárias, bastará ter em armazém um *stock* para uma semana com cerca de 100 paletes.

Actualmente produzem-se provas de exame em duas gramagens distintas: papel «IOR» em 70 g e em 90 g, respectivamente para provas a preto ou a cores. É aconselhável uniformizar as gramagens para uma gramagem única que se propõe que seja de 80g. Com esta uniformização, deixará de ser necessário ter duas referências de matéria-prima em *stock*. Mais de uma gramagem para as provas de exame faz acumular o dobro de *stock*, implicando ocupação de espaço e investimento desnecessário.

Verifica-se, no Quadro 4.3, o elevado número de horas realizadas nas máquinas de impressão nos meses de produção típica de exames: Março, Abril e Maio. Os restantes meses do ano são destinados à produção de obras externas e de produto acabado.

Quadro 4.3 – Horas de impressão realizadas em 2006



Para ser possível nivelar a produção ao longo do ano, deverá ser usado o sistema *pull*, fazendo o que é necessário somente quando é necessário. Esta optimização será possível se todas as operações, desde a aquisição de matéria-prima à gestão do produto acabado, estiverem perfeitamente sincronizadas ou centralizadas numa só direcção orgânica.

A entrega de matéria-prima coordenada com o fabrico, poderá garantir uma redução do actual volume médio de *stock* de papel «IOR» de 8 semanas para apenas 1 semana, o que representa um decréscimo de 87,5 % do volume deste papel e que corresponde a 90 % da totalidade da matéria-prima em *stock*. Em termos totais, poderá representar um decréscimo total de cerca de 80 %. A rotação de *stock* do papel «IOR» aumentará 8 vezes e o armazém ficará apenas com um *stock* médio de 20 % da actual matéria-prima.

Uma importante forma de obter uma redução de *stocks* com entregas na hora, poderá ser conseguida através da implementação de um mecanismo EDI (*Electronic Data Interchange*) que permite a troca electrónica de informação em tempo real, para que o fornecedor tenha conhecimento do consumo do cliente e possa repor a matéria-prima consumida antes de atingir a ruptura de *stock*. O EDI dispensa a digitação de dados, permite automatizar documentos, como ordens de compra e facturas, sendo processadas electronicamente. Embora durante muitos anos, a utilização do EDI ocorreu praticamente em grandes empresas, o advento da Internet tornou viável e de baixo custo a utilização do EDI também nas pequenas e médias empresas (Ferreira, 2003).

4.2.5. Automatização de processos

Quando a ordem de fabrico é criada, a cativação ou a compra da matéria-prima não é processada de imediato. O processo não está automatizado. Somente no dia seguinte é que é verificado se o papel solicitado existe em armazém. Caso exista em quantidade suficiente, o papel é cativado. Caso não exista, são solicitados orçamentos aos fornecedores. Não havendo indicação de urgência expressa, são solicitados 5 dias para recepção de respostas.

Quando a obra está pronta a entrar em produção, é emitida manualmente uma requisição de matéria-prima ao armazém, o que torna todo o processo moroso.

Todas estas operações podem e devem ser automatizadas, pois envolvem muitos intervenientes e um longo tempo de processamento, acontecendo com alguma frequência obras prontas a entrar em produção ainda não terem papel disponível.

Com um processamento automatizado, quando fosse aberta a obra, seria electronicamente verificada a existência de papel em armazém e este seria cativado. Caso não existisse, seria enviada informação electrónica ao fornecedor, que já estaria previamente definido, para este fornecer o papel. Todas estas rotinas informáticas são relativamente fáceis de pôr em prática e trariam à EME uma significativa redução dos tempos de espera.

4.2.6. Desperdícios devidos ao tempo de espera pela matéria-prima

É com alguma frequência que as obras ficam prontas a entrar em produção e param a aguardar a chegada do papel, alterando o planeamento da produção e dificultando os prazos de entrega combinados. A espera pela entrega da matéria-prima é responsável por uma percentagem significativa no incumprimento dos prazos de execução acordados com o cliente.

A EME é um organismo estatal e, por conseguinte, as aquisições de bens e serviços obedecem a imperativos legais que têm de ser cumpridos. O tempo de abertura de uma consulta para aquisição de pequenas quantidades de papel é de

cinco dias. Apenas em caso de urgência justificada, é possível reduzir o prazo. Todo este mecanismo legal dificulta a compra da matéria-prima em tempo útil.

A EME tem dificuldades acrescidas na aquisição de papel face a outras gráficas não estatais que conseguem comprar no próprio dia. É com alguma frequência que surgem desperdícios de espera por matéria-prima, sendo necessário aguardar dias pelo desenrolar de uma consulta.

Tem-se procurado reduzir os tempos de aquisição comprando papel em excesso, fazendo uma previsão de consumo pouco fidedigna, baseada em históricos de períodos homólogos. Esta situação leva ao aumento do inventário, esperando que o papel comprado em excesso possa servir para futuras obras. Outro problema é que existem dezenas de variações de tipos de papel, formatos e gramagens. E mesmo que exista em *stock* o papel pretendido do mesmo fabricante, poderá não servir, pois se forem de fabricos diferentes, podem ter colorações diferentes. O resultado da compra de papel em excesso é ir acumulando monos que nunca se gastam, vão-se deteriorando e aumentam o volume do desperdício.

Uma das formas de ultrapassar este problema poderá ser o lançamento de uma consulta ou concurso anual que abranja a maior parte das referências de papel, e funcionar com *kanbans* externos com os fornecedores. Também pode ser reduzido o número de variações de papel, uniformizando formatos e gramagens, sobretudo no produto acabado que a EME comercializa.

4.2.7. Redução do tempo de *setup* na Impressão *Offset*

Quando a gráfica se defronta com um aumento das curtas tiragens, maior terá de ser a velocidade da preparação da chapa. Ora tal factor determina, em grande parte, as suas margens de lucro, refere Lapinski (2007), CEO da «Man Roland».

As técnicas de mudança rápida, vulgarmente designadas por *quick changeover*, podem ser aplicadas na área de impressão *offset* para dar resposta às pressões do mercado (redução de quantidades de fabrico, *stocks*, tempos e custos). Dentro destas, a mais popular é o método SMED (descrito em 2.4.6.), ou mudança de moldes para um tempo inferior a 10 minutos ou a um só dígito.

A redução dos tempos de preparação ou *setup* na área de impressão *offset* pode contribuir para um forte impacto na produtividade da EME. O valor hora que inclui a máquina de impressão e dois operadores representa um dos custos mais elevados na produção e uma operação de estrangulamento (ver Anexo 1) nos trabalhos a mais de uma cor. A execução de um livro pode ter dezenas de paragens para mudança de chapa. Cada paragem representa actualmente entre 10 a 60 minutos, consoante as operações a executar.

Na EME não existe um sentido de urgência para reduzir os tempos de preparação. É necessário entender que o processo não produz valor durante o tempo de *setup*, apenas aumenta o seu custo e duração. Deste modo, o *setup* deve ser entendido como desperdício, e como tal, deve ser minimizado ou mesmo eliminado.

A EME tem duas máquinas de impressão de grande formato, que representaram 75 % do total de horas de impressão executadas em 2006. Cada uma destas máquinas é conduzida por uma equipa de dois elementos, um ajudante e um oficial. Verifica-se que as operações são executadas de forma sequencial e não em paralelo, e que o ajudante tem uma carga de trabalho superior à do oficial, passando este muito tempo parado, a aguardar que o ajudante termine as suas tarefas.

Passar a fazer *setups* mais rápidos permitirá aumentar a sua frequência e reduzir o tamanho dos lotes. Por exemplo, uma mudança de ferramenta de uma hora obriga a manter o equipamento a trabalhar durante muitas horas para tornar a operação rentável. Mas com menos de dez minutos de *setup* bastam poucas horas. Para uma hora de trabalho, três minutos de mudança de ferramenta representam 5 % do tempo de trabalho. Para ter a mesma relação de 5 % com um tempo de *setup* de uma hora, é necessário trabalhar 20 horas.

O *setup* rápido origina também ganhos económicos pelo aumento do tempo útil de produção e pela redução dos custos de mão-de-obra resultantes das longas mudanças.

Existem actividades que podem ser executadas antes de a máquina parar ou depois de a máquina iniciar o ciclo de fabrico. No Quadro 4.4 observamos que muitas das tarefas de *setup* são externas e podem ser executadas com a máquina em produção, conseguindo, no exemplo dado, reduções dos tempos de *setup* de 53 minutos para 24 minutos. Esta redução de tempo resulta apenas da separação dos

tempos de *setup* interno em externo, reduzindo, no exemplo, o tempo de paragem em 55 % ou menos 29 minutos.

Quadro 4.4 – Folha de trabalho para análise de tempos de *setup*

N.º	Passo	Operação Interna	Operação Externa	Tempo Interno (min.)	Tempo Externo (min.)	Executado por:
1	Verificação do papel do próximo fabrico quanto ao tipo de papel recebido, gramagem, formato e estado físico		E		1	Oficial
2	Preparação do papel para entrada em máquina: desenresmagem, montagem e preparação com folhas de prova		E		12	Ajudante
3	Execução de uma tinta Pantone		E		15	Ajudante
4	Lavagem dos tinteiros	I		7		Ajudante
5	Afinação do sistema de alimentação, da mesa de marginação, grupo impressor e sistema de recepção	I		3		Oficial
6	Retirar chapas usadas	I		1		Ajudante
7	Colocar novas chapas	I		1		Ajudante
8	Acerto do registo de impressão	I		7		Oficial
9	Afinação da tintagem: distribuição de tinta no plano e afinação de densidade	I		5		Oficial
10	Retirar a pilha de papel impressa, marcar o lado do encosto do papel e arrumar		E		1	Ajudante
TOTAL				24	29	= 53

A troca rápida de ferramenta não vem do ritmo acelerado de quem executa a operação, mas sim de uma série de simplificações nas diversas etapas, dividindo as tarefas e eliminando os tempos ociosos. É uma atitude coordenada, sistemática, que envolve toda a equipa de trabalho.

Deverá ser definida uma *check-list* para garantir que todos os elementos necessários estão reunidos e que todas as operações de *setup* externo são executadas. A *check-list* deverá mencionar as ferramentas a utilizar; as especificações; os operadores necessários; os parâmetros de operação do equipamento e a verificação de funções. O transporte de peças ou ferramentas tem de ser melhorado, e estas devem ser guardadas próximo da zona de operação.

As operações de *setup* devem ser preparadas antecipadamente e têm de estar uniformizadas através de estudos de engenharia, com treino dos operadores e acções de formação.

No âmbito do *setup* externo, o transporte de peças e ferramentas devem ser optimizados entre o ponto de armazenagem e o local de utilização.

No âmbito do *setup* interno, deverão efectuar-se o máximo de operações em paralelo, usando, por exemplo, dois operadores; haver instruções de trabalho para coordenar o trabalho dos operadores que executam as tarefas em paralelo; optar pela mecanização e/ou automatização de algumas operações, como o controlo automático de tintagem da máquina de impressão.

A aplicação sistemática destas metodologias, sempre apoiada em processos de simplificação e de uniformização de procedimentos de trabalho, resulta na redução significativa dos tempos de *setup* e, conseqüentemente, na redução de custos no processo de produção e na redução do *lead time* do produto.

Actualmente, o tempo médio de *setup* na EME é de 35 minutos. Com a aplicação destas técnicas, estima-se que seja possível, no curto prazo, reduzir o tempo de *setup* para valores na ordem dos 7 minutos, o que representaria uma significativa redução de 80 %.

4.2.8. Ausência de tempos de *setup* na Impressão Digital

Tolliver-Nigro (2007) refere que as primeiras máquinas de impressão digital a quatro cores baseadas em linguagem *PostScript* surgiram em 1993. Desde essa altura que se tem vindo a assistir ao elevado crescimento e desenvolvimento da impressão digital com tóner e às suas aplicações.

A digitalização tornou o fluxo de pré-impressão totalmente digital. A automação do fluxo de trabalho foi expandida, permitindo o desenvolvimento de sistemas digitais, desde a fase da pré-impressão até à fase de acabamento.

A impressão digital não é actualmente um concorrente da impressão *offset*, mas complementa e amplia as possibilidades do processo *offset*. Uma das grandes vantagens da impressão digital é a completa eliminação dos tempos de *setup* e a

possibilidade de executar todas as operações gráficas num só equipamento através da inclusão de um módulo de acabamento em linha (ver Figura 4.8).

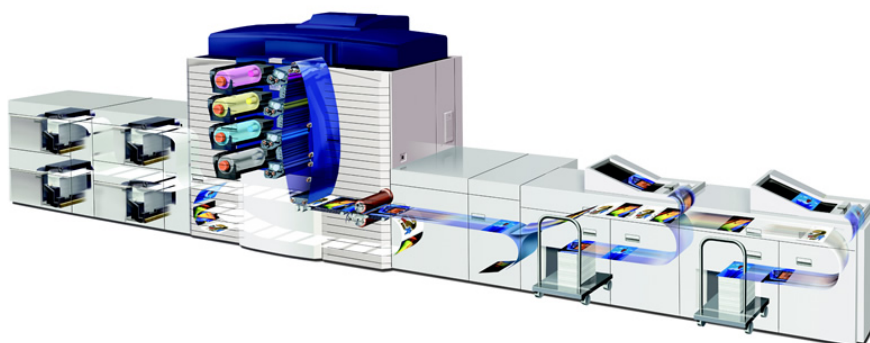


Figura 4.8 – Máquina de impressão digital Xerox iGen3 110XL

O custo por cópia não varia com a tiragem, pois não existem custos fixos neste processo de impressão, favorecendo a execução a pedido e apenas na quantidade necessária, evitando o excesso de produção da impressão tradicional, que, para absorver os elevados custos fixos, necessita de aumentar a tiragem para tornar a execução do produto rentável.

Outra vantagem da impressão digital é o facto de ser o único processo de produção que executa trabalhos com dados variáveis, produzindo cada exemplar de forma personalizada, possibilitando o desenvolvimento de acções de *marketing* directo⁶.

As limitações da impressão digital são o custo por cópia, mais elevado que o do processo tradicional, sendo competitivo até aos 1000 exemplares, e as limitações de formato e tipos de suporte.

No processo de impressão digital, a execução do produto gráfico é tornada magra em todo o seu fluxo, com ausência de desperdícios e de *stocks* intermédios, produzindo apenas o que é necessário, quando é necessário.

⁶ Entende-se por *marketing* directo toda a técnica de comunicação personalizada que utilize ficheiros, bases ou bancos de dados pessoais, com vista a estabelecer uma relação interactiva com o consumidor, com um objectivo bem definido.

4.2.9. Sistema de sugestões

A EME deverá encorajar todos os seus colaboradores a contribuir com sugestões individuais e em equipa, através da aplicação de um sistema de sugestões. Outras fontes, como clientes e fornecedores, também devem ser motivadas a contribuir com inovações e ideias criativas.

A EME tem grande potencial para inovar com ideias que permitam reduzir ou evitar custos; melhorar a qualidade do serviço prestado aos clientes; melhorar uma estação de trabalho; reduzir tempos de execução; tornar os clientes, fornecedores e colaboradores mais satisfeitos.

Para que um sistema de sugestões funcione, é necessário definir procedimentos que facilitem que todas as pessoas partilhem problemas e troquem ideias entre si, com os clientes e com os fornecedores.

Quando é recebida uma sugestão, é necessário que seja dado conhecimento da sua aceitação ou não aceitação, invocando as razões. É importante que a sugestão tenha uma aplicação rápida, inferior a 10 dias. Deve também haver reconhecimento da organização, através de um sistema de recompensas.

4.2.10. Concepção e desenvolvimento do produto

A fase de concepção e desenvolvimento do produto é fundamental para o sucesso. Nesta fase definem-se todas as características do produto que irão influenciar os tempos de produção.

É essencial que o *designer* projecte um produto que não sacrifique a funcionalidade ou a aparência pretendida pelo cliente, mas consiga que o produto gráfico se encontre tão adequado quanto possível aos meios de produção disponíveis, aos materiais utilizados, à minimização do número de *setups* e à simplificação gráfica, em todo o processo de produção.

No projecto, é também necessário conhecer todo o ciclo de vida do produto, para que se possa prever o seu impacto no ambiente (*design for environment*), tendo em conta o tipo de materiais utilizados, quanto à sua facilidade de

reciclagem, a escolha de processos produtivos não poluentes e a reciclagem final do produto.

Na indústria gráfica é vulgar produzir produtos com custos elevados porque se utilizam materiais pouco adequados à função, ou um elevado número de cores ou *setups*, ou porque o formato escolhido resulta num elevado estrago de matéria-prima, ou porque o processo de produção não é o mais rentável.

Se um produto gráfico não foi bem concebido, o projecto muitas vezes não é alterado pelo facto de já ter sido aprovado; ou por já não haver tempo de voltar à fase de projecto; ou porque o produto sempre foi produzido «assim». Por variadas razões, continuam-se a executar trabalhos inadequados e de custo elevado.

4.2.11. Gestão visual nas obras de Exame

As provas de exame nacionais e as provas de aferição somam cerca de uma centena de provas diferentes, considerando as duas fases de realização. Durante a execução gráfica, podem estar a ser executados simultaneamente provas da mesma disciplina com datas de realização diferentes, havendo necessidade de garantir controlo absoluto sobre cada uma, para evitar a possibilidade de troca.

A gestão visual é aqui de extrema importância, pois a forma de evitar a mistura será a identificação inequívoca de cada palete de prova, não permitindo que cada palete transporte mais do que uma prova, por mais pequena que seja. Todas as paletes são identificadas com uma pirâmide de papel no topo, impressa nas duas faces com o número do código da prova⁷, legível a uma distância de 20 metros. Durante cada operação, é colocada a pirâmide de identificação da prova em local visível, de forma a ser possível identificar à distância qual a prova que se está a produzir em cada uma das máquinas, facilitando o controlo visual às chefias, à Direcção de Produção e às secções anteriores e seguintes.

Uma outra forma de detecção imediata de mistura de provas, de um desacerto de registo ou mesmo de detecção de uma folha não impressa são os traços de marcação na lombada dos cadernos, as chamadas «moscas», que são posicionadas

⁷ O código da prova representa um número atribuído pela EME que não se repete e identifica a prova de forma inequívoca.

de forma diferente nas provas da 1.ª e da 2.ª fase, evitando a possibilidade de erro de troca. A falha desta marcação é facilmente detectada na dobra, na operação de coser a arame ou na operação de bancada.

Foi realizado um quadro de planeamento de produção de exames (ver Quadro 4.5), actualizado diariamente, sendo distribuído a todas as chefias ligadas à produção de exames e colocado na nave fabril. O quadro permite, com facilidade visual e através de sinalização por cores, indicar o ponto de situação de todas as referências de provas; as provas em falta; o tempo estimado para cada operação em cada uma das provas; a classificação ABC das provas; o dia alvo de entrega; os dias previstos de execução e os dias em atraso ou adiantamento. O quadro foi também usado para justificação de trabalho extraordinário, para realização de turnos nas zonas de estrangulamento e para servir como alerta aos nossos clientes e fornecedores.

Quadro 4.5 – Quadro de Planeamento dos Exames Nacionais

Cod. ME	Disciplina	Tiragem	Qt Sacos	Papel necessário	Pág.	cores / versões	Planos de impressão	Horas de impressão		Dobra	Coser a arame	Bancada 100/h x 5p
								7000	4500			
								5500	5500			
102	Biologia	32.000	1.600	32.000	16	1	32.000		5,82	5,82	2,20	
602	Biologia	67.000	3.350	67.000	16	2	134.000		12,18		0	
123	História	18.000	900	9.000	8	4	36.000	9,33	1,64		0	
623	História	31.000	1.550	15.500	8	1	15.500	2,54	2,82		0	
22	Língua Portuguesa (9º Ano - 1ª)	180.000				1	180.000				0	
146	Teoria do Design	12.500			4		25.000				1,25	
114	Filosofia	24.000	1.200	12.000	8	1			2,18		2,40	
124	História da Arte	17.500	875	8.750	8	4						
130	Introdução à Economia	17.360	868	8.680	8	1			1,56		1,74	
142	Química	27.500	1.375	27.500	16	1	27.500	4,26	5,00	5,00	2,75	
		394.860	19.743	334.680			473.680	20	25	50	38	

O facto de haver um quadro de planeamento rigoroso e quase em tempo real, permite evitar ou reduzir ao mínimo a necessidade de recorrer a tempo de trabalho extraordinário, pois torna-se fácil simular esse recurso e prever de imediato o seu impacto. Estima-se que esta medida evite um gasto de 10 000 Euros em horas extra por época de exames, acrescido da redução dos dias de folga atribuídos a quem produz em horário extra.

4.2.12. Aplicação do sistema *lean* na área de Produto Acabado

Uma das áreas de negócio da EME é o produto acabado, comercializado de forma exclusiva para os estabelecimentos de ensino. A quantidade a produzir de cada uma das mais de 200 referências de produto acabado, são baseadas em previsões de venda, sendo por isso estimativas imprecisas que resultam na produção acima das necessidades dos clientes e que geram excesso de inventário em quase todas as referências.

Masaaki Imai, citado por Almeida (2007), refere que no sistema *lean* o ponto de partida para a produção é o conjunto de encomendas firmes dos clientes e não as previsões de vendas, típicas do modelo tradicional. A organização precisa de um mecanismo de previsão de vendas para antecipar a compra de matérias-primas, mas não se deve produzir tendo apenas como base essa previsão incerta. É preferível concentrar-se num sistema que olhe para o número efectivo de encomendas.

Rothenberg (2004) refere que algumas empresas gráficas que aplicam a PM foram bem sucedidas usando métodos «*pull*» ou *kanban* nalguns segmentos específicos dos seus negócios.

Nesta área de negócio, será fundamental aplicar o sistema *kanban* de forma a produzir apenas a quantidade encomendada, gerindo a produção *Just-in-time*. Assim, será possível produzir sem excessos, efectuando um controlo pelo tempo *takt*.

4.3. Aplicação do Modelo de Produção Magra

No capítulo anterior, em 3.2.1., foi apresentado o modelo conceptual de avaliação da PM, através da identificação de doze factores representativos das práticas características do fabrico *lean*.

Nos pontos seguintes deste capítulo serão descritas as práticas para cada um dos factores do modelo e será, simultaneamente, avaliado o estado actual da EME, empresa onde foi realizado o estudo de caso.

O resultado da avaliação será analisado, sugerindo algumas recomendações e linhas gerais de orientação no sentido de ajudar a EME numa eventual transformação do método de produção em massa para o método de PM.

4.3.1. Avaliação dos Factores do Modelo

Nos quadros seguintes (Quadro 4.7 a Quadro 4.18) descrevem-se os factores do modelo através de quatro a nove práticas representativas de cada um dos métodos de produção.

A coluna «**Práticas de Produção em Massa**» descreve as práticas características do método de produção em massa.

A coluna «**Práticas de Produção Magra**» descreve as práticas características do método de produção magra.

O modelo foi aplicado à EME, em dois momentos distintos, que marcam o início e o fim do estudo de caso, que teve a duração de um ano, com início em Outubro de 2006.

A coluna «**Antes**» avalia o método de produção da EME, tal como se encontrava antes do início do estudo de caso.

A coluna «**Após**» avalia o método de produção da EME após o estudo de caso, considerando a total aplicação das sugestões apresentadas neste estudo.

A pontuação a atribuir em cada uma das práticas varia numa escala de um a cinco pontos, correspondendo ao significado apresentado no Quadro 4.6.

Se alguma das práticas não tiver aplicação na organização, não é considerada.

Quadro 4.6 – Pontuação dos factores do modelo

Pontuação	Descrição
1	A organização segue a prática da produção em massa.
2	A organização segue a prática da produção em massa, embora aplique a prática de PM em casos pontuais.
3	A organização aplica ambas as práticas de forma equivalente.
4	A organização segue a prática da PM, embora aplique a prática de produção em massa em casos pontuais.
5	A organização segue a prática da PM.

A avaliação dos factores do modelo corresponde à média da pontuação das suas práticas. Os resultados alcançados encontram-se na última linha de cada um dos quadros seguintes, juntamente com a variação obtida entre os dois momentos de avaliação.

Avaliação do método de produção **antes** do estudo de caso.

Avaliação do método de produção **após** a realização do estudo de caso, considerando a aplicação das sugestões apresentadas.

Quadro 4.7 – Balanceamento do Processo de Fabrico

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	São produzidas na cadeia de valor elevadas quantidades do mesmo produto.	O balanceamento do processo de fabrico é aplicado para redução das variações no volume de produção e variedade.	2
2	São executadas múltiplas obras sem conhecimento do verdadeiro <i>lead time</i> .	A <i>Heijunka box</i> é carregada com base no volume de produção e variedade.	2
1	Não existe o conceito <i>takt time</i> .	O <i>takt time</i> é entendido por todos, e a cadência de fabrico é controlada.	1
3	As linhas de produção não estão balanceadas.	As linhas de produção estão balanceadas para que a diferença entre os tempos de ciclo de processos sequenciais sejam negligenciáveis.	3
2	O tempo de ciclo não altera com a procura do cliente.	Quando a procura se altera, os processos de produção são rebalanceados ou redesenhados para reajustar o tempo de ciclo ao novo <i>takt time</i> .	2
2,00	Variação: 0 %		2,00

No «Balanceamento do Processo de Fabrico» não se verificaram alterações entre os dois momentos de análise. A EME tem aqui uma oportunidade de desenvolvimento, devendo seguir as práticas de PM deste factor de avaliação.

Quadro 4.8 – Movimentação de Materiais

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	A entrega de matérias-primas ou mercadorias não é apoiada por uma programação prévia.	A entrega das matérias-primas ou mercadorias é programada e a recepção na hora está acima dos 98 %. As entregas no tempo estão documentadas e são usadas para análise de desempenho do fornecedor.	4
2	A matéria-prima recebida aguarda na área de recepção por tempo indefinido.	As matérias-primas são entregues no local de utilização.	4
2	É frequente ocorrerem expedições atrasadas ou antecipadas.	A expedição conforme os requisitos do cliente e de acordo com o prazo combinado ocorre em 100 % das entregas.	4
2	Não existe organização na forma como o produto se desloca pelos locais de trabalho.	As entregas de produto nos locais de trabalho estão baseadas em sinais <i>pull</i> .	2
3	Os operadores saem das suas estações de trabalho para levantar e entregar material.	O produto é entregue e retirado das estações de trabalho sem paragem no trabalho.	3
1	O sistema <i>pull</i> não é utilizado entre operações.	O sistema <i>pull</i> está totalmente implantado, e é regularmente analisado para adaptações.	1
1	Não existe planeamento no <i>stock</i> dos trabalhos em curso.	O <i>stock</i> dos trabalhos em curso é planeado e afinado para um nível mínimo, de forma a não interferir com o desempenho do operador.	1
1	O volume de <i>stock</i> no local de trabalho é definido pelo espaço disponível.	A medida do ciclo total dos produtos determina os níveis de <i>stock</i> apropriados.	1
1,75	Variação: + 43 %		2,50

Houve melhoramentos verificados na «Movimentação de Materiais». A entrega de mercadorias é agora programada e realizada por mapas de controlo de fornecedores para recepção na janela horária combinada.

Com um maior controlo na aquisição e entregas de papel, as matérias-primas começariam a ser entregues na data da produção e colocadas no local de uso.

Os compromissos de entrega da EME e dos seus fornecedores são negociados e assumidos, havendo uma cláusula de penalização para atrasos. A entrega no prazo é apoiada por cartões de controlo, que funcionam como controladores de prazos na recepção e entrega de materiais. Os cartões servem também para recolha de dados e análise do desempenho da organização e dos seus fornecedores (ver Anexo 2).

Quadro 4.9 – Fluxo de Fabrico

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
1	O inventário e decisões de qualidade adiam rearranjos no processo.	O <i>layout</i> do local de trabalho integra e otimiza o fluxo de fabrico.	4
1	O conceito VSM não é compreendido na empresa.	O mapeamento da cadeia de valor do produto está actualizado e reflecte as actuais alterações ao processo.	3
2	As folhas de trabalho uniformizadas não estão em uso. A força de trabalho é fixa e não varia com a procura do cliente.	O trabalho uniformizado está totalmente desenvolvido e implementado. Uma força de trabalho flexível responde às alterações na procura.	3
1	O produto em vias de fabrico é empurrado para o local de trabalho sem um pedido directo do operador seguinte.	O sistema <i>pull</i> conduz a produção aproximando-a do fluxo contínuo. Nada se move ao longo da cadeia, excepto em resposta ao pedido do cliente.	1
1	O produto em vias de fabrico é distribuído nas áreas de processo funcionais (secções).	O processo está totalmente integrado e o produto flui pelo local de trabalho.	1
1	Não existem conceitos de processamento de um <i>mix</i> de produtos.	São produzidos pequenos lotes económicos e usados conceitos de processamento de um <i>mix</i> de produtos.	1
2	O volume de produção em cada operação excede as necessidades do processo seguinte.	Os responsáveis de produção não são motivados a produzir mais partes do que as necessidades do processo seguinte.	2
1	Os processos e equipamentos não estão otimizados para facilitar o fluxo contínuo. As máquinas estão organizadas por secção ou tipo.	Os processos e equipamentos estão otimizados para facilitar o fluxo contínuo. As máquinas não estão organizadas por secção ou tipo.	3
1,25	Variação: + 80 %		2,25

Relativamente ao «Fluxo de Fabrico», o novo *layout* fabril da EME integra e otimiza os caminhos do fluxo produtivo, tendo sido projectado com o objectivo de reduzir as distâncias percorridas pelo produto em vias de fabrico, aproximando-o do fluxo contínuo, em mais de 90 % das tipologias de produtos gráficos executados na empresa (ver Anexo 3).

Foi realizado um mapeamento da cadeia de valor para a tipologia de produtos «brochura» (ver Anexo 4), que pretende mostrar a optimização do fluxo de valor num estado futuro.

A força de trabalho está mais flexível na execução de novas tarefas, de forma a responder às alterações da procura do cliente.

Existe maior controlo dos *stocks* nos locais de trabalho, produzindo-se apenas a quantidade necessária à operação seguinte.

Quadro 4.10 – Formação

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	Não existe plano de formação para o trabalhador.	Todas as pessoas contribuem para o seu plano de formação.	2
1	Não é ministrada formação em análise de lacunas (<i>gap analysis</i>) ou desfasamentos entre exigências de formação.	Cada empregado já terminou a sua formação em análise de lacunas com o objectivo de poder iniciar o seu plano de formação.	1
3	A formação não é documentada.	A formação é bem documentada e está centralizada. Toda a formação, incluindo formação <i>on-the-job</i> , por computador, pela <i>web</i> e em sala, é documentada.	3
3	Não é feita formação cruzada.	A força de trabalho tem formação cruzada e certificada e que está a ser feita num sistema rotativo.	5
1	Os empregados não têm acesso a ferramentas de melhoria contínua.	São regularmente agendados cursos de melhoria contínua.	1
1	A formação dos operadores é ministrada durante ou após a execução de um novo trabalho.	Os operadores recebem um treino formal antes de executarem um novo trabalho.	1
1,83	Variação: + 18 %		2,17

No âmbito da «Formação», tem havido na EME formação cruzada, com o objectivo de tornar as pessoas mais flexíveis, preparando-as para o desempenho de multitarefas.

Quadro 4.11 – Envolvimento da Equipa

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	Nem todas as pessoas da organização têm conhecimento da missão e dos valores da organização.	Todas as pessoas estão envolvidas com a missão e com os valores da organização e são levadas em consideração nas decisões.	2
1	Não existe nenhum plano de sugestões de melhoria em curso.	Existe um processo formal de sugestões de melhoria e todas as pessoas são encorajadas a enviar sugestões individuais e em equipa. O sistema de sugestões tem uma rápida aplicação (< 10 dias) e a participação é reconhecida.	3
1	A força de trabalho não tem conhecimento dos oito tipos de desperdícios.	Os colaboradores têm conhecimento dos oito tipos de desperdícios e estão activamente envolvidos na sua identificação e eliminação nos seus postos/secções de trabalho. Existem também equipas treinadas na redução do desperdício.	3
3	Os colaboradores não são estimulados a trabalhar em grupo.	Os órgãos de gestão estimulam os colaboradores da produção a trabalhar em grupo para melhorar o desempenho e a qualidade do trabalho.	3
1,70	Varição: + 57 %		2,75

No âmbito do «Envolvimento da Equipa», está a ser preparada uma proposta para a criação de um processo formal de sugestões de melhoria, aberto a todas as pessoas da organização.

Pretende-se igualmente realizar acções de formação sobre os oito tipos de desperdício, para que se unam esforços no sentido de perseguir, em conjunto, a redução dos desperdícios.

Quadro 4.12 – Comunicação na Organização

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
3	Os problemas nos processos produtivos não são investigados ou demoram dias a ser investigados.	Os problemas nos processos produtivos são detectados e investigados dentro de 10 minutos após a primeira ocorrência.	3
2	Os colaboradores não são capazes de descrever as metas da organização nem a forma como o seu trabalho contribui para a realização dessas metas.	Os colaboradores são capazes de descrever as metas da organização e a forma como o seu trabalho contribui para a realização dessas metas.	2
2	Não existem canais formais para circulação de informação sobre problemas encontrados nos processos fabris ou comunicados pelos clientes e os colaboradores nem sempre são informados.	Os colaboradores recebem informação de retorno através de canais formais, tendo em conta os problemas encontrados nos processos fabris ou comunicados pelos clientes.	2
2	O gestor da organização não comunica a todos os níveis da organização as metas e os objectivos da organização.	O gestor da organização comunica com todos os níveis da organização sobre as metas e os objectivos da organização pelo menos duas vezes por ano.	2
2,25	Variação: 0 %		2,25

Na «Comunicação na Organização» não se verificam variações entre os dois momentos de análise, pelo que a EME ainda poderá melhorar os seus canais de comunicação no sentido de atingir as práticas propostas pelo método de PM.

Quadro 4.13 – Gestão Visual

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	A gestão visual não é clara e as mensagens não são eficientes.	Os sinais da gestão visual são muito fáceis de entender e transmitem a mensagem pretendida.	4
2	Os sinais da gestão visual são manuais e não são respondidos.	Os sinais de gestão visual são automáticos.	2
1	A gestão visual não está uniformizada em todos os locais de trabalho.	A gestão visual está uniformizada em todos os locais de trabalho.	1
2	Não existe um sistema comum de comunicação visual nos locais de trabalho.	Todos os locais de trabalho usam um sistema de comunicação visual uniformizado.	2
1	Não existem painéis de informação disponíveis e actualizados com dados de produção, de qualidade, de segurança e de formação junto dos postos de trabalho.	Painéis de informação com acções de formação, informações de segurança, dados de produção, problemas de qualidade e contramedidas estão visíveis junto dos postos de trabalho e são continuamente actualizados.	4
1,60	Variação: + 63 %		2,60

Quanto à «Gestão Visual», foram implementadas algumas medidas durante a execução dos exames nacionais. Todas as paletes de material foram identificadas com informação inequívoca sobre o seu conteúdo, através de pirâmides de papel colocadas no topo de cada palete, em tamanho bem visível à distância e de qualquer ângulo.

Foi desenvolvido um quadro de planeamento, actualizado diariamente, com a lista das provas de exame, cada uma das operações que faltava executar, o tempo estimado de cada operação e o número de dias que seria necessário trabalhar para concluir a produção nas datas de entrega limites. O Quadro de Planeamento estava disposto em painéis de informação, junto dos postos de trabalho, com dados de produção e indicando eventuais problemas de qualidade. Este apoio visual serviu também para marcar o tempo *takt* através do controlo das operações que provocam estrangulamento de produção, para efectuar balanceamentos da produção e para poder tomar decisões sustentadas acerca da realização de turnos ou de trabalho extraordinário.

Quadro 4.14 – Qualidade

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	A qualidade é somente da competência dos responsáveis pela qualidade na organização.	A qualidade é conduzida pela liderança da organização e a força de trabalho é incentivada à implementação de um sistema de qualidade pró-activo.	2
2	Não existe um sistema documental que registre a calibração e os testes realizados aos equipamentos.	Estão implementados sistemas de medição e processos de calibração. Existem documentos que comprovam que os equipamentos são regularmente verificados e que os problemas foram revistos.	2
1	A organização ainda não implementou o sistema de qualidade, de acordo com as normas de qualidade da série ISO-9000.	O sistema de qualidade está implementado na organização, de acordo com as normas de qualidade da série ISO-9000.	1
1	Não existem processos de melhoria contínua nos locais de trabalho.	As equipas de melhoria contínua estão activamente a estudar e a implementar projectos de melhoria contínua. A redução de defeitos em partes por milhão está documentada pelas equipas de melhoria contínua. As equipas usam as acções correctivas como fonte de projectos de melhoria contínua.	4
1,50	Variação: + 50 %		2,25

No factor «Qualidade», foi criado um projecto de melhoria contínua, constituído por uma equipa integrada pelo Director Executivo, cujo objectivo será encontrar acções correctivas como fonte de criação de novos projectos de melhoria contínua.

Com o objectivo de reduzir defeitos nos procedimentos, foram criados manuais de procedimentos de trabalho para cada secção, que apoiam o trabalhador e que são continuamente actualizados.

Quadro 4.15 – Poka-yoke

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	O uso de técnicas à prova de erro não é evidente no processo de fabrico.	Etilizam-se diversas técnicas à prova de erro. Os principais processos evidenciam o uso de técnicas à prova de erro.	2
1	Não houve formação na empresa sobre técnicas básicas à prova de erro.	Os trabalhadores tiveram formação em técnicas básicas à prova de erro e existe uma equipa responsável por analisar os defeitos de produção e identificar oportunidades à prova de erro.	1
3	Não são criadas formas de eliminar os maiores defeitos de produção.	Os sistemas à prova de erro foram implementados ou estão a ser desenvolvidos para eliminar os maiores defeitos de produção em cada estação de trabalho.	3
1	O produto não é estudado com o objectivo de eliminar o desperdício.	Os produtos ou as suas partes, são analisados para identificar oportunidades de <i>design</i> para eliminar o desperdício e aumentar a produtividade.	1
2	Apenas os oficiais ou chefias têm autonomia para parar a linha quando for encontrada uma unidade defeituosa.	Qualquer trabalhador tem autonomia para parar a linha quando for encontrada uma unidade defeituosa.	5
1	O processo de inspecção é executado fora das estações de trabalho, retirando amostras dos lotes.	As inspecções são incorporadas no processo e nas estações de trabalho. As técnicas <i>poka-yoke</i> previnem que produtos defeituosos sejam processados.	3
1	Os processos manuais estão sujeitos ao juízo humano.	Os processos manuais são apoiados por verificações mecânicas para evitar o juízo humano sempre que seja possível.	1
1,57	Variação: + 45 %		2,29

O «*Poka-yoke*» é uma ferramenta da PM especialmente importante na indústria gráfica, pois existem muitas actividades manuais sujeitas ao juízo humano e muitos dos defeitos de produção não podem ser rectificadas, implicando a repetição do trabalho.

Têm vindo a ser efectuadas inspecções nas estações de trabalho e qualquer trabalhador tem autonomia para parar a linha.

Existem alguns sistemas à prova de erro que estão incorporados nos equipamentos, assim como outros tipos de controlos típicos desta indústria, tal como as miras de encosto e as marcações na lombada dos cadernos para sua identificação. Têm vindo a ser criados na EME novos procedimentos *poka-yoke*.

Quadro 4.16 – Manutenção Produtiva Total (TPM)

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
1	O TPM não está a ser aplicado na empresa.	O TPM é praticado na empresa e está documentado. A lista de tarefas é preenchida e ordenada por prioridades.	1
3	Não existe um registo histórico dos equipamentos.	O registo histórico dos equipamentos é guardado e usado para estabelecer prioridades de manutenção produtiva.	3
2	Não estão organizadas as intervenções aos equipamentos em caso de avaria.	As avarias dos equipamentos são rapidamente comunicadas à equipa responsável. Existe um sentido de urgência na sua reparação. A equipa está bem treinada e organizada.	4
1	Não são usados indicadores de manutenção, como o tempo médio entre falhas (MTBF) ou tempo médio para reparação (MTTR).	80 % da manutenção é pró-activa. 95 % da manutenção produtiva é terminada nos prazos programados.	1
1	Não é feito o planeamento de manutenção para equipamentos novos ou reconstruídos.	A manutenção está integrada na fase de planeamento de aquisição de equipamentos novos ou reconstruídos.	1
1	Não são planeadas as necessidades de formação para os operadores ou pessoal da manutenção antes da vinda de novos equipamentos.	As necessidades de formação da equipa de trabalho são totalmente integradas no planeamento antes da vinda de novos equipamentos.	1
2	O <i>stock</i> das peças de substituição dos equipamentos não é planeado.	O <i>stock</i> das peças de substituição dos equipamentos resulta de actividades planeadas.	2
2	Não há preocupação dos operadores com manutenção preventiva e limpeza dos seus equipamentos.	É disponibilizado tempo diário de produção para os operadores executarem manutenção preventiva e os deveres de limpeza dos seus equipamentos.	2
2	Não estão claramente definidas as responsabilidades de manutenção.	As responsabilidades de manutenção preventiva estão definidas, tanto para a manutenção como para os operadores da produção.	2
1,67	Varição: 13 %		1,89

No factor «Manutenção Produtiva Total» houve uma evolução na comunicação das avarias dos equipamentos através da criação de pedidos de assistência electrónicos associados a uma base de dados que atribui uma numeração sequencial aos pedidos e regista todas as suas ocorrências num histórico de intervenções.

Quadro 4.17 – Redução do Tempo de Setup

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	Os tempos de <i>setup</i> são melhorados sem qualquer relação com uma cadeia de valor específica.	Os tempos de <i>setup</i> são melhorados com base no planeamento da cadeia de valor.	2
2	Os tempos de <i>setup</i> não estão a ser analisados.	Os tempos de <i>setup</i> são analisados por gráficos de fluxo. Estão em curso análises às melhorias do processo. Existe evidência da redução dos tempos de paragem devido a mudanças realizadas nos tempos de <i>setup</i> .	2
2	Os tempos de <i>setup</i> levam horas.	Os tempos de <i>setup</i> são realizados em minutos ou segundos.	2
3	As ferramentas de <i>setup</i> não estão organizadas nem imediatamente disponíveis.	As ferramentas de <i>setup</i> estão bem organizadas e imediatamente disponíveis. Usam-se formas de controlo visual.	3
2	Os procedimentos de <i>setup</i> não estão uniformizados.	Os procedimentos de <i>setup</i> estão uniformizados e são repetidos noutras áreas de produção. Procedimentos uniformizados e listas de verificação estão visíveis e são seguidos.	2
1	Não são desenvolvidos equipamentos e ferramentas especiais com o objectivo de reduzir o tempo de <i>setup</i> .	São desenvolvidos e implementados equipamentos e ferramentas especiais para reduzir o tempo e o trabalho envolvido na preparação.	1
2,00	Variação:	0 %	2,00

Na Redução do «Tempo de Setup» não se verificaram alterações evidentes na organização. No ponto 4.2.7 foi analisada a redução do tempo de *setup* na impressão *offset*, considerada a secção com mais e maiores tempos de *setup* e que é uma operação de estrangulamento nos trabalhos a duas ou mais cores.

Quadro 4.18 – Organização do Local de Trabalho

Antes	Práticas de Produção em Massa	Práticas de Produção Magra	Após
2	Muitas estações de trabalho estão desarrumadas e com diversos materiais e ferramentas que não são necessárias às tarefas que executam.	As estações de trabalho estão bem organizadas e apenas estão no local os materiais e as ferramentas de uso regular.	2
2	Não há uma forma organizada na colocação dos materiais nas estações de trabalho.	Existe um local para tudo e tudo está no seu lugar. Os itens – ferramentas, materiais, paletes, contentores – estão identificados e são fáceis de encontrar.	4
3	As estações de trabalho estão sujas e desorganizadas.	As estações de trabalho estão limpas e organizadas.	3
2	Não se espera que as pessoas mantenham limpas e organizadas as suas estações de trabalho.	Os trabalhadores têm procedimentos de limpeza comuns, com listas de verificação e são responsáveis pela organização e limpeza das suas estações de trabalho.	2
2	Não existem procedimentos a serem seguidos na organização dos locais de trabalho.	Os trabalhadores têm responsabilidades nas suas estações de trabalho e é visível a organização através de documentação normalizada.	2
1	Não existem linhas no pavimento que definam as áreas de trabalho.	A área fabril tem linhas no pavimento que identificam as áreas de trabalho, e os caminhos e corredores para movimentação de materiais.	5
2,00	Variação: + 50 %		3,00

A «Organização do Local de Trabalho» foi melhorada através da identificação dos contentores para recolha de apara branca, apara de cor e plástico. Foram definidos os locais para arrumação de contentores e paletes.

Foram criadas linhas no pavimento para a identificação das áreas de trabalho e movimentação de pessoas e materiais.

4.3.2. Resultado da Avaliação

O Quadro 4.19 resume a pontuação atribuída antes do estudo de caso e após, considerando a aplicação das sugestões apresentadas.

Quadro 4.19 – Resumo dos Factores do Modelo

PILARES	FACTORES DO MODELO	ANTES	APÓS	VAR.
Just-In-Time	Balanceamento do processo de fabrico	2,00	2,00	0 %
	Movimentação de materiais	1,75	2,50	+ 43 %
	Fluxo de fabrico	1,25	2,25	+ 80 %
Pessoas	Formação	1,83	2,17	+ 18 %
	Envolvimento da Equipa	1,75	2,75	+ 57 %
	Comunicação na organização	2,25	2,25	0 %
Excelência no fabrico	Gestão visual	1,60	2,60	+ 63 %
	Qualidade	1,50	2,25	+ 50 %
	<i>Poka-yoke</i>	1,57	2,29	+ 45 %
	Manutenção Produtiva Total (TPM)	1,67	1,89	+ 13 %
	Redução do tempo de <i>setup</i>	2,00	2,00	0 %
	Organização do local de trabalho	2,00	3,00	+ 50 %
MÉDIA		1,76	2,33	+ 32 %

O Quadro 4.20 dá indicações sobre o resultado final da avaliação, permitindo concluir que «antes» do estudo de caso, e com uma pontuação de 1,76, a EME fabricava pelo método de produção em massa.

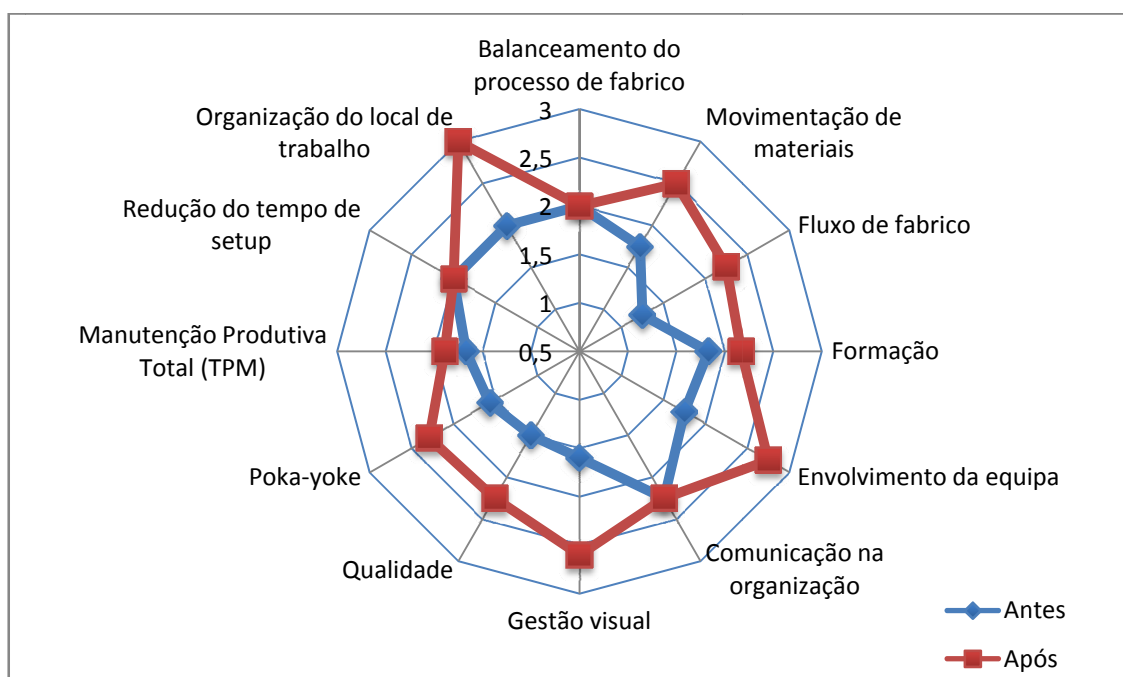
«Após» o estudo de caso, foi obtida uma variação de + 32 %, para 2,33 pontos, verificando-se que a EME, continuará a produzir segundo o mesmo método de produção, embora tenha possibilidade de iniciar uma transformação no seu fabrico para o método de PM, após a aplicação das sugestões apresentadas.

Quadro 4.20 – Avaliação global

Pontuação média obtida	Descrição
≥ 1 e < 2	A organização fabrica pelo método de produção em massa.
≥ 2 e < 3	A organização produz segundo o método de produção em massa, tendo já iniciado uma transformação no fabrico para o método de PM.
≥ 3 e < 4	A organização produz pelo método de PM, utilizando ainda algumas práticas de produção em massa.
≥ 4 e ≤ 5	A organização fabrica pelo método de PM.

O Quadro 4.21 exibe um gráfico em radar, com escala de um a cinco, que mede a evolução da EME durante o estudo de caso, relativamente à utilização de práticas dos dois métodos de produção em análise. O gráfico analisa os doze factores-chave do modelo, sendo observáveis os impactos positivos em nove dos doze factores.

Quadro 4.21 – Perfil *Lean*



O polígono a vermelho representa o estado da EME no final do estudo. Quanto maior for a área deste polígono, maior será a proximidade ao estado *lean*. O objectivo é conseguir um polígono simétrico, de escala cinco, em todos os factores-chave.

Antes do estudo de caso, as três áreas da EME mais próximas do fabrico de produção em massa foram o Fluxo de fabrico, a Qualidade e o *Poka-yoke*. As três áreas mais próximas do método de PM foram a Redução do tempo de *setup*, a Organização do local de trabalho e a Comunicação na organização.

Após as aplicações práticas do estudo de caso, verifica-se que os três factores-chave que mais contribuem para o método de produção em massa são o TPM, a Redução do tempo de *setup* e o Balanceamento do processo de fabrico. As três áreas mais próximas do método de PM são a Organização do local de trabalho, a Gestão visual e o Envolvimento da equipa.

4.3.3. Validação do Modelo

A concepção do modelo de avaliação da PM para a indústria gráfica teve como referência o modelo de Tapping (2000), composto por dez factores de análise e o modelo da Industrial Solutions (2005), composto por 15 factores de análise.

O modelo de avaliação concebido é constituído por doze factores que se decompõem em diversas práticas características do método de produção em massa e do método de PM. O modelo abrange três pilares base da organização: o JIT, as pessoas e a excelência no fabrico.

De forma a validar o modelo, foi efectuado um inquérito dirigido a diversos profissionais da indústria gráfica, tendo-se verificado que os factores que compõem o modelo eram representativos do método de fabrico da organização. Apurou-se que todos os factores tiveram aplicação e estavam directamente relacionados com a cadeia de valor das empresas da área gráfica inquiridas. O perfil *lean* obtido, evidenciou as áreas da organização com menor desenvolvimento e que necessitam de melhoria. Como resultado final, a caracterização do método de fabrico, correspondeu à percepção que os profissionais tinham da sua organização.

4.4. Barreiras à implementação da Produção Magra

Para que a EME implemente o sistema de PM na sua organização, terá de procurar ultrapassar diversas barreiras e dificuldades. Após o estudo de caso, foi perceptível existirem três barreiras principais que fazem com que a organização continue a praticar métodos de produção em massa.

As três razões principais, também são referidas por Jackson (1996), são as seguintes:

1. O tempo de preparação de um sistema de PM requer acompanhamento e dispêndio de tempo. A organização que não esteja a pensar na direcção de um crescimento sustentado de longo prazo não terá a paciência necessária para a plena implementação do novo método de produção.

2. O processo de transformação de uma organização com produção em massa para PM requer muitas alterações físicas e processuais, muitas vezes acompanhadas por distúrbios na estrutura e nos processos da organização. A organização que não tenha a coragem necessária, ou ainda não tenha vivido uma crise, não sentirá uma grande compulsão para, por si só, avançar e passar pelo desconfortável caos conhecido por mudança.
3. A metamorfose, de uma organização de produção em massa para a PM tem de ser desejada, decidida por cima e, mais importante, conduzida pelo líder da empresa. Se os gestores da organização não estiverem informados ou comprometidos com a *lean management*, a PM não terá grandes probabilidades de acontecer.

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do estudo e reflecte-se sobre os trabalhos de investigação que poderão ser desenvolvidos no futuro.

5.1. Conclusões

Esta investigação consistiu na concepção de um modelo de avaliação da PM que permitisse aquilatar o estado *lean* de uma empresa gráfica, revelando os principais factores que potenciam a sua transformação numa organização magra, com o principal objectivo de contribuir para o aumento da sua rentabilidade e competitividade.

Para conceber e testar o modelo de avaliação, foi realizado um estudo de caso numa empresa gráfica, onde foram detectados e analisados diversos desperdícios, permitindo encontrar oportunidades de melhorar o nível *lean* da empresa.

O estudo de caso permitiu concluir que:

- A alteração do *layout* do armazém de matéria-prima (ver 4.2.1.) aumentará a sua capacidade em 63 %.
- A aquisição atempada de matéria-prima para as provas de exame (ver 4.2.1.) evitará a recepção de 150 paletes de papel em armazém e o dispêndio antecipado de cerca de 50 000 Euros.
- Através da utilização de cartões *kanban* na área de produto acabado (ver 4.2.2.), será possível produzir sem excesso e ao ritmo da procura, resultando num nivelamento da produção, com um importante impacto na redução do *stock*.
- Através da redução de *stocks* (ver 4.2.3.), e respectiva eliminação do armazém arrendado, será possível poupar 30 000 Euros/ano.

- A uniformização de gramagens de papel nas provas de exame (ver 4.2.4.), permitirá reduzir o custo de matéria-prima em 40 000 Euros. Haverá também impacto na redução do *stock* de papel em armazém.
- A sincronização entre as entregas de matéria-prima e o fabrico (ver 4.2.4.) permitirá uma redução em cerca de 80 % do total de papel em armazém.
- A automatização do processo de compra de matéria-prima (ver 4.2.5.) eliminará o tempo de espera por papel.
- Com a aplicação de técnicas de redução do tempo de *setup* na impressão (ver 4.2.7.), estima-se que será possível reduzir o tempo de *setup* em 80 %.
- Um sistema de sugestão de ideias (ver 4.2.9.) permitirá: reduzir custos; melhorar a qualidade do serviço prestado aos clientes; melhorar estações de trabalho; reduzir tempos de execução e tornar os clientes, fornecedores e colaboradores mais satisfeitos.
- O quadro de planeamento de apoio aos exames nacionais (ver 4.2.11.) evitará um gasto de 10 000 Euros em horas extra por época de exames.

A aplicação do modelo de avaliação à EME, em dois momentos, permitiu constatar uma evolução positiva em nove dos doze factores de análise. A aplicação das sugestões apresentadas, permitirá à EME registar uma variação global de 32 % relativamente à avaliação registada no início do estudo, aproximando-se do método de produção magra.

O modelo permitiu ainda concluir que, antes do estudo de caso, a EME fabricava pelo método de produção em massa e que, após as sugestões apresentadas, a empresa estará em condições de iniciar uma transformação no fabrico para o método de PM.

Dos inquéritos submetidos a diversas empresas gráficas para validação do modelo, foi possível constatar que as empresas gráficas ainda produzem segundo o método de produção em massa, embora tenham já iniciado a sua transformação para o fabrico de PM, aplicando algumas das práticas características deste método de produção.

Espera-se que este estudo tenha contribuído para uma maior clarificação do método de PM e do seu valor para a organização, ajudando a compreender que é possível, e necessário, modificar a forma de produzir valor numa gráfica.

5.2. Sugestões para trabalhos futuros

Neste estudo foi criado um modelo de avaliação adaptado à indústria gráfica, composto pelos factores da PM que mais poderão influenciar o desempenho de uma organização. Sugere-se que outros estudos sejam feitos, abrangendo empresas com outras especialidades gráficas, de forma a tornar o modelo mais completo.

Esta investigação centrou-se no impacto do conceito de PM numa organização, acompanhado de algumas recomendações e linhas gerais de orientação para apoiar as empresas gráficas na transformação do método de produção em massa para o método de PM. De forma a complementar este trabalho, sugere-se que sejam desenvolvidos métodos que facilitem a implementação desta transformação na área gráfica, assim como realizar aplicações práticas dos métodos de PM na área gráfica.

Sugere-se, ainda, aprofundar o estudo dos factores organizacionais inibidores e / ou potenciadores da mudança cultural necessária à transformação *lean*.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, Nuno (2007). Masaaki Imai – O mestre do perfeccionismo. *Exame*, pp. 12-14.
- Araujo, C. e Rentes, A. (2006). A metodologia kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta. *Revista Gestão Industrial*, 2.º Volume, Número 2, pp. 133-142.
- Cabral, J. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção – dos conceitos à prática...* 5.ª Edição, Lidel, Edições Técnicas, Lisboa.
- CEFET-RS (2007). *TPM – Total Productive Maintenance*. Acedido a 3 de Fevereiro de 2007, em:
<http://labinfo.cefetrs.edu.br/professores/johnsoprana/controle%20da%20qualidade/1-introducao%20ao%20tpm.pdf>.
- Centro de Formação Profissional da Indústria Metalúrgica e Metalomecânica (2006). *Metodologia dos 5S*. CENFIM, Lisboa.
- Cost, F. e Daly, B. (2003). *Digital integration and lean manufacturing practices of U.S. printing firms*. Rochester Institute of Technology. Printing Industry Center, acedido a 23 de Novembro de 2006, em:
<http://print.rit.edu/pubs/picrm200309.pdf>.
- Courtois, A.; Pillet, M. e Martin-Bonnefois, C. (2006). *Gestão da Produção*. 5.ª Edição, Lidel, Edições Técnicas, Lisboa.
- Ernst & Young (2007). *Competitiveness of the European Graphic Industry – Prospects for the EU printing sector to respond to its structural and technological challenges*. Acedido a 20 de Outubro de 2007, em:
http://ec.europa.eu/enterprise/forest_based/graphic_study_report_en.pdf.

- Ferreira, K. (2003). *Tecnologia da informação e logística: os impactos do EDI nas operações logísticas de uma empresa do sector automobilístico*. Monografia de Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 147 pp.
- Ferreira, F. (2004). *Análise da implantação de um sistema de manufatura enxuta em uma empresa de autopeças*. Dissertação de Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional. Universidade de Taubaté, São Paulo. 180 pp.
- Gemba Research (2007). *TPS – Toyota Production System ou Thinking People System*. Acedido a 5 de Março de 2007, em: <http://www.gemba.com/Portuguese/consulting.cfm?id=144>.
- Gibson, R. (1997). *Rethinking the future*, Editorial Nicholas Brealey Publishing Limited, Londres.
- Hall, J. (1997). TPM Activities at Motorola SCG America. *Semiconductor Manufacturing Conference Proceedings, IEEE International Symposium on*. USA, pp. B5-B8.
- Hutchins, D. (1998). Introducing TPM [Total Productive Maintenance]. *Manufacturing Engineer*. 77: 34-39.
- Industrial Solutions (2005). *Lean Value Stream Assessment Tool*. Acedido a 30 de Março de 2007, em: <http://www.isiworld.net/PDF/LeanOfficeScorecard.pdf>.
- Jackson, T. et al. (1996). *Implementing a lean management system*. Productivity Press, Portland.
- Lapinski, V. (2007, Julho). Roland 700 Directdrive obtém prémio. *Revista T&G*, p. 12.
- Lean Affiliates (2007). *Lean Glossary*. Acedido a 23 de Setembro, em: http://leanaffiliates.com/glossary/glossary_0_9.htm.

- Lean Institute Brasil (2007a). *Como surgiu o "Lean Manufacturing"?* Acedido a 24 de Janeiro de 2007, em:
http://www.lean.org.br/bases.php?interno=thinking_perguntas.
- Lean Institute Brasil (2007b). *Os primeiros passos rumo à Contabilidade Lean*. Acedido a 27 de Janeiro de 2007, em:
http://www.lean.org.br/download/artigo_11.pdf.
- Lean Institute Brasil (2007c). *Sobre o Nivelamento (Heijunka)*. Acedido a 27 de Janeiro de 2007, em: http://lean.org.br/download/artigo_32.pdf.
- Liker, Jeffrey K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill, New York.
- Lopes, Raul *et al.* (2006). *Quick Changeover – Aplicação prática do método SMED*. Acedido a 3 de Junho de 2007, em:
http://www.leanthinkingcommunity.org/projectos/artigo_quickchangeover.pdf.
- McClellan, J. (2004). *The Benefit of Using Simulation to Improve The Implementation of Lean Manufacturing – Case Study: Quick Changeovers to Allow Level Loading of The Assembly Line*. Master of Science Thesis. School of Technology, Brigham Young University. 85 pp.
- Monden, Yasuhiro (1983). *Toyota Production System*. Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia.
- Montabon, F. (2005). Using Kaizen Events for Back Office Processes: the Recruitment of Frontline Supervisor Co-ops. *Total Quality Management*. 16: 1139–1147.
- Naguib, H. (1993). A roadmap for the implementation of total productive maintenance (TPM) in semiconductor manufacturing operations. *Proceedings of the International Semiconductor Manufacturing Science Symposium*, 1993. pp. 89–97.

- Nicholas, J. (1998). *Competitive manufacturing management: continuous improvement, lean production, customer-focused quality*. Irwin/McGraw-Hill, cop, Boston.
- Niehueser, J. (2007, Julho). O futuro do acabamento e as tecnologias em máquinas de dobrar. *t&g*, pp. 31-35
- Palmer, V. (2001). Inventory Management Kaizen. *Proceedings of the 2nd International Workshop*. Engineering Management for Applied Technology, EMAT, 16-17 August 2001, pp. 55-56.
- Patterson, B.; Ozbayrak, M.; Papadopoulou, T. (2002). Simulation of JIT performance in a printing shop. *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*, 8-11 December 2002. pp. 1914-1921.
- Pinto, J. (2006). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. Lidel – Edições Técnicas, Lisboa.
- Pinto, J. e Gonçalves H. (2007). *Glossário de Termos*. Acedido a 12 de Junho de 2007, em:
http://www.leanthinkingcommunity.org/projectos/clt_glossario.pdf.
- Pira International (2007). *Growth in Global Print Demand Forecast in New PRIMIR Study*. Acedido a 21 de Outubro de 2007, em:
<http://www.theprintcouncil.org/Research/WWMArticlePC6-07.pdf>.
- Ribeiro, Paulo Décio (1986). *Kanban – Resultados de uma implantação bem sucedida*. COP Editora, Rio de Janeiro.
- Roldão, Victor Sequeira (2002). *Planeamento e Programação das Operações*. Monitor, Lisboa.

- Romano, F. J. (2004). *An investigation into printing industry trends*. Rochester Institute of Technology. Printing Industry Center, acessado a 1 de Abril de 2007 em <http://print.rit.edu/pubs/picrm200405.pdf>.
- Rothenberg, S. (2004). *Lean Manufacturing in Small and Medium Sized Printers*. Rochester Institute of Technology. Printing Industry Center, acessado a 23 de Novembro de 2006 em <http://print.rit.edu/pubs/picrm200404.pdf>.
- Rother, Mike e Shook, John (1998). *Aprendendo a Enxergar*. Lean Institute Brasil, São Paulo.
- Sekine, K. e Arai K. (1992). *Kaizen for quick changeover – Going beyond SMED*. Productivity Press, Portland, Oregon.
- Shingo Prize (2007). *Shingo Prize – Recognizing Business Excellence in the United States, Canada and Mexico*. Acessado a 28 de Julho de 2007, em: <http://www.shingoprize.org/Download/AwardInfo/BusinessPrize/BusinessGuidelines.pdf>.
- Shingo, Shingeo (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts.
- Shingo, Shingeo (1996). *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*, Bookman, Porto Alegre.
- SME (2007). *Lean Certification*. Acessado a 28 de Julho de 2007, em: http://www.sme.org/downloads/cert/lean/lean_brochure.pdf.
- Sobek, D. e Jimmerson, C. (2004). *A3 Reports: Tools for process improvement*. Acessado a 26 de Dezembro de 2006, em: http://www.coe.montana.edu/ie/faculty/sobek/ioc_grant/IERC_2004.pdf.
- Standard, C., e Davis, D. (1999). *Running Today's Factory: A Proven Strategy for Lean Manufacturing*. Society Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan.

Strategos (2007). *Lean Manufacturing Strategy*. Acedido a 15 de Fevereiro de 2007, em: http://www.strategosinc.com/lean_benefits_3.htm.

Tapping, D. and Fabrizio, T. (2000). *Value Stream Management: Eight Steps to Planning, Mapping and Sustaining Lean Improvements*, Productivity Press. Portland, Oregon.

Tolliver-Nigro, H. (2007). *The Industry Measure*. Acedido a 7 de Outubro de 2007, em:
http://www.theindustrymeasure.com/report/152?report_name=Digital_Printing_Transforming_Marketing_for_Small_Mid-Sized_and_Large_Businesses_a_digital_printing_primer.

Toyota (2007). *Toyota Production System*. Acedido a 24 de Junho de 2007, em:
http://www.toyota.co.jp/en/vision/production_system/index.html.

Whittier Consulting Group (2005). *Anatomy of an A3 Report – Focusing Knowledge for Better Decision-making*. Acedido a 30 de Outubro de 2007, em:
http://www.whittierconsulting.com/pdf/anatomy_of_a3.pdf.

Womack, James; Jones, Daniel; Roos, D. (1990) *The Machine That Changed the World*. Macmillan, New York.

Womack, James e Jones, Daniel (1996) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, New York.

Womack, James e Jones, Daniel (2005) *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together*. Free Press, New York.

Womack, James (2006). *The Lean Way Forward at Ford*. Acedido a 29 de Setembro de 2007, em:
<http://www.lean.org/WhoWeAre/LEINewsStory.cfm?NewsArticleId=38>.

ANEXOS

ANEXO 1 – Glossário

A construção de um glossário é importante para um melhor entendimento dos conceitos apresentados ao longo da dissertação.

Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) – Ciclo de melhoria contínua que significa “Planear-Fazer-Verificar-Agir”. O PDCA é a descrição da forma como as mudanças devem ser efectuadas numa organização. Não inclui apenas os passos do planeamento e da implementação da mudança, mas também a verificação se as alterações produziram a melhoria desejada ou esperada, agindo de forma a ajustar, corrigir ou efectuar melhoramentos adicionais com base no passo da verificação (Pinto, 2006).

Classificação ABC – Classificação de artigos por ordem decrescente de valores (em custo ou quantidade), o que origina normalmente a criação de 3 classes A, B, C, em que a classe A, constituída por uma pequena percentagem de itens tem associada uma elevada percentagem de valor – regra dos 20/80 (Roldão, 2002).

Estrangulamento (*Bottleneck*) – É algo que impede o normal funcionamento de um sistema. Trata-se de um recurso de produção cuja capacidade de produção não permite responder às necessidades do mercado. Corresponde a uma limitação ou constrangimento (Pinto, 2007).

Inspeção – Processo de avaliação de peças ou produtos, logo após a sua produção, de forma garantir que foram produzidos da forma correcta. Pode implicar decisões de aceitação/rejeição de lotes ou verificação da capacidade/controlo de processos. Idealmente a inspecção deve ser realizada na fonte e não nas etapas finas de produção. A inspecção deve ser mais activa imediatamente antes de um processo ou actividade estrangulamento, de modo a que o tempo disponível no mesmo não seja consumido em actividades decorrentes da não qualidade (Pinto, 2007).

Lead Time – Tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço. É um tempo composto pelo tempo útil (ex.: tempo de processamento) e o tempo não produtivo (ex.: avarias, armazenamento, transportes e *setup*). Ver Figura A.1. (Pinto, 2006).



Figura A.1 – Composição do *lead time*

Tempo de Ciclo (Cycle Time) – Para uma máquina, representa o tempo de saída de peças consecutivas. É o tempo definido pela mais longa das operações. O tempo de ciclo tem de estar em harmonia com o *takt time*. (Pinto, 2007).

Tempo de Espera (Waiting Time) – Referem-se a todos os tempos improdutivos (que não acrescentam valor a produtos ou serviços), exemplo: avarias e armazenamento (Pinto, 2007).

Tempo de Paragem (*Idle Time*) – Tempo durante o qual os operadores de máquinas não produzem por falta de material, reparação ou preparação de máquinas (Roldão, 2002).

Tempo de Preparação (*Setup Time*) ou (*Changeover*) – Refere-se às actividades de mudança, ajuste e preparação do equipamento para o fabrico de um novo lote ou um novo produto. Também inclui as actividades realizadas durante o processamento (Pinto, 2007).

Tempo de Processamento (*Run Time*) – Tempo necessário à produção de um artigo, o que exclui o tempo de preparação interno (Roldão, 2002).

Trabalhos em Curso (*WIP - Work In Process*) – Refere-se ao conjunto de trabalhos que fluem no sistema, o que se manifesta pela existência de materiais ao longo do sistema. Inclui existências em curso e *stocks* de segurança. Também designado como «produção em vias de fabrico» (Roldão, 2002).

Tempo Takt (*Takt Time*) – Palavra de origem Alemã que significa batuta (instrumento utilizado pelo maestro na condução de uma orquestra), (Pinto, 2007). Representa o quociente entre o tempo total disponível para a produção e o volume de unidades a produzir. Imaginemos que um cliente quer comprar uma determinada quantidade de produtos que obriga, em média, ao fabrico de 1000 unidades diárias. Em cada turno de oito horas há 28.800 segundos. Se dividirmos este período de tempo por 1000 unidades temos 28 segundos, a que chamamos tempo *takt*. Significa que é necessário produzir uma unidade a cada 28 segundos (Almeida, 2007).

Sistema Empurrado (*Push System*) – Sistema de produção em que é o plano que comanda antecipadamente as quantidades que se produzem (Roldão, 2002).

Sistema Puxado (*Pull System*) – Sistema de produção em que só se produz quando há procura (Roldão, 2002).

Six Sigma – Uma medida de qualidade e um programa de melhoria, desenvolvido pela Motorola, que se centra no controlo do processo no ponto de \pm seis *sigma* (desvio padrão) de uma linha central, ou 3,4 defeitos por milhão de itens. Inclui a identificação de factores críticos para a qualidade, determinados pelo cliente (Lean Affiliates, 2007).

VSM (*Value Stream Mapping*) – Mapeamento da cadeia de valor: trata-se de um método sistemático de identificação de todas as actividades (*dock-to-dock*) necessárias para produzir um produto ou serviço. O «mapa» inclui o fluxo de materiais e de informação (Roldão, 2002).

ANEXO 2 – Cartas de controlo de produção

A entrega no prazo é o factor mais importante na escolha dos fornecedores, de acordo com um estudo de Cost *et al.* (2003) realizado a mais de 100 empresas de impressão gráfica. Com a grande quantidade de obras em curso e sobretudo quando não existem bons sistemas de informação, torna-se uma tarefa difícil gerir dezenas de obras em produção simultânea de forma a cumprir a entrega de todas nas datas pretendidas e acordadas com os clientes. A falha de uma entrega na data pode comprometer o bom relacionamento com o cliente e a relação de confiança que depositou na empresa gráfica a quem confiou o seu trabalho.

Como Director Adjunto de Produção e responsável pelas áreas de impressão, acabamento e expedição, executo o controlo e planeamento de produção de ordens de fabrico (OF) de produção. Sendo indispensável não falhar a entrega na data combinada, criei um modelo em cartolina que funciona como uma espécie de miniatura da OF, no mesmo formato de uma carta de jogo, que tem a informação resumida da OF, com as datas de entrega acordadas com o cliente.

Por cada OF que entra na produção, é criada uma nova carta de controlo de produção que tem a data de entrega no canto superior esquerdo, permitindo, tal como nas cartas de jogo, facilitar a visualização em leque das datas de entrega das OF em curso. Os campos a preencher na carta de controlo são os elementos necessários à identificação do tipo de produto, do cliente e dos tempos de execução. O baralho de cartas ordena-se pelas datas de entrega. O verso da carta é usado para colocar notas extra. Após a finalização da OF, a carta é retirada do seu baralho e arquivado no monte das OF entregues dentro do prazo ou no monte das OF entregues fora de prazo. Visualmente, é possível apercebermo-nos do desempenho da empresa pelo tamanho dos dois montes. Se uma obra não foi entregue dentro do prazo, os motivos ficarão registados no verso da carta e servirão de alerta para que o mesmo não volte a acontecer.

Figura A.2 - Cartas de controlo de produção

O baralho pode ser usado pelo responsável de produção para controlo da totalidade das OF em execução. Os chefes de cada secção podem usar um baralho apenas com as OF que estão na sua secção, para o seu controlo e definição dos seus limites de entrega à secção seguinte.

Sempre que uma OF entra em produção, é analisada a data de entrega prevista. Se não for possível executar na data prevista, por atrasos ocorridos entretanto, planeia-se novamente uma nova data de entrega com o cliente.

Durante o estudo de caso utilizei as cartas de controlo, que me permitiu aperfeiçoar o método e comprovar as suas vantagens. O baralho proporciona a seguinte informação:

- Data de entrega do trabalho ao cliente.
- Número de OF em produção no momento.
- Principais características de cada OF em produção.
- Tempos de execução em cada secção.
- Datas de entrega por secção.

As principais vantagens das cartas de controlo de produção são:

- Controlo dos prazos de entrega dia a dia.
- Enquanto se preenche a carta, são facilmente memorizadas as características da obra e verifica-se o seu planeamento.
- Permite saber quais as OF entregues no prazo e as que sofreram atrasos.
- Permite dar resposta imediata da data de entrega prevista.
- Permite alertar o cliente antecipadamente, logo que se prevejam atrasos.
- Permite actuar no planeamento para resolver eventuais atrasos.
- É um método disciplinador para o responsável de produção.
- Podem ser guardadas num bolso e consultadas em qualquer local e em qualquer momento.

As cartas são impressas em cartolina podendo ser utilizadas diferentes cores para sinalizar o grau de importância atribuído a cada OF. O uso de cartas em vez de sistemas informáticos deve-se à necessidade de ter em qualquer lugar informação disponível, e com possibilidade de se poder acrescentar mais informação em qualquer momento e em qualquer lugar da fábrica. É, no entanto, possível substituir as cartas por formatos electrónicos portáteis, como um PDA (*Personal Digital Assistant*), que se estiver ligado à base de dados central, num sistema de rede sem fios, será possível receber e alterar informação em tempo real.

ANEXO 3 – Estudo de layout da área fabril

O actual *layout* da EME foi estudado em 1998 quando as máquinas se transferiram das antigas instalações para as actuais. Entretanto saíram algumas máquinas e entraram novas máquinas. Para a colocação das novas máquinas não se fez um estudo de *layout*, tendo se ocupado os espaços que iam ficando disponíveis.

Em análise ao actual *layout* foram detectados os seguintes problemas:

- **Dificuldade nas movimentações.** Os livros executados pela máquina Kolbus (linha de colagem) e as brochuras executadas pela máquina ST100 (linha de agrafo) têm o percurso do produto obstruído pelo posicionamento das duas máquinas de dobra, que não têm espaço suficiente entre elas para que possam haver movimentações de materiais. Para transportar as paletes para a zona de bancadas do acabamento, é necessário movimentá-las no sentido inverso da rota. Através de uma pequena alteração no sentido de andamento do tapete da máquina Kolbus, os livros poderão ser retirados pelo lado do corredor de saída, conseguindo uma redução substancial nas movimentações.
- **Dificuldade de circulação de pessoas.** Não existe um corredor definido para passagem de pessoas, e os trajectos acabam por ser longos porque as pessoas circulam à volta das máquinas. Para reduzir o percurso, é prática corrente as pessoas saltarem sobre o tapete da máquina de colar Kolbus. Com o novo *layout* proposto, existem espaços definidos para a circulação de pessoas e materiais.
- **Não há definição de um corredor de passagem para as paletes.** Não havia marcação no chão de fábrica, sucedendo-se alguns bloqueios em zonas de passagem. Durante o estudo de caso, foi definida uma marcação para a passagem de materiais.

- **Não existem marcações definidas para trabalhos em curso (WIP).** O resultado é a colocação de trabalho em vários locais dificultando a sua localização.
- **A disposição das máquinas de acabamento não está de acordo com a direcção do fluxo do produto.** As máquinas estão dispostas em impressão→coser→dobra→corte em vez de impressão→corte→dobra→coser.

Com este estudo, propõe-se a alteração do *layout* fabril da EME, que há 10 anos não é repensado e que tem criado muitas ineficiências operacionais. Esta alteração reduzirá muitos desperdícios, através da redução das movimentações, redução dos tempos de espera, redução do tempo de execução ou *lead time*, aproximando o fabrico de um fluxo contínuo.

ANEXO 4 – Mapa do fluxo de valor

Com o objectivo de visualizar o valor e as fontes de desperdício, foi realizado um mapeamento do fluxo de valor de uma brochura agrafada a arame, que representa a «Caderneta do Aluno». Foi escolhido este produto para mapear, por ser uma das tipologias mais representativas da EME e um dos produtos com maior venda.

Da análise à Figura A.5 que representa o VSM do estado actual, destaca-se um *lead time* de 22 h, devido ao atraso no lançamento de consultas para aquisição de matéria-prima, sobretudo para o papel da capa, pois o papel para o miolo é um papel corrente existente em *stock* no armazém de matéria-prima. Este atraso deve-se ao facto de existir um longo processo burocrático para aquisição de matéria-prima, envolvendo as secções de Gestão de Stocks, o SAC (Sector de Apoio ao Cliente), o SAMP (Sector de Análise de Mercado e Preços) e o Armazém de matéria-prima. Todas estas áreas são percorridas antes da Direcção de Produção poder iniciar a produção da OF e sem o controlo desta.

Na Figura A.6 apresenta-se o VSM do estado futuro onde se conseguiu uma redução de 22 h para 11 h de *lead time*, justificado pela concentração numa só secção a gestão da abertura de obra e relação directa com o fornecedor de matéria-prima para solicitação de pedidos diários. A distância total percorrida foi reduzida de 120 metros para 60 metros, considerando a aplicação do novo *lay-out* fabril proposto no Anexo 3. Sugere-se ainda eventos *kaizen* na redução de *setup* na impressão que tem maiores tempos de ciclo e de *setup* e a redução do tempo de processamento na estação de trabalho do agravo, por haver apenas um equipamento ao contrário dos restantes equipamentos do fluxo produtivo.

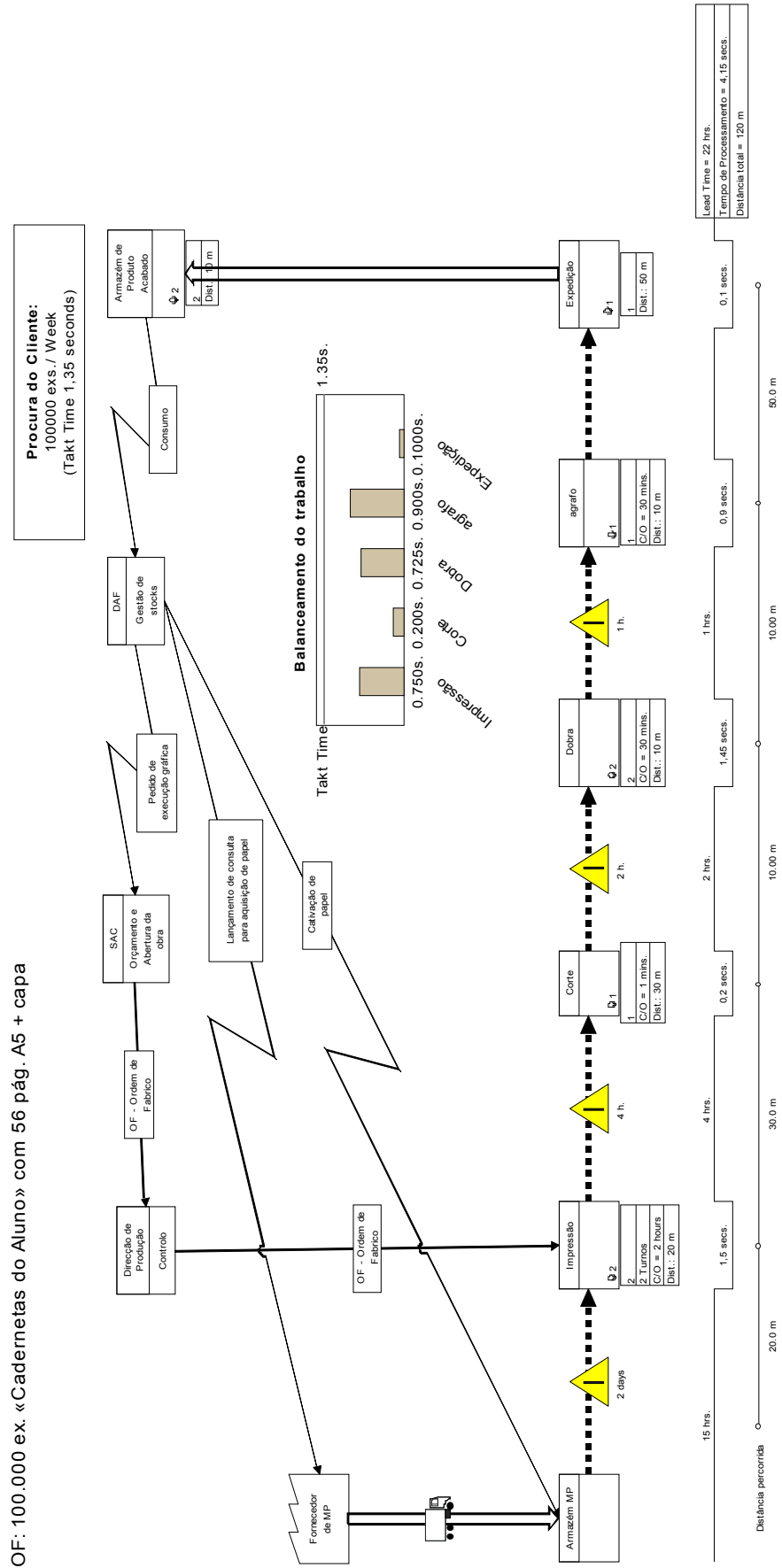


Figura A.5 – VSM actual da EME para 100 000 «Cadernetas do Aluno»

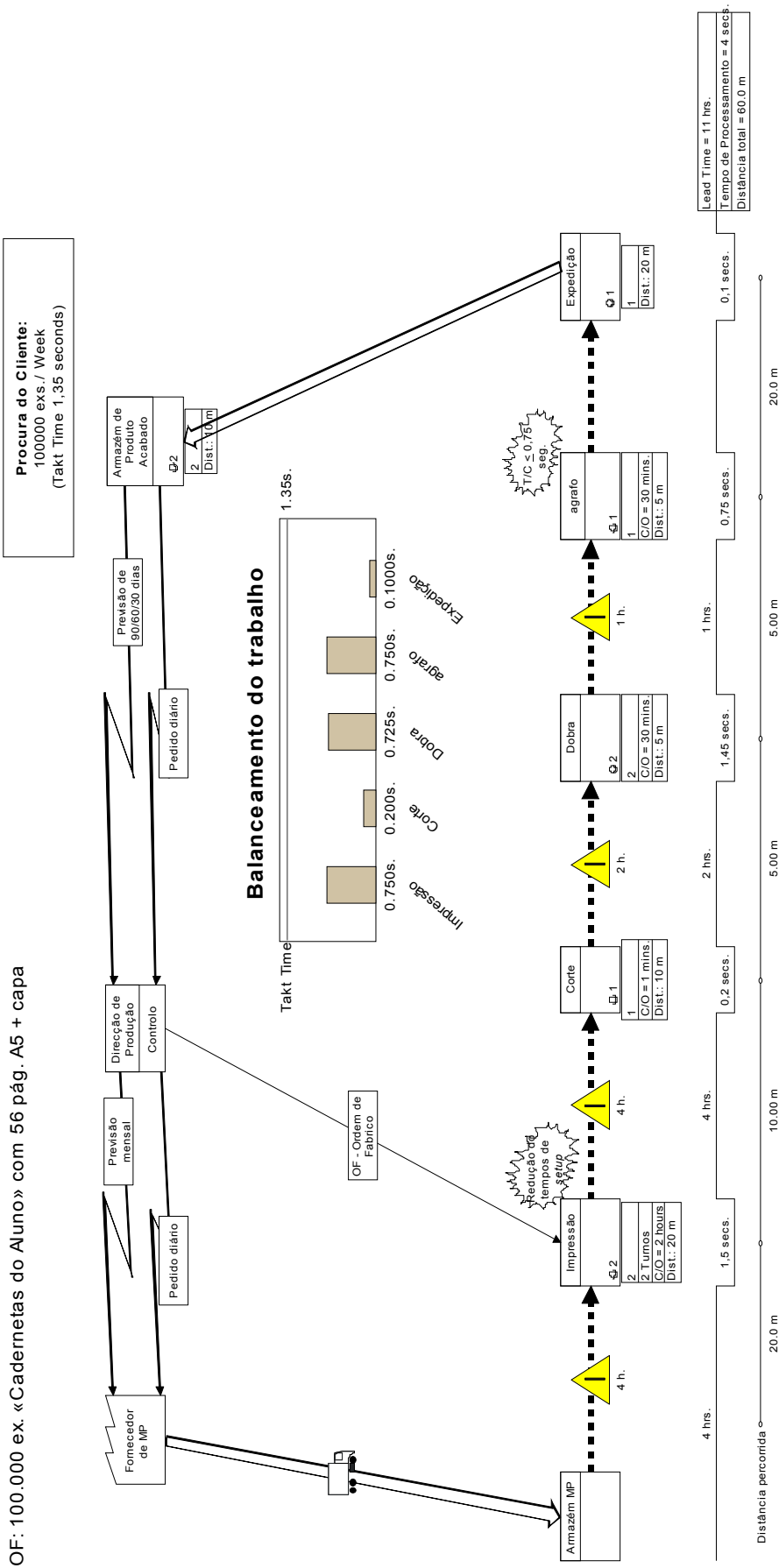


Figura A.6 – VSM futuro da EME para 100 000 «Cadernetas do Aluno»