

***MELHORIA DO PROCESSO
PRODUTIVO DA SCHMITT+SOHN
ELEVADORES - PORTO***

André Pereira Berenguel



Mestrado em Gestão de Processos e Operações

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2011

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Gestão de Processos e Operações

Candidato: André Pereira Berenguel, Nº 1020322, 1020322@isep.ipp.pt

Orientação científica: Prof. Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes, MPL@isep.ipp.pt

Supervisão: Fernando Carvalho, f.carvalho@schmitt-elevadores.com

Empresa: Schmitt+Sohn Elevadores



Mestrado em Gestão de Processos e Operações

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

4 de Dezembro de 2011

Aos meus Pais, Clara e Raul Berenguel

RESUMO

Este projeto teve como objetivo a utilização de ferramentas e conceitos *Lean*, para análise e implementação da Melhoria de Processos em ambiente fabril, com o intuito de melhorar o sistema produtivo em algumas secções da empresa SCHMITT+SOHN Elevadores. Pretende-se nesta primeira fase uma melhoria na comunicação entre os vários setores fabris, assim como uma melhoria no fluxo dos materiais. Pretende-se igualmente uma simplificação das ações dos operadores nos seus locais de trabalho.

Foi para isso necessário, numa fase inicial, a recolha e análise dos diversos dados necessários ao trabalho proposto. Foram feitos diversos *VSM's* e análises de fluxo em duas secções da empresa, com o intuito de estudar a situação atual e posteriormente proceder à implementação de um sistema *Kanban*. Foram também analisados problemas a nível de *stocks* e armazenamento de matéria-prima e materiais diversos tendo sido concretizadas diversas soluções.

O trabalho que apresentamos foi fortemente condicionado por imperativos ditados pela empresa, tendo o nosso estudo e aplicações praticas um suporte de apenas 3 meses. No restante período estivemos condicionados pela empresa a trabalhos de conhecimento do funcionamento da mesma, formação em *Kaizen* e preparação para as implementações de *VSM* e *Kanban*.

Nesta fase é ainda prematura a validação dos resultados obtidos nas secções, visto que o processo para a implementação do sistema *Kanban* ainda se encontra em fase de desenvolvimento.

Palavras-chave: *VSM, Kanban, Produção.*

ABSTRACT

This project had as objective, the use of Lean tools and concepts, for analysis and implementation of the Processes Improvement in an industrial environment, aiming to improve the productive system in some sections of the company SCHMITT+SOHN Elevadores. It is intended in this first phase an improvement in the communication among the several factory sections, as well as an improvement in the flow of the materials. Also is intended a simplification of the operators actions in their work places.

For this it was necessary, in an initial phase, to collect and analyze several necessary data to the proposed work. They were made several VSM's and flow analyses in two sections of the company, with the intent of studying the current situation and later on to proceed with the implementation of a Kanban system. They were also analyzed problems connected to the stocks level and raw material storage as other kind of materials having been summed up several solutions.

The work that we here presented was strongly conditioned by imperatives dictated by the company, that made our study and practice applications having only a 3 months support. In the remaining period we were conditioned by the company to learning their methods and operations, trainee in Kaizen and preparation for the implementation of VSM and Kanban.

At this moment it is still early for the results and data validation obtained in the sections, because the implementation process of the Kanban system still is an ongoing development process.

Keywords: *VSM, Kanban, Produção.*

AGRADECIMENTOS

A tarefa de agradecer os contributos, apreciações, conselhos e apoios recebidos é sempre difícil, quer pelos receios que se produzam falhas de memória inadmissíveis face às dívidas morais e intelectuais, quer pela modéstia do agradecimento que se pode fazer em poucas linhas. Correndo estes riscos, e assumindo que os contributos recebidos foram muito superiores ao modesto trabalho que efetuamos, desejamos agradecer profundamente a diversas pessoas cujo contributo, independentemente do tipo, foram importantes para a transformação do que era apenas uma intenção, em texto.

Logo, desejamos agradecer:

Aos meus pais que sempre me apoiaram nas minhas decisões ao longo da vida.

À minha namorada pelo apoio que me tem dado.

Ao Sr. Fernando Carvalho pela aposta em mim, na concretização das várias tarefas que me deu, incluindo o trabalho que serviu para esta Dissertação.

À Gerência da SCHMITT+SOHN por me forneceram todo o material necessário para a concretização desta Dissertação e pelo tempo que me concederam para a escrita da mesma.

À generalidade dos colegas de trabalho, pela ajuda que me deram.

Ao Sr. Jorge Baptista pelo interesse e suporte manifestados.

Ao Prof. Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes pela disponibilidade e apoio.

ÍNDICE

Conteúdo

RESUMO	IV
ABSTRACT	V
AGRADECIMENTOS	VI
ÍNDICE	VII
ACRÓNIMOS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABELAS	XII
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2 OBJECTIVOS	14
1.3 CALENDARIZAÇÃO	14
1.4 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	15
1.5 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	16
2 REVISÃO DO ESTADO DA ARTE	18
2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO	18
2.1.1 <i>Introdução</i>	18
2.1.2 <i>Da força braçal à força do vapor</i>	19
2.1.3 <i>A Primeira Revolução Industrial</i>	23
2.1.4 <i>A Segunda Revolução Industrial</i>	25
2.1.5 <i>Lean Production, Kanban e VSM</i>	28
2.2 FERRAMENTAS E TÉCNICAS UTILIZADAS	31
2.2.1 <i>VALUE STREAM MAPPING (VSM)</i>	31
2.2.2 <i>KANBAN</i>	43
2.2.3 <i>EFICÁCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)</i>	52
2.2.4 <i>Diagrama ABC</i>	53
2.2.5 <i>5s</i>	54
3 PROJECTOS DESENVOLVIDOS	56
3.1 SECÇÃO P80	56
3.1.1 <i>RETRATO DA SITUAÇÃO ATUAL</i>	56
3.1.2 <i>ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO</i>	58
3.1.3 <i>PROPOSTAS DE MELHORIA NA SECÇÃO P80</i>	61
3.2 SECÇÃO ARMAZENAGEM DE CHAPA	63
3.2.1 <i>RETRATO DA SITUAÇÃO ACTUAL</i>	63

3.2.2	MELHORIAS IDENTIFICADAS	63
3.3	SECÇÃO P04.1.....	69
3.3.1	MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO	69
3.3.2	PROPOSTA DE MELHORIA	77
4	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	81
	BIBLIOGRAFIA.....	83
5	ANEXO A – VSM DA FAMÍLIA 1 (P80)	86
6	ANEXO B – VSM DA FAMÍLIA 2 (P80).....	87
7	ANEXO C – VSM DA FAMÍLIA 3 (P80)	88
8	ANEXO D – VSM DA FAMÍLIA 4 (P80)	89
9	ANEXO E – VSM FAMÍLIA 5 (P80)	90
10	ANEXO F – VSM FAMÍLIA 6 (P80).....	91
11	ANEXO G - VISTA GERAL DOS FLUXOS DA P30	92
12	ANEXO H - FLUXO NAS PORTAS DE CABINA (P30).....	93
13	ANEXO I - FLUXO NAS PORTAS DE PATAMAR DESMONTADAS.....	94
14	ANEXO J - FLUXO NAS PORTAS DE PATAMAR MONTADAS (P30)	95
15	ANEXO K - REGISTO DE CHAPA USADA.....	96

ACRÓNIMOS

D -	Demanda média diária do item (itens/dia)
FIFO -	<i>First-in-First-Out</i>
IMVP -	<i>International Motor Vehicle Program</i>
JIT -	<i>Just-in-Time</i>
K -	O número de contentores
LM -	Lote mínimo de produção
LT -	<i>Lead time</i>
MIT -	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MTBF -	<i>Medium Time Between Failure</i>
N -	Número total de cartões <i>Kanban</i> no sistema
NVAT -	<i>Non-value-added-time</i> , tempo de valor não acrescentado
OEE -	Indicador de eficácia global do equipamento
Q -	Tamanho do lote por contentor ou cartão (itens/cartão)
Q/K -	O número de peças por contentor
S -	Fator de segurança, em percentual do dia (%)
SMED -	<i>“Single-Minute Exchange of Die”</i>
SS -	<i>Stock</i> de segurança
T_{mov} -	Tempo total para um cartão <i>Kanban</i> de movimentação completar um circuito, em percentual do dia, entre os supermercados do produtor e do consumidor (%)
T/C -	Tempo de ciclo
T/S -	Tempo de <i>setup</i>
T/U -	<i>Uptime</i> , tempo de funcionamento da máquina
TAKT -	<i>Tak-Time</i> , ritmo da produção
T_{prod} -	Tempo total para um cartão <i>Kanban</i> de produção completar um ciclo produtivo, em percentual do dia, na estação de trabalho (%)
TPS -	<i>Toyota Production System</i>
TR -	<i>Lead Time</i>
VAT -	<i>Value-added-time</i> , tempo de valor acrescentado
VS -	<i>Value Stream</i>
VSM -	<i>Value Stream Mapping</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Instalações físicas, vista aérea.....	16
Figura 2 – Instalações a Sul.....	17
Figura 3 - Instalações a Norte	17
Figura 4 - Eolípila de Héron.....	20
Figura 5 - A “Marmita de Papin”.....	20
Figura 6 - Máquina a vapor de Savery.....	21
Figura 7 - Máquina de Newcomen.....	22
Figura 8 - Máquina de Watt.....	22
Figura 9 - Produção de aeronaves na II Guerra Mundial.....	27
Figura 10 - Passos para a implementação VSM.....	32
Figura 11 - Seleção de uma família de produt.....	32
Figura 12 - Mapa da situação atual	33
Figura 13 - Bloco de dados	34
Figura 14 - Passos para a construção do VSM atual.....	35
Figura 15 - Tipos de cartão Kanban.....	44
Figura 16 - Cartão de requisição	45
Figura 17 - Cartão de produção.....	46
Figura 18 - Cartão de fornecedor	47
Figura 19 - Sistema de 1 cartão <i>Kanban</i>	49
Figura 20 - Sistema de 2 cartões	50
Figura 21 - Diagrama ABC	54
Figura 22 - VSM - Painéis (Família 3).....	59
Figura 23 - Melhorias detetadas para mapa futuro	61
Figura 24 - Prateleiras de chapa	64
Figura 25 - Marcador.....	65
Figura 26 - Prateleiras de chapa sinalizada	66
Figura 27 - Diagrama ABC	67
Figura 28 - Vista Geral dos fluxos	69
Figura 29 - Caixa sem identificação.....	70
Figura 30 - Montagem de Portas de Cabina	71
Figura 31 - Portas de Patamar Desmontados	73
Figura 32 - Portas de Patamar Montadas	75
Figura 33 - Prateleiras à direita.....	76
Figura 34 - Prateleiras à esquerda.....	77
Figura 35 – Melhorias no S.M e bancas de trabalho P30	78

Figura 36 - Catalogação das caixas e prateleiras.....	79
Figura 37 - Melhorias nos fluxos efetuadas na P30.....	79

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Calendarização	14
Tabela 2 – Tipos de elevadores produzidos	18
Tabela 3 – Alguma simbologia utilizada em <i>VSM</i>.....	42
Tabela 4 - Famílias de Produtos.....	57
Tabela 5 - Resumo Famílias de Produtos.....	58
Tabela 6 - Excerto do mapa de chapas.....	68

1 INTRODUÇÃO

Esta Dissertação está inserida no âmbito curricular do Mestrado de Gestão de Processos e Operações do Departamento de Mecânica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, ISEP.

O tema aqui proposto insere-se num projeto de Melhoria Contínua na empresa SCHMITT+SOHN elevadores, onde foram aplicados alguns conceitos teóricos estudados ao longo do curso.

O projeto, relatado ao longo deste trabalho, descreve o processo produtivo de duas distintas secções da empresa, e tem como objetivo a melhoria do fluxo de material entre as diversas secções do ramo produtivo.

O motivo da realização deste projeto, prende-se com a necessidade de tornar a empresa mais competitiva junto da concorrência, com focalização no recurso ferramentas *Lean Production*, para a melhoria da eficácia do processo produtivo.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A SCHMITT+SOHN é uma empresa de topo na Europa, no ramo da construção e manutenção de elevadores.

Tendo sempre em mente a melhoria nos níveis de serviços prestados e na produtividade, a empresa foca-se neste momento na melhoria dos tempos de processo de fabricação e simplificação dos mesmos, de forma a cumprir a exigência dos pedidos por parte dos clientes nomeadamente, prazos de entrega, sem por em causa o grau da qualidade dos produtos.

1.2 OBJECTIVOS

O objetivo principal deste trabalho é descrever a situação atual da empresa em dois setores fundamentais da fábrica: sector inicial (transformação de chapa) e o sector final de montagem (portas de patamar e cabina). Tem igualmente como objetivo demonstrar algumas soluções possíveis para a melhoria das mesmas.

Devido à complexidade do projeto o mesmo foi dividido em etapas, onde se destacam:

- Análise das tipologias de Chapas recebidas pela secção de transformação de chapa;
- Anotação de dados, realização do VSM para a secção de transformação de chapa e propostas de melhorias;
- Análise dos diversos fluxos de materiais recebidos pela secção de montagem;
- Melhorias efetuadas nas secções;
- Algumas propostas para o futuro.
-

1.3 CALENDARIZAÇÃO

De forma a atingir os objetivos propostos, foi necessário uma calendarização dos mesmos, sendo o seu cumprimento, obrigatório.

Tabela 1 – Calendarização

INICIO	FIM	OBJETIVO
Março	Abril	Análise do processo de fabrico da secção P80
Maio	Junho	Propostas de Melhoria para secção P80
Julho	Agosto	Melhorias efetuadas na secção P80
Agosto	Outubro	Análise do processo de montagem da secção P30
Outubro	Outubro	Propostas para futuro para a secção P30

1.4 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este estudo visa satisfazer a aplicação das metodologias *Kanban* e *VSM* em determinados setores da empresa SCHMITT+SOHN elevadores.

No primeiro capítulo são retratados de forma sucinta os objetivos pretendidos neste trabalho.

O segundo capítulo faz uma abordagem histórica da Produção, partindo da introdução das máquinas a vapor nos finais do séc. XVII, permitindo os primeiros conceitos de Organização da Produção, que ocorreriam durante a Primeira Revolução Industrial. Apresentamos o surgimento de sinergias que teriam como resultado o aparecimento da mudança na natureza na Organização da Produção durante a Segunda Revolução Industrial. Para o período relativo ao primeiro quartel do séc. XX, discutimos o aparecimento do conceito *JIT – Just-in-Time*, finalizando com os processos que incluem o *Kanban* e o *VSM – Value Stream Mapping*, os nossos temas centrais. Dedicamos ainda este capítulo à discussão teórica da metodologia *VSM*, com exemplos generalistas, seguindo alguns dos mais reputados autores desta área, assim como discutimos a teorização relativa aos cartões *Kanban*, dando relevo às equações utilizadas neste processo, demonstrando graficamente a sua implementação.

O terceiro capítulo é dedicado ao nosso *Case Study*, que incide sobre o estágio de 7 meses efetuado na empresa já referida¹. Descrevemos as situações encontradas e as ações tomadas para a solução de diversos problemas através das futuras implementações *Kanban* e *VSM* em setores específicos da fábrica. Mencionamos a apresentação que demos nas áreas investigadas, para implementação *VSM*, que foi efetuada nas instalações de Leça do Balio e na sede, na Alemanha.

Por último, apresentamos as nossas conclusões e recomendações, abordando exclusivamente aos sectores da fábrica que foram estudados.

¹ Como já referimos no Resumo, apenas 3 meses puderem ser aplicados neste estudo, por razões alheias à nossa vontade.

1.5 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Fundação do grupo SHMITT remonta a 1861, sendo constituído por 18 empresas, com uma existência de 5 gerações. Produz anualmente um total de 1700 elevadores.

A empresa SCHMITT+SOHN elevadores situa-se em Leça do Balio, sendo as suas instalações físicas compostas por 3 blocos, com as suas áreas assinaladas a vermelho na vista aérea da figura 1.

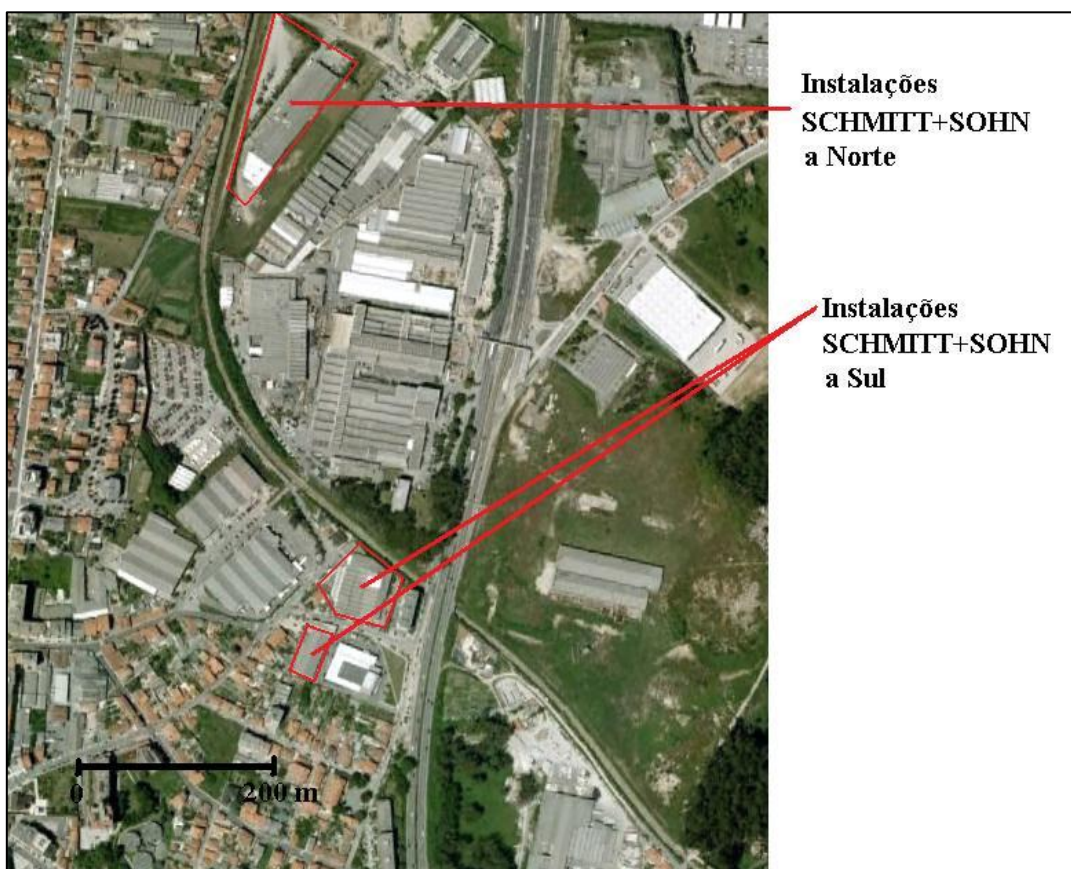


Figura 1 – Instalações físicas, vista aérea

O centro dos dois blocos situados a Sul distam, sensivelmente, 550 m do centro do bloco situado a Norte. As figuras 2 e 3 fornecem uma visão mais aproximada das três estruturas.



Figura 2 – Instalações a Sul



Figura 3 - Instalações a Norte

A empresa produz atualmente 775 elevadores por ano, repartidos por 4 modelos principais, como é visível na tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de elevadores produzidos

Tipo Elevador	Total (Quantidade)	Preço médio (€)	Total (€)
<i>ISI</i>	513	16000	8208000
<i>AOM</i>	219	19000	4161000
<i>HP</i>	23	23000	529000
<i>SP</i>	20	45000	900000
	775		13798000

2 REVISÃO DO ESTADO DA ARTE

Ao longo deste capítulo serão demonstrados alguns conceitos teóricos, sobre ferramentas *Lean*, nomeadamente *VSM* e *Kanban*, que foram utilizadas no *case study*.

2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRODUÇÃO

2.1.1 Introdução

É do conhecimento geral que a Produção iniciou-se com a criação das primeiras ferramentas e utensílios pelo homem pré-histórico. Poder-se-á considerar, inclusive, que a produção em grandes quantidades das ferramentas de pedra, constituiu a primeira forma de “produção em massa”.

Com a intenção de criar um texto coerente, optamos por uma divisão capitular que tivesse o seu início no surgimento das primeiras máquinas que dispensassem o recurso à força muscular ou dos ventos e águas. O surgimento destas máquinas trariam consigo as revoluções industriais e estas, dariam lentamente, origem aos métodos de controlo da produção.

O conhecimento da Produção, no sentido atual da terminologia, implica no conhecimento da sua evolução. Uma vez que o nosso objetivo é dissertar sobre a problemática *Kanban – VSM (Value Stream Mapping)* e não o de efetuar um estudo histórico, há todo o sentido, que se inicie este breve desenvolvimento histórico partindo da chamada “Primeira Revolução Industrial”, mais próxima de nós.

Contrariamente ao que vulgarmente se comenta, não se deve falar na “Revolução Industrial”, mas sim na Primeira Revolução Industrial e na Segunda Revolução Industrial. Como é sabido, na atualidade o termo “Terceira Revolução Industrial” é lugar-comum, face ao advento das mais recentes tecnologias, nomeadamente as digitais e, ainda que no campo puramente especulativo, se possa considerar uma “Quarta” que implica a cada vez maior implementação de avançados métodos de controlo da Produção como o *Kanban* e o *VSM*.

Acreditamos que a paciente leitura da nossa resenha histórica será um valor acrescido para o entendimento dos capítulos seguintes, forçosamente de vertente técnica, e dirigidos integralmente ao objetivo desta dissertação.

Procuramos sempre, dar um seguimento coerente aos factos relevantes na História da Produção e das Metodologias da Produção, dando lugar a que o leitor se aperceba como surgem as metodologias de produção através das invenções tecnológicas.

2.1.2 Da força braçal à força do vapor.

De Amaral [s/d], retiramos a essência deste subcapítulo. Até aos finais do séc. XVII o Homem utilizou a força muscular, de homens ou animais, bem como a força das águas (moinhos de água) e dos ventos (moinhos de vento e barcos). O único exemplo histórico conhecido, que não é abarcado por estes sistemas, deve-se a Héron de Alexandria que em 150 a.C. criou a chamada eolípila (figura 4), constituída por uma esfera que recebia vapor de água de um depósito inferior, e por reação (Terceira Lei de Newton), entrava em rotação. Este dispositivo não teve nenhuma aplicação prática, mas mencionamos o facto, pela sua antiguidade e originalidade.

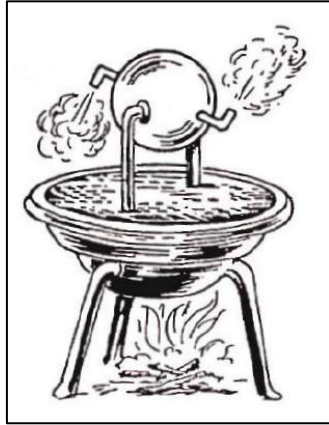


Figura 4 - Eolípila de Héron [Amaral, s/d]

Seria o francês Denis Papin (1647-1712), o primeiro a utilizar a pressão atmosférica, bem como o vapor, para a realização de trabalho mecânico.

A sua mais conhecida invenção foi a bomba centrífuga em 1689, bem como a panela de pressão. A figura 5, ilustra o que vulgarmente se chama de “Marmita de Papin”.

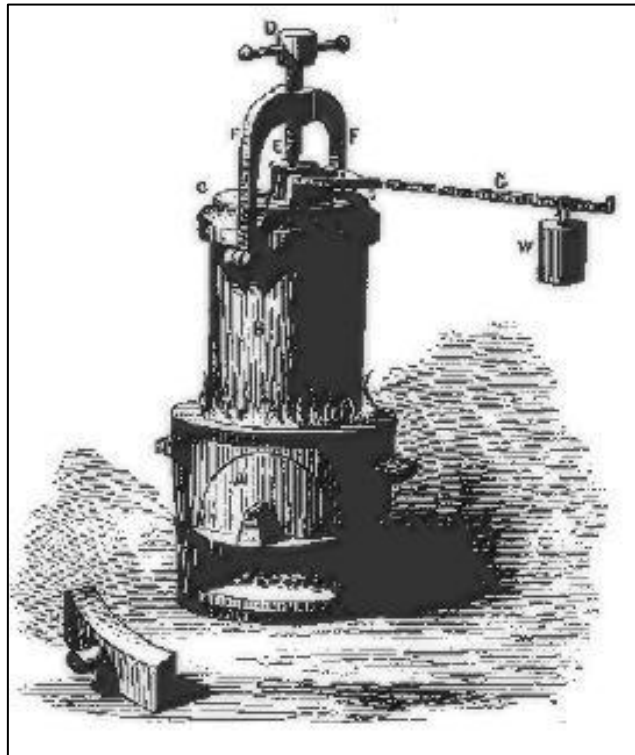


Figura 5 - A “Marmita de Papin” [Amaral, *op cit.*]

A evolução tecnológica viria a prosseguir de forma rápida, tendo Thomas Severy (1650-1715) construído a primeira máquina a vapor, com aplicação prática consistente, em 1698, e que se ilustra na figura 6.

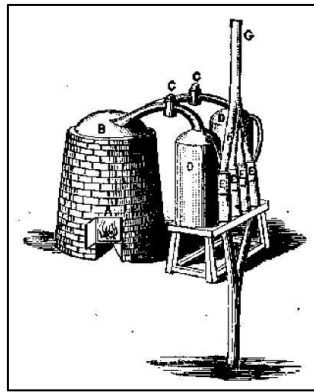


Figura 6 - Máquina a vapor de Savery [Amaral, *idem*]

Este período histórico revela-se extremamente interessante, não apenas pela quantidade de inventos que surgem, todos baseados na força do vapor, como pela sua coexistência temporal ou com muito pequenos intervalos de tempo. Prova-se esta curiosidade pelo facto de logo em 1712, Thomas Newcomen, (1663-1729) inventar a separação entre o cilindro e a caldeira das máquinas até então utilizadas. Esta ideia permitiu que o engenho executasse 6 ciclos por minuto, com capacidade para elevar 2,5 toneladas de água [Amaral, *op cit.*]. A importância desta máquina para a indústria foi extraordinária. Havia a necessidade imperiosa de retirar a água que se infiltrava nas minas, e os equipamentos acionados por cavalos não produziam o trabalho necessário. A máquina de Newcomen está ilustrada na figura 7.

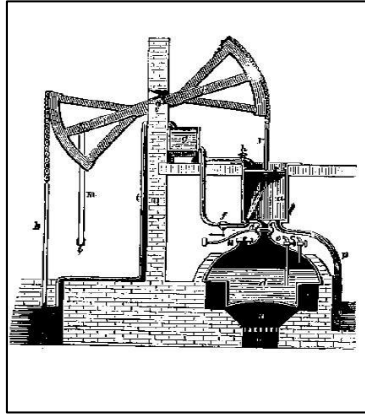


Figura 7 - Máquina de Newcomen [Amaral, *ibidem*.]

Apesar deste notável avanço, este tipo de máquinas não permitiam a retirada das águas em minas mais profundas, ficando limitadas a cerca de 30 metros de profundidade. Seria o inglês James Watt que em 1781 daria solução a este problema e daria, igualmente, o início da verdadeira época das “máquinas a vapor”. Suas máquinas seriam utilizadas nas mais diversas áreas da Produção como o forjamento, guinchos, moinhos e fiação de algodão, muito para além da problemática das minas. A máquina de Watt está ilustrada na figura 8.



Figura 8 - Máquina de Watt [Amaral, *ibidem*]

A rápida aprovação prática das máquinas de Watt ocasionaria que, em 1810, já existissem mais de 500 exemplares em utilização acionando navios, locomotivas, dragas, serrarias, fábricas de cerâmicas e solucionando o já tão falado caso da drenagem das minas [Amaral, *ibidem*].

Valerá a pena recordar aqui as palavras de Tavares [2000]:

“[...] A revolução industrial teve a sua incidência na produção e na transformação das várias gamas de tecidos. Tendo-se iniciado, desde o século XVII, nomeadamente em Inglaterra, a chamada primeira revolução industrial iria provocar uma grande inovação na produção têxtil e tornar aquele reino o primeiro centro produtor de tecidos, quer de lã, quer de algodão. Mas seria a centúria seguinte, aquela em que a invenção de maquinaria apropriada ao fabrico têxtil iria conduzir à grande produção fabril, nomeadamente do algodão[...]”, (Tavares, *idem*)

Ainda recorrendo a Tavares [*ibidem*.], podemos afirmar que a mudança na Produção, provocada pela Primeira e Segunda Revoluções industriais, ocasionaria que em Nova Iorque, no ano de 1855, cerca de 1/3 da sua população trabalhasse nas indústrias de vestuário e que estas, em 1900, alimentassem 135000 operários. Para paralelismo, em 1906, Paris dispunha (historicamente compreensível) de 228857 operários ligados ao mesmo tipo de indústria.

2.1.3 A Primeira Revolução Industrial.

O autor Crafts [2010], citando em *apud* Allen², e referindo-se muito especificamente à Revolução Industrial Britânica, cita:

“[...] The Industrial Revolution, in short, was invented in Britain in the eighteenth century because it paid to invent it there’ (p. 2). This bottom line is reached in several steps. First, it is stressed that ‘Britain’s unique price and wage structure was the pivot around which the Industrial Revolution turned [...]” (Crafts, *op cit.*:154)

² ALLEN, R. C. (2009). *The British Industrial Revolution in Global Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.

Esta análise simplista e bastante redutora foi contrariada por Mokyr³, igualmente citado em *apud* por Crafts [*idem*], com a seguinte afirmação:

“[...] Britain became the leader of the Industrial Revolution because, more than any other European economy, it was able to take advantage of its endowment of human and physical resources thanks to the great synergy of the Enlightenment [...]” (Crafts, *Idem*:155)

Conclui-se, com facilidade, que a primeira abordagem restringe o fator produtivo à estrutura salarial e aos preços, ao passo que a segunda foca-se na corporização de recursos físicos e humanos de forma a criar uma sinergia esclarecida. Esta apreciação torna-se precursora dos métodos produtivos que esta dissertação visa abordar.

Se analisarmos os temas que esta dissertação abrange, o *Kanban* e o *VSM*, vemos que se tratam de micro inovações⁴, e não de saltos gigantescos na Melhoria da Produção. Novamente, para este aspeto, encontramos a razão do raciocínio de Mokyr [*op cit.*].

Segundo Mokyr [*ibidem*], as “macro-invenções” são ideias radicalmente novas que surgem, por vezes subitamente, causando enormes transformações. As revoluções industriais estão repletas delas. Todavia, as “microinvenções” representam um estágio de desenvolvimento que transforma a invenção original numa preposição de negócio viável.

O prosseguimento extensivo desta lógica, conduz à conclusão que o *Kanban* e o *VSM* se enquadram na categoria de microinvenções.

Fica demonstrado, pelas palavras do autor citado: *“[...] into a viable business proposition and the continuous flow of incremental improvements that made the new techniques work better [...]”* (Crafts, *ibidem*:160, *apud* Mokyr).

³ MOKYR, J. (2009). *The Enlightened Economy: An Economic History of Britain 1700–1850*. New Haven: Yale University Press.

⁴ Quer Allen, quer Mokyr, socorrem-se da terminologia “microinvenções” e “macro invenções”.

O nosso autor de orientação neste aspeto, Crafts [*ibidem*], recorre à chamada “relação de Shumpeter⁵”. Nesta relação, o “esclarecimento” fará a dita relação subir ao nível de um alto λ (produtividade), sendo que o impacto favorável é obtido quer pelos baixos custos na inovação (caso do *Kanban* e do *VSM*), quer pelo crescimento constante das microinvenções [Crafts, *ibidem*: 164]

2.1.4 A Segunda Revolução Industrial.

Nesta resenha histórica da Produção e das suas metodologias de controlo, temos vindo a afirmar Mokyr como nossa fonte de eleição, pelos pressupostos teóricos e práticos que aplica, e que se direccionam de forma singular ao *Kanban* e ao *VSM*.

A análise de Mokyr [*ibidem*] sobre a Segunda Revolução Industrial, na nossa opinião, revela-se de grande interesse, considerando-se o período de 1870 a 1914 como fronteiras temporais dessa revolução.

São salientados pelo autor [Mokyr, *ibidem*: 2] três características para o período em causa:

- O nível de vida e o poder de compra aumenta rapidamente
- As novas tecnologias chegam ao quotidiano das classes médias
- Inicia-se a mudança na natureza da Organização da Produção

Nesta segunda revolução, Mokyr [*ibidem*:8-9] coloca como impensável qualquer avanço significativo na melhoria da Produção sem o surgimento das “partes intermutáveis”. Aquilo que, nos nossos dias, é um lugar comum foi de facto, um gigantesco avanço. Quando se parte uma peça de um automóvel, temos a certeza⁶ que a poderemos substituir por outra rigorosamente igual, venha ela de outro carro igual, ou da fábrica. Citamos de memória que este avanço teve a maior importância na Guerra Civil dos Estados Unidos, quando a facção do Norte passou a utilizar espingardas cujas

⁵ Joseph Alois Schumpeter nasceu na Morávia 1883, e faleceu nos E.U. em 1950. A questão para Schumpeter é que as inovações transformadoras não podem ser previstas *ex ante* (por exemplo, não haveria como saber com antecedência que o telefone se desenvolveria em 1876). Contudo, esses tipos de inovações, que são originadas no próprio sistema, quando introduzidas na atividade económica, produzem mudanças que são qualitativamente diferentes daquelas alterações do dia-a-dia. [Costa, 2006]

⁶ Em princípio...

peças eram todas rigorosamente iguais. Em caso de avaria, não era necessária uma nova, sendo suficiente trocar a peça avariada.

De igual importância foi o surgimento da metodologia pela qual os operários permaneciam estacionários, e as tarefas eram levadas até eles (método Ford). A combinação destes dois aspetos foi levada ao seu paradigma nas fábricas de Henry Ford [Mokyr, *ibidem* : 9].

É para nós tentador, enumerar cronologicamente, alguns avanços tecnológicos para os dois períodos considerados, embora não exista nesta lista nenhum interesse particular para os Métodos de Produção, valendo aqui apenas o interesse cultural:

- 1837- TELÉGRAFO, von Soemmering, 1810, William Cooke (1837), Samuel Morse
- 1821- MOTOR ELÉTRICO, Michael Faraday
- 1838- VULCANIZAÇÃO, Charles Goodyear
- 1840- FERTILIZANTES, Justus von Liebig
- 1843- SUPER-FERTILIZANTES, John Bennet Lawes
- 1856- AÇO, Henry Bessemer
- 1856- ANILINAS, William Perkin
- 1860- (década de)- PRODUÇÃO DE SODA, Ernest Solvay
- 1865- LÂMPADA DE ARCO, Paul N. Jablochhoff
- 1869- PLÁSTICO SINTÉTICO, John Wesley Hyatt
- 1870- DÍNAMO EM ANEL, Gramme
- 1884- BARCOS COM TURBINA A VAPOR, Gustav de Laval e Charles Parson
- 1897- MOTOR DIESEL, Rudolf Diesel
- 1897- ASPIRINA, Felix Hoffman
- 1907- BAQUELITE, Leo Baekeland
- 1908- FERTILIZANTES DE BASE AZÓTICA, Fritz Haber, Carl Bosch e Alwin Mittasch
- Entre 1880 e 1º quartel do séc. XX, AUMOMÓVEIS, Benz, Ford, Daimler etc...
- Entre 1880 e 1º quartel do séc. XX, DESENVOLVIMENTO DA UTILIZAÇÃO DA ELETRICIDADE, Thomas Edison, George Westinghouse, Nikola Tesla

O período definido pelas balizas temporais da II Guerra Mundial serão cruciais para o desenvolvimento das técnicas associadas à Melhoria da Produção. Segundo Paxton [2008], apenas nos Estados Unidos seriam verdadeiramente aplicados os conceitos da Produção em Massa, e da Organização das Estruturas Produtivas.

O estudo que este autor apresenta, revela que pela primeira vez na História, terá surgido o sistema JIT – *Just In Time*, que mais tarde seria aplicado pela empresa Toyota e mundialmente adotado.

O estudo incide na produção de aeronaves durante a II Guerra Mundial, e o seus valores estão representados na figura 6.

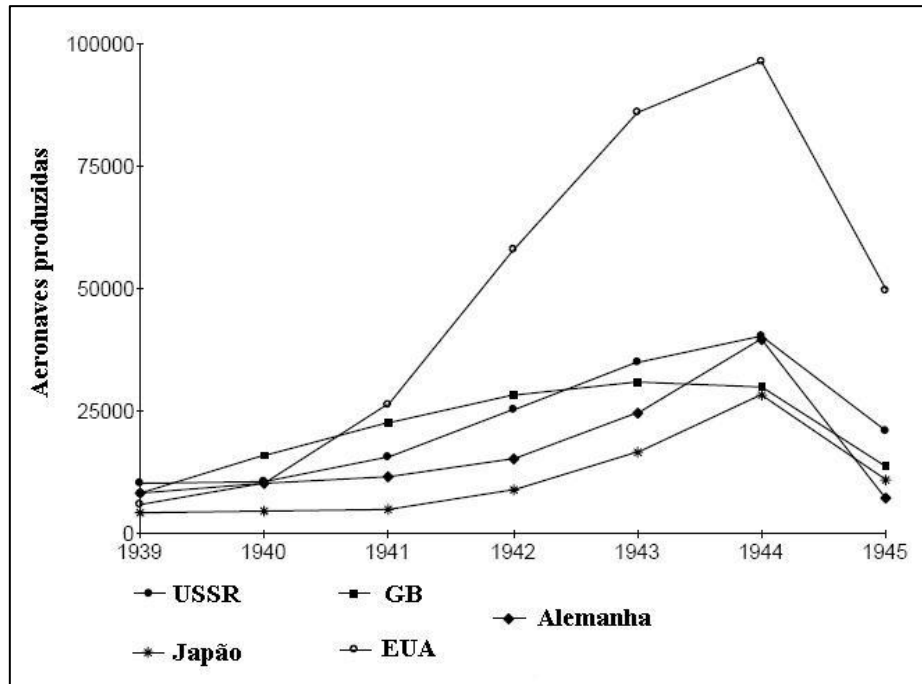


Figura 9 - Produção de aeronaves na II Guerra Mundial [adaptado de Paxton, *op cit.*:95]

Não relataremos aqui o profundo e muito específico estudo de Paxton [*op cit.*], mas referenciaremos Budraß⁷, que toca em pontos essenciais à compreensão da evolução dos Métodos de Produção (e seu controlo).

É atribuído a Albert Speer (arquiteto) o grande aumento da produção industrial armamentista da Alemanha após 1941. Citando, pela segunda vez de memória, estamos crenes que o controle de Speer só foi efetivo a partir de 1944, o que a figura 7 parece comprovar. O que o referido autor mantém, e a figura 7 também parece comprovar, é

⁷ [1] BUDRAß, Lutz; Scherner; Jochen Streb. *DEMYSTIFYING THE GERMAN 'ARMAMENT MIRACLE' DURING WORLD WAR II. NEW INSIGHTS FROM THE ANNUAL AUDITS OF GERMAN AIRCRAFT PRODUCERS*. 2005. Acedido a 22 Setembro 2011, disponível em: <http://ssrn.com/abstract=661102>.

que entre 1942 e 1944, a produção de armamento triplicou na Alemanha. Poderíamos dissertar sobre os motivos, mas tal discussão escaparia ao âmbito deste trabalho.

O que nos interessa é a afirmação de Budraß [*op cit.*] que a Alemanha operava industrialmente pelo método “*learning-by-doing*”, o que preconiza que quantas mais vezes um operário repete uma tarefa em particular, mais eficiente será na execução da mesma. Em termos históricos, dispoño de uma força laboral escrava gigantesca, qual o motivo que leva apenas a empresa americana Boing a suplantar a Alemanha em termos de produção⁸?

O autor [Budraß, *idem*], é sucinto na sua conclusão: a Boing aprendeu o método necessário para aumentar a produtividade pela melhoria do sistema produtivo. Exatamente o que as metodologias *Kanban* e *VSM* preconizam. Nas palavras do autor:

“[...] (Boing) *it was first and foremost the management of the firm who learned during the production run how to improve the workers’ productivity by improving the production system. These improvements included the implementation of just-in-time production to clear the shop-floor of stocks that were not necessary for the current production, the breakdown of the assembly process into finer subassemblies which increased the division of labor, and the reduction of rework thanks to greater interchangeability of components [...]*” (Budraß, *ibidem*:22).

Fica claro, após os diversos suportes académicos fornecidos, que a chamada “*Lean Production*”, o *Kanban* e o *VSM*, tiveram os seus precursores nos meados da década de 40 do séc. XX.

2.1.5 *Lean Production, Kanban e VSM*

A palavra inglesa “*lean*” possui múltiplas traduções possíveis, nomeadamente se inserida em contexto específico. Em tradução literal mostra alguma contradição: pode significar magro, esguio, não gordo, pobre, estéril, improdutivo, de má qualidade.

⁸ Refira-se que apenas próximo do final da II Guerra Mundial, a Alemanha passou a recorrer ao sistema de 3 turnos de trabalho na Produção, algo que os restantes países começaram de imediato.

Quando se aplica, em Produção, o termo “*lean*”, a tradução literal a aplicar deverá ser “magro”, “esguio”, pois o que se pretende com o conceito de “*Lean production*” é uma Produção ágil, leve e eficaz.

Segundo Dettmer [s/d] , o termo “*lean production*” foi utilizado pela primeira vez pela equipa do *International Motor Vehicle Program* (IMVP), do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Tratava-se de um sinónimo para o acrónimo formado pela *Toyota Production System* (TPS), e desenvolvida por Toyoda’s e Ohno. A equipa IMVP completou um estudo internacional que culminou com a publicação de uma obra que introduziu o termo “*lean*” no mundo industrial [Dettmer, *idem*].

No início da década de 80 do séc. XX, Eliyahu M. Goldratt examinava os processos partindo de uma perspetiva diversa. Sua observação recaiu sobre o fluxo dos sistemas, detetando os “gargalos” que constroem o fluxo do sistema produtivo. Goldratt viria a escrever dois livros sobre este assunto, o “*The Goal*” (1986, 1992) e “*The Haystack Syndrome*” (1990).

Por seu lado, Toyoda e Ohno haviam-se concentrado na eliminação dos desperdícios nas operações da produção em massa. Para tal utilizaram, como definição, a palavra japonesa “*muda*”. Esta conceção incluía, como típico:

- - Erros que requeriam retificação
- - Produção de bens sem consumidores
- - Passos desnecessários na produção
- - Movimentos de operários e bens sem necessidade
- - Tempos de espera a jusante da produção, pelo motivo de atrasos a montante
- - Produtos ou serviços que não iam de encontro à necessidades do consumidor

A investigação e implementação destes sistemas não é simples nem rápida, recordando-se aqui, que Toyoda e Ohno demoraram 20 anos para a sua implementação na Toyota [Dettmer; s/d].

As diversas soluções e evoluções destes sistemas, investigações e experiências vieram a culminar nos modernos processos de produção, genericamente intitulados, como “Melhoria Contínua de Processos”. Entre estes, encontram-se o *Kanban* e o *VSM*.

Segundo Marek [2001], *Kanban* significa “cartão” ou “marcador”, traduzido da língua japonesa, sendo internacionalmente conhecido como “*pull system*”. Igualmente pode ser referido como “*Toyota Production System*”, ou “*Just-in-time manufacturing using Kanban pull system*”. Este sistema utiliza grupos de cartões⁹ para controlar de forma estrita, o progresso da produção entre estações de trabalho.

A metodologia *VSM*, foi desenvolvida por Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, produtores do TPS- *Toyota Production System*. Como o nome indica (*Value Stream*) trata-se de um fluxo com um determinado objetivo. Como salienta Nielsen [2008]:

“[...] But we already have a process flow diagram – isn’t that good enough?” Process flow diagrams and traditional value stream maps don’t tell the whole story. What is missing? In a word: time. All traditional maps, whether drawn by hand, or created using specialized software such as Microsoft Visio, lack this important element. Traditional maps can only present a “snapshot” of the sequence of steps in the flow. Pictures of actors and scenery (no matter how many there may be) are not the same as a movie, for the same reason – they lack the element of time. Time is essential to understanding how one operation affects another, how a particular resource may influence the entire process, and how the status of the queues and operations vary with time.[...]” (Nielsen, op cit.:1)

Segundo apuramos [McManus, 2002], a equipa do MIT, *Lean Aerospace Initiative* foi lançada em 1994 com o financiamento da Força Aérea dos Estados Unidos e diversas companhias de aeronáutica. Foram efetuadas visitas de estudo a nove companhias industriais para determinação das práticas correntes de Gestão da Produção, tendo essas visitas tido lugar entre janeiro e agosto de 2000. Foram conduzidas 31 entrevistas, e o total de participantes no estudo foi de 48 pessoas.

Assim se formou o escopo histórico da Produção, da sua gestão e das melhorias efetuadas nos seus processos, dos quais resultam como pontos de estudo para esta dissertação o *Kanban* e o *VSM*.

⁹ Ou sistemas informáticos, sendo neste caso, chamados de *e-Kanban*.

2.2 FERRAMENTAS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Seguidamente serão expostos os conceitos básicos referentes a algumas ferramentas utilizadas ao longo do projeto. Nomeadamente, a ferramenta *VSM* e a sua simbologia, e o *Kanban*.

2.2.1 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Como o próprio nome indica, “*Value Stream Mapping*” é uma imagem global de todas as ações (que acrescentam e não acrescentam valor), desde a conceção de um produto até ao seu lançamento do mesmo no mercado e desde a encomenda até à sua entrega ao cliente.

Esta ferramenta, até aos dias de hoje, é a única conhecida que nos permite ter uma visão do fluxo de material e do fluxo de informação em simultâneo. Estes dois fluxos são muito importantes quando temos em mente a implementação de uma visão “*lean production*”.

O objetivo do *VSM* é que todo o processo possa ser visto de uma forma global e não unicamente uma parte dele. Permite não apenas ver o desperdício (*Muda*, em Japonês), como permite ver de onde ele surge como indica Rother [1999].

Globalmente, podemos discriminar o imediato acesso aos seguintes aspetos:

- Os diversos passos que não acrescentam valor
- Quantidade de inventário
- Distância entre postos de trabalho
- *Lead time*
- Tempos de ciclo
- Tempos de *setup*
- Eficiência do processo
- Outras informações diversificadas

Para a implementação do *VSM*, é necessário seguir quatro passos importantes:



Figura 10 - Passos para a implementação VSM

Atendendo à figura 10, teremos:

A- Seleção de uma família de produtos:

O primeiro passo consiste em identificar o produto específico sobre o qual desejamos que o *VSM* atue. Para isso, cria-se uma matriz com os vários produtos *VS* e o seu processo de fabricação. A figura 11 sugere uma hipótese possível.

Description	Product	Product Family	Process				
			L101 Coils Bending		L101 Unit Brazing	L101 Unit Ass'y	L101 Unit Packing
			Machine	Labor	Labor	Labor	Labor
TWK 530 NBL	22227777-000	1			X	X	X
TWK 530 NBL-OC	22227777-CDT	1			X	X	X
TWK 536 NBL	33338888-000	2	X	X	X	X	X
TWK 536 NBL-OC	33338888-CDT	3		X	X	X	X
TWK 048 NBL	44447777-000	2	X	X	X	X	X
TWK 048 NBL-OC	44447777-CDT	2	X	X	X	X	X

Figura 11 - Seleção de uma família de produtos [extraída de Magnier, 2003:5]

A escolha da família de produtos é o passo mais complexo de ser efetuado mas, em simultâneo, é o mais importante para o bom sucesso do *VSM*. De notar que as famílias de produtos são escolhidas pela similaridade dos processos de fabricação.

Deve-se escolher a família que parecer ser mais complexa, isto é, que contenha o maior número de passagens por processo, mas que ao mesmo tempo, tenha uma grande procura por parte do cliente.

É importante salientar, como é dito por Nash [2003], que a matriz pode ser atualizada mediante as nossas necessidades ou esquecimentos.

“[...] After you have completed the matrix, the team may realize that they forgot to list a step or steps for one or more products. Update the matrix as necessary to produce an accurate matrix for decision-making purposes[...].” (Nash, op. cit.:20)

B- Construção do mapa da situação atual:

Depois de escolhida a família sobre a qual se irá atuar, é feito o mapeamento da situação, tal como se apresenta naquele momento, recorrendo a uma folha de papel ou utilizando programas informáticos apropriados para o efeito (figura 12).

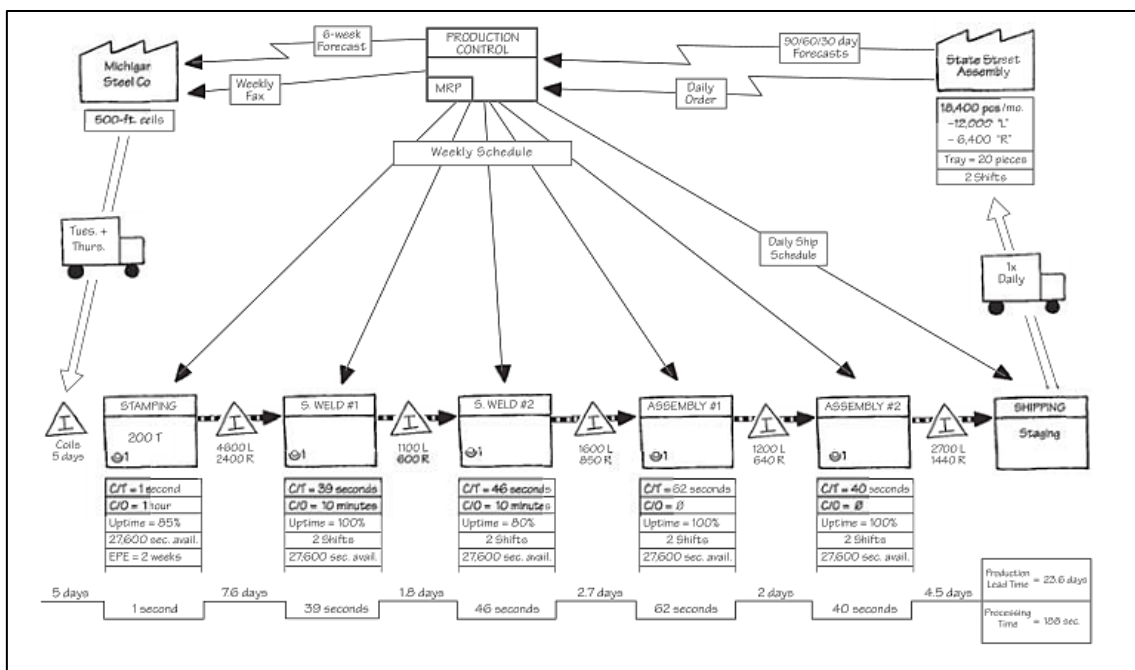


Figura 12 - Mapa da situação atual [extraída de Rother, 2008:111]

Na execução deste processo devem-se seguir alguns passos por ordem crescente, e que passamos a descrever.

Deve-se começar por desenhar o cliente no campo superior direito da folha seguindo-se as suas necessidades, isto é, o que o cliente deseja que seja produzido.

Após esse passo, deveremos desenhar o fluxo de todo o nosso processo de fabricação, desde a entrega ao cliente até ao pedido do cliente, portanto, do fim para o início. É importante que assim seja para, de certa forma, fugirmos à rotina.

Isto irá ocasionar que estejamos mais atentos ao posto de trabalho em questão e não ao conjunto do processo de fabricação. Com este método, a possibilidade que encontramos anormalidades (ex: desperdícios; movimentos desnecessários) será maior. Tudo isto poderá ser aproveitado mais tarde para o estado futuro que iremos desenhar e posteriormente implementar.

Executados estes passos, deveremos recolher os dados de cada um dos nossos processos. Segundo Nash [s/d: 80] deveremos reter a seguinte informação:

- Número de operadores
- Tempo de ciclo (T/C)
- Tempo de *setup* (T/S)
- Tempo de funcionamento da máquina, T/U, *uptime* (demonstrado dessa forma a fiabilidade da máquina)
- Tempo disponível do equipamento para a produção de uma determinada peça.

Estes elementos devem ser expressos graficamente, recorrendo a um bloco de dados do processo, conforme se demonstra na figura 13.

Nome do Processo
T/C=
T/S=
T/U=
Disponibilidade :

Figura 13 - Bloco de dados

Os passos a considerar para o mapeamento atual estão indicados na figura 14.

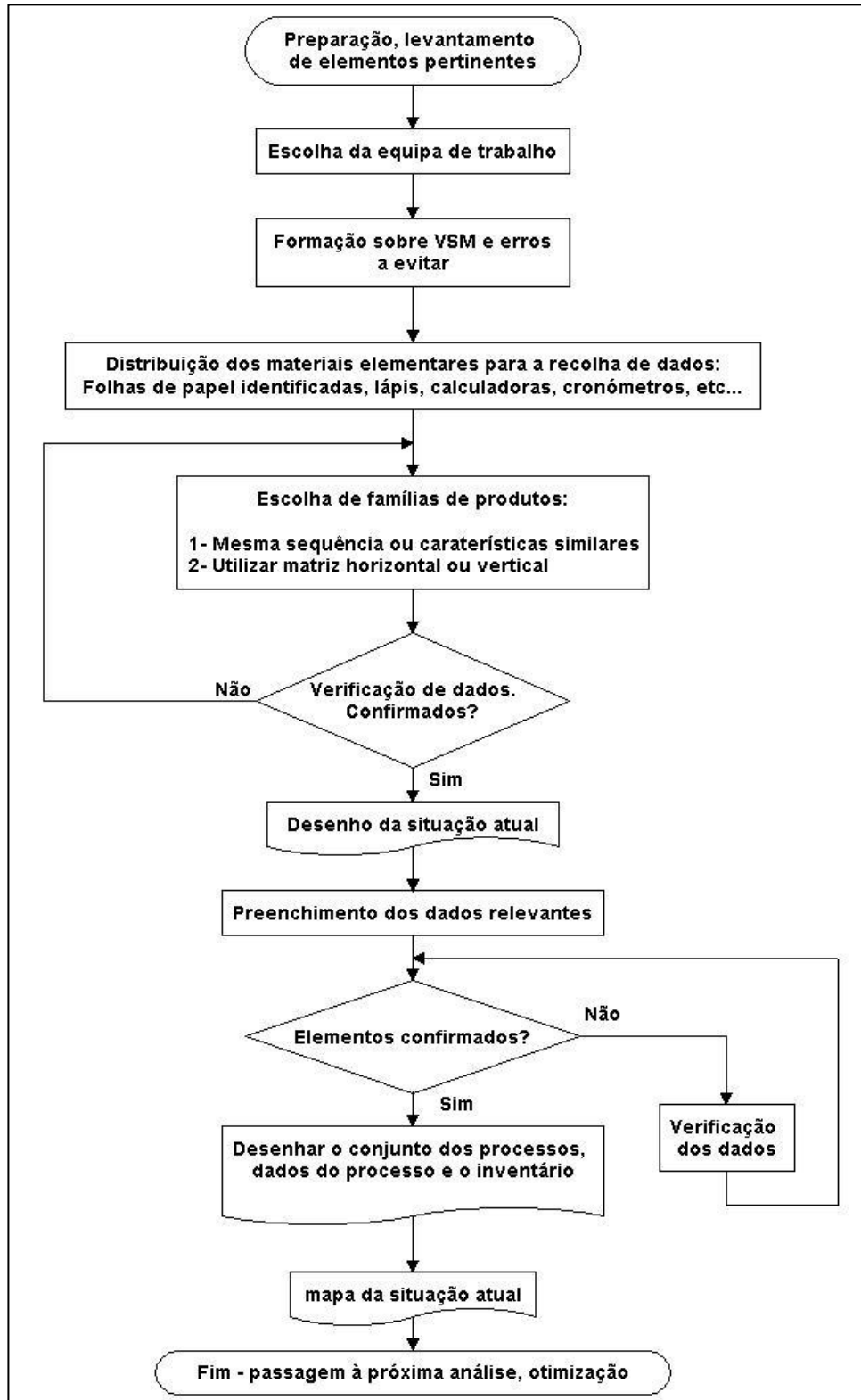


Figura 14 - Passos para a construção do VSM atual.

Passamos a definir alguma terminologia já utilizada, e outras que em breve, se seguirão:

- **Tempo de ciclo (T/C)** – Tempo que demora um operador a completar um processo.
- **Tempo de *setup* (T/S)** – Tempo necessário para preparar a máquina para poder aceitar outro produto. Durante este tempo não haverá produção.
- **Tempo de valor acrescentado (VAT)** – É o tempo de trabalho que o cliente está disposto a pagar.
- **Tempo de valor não acrescentado (NVAT)** – São todos os passos pelos quais o cliente não está disposto a pagar.
- **Lead time (LT)** – É o tempo que demora uma peça a percorrer todo o processo do início ao fim.

Em seguida devemos desenhar o inventário acumulado entre os postos de trabalho, com as quantidades e o tempo de permanência, sempre que seja possível, visto serem tempos que o nosso cliente não estará disposto a pagar (*non-value-added time*).

Tendo efetuado os passos descritos acima, bastará representarmos as linhas de fluxo de material, seguidas do fluxo de informação, obedecendo sempre à regra do mapeamento desenhado da direita para a esquerda e de cima para baixo.

Finalmente, desenhamos a linha temporal que nos irá fornecer os tempos finais de *lead time* e *value-add time*.

Durante a construção do *VSM* é vulgar cometerem-se alguns erros típicos. Os erros mais comuns são:

- Má determinação da família de produtos:

As empresas tem por norma, o desejo de saltar este passo, por não terem a certeza de como o devem fazer, pensando que conhecem bem os seus processos e como tal não deverá ser necessário fazer este passo. A prática demonstra que saltar esta etapa será condenar o trabalho ao fracasso.

- Tentar fazer tudo sozinho:

Este é um erro muito comum. É necessário salientar, que este trabalho exige um grande compromisso e são muitos os dados a terem de ser coletados. Fazer tudo sozinho obrigará a ter um tempo muito reduzido para cada recolha e a probabilidade de surgirem erros torna-se bastante alta. A solução passa sempre pela formação de um grupo de trabalho.

- Não seguir o plano de ação pré-estabelecido:

Quando se inicia um *VSM* estabelecem-se metas. Não cumprir o que foi estabelecido poderá provocar que mais do que uma pessoa recolha dados que são relevantes para o projeto, mas com valores diferentes.

- Iniciar a construção do *VSM* utilizando programas informáticos:

Utilizar um dado *software* obriga a que o operador em questão não esteja focalizado na sua função inicialmente estipulada e perca tempo a tentar perceber o funcionamento do programa informático, esquecendo-se do que é fundamental: estar no terreno e retirar os dados relevantes para o projeto. Deve-se sempre começar por utilizar apenas papel e lápis, desenhando-se o *VSM* à medida que nos vamos apercebendo do funcionamento do sistema em estudo. Refira-se que esta metodologia é sugerida por Rother [*op cit., passim*] e Manos na sua página eletrónica¹⁰. Reproduzindo o primeiro autor: “[...] *Always draw by hand in pencil [...]*”. E ainda: “[...] *Always draw by hand in pencil [...]*”.

- Não manter as versões do *VSM* atualizadas:

O *VSM* é uma ferramenta que funciona como uma fotografia. Os dados coletados no momento são os que contam. O problema é que a indústria encontra-se sempre em desenvolvimento e, como tal, é provável que durante o projeto surjam alterações na linha de produção. É necessário atualizar o *VSM*, sempre que possível, com dados novos. Segundo Anthony Manos, na sua página

¹⁰ <http://blog.5supply.com/2011/09/06/12-common-errors-or-lessons-learned-with-value-stream-mapping-%E2%80%93-part-2/>
acedido em 1 de Outubro de 2011.

eletrónica¹¹, devem-se atualizar os mapas sempre que possível, sendo o ideal, semanalmente, ou na pior opção, mensalmente. Citando a referida fonte: “[...] Whenever there is a change, probably once a week or at least once a month [...]”.

- Coletar demasiados dados ou poucos dados:

Coletar demasiados dados não é favorável, pois trata-se de demasiada informação para o estudo. Por outro lado, se forem recolhidos poucos dados é provável que falte informação relevante que nos levem a determinar melhorias. Deverá existir um equilíbrio entre aquilo que se pretende e o tempo pré-estabelecido para se fazer. De salientar que valerá mais ter dados em algum excesso do que a falta deles. Se retirarmos dados insuficientes, seremos obrigados a voltar ao terreno, perdendo tempo desnecessário nessa tarefa. Mais uma vez, neste ponto se deverá seguir o que foi planeado pela equipa.

C- Construir o mapa da situação futura:

De seguida devem-se identificar todos os problemas e melhorias no VSM atual e propor uma visão futura para a resolução dos constrangimentos encontrados. Salientamos a ideia de Nash [2008:178], de que nem sempre o que desejamos para o futura venha a ser de facto implementado, funcionando simplesmente como uma meta que se traça. Provavelmente muitos dos nossos desejos não poderão ser concretizados devido ao alto custo da sua implementação, ou mesmo por não se enquadrarem nas metodologias da empresa. Mas isto não deve constituir um entrave para desenhar mapas futuros. A empresa estará sempre em mudança, assim como o mapa futuro. Reproduzindo a nossa fonte de referência:

“[...]Perhaps the most interesting thing about Future State Maps is that it is rare that the value stream ever actually turns out exactly as the future state was drawn. This map is the goal. It is the inspiration. But every mapper needs to recognize that as each of the action items (which are outcomes of the Future State Map) are implemented, the value stream begins to change, because new issues and opportunities are discovered[...].” (Nash , op. cit.:173)

¹¹ <http://blog.5ssupply.com/2011/09/01/12-common-errors-or-lessons-learned-with-value-stream-mapping-%E2%80%93-part-1/> acedido em 1 de Outubro de 2011.

Existem diversas melhorias que se podem implementar, não sendo este facto contrariado pelos peritos. Simplesmente, umas serão mais fáceis de encontrar e resolver do que outras. Durante este estudo, Hides [s/d] e McBride [2003] ajudaram-nos nesse nosso objetivo.

Como é sabido, há muito desperdício (lixo), que nos poderá parecer não ser importante ou até passar despercebido. Mas é certo que, quando suprimido, nos irá proporcionar uma melhoria significativa e espontânea na produção.

Enumeramos os chamados sete tipos de desperdícios:

(1) Excesso de produção:

O excesso de produção é considerado como o desperdício mais grave, pois gera trabalho desnecessário e enfraquece o fluxo normal dos bens e serviços. Ocasionalmente também incómodo na utilização de espaço e tempo de armazenamento. O excesso de produção é muito vulgar em sistemas “puxados” (*pull systems*).

(2) Espera:

A maior parte do tempo que se demora a produzir um bem ou um serviço, é atribuído ao tempo de espera. Os tempos de espera podem ser causados por pessoas a aguardar a chegada de trabalho, trabalho à espera de pessoas para o executar e itens ou pessoas à espera que um equipamento esteja disponível.

(3) Transporte:

Tal como a espera, o transporte também não gera valor ao nosso produto e como tal deve ser minimizado ao máximo. A reformulação do *layout* fabril através do mapeamento de fluxo poderá ajudar a resolver este ponto.

(4) Processo inapropriado:

Muitas vezes o *layout* que se escolheu para a localização das máquinas e pessoas, não é o melhor, obrigando a movimentos desnecessários. Ainda dentro deste ponto, encontramos dois problemas: um, na aquisição de máquinas que podem não ser as

mais ajustadas para o nosso processo e outro a existência de tarefas que, para o cliente, não acrescentam valor (casos da inspeção, limpeza e reajustes).

(5) Inventário desnecessário:

É provocado pelo excesso de produção e de tempos de espera. Ao termos excesso de *stock* provocamos um consumo de espaço produtivo e não ajudamos na resolução e identificação de problemas.

(6) Movimentos desnecessários:

Muitas vezes existem movimentos que são desnecessários para atingir o fim pretendido. Todo o movimento que o operador faz deve ser analisado e deve-se ajudar a otimizá-lo ou mesmo elimina-lo.

(7) Defeitos:

Os defeitos na produção causam perdas de tempo, recursos e dinheiro. Deve-se encontrar a forma de reduzir a hipótese do seu aparecimento através do empenho de todos e da metodologia da melhoria contínua de processos. Métodos como o *Poka-Yoke*¹² constituem-se como hipóteses de minorar os defeitos provocados pelos operadores e devem ser utilizados sempre que possível.

D- Criar um plano

De seguida devem-se identificar todos os problemas e possíveis melhorias detetados e redesenhar o nosso *VSM* com a visão futura. Para nos auxiliar neste procedimento, deveremos criar um plano de objetivos, garantindo que atingiremos o fim em vista.

É também importante termos a noção que ao fazermos o *VSM* iremo-nos deparar com dados de extrema relevância para a nossa melhoria dos processos.

Um deles chama-se “eficiência do processo”, e mede a relação entre o tempo de valor acrescentado do processo e o tempo de escoamento (*lead time*).

¹² Poka Yoke foi inventado por Shigeo Shingo em 1961 e basicamente são métodos que se implementam de forma a proibir que haja qualquer tipo de erro pela parte do operador.

Citando : “[...] *Meeting exact customer requirements with the minimum amount of resources [...]*” (Shook, 2008:17). A relação é estabelecida por (1):

$$\text{Eficiência do processo} = \frac{\text{Tempo de valor acrescentado}}{\text{Lead time}} \quad (1)$$

O outro é o *Takt Time*¹³, que é a relação entre o ciclo de produção e o ciclo de consumo [Shook, 2008:99] O *Tack Time* diz-nos o ritmo da produção, fazendo-o corresponder à necessidade do cliente. No fundo, funciona como a pulsação do nosso sistema.

O objetivo de determinar este fator é o de alinhar a nossa produção com a necessidade do cliente, isto é, com a procura e não o oposto. A relação é estabelecida por (2):

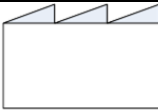

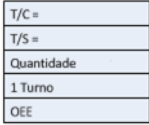








$$\text{TAKT} = \frac{\text{Tempo liquido de produção}}{\text{Procura}} \quad (2)$$

2.2.1.1 Alguma simbologia VSM

No capítulo seguinte, dedicado ao nosso “*case study*”, teremos a ocasião de mencionar a diversa simbologia aplicada aos *VSM*'s. Todavia, para efeito de uma pré-preparação, fornecemos na tabela 3 alguns exemplos básicos (embora fundamentais) dessa simbologia.

¹³ Takt Time foi usado pela primeira vez em 1930 na indústria aeronáutica alemã.

Tabela 3 – Alguma simbologia utilizada em VSM

Símbolo	Simbologia
	Utilizado para identificar clientes e fornecedores.
	Utilizado para definir departamentos, assim como processos de fabricação.
	<p>Caixa de informação do processo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T/C – Tempo de ciclo • T/S - Tempo de <i>setup</i> • Quantidade – Quantidade a ser contabilizada nos cálculos anteriores. • Turno – Número de turnos • OEE – Indicador de eficácia global do equipamento.
	Transmissão de informação por meios eletrónicos.
	Transmissão de informação por via NÃO eletrónica.
	O material a ser produzido segue uma movimentação “empurrada” (<i>push</i>).
	Utilizado para definir o inventário e devendo ser anotada a quantidade e o tempo em que se encontra parado.
	Utilizado quando existe transporte de material.
	Operador.
	Utilizado quando existe a necessidade de movimentação de material, quer do armazém onde se encontra alojado, assim como da movimentação entre processos de fabricação.
	Utilizado na necessidade de ajuste de produção na agenda diária de produção. Quer por motivos de urgência de fabricação de material, quer por falta de matéria-prima, ou outros.

2.2.2 KANBAN

Ao contrário do método tradicional, onde a produção funciona num sistema empurrado (*push*), causando por isso, uma sobrecarga nos postos a jusante, o sistema *Kanban* funciona exatamente de forma inversa, propondo um funcionamento em sistema puxado (*pull*), onde apenas é produzido aquilo que for pedido a jusante. Desta forma só é produzido aquilo que é consumido.

O sistema *Kanban* congrega vantagens evidentes, embora possua as suas desvantagens. Uma desvantagem deste sistema é o facto dos operadores que trabalham no sistema não saberem se o seu trabalho estará a ser útil a jusante da linha e se o seu ritmo será o ritmo da linha de produção. Citando: “*Outro inconveniente é que os diversos envolvidos não conseguem saber se o resultado do seu trabalho está sendo aproveitado mais adiante e em que ritmo isto está ocorrendo.*” (Peinado, 1999:449)

Existem opiniões que propõem minorar estas desvantagens, ou até as ignorar. Segundo Hines [2010:196], as suas vantagens são enormes, desde a redução de inventário até à eliminação de produção excessiva. E mesmo Peinado [*op cit.*:459] acrescenta a vantagem do controlo dos *stocks* através duma boa monitorização dos quadros *Kanban*.

2.2.2.1 Cartões *Kanban*.

O cartão *Kanban* é fundamental para o bom funcionamento do sistema, visto que é ele o responsável pela comunicação no sistema Peinado [*op cit.*:455]. O cartão é importante no sistema, porque é o que autoriza a fabricação de lotes.

Existem dois tipos de cartões *Kanban*: o cartão *Kanban* de **requisição** ou **movimentação** e o cartão *Kanban* de **produção**. Por sua vez, o *Kanban* de requisição poderá ser externo ou interno, como é ilustrado na figura 15.

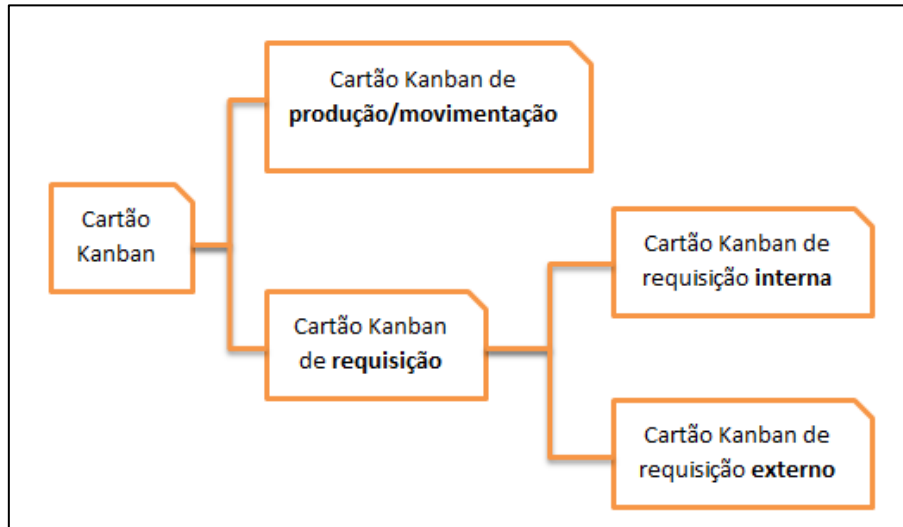


Figura 15 - Tipos de cartão Kanban. (Adaptado de Tubino, 1999:57)

Neste diagrama é visível que o sistema *Kanban* é composto por dois tipos de cartão, sendo eles, o de requisição, que faz o pedido de um item específico seja ele de produção interna ou externa à empresa. E temos o cartão de produção que dá a ordem para a fabricação ou montagem de um determinado item.

Estes cartões contém informação vital tanto para o cliente (interno ou externo) como para o fornecedor, de forma haver um controlo sobre a produção; abastecimento da linha e do *stock*.

O cartão *Kanban* de requisição (figura 16) deve conter principalmente dados que sejam relevantes à movimentação do mesmo. Segundo o autor que temos seguido [Tubino, 1999:59], o mesmo sugere que o cartão contenha:

- Nome da peça;
- Código interno da peça;
- Alguma especificação referente a essa peça (exemplo: desenho da peça);
- Local ou posto de trabalho onde a peça foi produzida e local de armazenamento da mesma;
- Local onde vai ser depositado o lote requisitado;
- Capacidade do contentor;
- Tipo de contentor;
- Número do cartão e número total de cartões de requisição para esse lote.


<p>Modelo XP</p> <p>Desenho: D05040</p> <p>COD: 123 000 000</p> 	
<p>Trabalho subsequente:</p>	<p>Trabalho precedente:</p>
<p>Localização do stock:</p>	<p>Localização do stock:</p>
<p>Capacidade: -----</p>	<p>Contentor: XL</p>

Figura 16 - Cartão de requisição

Da mesma forma, o cartão *Kanban* de produção (figura 17) deve conter diversos dados que ajudem à produção e controlo. Devem conter:

- Processo de fabricação;
- Local onde foi fabricado;
- Local de armazenagem após produzido;
- Capacidade do contentor;
- Tipo de contentor;
- Número do cartão e número total de cartões desse item;
- Relação dos materiais necessários para a produção da peça e o local específico onde se encontram.


Processo de fabrico		1/3
Modelo XP		
Desenho: D05040		
COD: 123 000 000		
Materiais:		
Cod:	Localização	Capacidade: ----- Contentor: XL
<i>Produzido por:</i>		

Figura 17 - Cartão de produção

Este cartão (figura 18) deve conter:

- Nome da peça;
- Código do fornecedor;
- Alguma especificação referente a essa peça (exemplo: desenho da peça);
- Local onde o lote tem que ser entregue;
- Capacidade do contentor;
- Tipo de contentor;
- Lista de horários em que se deve fazer as entregas dos lotes e o número de vezes que o devem fazer (ciclo);
- Número de cartão e número total de cartões.


Modelo ABC Fornecedor: xxxx Cod Fornecedor: 0A0A-1		
Entregar Posto:		
Capacidade contentor:		Cod Interno: 123 004 005
Tipo Contentor: P		
Ciclo Diário: Sim		
Entrega: 07:30 16:30		
		Desenho: D09850

Figura 18 - Cartão de fornecedor

Para a determinação do número mínimo de cartões, existem várias fórmulas que o determinam, sendo umas mais complexas que outras.

Segundo Peinado [*idem*], pode-se calcular o número de cartões para duas situações, sendo elas: **sem setup** e **com setup**. No caso de ser *sem setup* a fórmula a utilizar será (3):

$$K = \frac{(D \times TR)}{Q/K} + 1 + \frac{SS}{Q/K} \quad (3)$$

Onde:

- K** – O número de contentores
- Q/K** – O número de peças por contentor
- SS** - O *stock* de segurança
- TR** – *Lead Time*
- D** – Demanda no período

Porém, no caso das peças que necessitem que as máquinas mudem de ferramentas, deve-se usar a seguinte fórmula (4) proposta também por Peinado [*op cit.*].

$$K = \frac{LM}{Q/K} + \frac{SS}{Q/K} + \frac{D \times TR}{Q/K} + 1 \quad (4)$$

Onde:

- K** – O número de contentores
- Q/K** – O número de peças por contentor
- SS** - O *stock* de segurança
- TR** – *Lead Time*
- D** – Demanda no período
- LM** – Lote Mínimo de produção

O autor Tubino [*ibidem*] considera o cálculo em uma só fórmula, diferenciando mais tarde se desejamos apenas com cartões de requisição ou com produção. Na opinião desta fonte, a fórmula geral é dada por (5):

$$N = \left(\frac{D}{Q} \times T_{prod} \times (1 + S) \right) + \left(\frac{D}{Q} \times T_{mov} \times (1 + S) \right) \quad (5)$$

Onde:

- N** – Número total de cartões *Kanban* no sistema
- D** – Demanda média diária do item (itens/dia)
- Q** – Tamanho do lote por contentor ou cartão (itens/cartão);
- T_{prod}** - Tempo total para um cartão *Kanban* de produção completar um ciclo produtivo, em percentual do dia, na estação de trabalho (%)
- T_{mov}** – Tempo total para um cartão *Kanban* de movimentação completar um circuito, em percentual do dia, entre os supermercados do produtor e do consumidor (%)
- S** = Fator de segurança, em percentual do dia (%)

A expressão acima expressa é composta por duas vertentes. A primeira para o cálculo do número de cartões de produção e a segunda para o cálculo do número de cartões de movimentação. Caso seja nosso desejo unicamente trabalhar com um sistema de um cartão utilizaremos apenas a primeira parte da fórmula. Caso contrário, estaremos a fazer o cálculo para um sistema de dois cartões.

2.2.2.2 Sistema de um cartão.

Este modelo deve ser usado quando dois ou mais postos de trabalho de encontram próximos. Este sistema é regido unicamente por um tipo cartão e um quadro *Kanban*.

No ponto 1 da figura 19, é visível que o quadro *Kanban* não contém nenhum cartão e que o contentor se encontra totalmente cheio de material.

No ponto 2 (figura 19), é visível que alguém veio buscar material e o contentor vai necessitar de ser reposto. Neste momento o cartão de produção passa a estar no quadro *Kanban*.

No ponto 3 (figura 19) é detetado o cartão *Kanban* no quadro de produção, sendo dada uma ordem de fabricação para esse mesmo material. Nesse cartão *Kanban* estarão as quantidades necessárias a produzir. Quando as peças tiverem feitas, o cartão irá juntamente com as elas para o contentor.

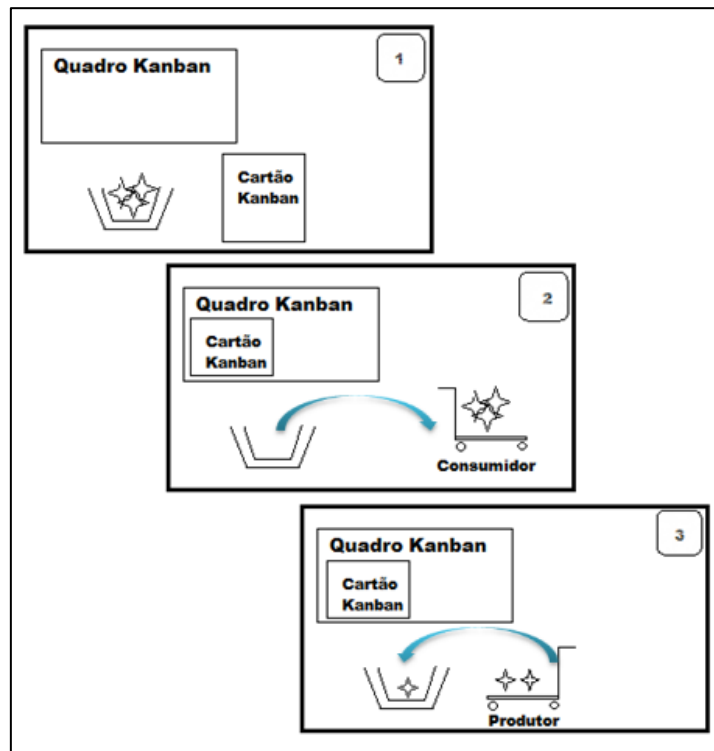


Figura 19 - Sistema de 1 cartão *Kanban*. Adaptado de Peinado [1999:455-456]

2.2.2.3 Sistema de 2 cartões

No sistema de 2 cartões, é necessário que existam também 2 quadros *Kanban*. Um desses quadros estará localizado na área da produção (imagens da figura 20 à esquerda) e o outro na área do consumidor (imagens da Figura 20 à direita).

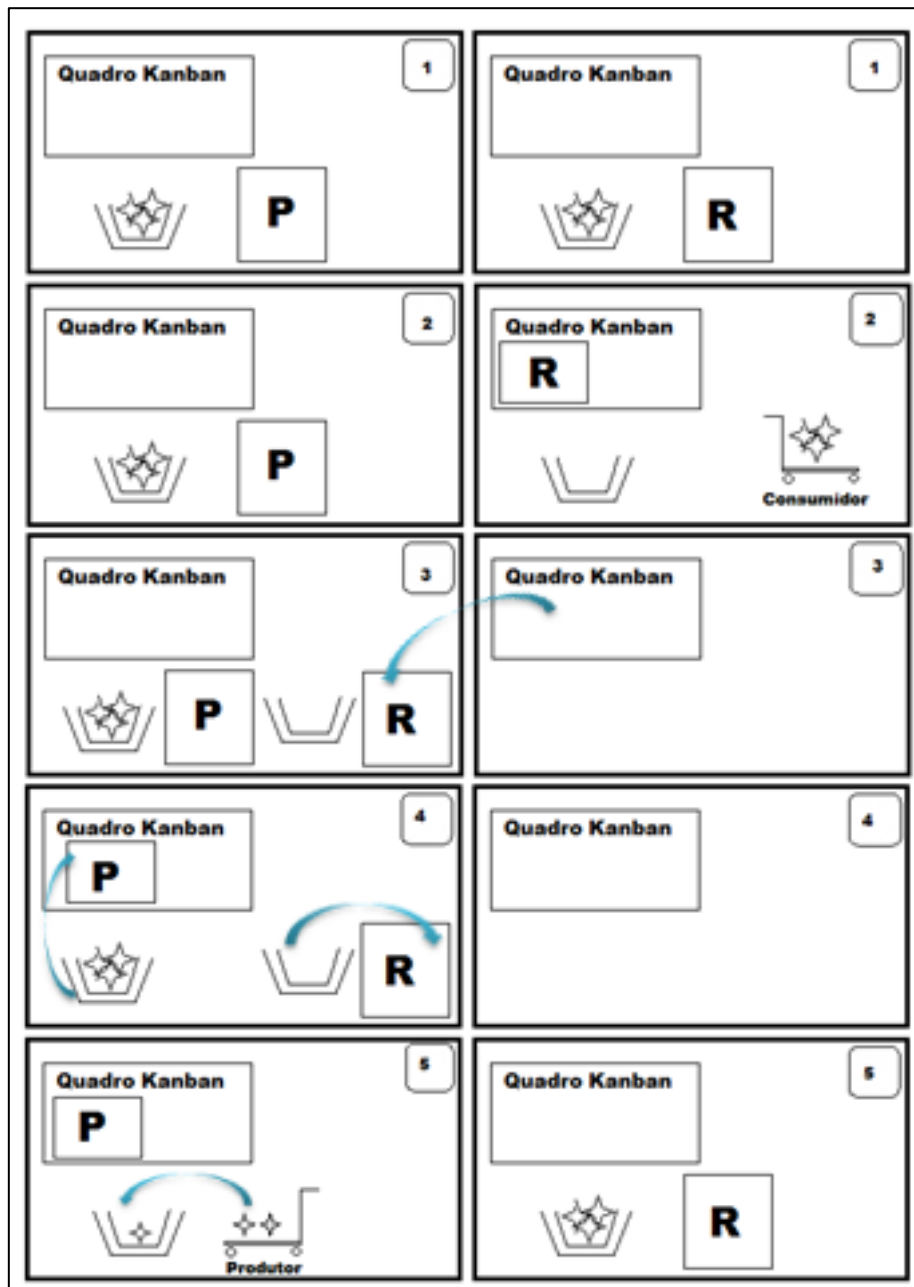


Figura 20 - Sistema de 2 cartões. Adaptado de Peinado [Ibidem:457-458]

Na imagem 1 da figura 20, é visível que os contentores se apresentam cheios e com os seus respetivos cartões *Kanban* dentro dos contentores (**P**rodução e **R**equisição). Os quadros *Kanban* encontram-se vazios.

Na imagem 2 (figura 20) o consumidor retira o cartão *Kanban* de requisição do contentor e coloca-o no quadro *Kanban*. Dessa forma passa a ser possível o consumo das peças desse contentor.

Na imagem 3 (figura 20), é detetado pelo transportador que existe um cartão de requisição no quadro da área do consumidor. Faz o levantamento do cartão e leva para a área de fabricação.

Na imagem 4 (figura 20), o transportador já se encontra no fornecedor. Retira-se o cartão de produção do contentor cheio e coloca-se no quadro *Kanban* do fornecedor. O cartão de requisição que o operador possuía fica no contentor e é efetuado o transporte para o cliente.

Na imagem 5 (figura 20), é visível um cartão de produção no quadro *Kanban*, logo é dada uma ordem para a produção desse determinado item para encher outro contentor. Quando a fabricação tiver pronta, o cartão de produção irá para o contentor juntamente com as peças.

2.2.2.4 O “Mizusumashi”.

A palavra japonesa *mizusumashi* significa, em tradução literal, “aranha de água”. Inserida nos conceitos de *Lean Manufacturing*, fica atribuída ao conceito de um operador de abastecimento interno, cuja função, em exclusivo, é o fornecimento de materiais aos diversos postos de trabalho. O percurso seguido pelo *mizusumashi* é absolutamente normalizado e estudado para ser otimizado, efetuando apenas transportes de pequenas quantidades de bens em intervalos temporais rigidamente definidos.

Durante o processo logístico da sua movimentação, o *mizusumashi* procede ao abastecimento de componentes e procede também à recolha de bens acabados, para que não existam ciclos de transporte inúteis (“vazios”).

Outra função fundamental do *mizusumashi* é a movimentação de *Kanbans*, bem como a reposição de materiais pelo método FIFO – *First-in-First-Out*. É essencial que cumpra as rotas estabelecidas pelos estudos, de forma a garantir e a forçar o ritmo da produção.

Devemos referir aqui, que a *Muda* (recordamos, “o desperdício”) referente aos Tempos de Paragem para abastecimento das estâncias desaparece, dando lugar a um assinalável aumento da rentabilidade produtiva.

2.2.3 EFICÁCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO (OEE)

Segundo o autor Stamatis [2010:47] o OEE é uma ferramenta muito importante na monitorização das máquinas na indústria da produção, servindo para a análise das perdas que reduzem a eficácia das máquinas. Pela monitorização regular, os problemas poderão ser identificados com antecedência.

O OEE tem como principais objetivos o aumento da produtividade, identificar oportunidades de melhoria, diminuir custos e aumentar o *MTBF*¹⁴ do equipamento.

O cálculo, de forma sucinta, seria dado pela equação (6).

$$OEE = \text{Factor Disponibilidade} \times \text{Factor Velocidade} \times \text{Factor Qualidade} \quad (6)$$

¹⁴ *Medium Time Between Failure.*

Cada um destes fatores seria extraído de vários tipos de perdas:

- Disponibilidade:
 - Avarias
 - Mudança de ferramentas
 - Falta de operador
 - Falta de energia
 - Manutenção
- Velocidade
 - Microparagens
 - Velocidade abaixo do normal
- Qualidade
 - Defeitos
 - Peças para teste

2.2.4 Diagrama ABC

Segundo Rambaux [s/d:37] o Diagrama ABC (figura 21), serve para fazer a repartição do *stock* em três graus de importância, designado pelas letras A, B e C.

O grupo A representa 75% do nosso investimento, mas somente 10% dos nossos artigos. Contudo sendo o grupo onde o gasto é superior, convêm a sua vigilância constante.

O grupo B representa 20% do valor investido, mas 25% do nosso número de artigos.

O grupo C representa 5% do nosso valor investido, mas 65% dos nossos artigos. É de salientar que este grupo não vale o rigor do controlo constante, devido ao seu baixo investimento, podendo ocorrer que o valor de o controlar exceda o próprio valor dos produtos em causa. Isto não significa que se deva deixar de controlar os produtos classe C, contudo não o deve ser feito tantas vezes como os de classe A.

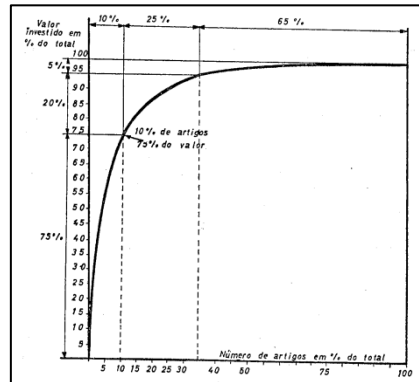


Figura 21 - Diagrama ABC [extraída de Rambaux, 2007:38]

2.2.5 5s

Segundo Hines [2011:170] 5S é um sistema poderoso para manter a organização do espaço de trabalho.

O acrónimo 5s é a abreviatura dada a cinco palavras japonesas, que representam as várias etapas, sendo elas:

- *Seiri*
Separação entre os materiais que são necessários dos que não são;
- *Seiton*
Organização do material necessário;
- *Seiso*
Limpeza do espaço de trabalho;
- *Seiketsu*
Criar mecanismos que apoiem o funcionamento dos três passos anteriores, de forma agendada;
- *Shitsuke*
Tornar os 5s um modo de vida na cultura da empresa.

Segundo Pinto [2007], esta ferramenta trás inúmeras vantagens,

- Cria um ambiente limpo, seguro e prático;
- Elimina vários tipos de desperdício, sendo eles;
 - Excesso de materiais desnecessários;
 - Perdas de tempo à procura dos materiais;
 - Ocupação de espaço com material não necessário
- Melhoria das condições laborais;
- Diminuição dos acidentes de trabalho;
- Redução do ambiente poluente na área de trabalho;
- Promove atitudes preventivas.

3 PROJECTOS DESENVOLVIDOS

Durante o nosso percurso de estágio de 7 meses na empresa SCHMITT+SOHN elevadores, efetuamos um levantamento de dados para a realização de vários VSM's e implementação *Kanban*, que percorreu 3 aspetos:

- Conhecimento da situação atual das secções com ajuda da ferramenta *Value Stream Mapping*.
- Conhecimento da situação atual do armazém de chapa.
- Início do trabalho para a implementação de um sistema *Kanban* entre a secção P30 e a secção P80 e entre esta e os fornecedores externos à SCHMITT+SOHN.

3.1 SECÇÃO P80

3.1.1 RETRATO DA SITUAÇÃO ATUAL

Nesta secção foram elaborados seis *VSM's* de modo a retratar a atualidade do processo produtivo.

Para a elaboração do *Value Stream Mapping (VSM)*, foi necessário fazer uma lista dos produtos fabricados e do seu processo de fabricação. Assim, foi possível visualizar facilmente o número de famílias existentes nos diversos processos (Tabela 4).

Tabela 4 - Famílias de Produtos

Produtos	Família de produto	Processo						
		1. Guilhotina	2. Puncionadora	3. Laser	4. Máq. Cantos	5. Quinadeira	6. Prensa Hidráulica	7. Máq. Lixar
Forras	1	X			x	x		
Ref. Folhas	2	X				x	x	
Painéis	3	X	x			x		x
Palas	4	X	x			x		
Prumos Batente	4	X	x			x		
Folhas	1	X			x	x		
Teto	5			x		x		
Módulos	4	X	x			x		
Prumos armário	4	X	x			x		
Ref. Pala	4	X	x			x		
Ref. Fundo	5			x		x		
Prumos arcada	5		x			x		
Prumos contra peso	5			x		x		
Fixações	5		x			x		
Arcadas	5			x		x		
Chassi	5			x		x		
Peças Planificadas	6			x				

Para melhorar a visibilidade da tabela 4, fez-se um resumo das 6 diferentes tipologias que encontramos e consideramos que seria interessante incluir a dimensão da chapa que é utilizada em cada um dos casos (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo Famílias de Produtos

Produtos	Dimensões de Chapa (mm)	Família de produto	Processo						
			1. Guillhotina	2. Puncionadora	3. Laser	4. Máq. Cantos	5. Quinadeira	6. Prensa Hidráulica	7. Máq. Lixar
Forras, Folhas	0,8 - 1,5	1	x			x	x		
Ref. Folhas	2 – 3	2	x				x	x	
Painéis	1,25	3	x	x			x		x
Palas, Prumos Batente, Módulos, Prumos de armário, Ref. Palas	1,25 - 2,5	4	x	x			x		
Teto, Ref. Fundo, Prumos contrapeso, Arcadas; Chassi; Fixações; Prumos Arcada	1,5 – 10	5			x		x		
Peças Planificadas	4 – 10	6			x				

Uma vez que a diversidade de produtos era grande, em relação aos processos que os compõem, foi decidido que se deveria fazer não um, mas seis *VSM's* dando à empresa uma imagem mais completa do funcionamento da P80.

Para este trabalho académico apenas iremos focar-nos em um dos *VSM's*, (Família 3 – Painéis) podendo porém vir a tocar num ou outro pormenor de outro qualquer caso particular (referências em anexo)

3.1.2 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO

Seguiremos aqui as regras anteriormente explicadas (subcapítulo 2.2.1), para a construção do *VSM* (figura 22). No canto superior direito encontra-se o nosso cliente. Temos um pedido anual de 775 elevadores por ano. Traduzindo em termos gerais:

- 20 Elevadores modelo SP por ano
- 23 Elevadores modelo HP por ano
- 219 Elevadores modelo AOM por ano
- 513 Elevadores modelo ISI por ano

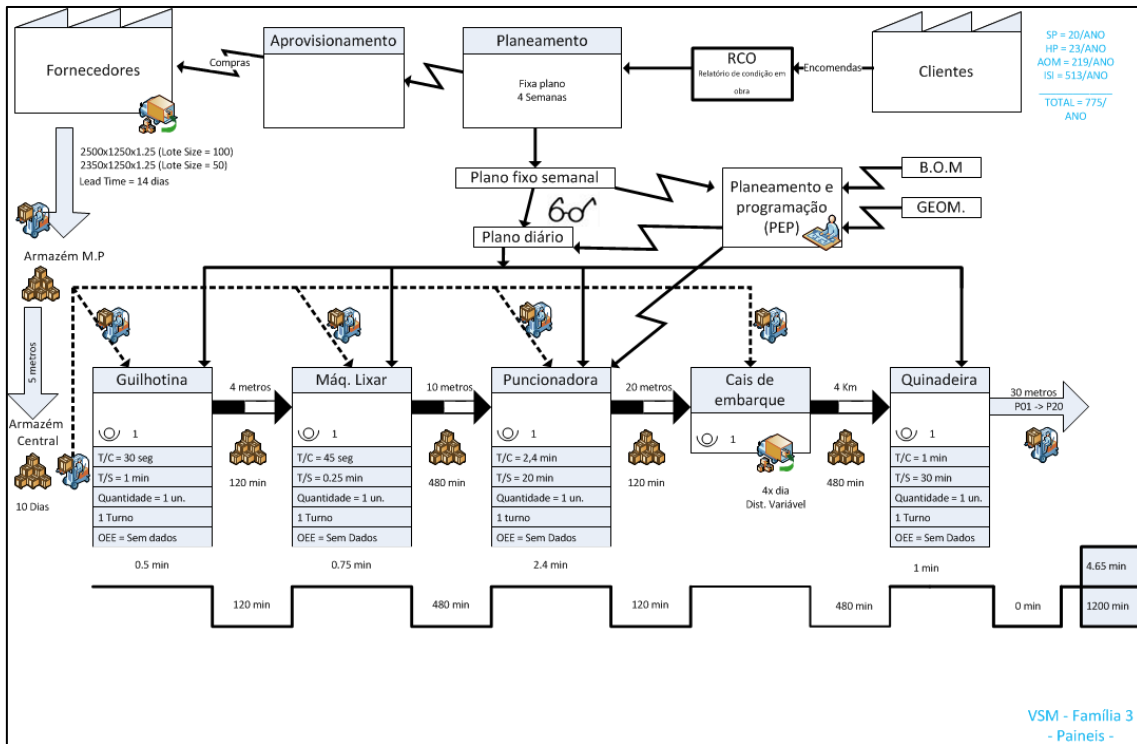


Figura 22 - VSM - Painéis (Família 3)

O valor referido obriga-nos à produção de 4 elevadores por dia. Sabendo que o turno é de 8 horas (480 min), pela equação (2) do *Tack-Time* fornecida no capítulo anterior, podemos calcular que apenas dispomos de 120 minutos para produzir cada obra.

$$TAKT = \frac{\text{Tempo liquido de produção}}{\text{Procura}} = \frac{480}{4} = 120\text{min/elevador} \quad (7)$$

Na figura 21, é visível do lado esquerdo, no topo o Fornecedor. No nosso caso, fornecedores de chapa. Em média, o tempo de entrega é de 14 dias. Temos posteriormente uma movimentação da chapa para outro local de armazenamento.

O motivo é simples: a primeira estância¹⁵ servia de armazém de *stock* de chapa, movendo-se para a segunda estância só no caso em que o *stock* do lote de chapa em utilização estivesse a acabar.

No *VSM* apresentado na fig. 22 apresentamos o processo de fabricação dos Painéis de Cabine. Este produto passa por 4 fases distintas de processo.

1. Guilhotina
2. Máquina de lixar
3. Puncionadora
4. Quinadeira

Os Tempos de Ciclo descritos na imagem são todos para uma unidade. O motivo desta escolha deriva do facto que os vários modelos de elevadores descritos acima, variam todos na quantidade de painéis que consomem.

Por norma, podemos considerar que um elevador *standard* consome cerca de 15 painéis. Sabendo que o tempo de ciclo é de 4,65 min e que são fabricados 4 elevadores por dia, poderemos dizer que por dia serão usados neste processo 279 min, correspondendo a mais de 50% do tempo diário de trabalho. Tal é expresso por (8):

$$\text{Tempo Total} = \text{paineis} \times \text{obras} \times T/C = 15 \times 4 \times 4,65 = 279 \text{ min} \quad (8)$$

É de salientar que o *lead time* é de cerca de 1204,65 minutos, isto é, 20 horas, causado pelo produto parado entre os vários processos, correspondendo a dois dias e meio de trabalho.

Neste *VSM* foram detetados vários problemas e melhorias possíveis a realizar, que serão expostos ao longo do trabalho.

¹⁵ Por “estâncias” entendem-se locais de armazenamento (temporário ou não) de materiais que irão transitar para outros locais (outras “estâncias”) para serem sujeitos a um determinado processo.

3.1.3 PROPOSTAS DE MELHORIA NA SECÇÃO P80

Foi elaborado um possível mapa futuro do fluxo produtivo, onde são visíveis algumas possíveis melhorias (Figura 23)

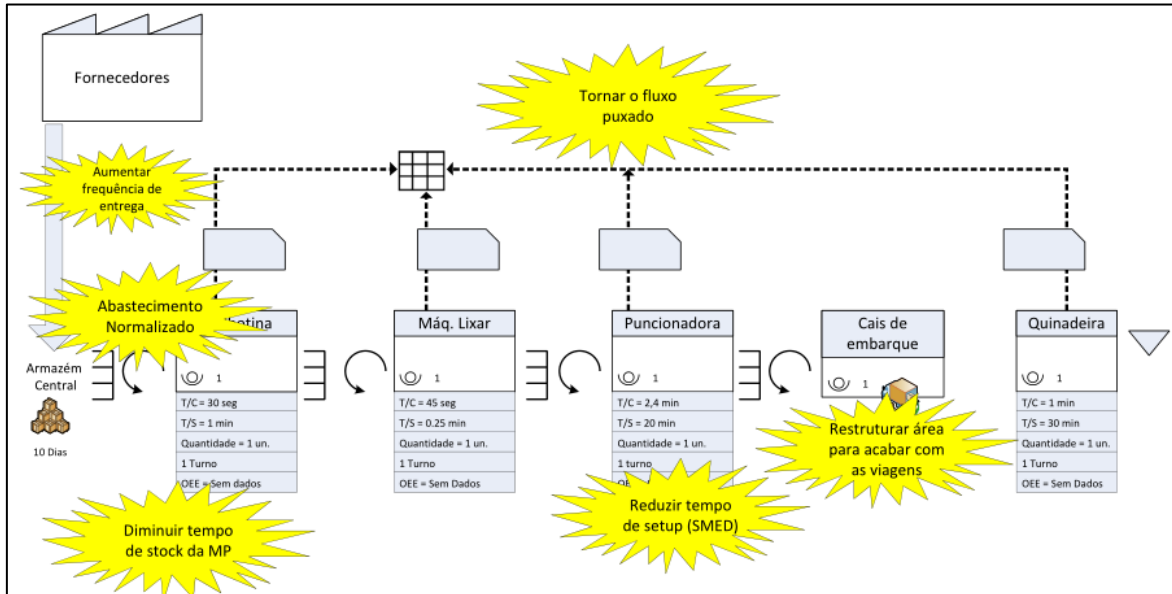


Figura 23 - Melhorias detetadas para mapa futuro

1. Diminuir o tempo de armazenagem da chapa:

Ao diminuir o tempo de armazenagem da chapa, haverá uma redução do capital imobilizado. Para além do que, menos chapa, traduz-se em menos espaço ocupado.

2. Aumento da frequência de entrega por parte do fornecedor:

Ainda sendo necessário um estudo sobre os ganhos ou perdas financeiras sobre o aumento da frequência da entrega, seria ideal a diminuição desse tempo, tendo em vista a possibilidade remota de poder haver roturas de *stock*.

3. Tempos de *Setup* – Puncionadora:

A puncionadora representada neste caso, como nos outros 5 *VSM's* que foram feitos (em anexo), apresentava sempre elevados tempos de *setup*.

A redução do tempo de *setup* a partir da ferramenta SMED - *Single-Minute Exchange of Die*, seria a opção ideal. Também foi detetado que o operador não antecipa a leitura do próximo trabalho para saber que ferramentas irão precisar, bem como não começa a fazer o levantamento das mesmas do depósito. Se o fizesse, o tempo seria reduzido.

4. Transporte:

Outro problema detetado foi um transporte passível de eliminação. Como a secção P80 encontra-se, neste momento, dividida possuindo máquinas na “*Schmitt 1*” (Sul) e na “*Schmitt 2*” (Norte), constata-se a necessidade de transporte de material, aumentando desta forma o tempo total de fabricação. É visível no VSM na figura 22 que o camião que liga as duas “*Schmitt*”, efetua em média 4 viagens por dia. O que quer dizer que durante 2 horas não há saída de material para abastecer as outras secções ou até para terminar um processo de fabricação.

5. Passagem para sistema “puxado”:

Como já foi referenciado a empresa trabalha, neste momento, com um sistema de fluxo “empurrado”. O ideal seria a reestruturação dos vários sectores para um sistema “puxado”, através da aplicação de um sistema *Kanban*, sendo necessário um estudo apropriado nesse sentido.

6. Organização do armazém de chapa:

A nível da organização da chapa, este aspeto será focado no ponto 3.2 do trabalho.

7. OEE, Eficiência Global do Equipamento.

Deparou-se também ao longo do trabalho de campo, que não existiam dados¹⁶ suficientes para o cálculo da eficácia global dos equipamentos. O OEE tem

¹⁶ Estamos a falar sobre Qualidade, Desempenho e Disponibilidade.

como principais objetivos o aumento da produtividade, identificar oportunidades de melhoria, diminuir custos e aumentar o MTBF¹⁷ do equipamento.

3.2 SECÇÃO ARMAZENAGEM DE CHAPA

3.2.1 RETRATO DA SITUAÇÃO ACTUAL

Durante o trabalho de campo para recolha da informação relevante para a concretização dos *VSM's* para a secção P80, verificou-se que o armazém de chapa continha o material acondicionado de forma aleatória, existindo pouco espaço físico nas prateleiras para a colocação das chapas, o que se traduzia em colocação dos lotes de chapa fora do acondicionamento natural (pavimento). A acrescer a estes elementos, os operadores não tinham a noção exata dos locais onde se encontravam as chapas específicas.

Outro problema detetado foi que havia em *stock* tipologias de chapa que já não são mais utilizadas no quotidiano. Os motivos da sua não utilização atual são:

- compra por quantidade mínima (o que obriga a reter excessos);
- erros de compra;
- compra duma máquina Laser o que obrigou a uma reestruturação das dimensões de chapa pedida, para aumentar o aproveitamento máximo da máquina (chapa de dimensão, em mm, $3000 \times 1500 \times x$, onde x representa a variação da espessura da chapa);
- alteração por parte da técnica nos projetos em curso.

3.2.2 MELHORIAS IDENTIFICADAS

Para combater o problema identificado no armazém de chapa foi realizada uma análise às tipologias de chapas encomendadas pela P80.

¹⁷ *Medium Time Between Failure.*

Inicialmente a empresa desconhecia a chapa que possuía em *stock*, como tinha o sistema sobrecarregado com diversas tipologias de chapa - cerca de 470 - entre as quais, muitas delas, já não se enquadravam nos pedidos efetuados pelo sector fabril.

Esses produtos terão sido mantidos em sistema por necessidades de produção esporádicos ou simplesmente pelo facto de se ter pensado que seriam necessários num tempo futuro, diminuindo dessa forma, a demora que ocorreria pelo envio do pedido de chapa ao sector das compras que teria que ser introduzido no sistema para posterior compra e respetiva satisfação.

Por este motivo, foi pedida uma lista em folha de cálculo, retirada do sistema Navision, de toda a chapa encomendada pela secção desde o início de utilização deste sistema informático. Foi efetuado um cruzamento desta lista com outra onde somente constava a diversidade de chapa que atualmente é utilizada na secção.

Posteriormente e aplicando os conceitos 5S, foi levado a cabo um inventário de toda a chapa existente na secção (figura 24), algo que sendo essencial, até ao momento nunca havia sido feito.



Figura 24 - Prateleiras de chapa

Para este inventário houve a necessidade de efetuar 3 procedimentos:

1. Retirar os marcadores antigos das prateleiras visto que:
 - A maioria já não correspondia ao material;
 - Outras continham mais que um marcador;
 - Dos poucos marcadores existentes, a maioria encontrava-se danificado.



Figura 25 - Marcador

- 2- Sinalização das prateleiras, identificando a prateleira em si, com o recurso a letras (figura 26).
- 3- Gavetas com o recurso a dígitos e colocados novos marcadores com informação sobre tamanho, código Navision e material no centro da prateleira (figura 26)



Figura 26 - Prateleiras de chapa sinalizada

Devido à enorme variedade de chapa em armazém, foi necessário fazer um diagrama ABC, para detetar quais as chapas, que maior impacto tinham na secção.

Para a preparação do diagrama ABC, foi utilizada uma listagem de chapa comprada durante o ano de 2010, visto não haver informações sobre a chapa gasta, estando sujeito dessa forma a uma aproximação da realidade.

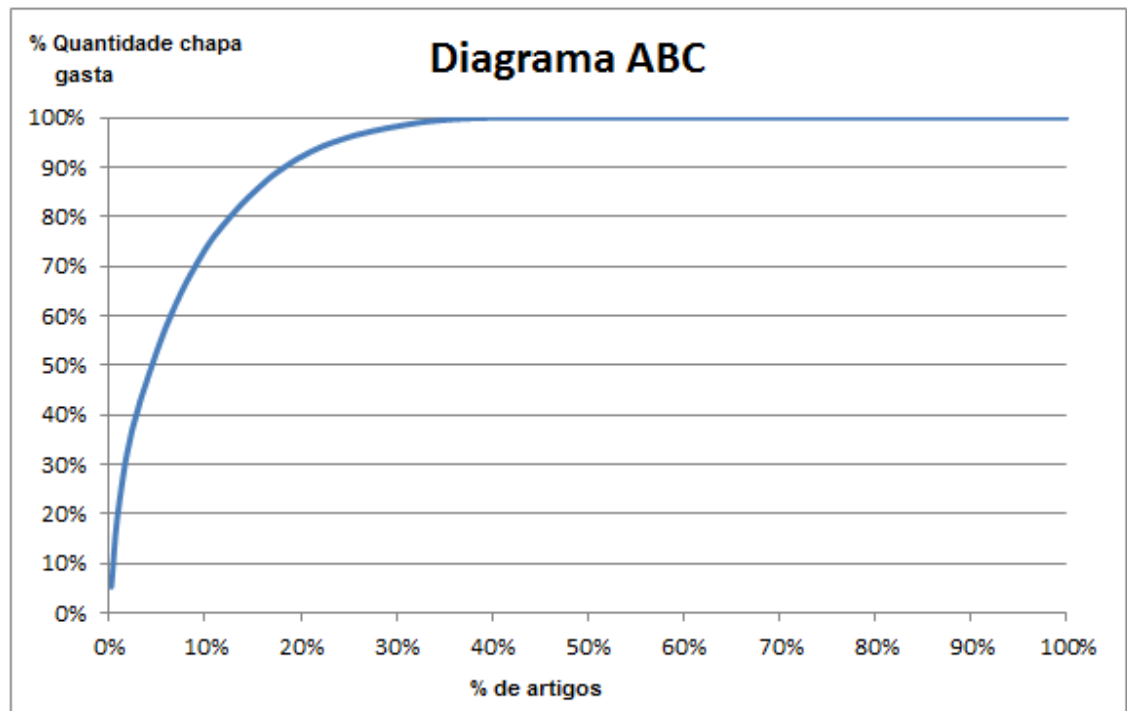


Figura 27 - Diagrama ABC

Na figura 27 é possível visualizar que 80% dos gastos em movimento correspondem a 14,9% dos artigos.

Devido ao seu grau de importância, estes artigos foram alojados em locais de rápido acesso como foi dito anteriormente, mas também o mais próximo dos operadores, de forma a minimizar o tempo de deslocação.

Com o bloqueio das tipologias de chapa não usadas, esta ação permitiu uma redução da quantidade de chapa em sistema, bloqueando-se as que já não se requeriam ao sistema. Em certos casos, nos quais não foi possível o bloqueio, devido a serem utilizadas em casos específicos (nomeadamente em antigos modelos de elevadores), foi colocada uma informação na Base de Dados, indicando que a P80 não consumia mais aquele artigo, estando desta forma a parte técnica obrigada a notificar a secção que terá de encomendar o artigo descontinuado para uma obra específica.

Posteriormente e a partir de uma classificação ABC, foi escolhida a tipologia de chapa mais utilizada (classificação A), para ser colocada nas prateleiras mais acessíveis, visto serem as mais usadas na produção, não sendo necessário a utilização do

empilhador para retirar as mesmas. As chapas de classificação B e C (de menor utilização) foram acondicionadas nas restantes prateleiras. A chapa que já não é utilizada (monos), de classificação também C, ficou acondicionada de forma empilhada, em locais menos acessíveis, estando de momento, somente localizadas no inventário, para em caso de necessidade de reparações em elevadores antigos, sabermos que não será necessário a encomenda.

Para controlar o *stock* passou a existir, de forma provisória, uma folha (anexo K) criada com os campos “Cod. Navision”; “Quantidade” e “Nome” onde os operadores, diariamente, tem que marcar a quantidade de chapa que retiram das prateleiras. Essas quantidades são depois atualizadas numa Base de Dados da folha de cálculo ao final do dia, para o controlo de *stock*. (tabela 7)

Tabela 6 - Excerto do mapa de chapas

A	Nº	Descrição 2	Descrição 4	Descrição 5	Stock
8	165897	Chapa de aço inoxidavel	1,25x1250x2500	W 1.4016, AISI 430, D22 Raute	178
7	104590	Chapa de aço inoxidavel	1,25x1250x2500	W 1.4301, AISI 304, D25 Leinen	22
6	104547	Chapa de aço inoxidavel	0,80x1250x2500	W 1.4301, AISI 304, D25 Leinen	45
5	172625	Chapa galvanizada	0,5x1250x2500	DX51 D+Z 275 (St02 Z)	20
4	141092	Chapa lam. a quente dec/oleada	4,00x1250x2500	DD13 (StW24 - DIN 1614)	25
3	117520	Chapa electrozinc. Zincor	3,00x1250x2500	DC01+ZE25/25 APC (St12-03zn)	14
2	156982	Chapa electrozinc. Zincor	2,00x1250x2500	DC01+ZE25/25 APC (St12-03zn)	0
1	146569	Chapa electrozinc. Zincor	1,5x1250x2500	DC01+ZE25/25 APC (St12-03zn)	0

B	Nº	Descrição 2	Descrição 4	Descrição 5	Stock
8	141094	Chapa electrozinc. Zincor	1,00x1250x2500	DC01+ZE25/25 APC (St12-03zn)	2
7	156978	Chapa electrozinc. Zincor	1,50x1250x2350	DC01+ZE25/25 APC (St12-03zn)	11
6	156673	Chapa electrozinc. Zincor	2,50x1250x2500	DC01+ZE25/25 APC (St12-03zn)	15
5	117510	Chapa laminada a frio	1,00x1250x2500	DC01 (St 12)	11
4	156981	Chapa laminada a frio	1,5x1250x2255	DC01 (St 12)	50
3	156980	Chapa laminada a frio	1,5x1250x2155	DC01 (St 12)	50
2	141085	Chapa laminada a frio	3,00x1250x2500	DC01 (St 12)	10
1	141073	Chapa galvanizada	1,5X1250X2500	DX51 D+Z 275 (St02 Z)	0

Este sistema serve como foi dito, de forma provisória, até estar concluído o processo, de controlo de *stock* por gestão visual, sistema esse muitas vezes utilizado nas caixas de produtos em sistema *Kanban*. De salientar que esta folha usada até ao momento não deve ser descartada, mas sim formar um complemento com o novo sistema a ser implementado.

Este processo permitiu uma libertação do espaço no pavimento (cerca de 15%), dando uma maior segurança a quem conduz o empilhador, assim como a libertação de 3 estantes, o que totaliza 12 prateleiras, que poderão servir para alojar outro tipo de material.

Este método serviu também para acabar com as roturas de stock que, normalmente, eram indicadas pelos operadores assim como assinalar num mapa toda a localização de chapa (Tabela 7) utilizada atualmente, de forma a que os operadores percam o mínimo de tempo na sua localização.

Finalmente, será de salientar a redução da listagem da tipologia de chapa, que foi da ordem dos 60%, passando apenas a estar disponível no sistema 186 artigos (dos 470 já referidos)

3.3 SECÇÃO P04.1

Esta secção dedica-se à montagem de portas de patamar e portas de cabina.

Para esta secção foi analisado o fluxo de chegada de material, assim como o seu acondicionamento. Foi também desenvolvido três mapeamentos de fluxo de material, para as diversas montagens desenvolvidas nesta secção.

3.3.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO

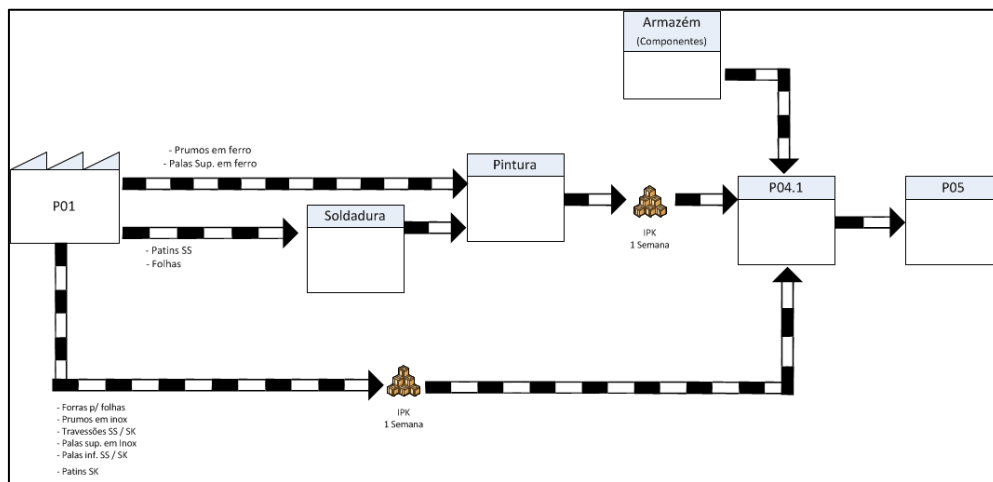


Figura 28 - Vista Geral dos fluxos

Na figura 29, é possível ver que esta secção recebe material proveniente da área de transformação de chapa (P01) que segue diretamente para um local de armazenagem provisório (IPK), onde é analisado na sua globalidade, de forma a não entrar na produção de material não pertencente às obras em execução. É visível também material que sai da P01 e segue para a secção de soldadura onde é posteriormente pintado e segue para um armazém provisório onde também é analisado. Outro fluxo existente é o material que sai da P01 e segue diretamente para a pintura. Por fim temos o material externo à empresa que está alojado num armazém físico e que segue diretamente para a secção de montagem. O material acondicionado nos armazéns IPK está colocado no pavimento e é posteriormente colocado em caixas vazias, sem qualquer tipo de identificação (figura 32).



Figura 29 - Caixa sem identificação

Esta secção recebe 3 tipos de fluxos de materiais, como foi visível na figura 31 e possui montagem de 2 distintos componentes como iremos ver seguidamente:

- Portas de cabina
- Portas de Patamar
 - Montadas
 - Desmontadas.

No caso da montagem de portas de cabina (figura 31), é visível que a secção recebe material da secção interna P01 e material externo à empresa que se encontra alojado no armazém físico.

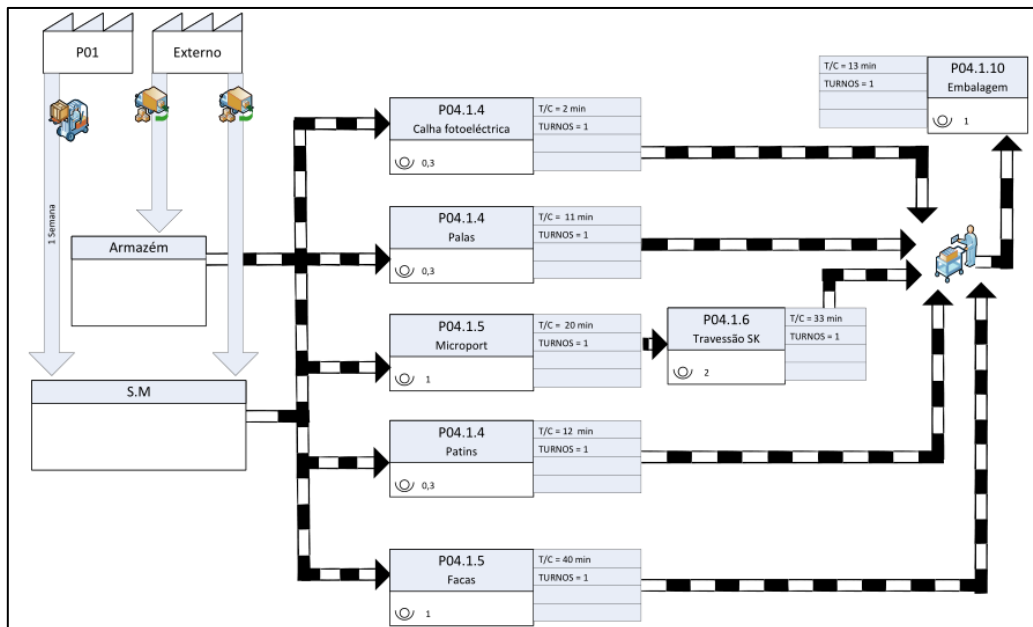


Figura 30 - Montagem de Portas de Cabina

A montagem das portas de cabina passa por 3 postos de trabalho:

- **P04.1.4**

Onde é efetuada a montagem da calha fotoelétrica, palas e os patins, trabalho esse unicamente efetuado por uma pessoa, com um tempo de ciclo que 25 min.

Produto	Calha fotoelétrica	Pala	Patim	
T/C (min)	2	11	12	25

- **P04.1.5**

É efetuada a montagem da caixa *microport* e das facas, trabalho efetuado por duas pessoas, com um tempo de ciclo de 60 min.

Produto	Caixa <i>microport</i>	Faca	
T/C (min)	20	40	60

- **P04.1.6**

Neste posto é feito a montagem do travessão, onde leva a caixa *microport* previamente montada no posto 4.1.5.

Produto	Travessão
T/C (min)	33

Este material é depois acondicionado todo num carro, respetivo à obra em questão e é levado para o posto P04.1.6 (posto de embalagem), seguindo para a secção seguinte de expedição.

Relativamente à montagem de portas de patamar elas poderão ser montadas ou desmontadas. No caso das desmontadas (figura 32), é feito o processo de montagem onde é realizado em 6 postos de trabalho.

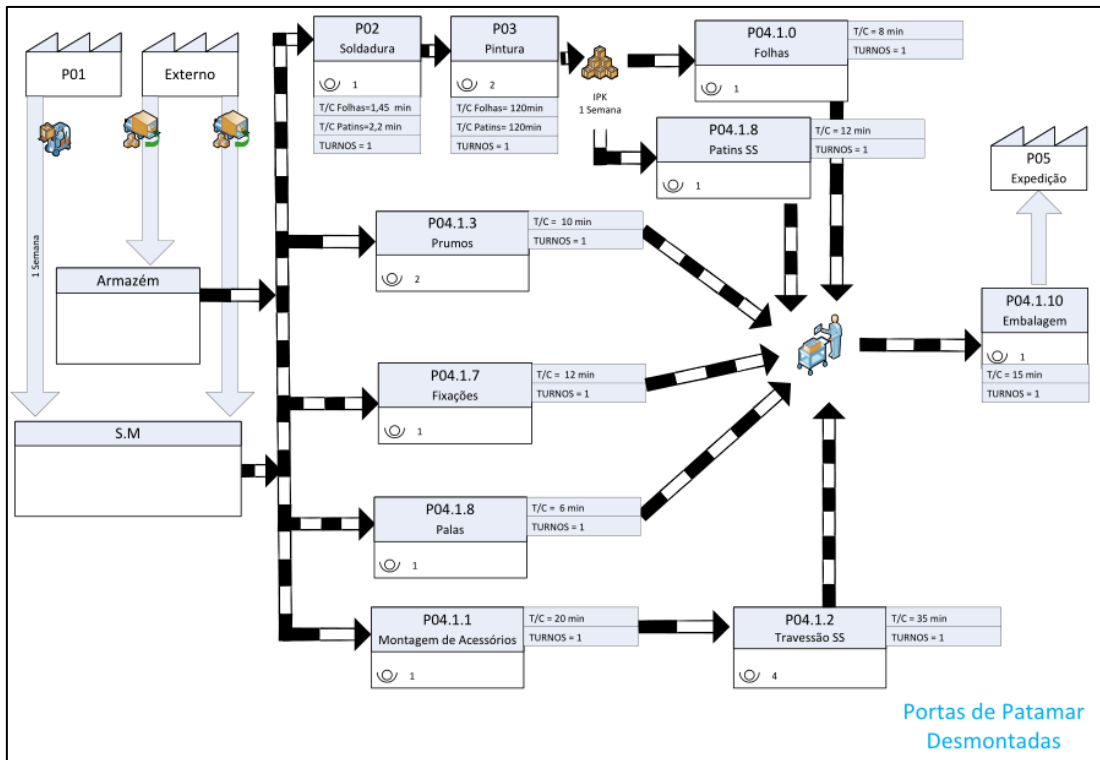


Figura 31 - Portas de Patamar Desmontados

- **P04.1.0**

Aqui é efetuada a montagem das folhas da porta. Este material chega à secção através do processo de transformação na P01, onde passa na secção de soldadura e Pintura. É deixado no IPK referido anteriormente, onde é feita também a seleção dos materiais corretos para as obras em execução. O tempo de ciclo da montagem é de 8 min.

- **P04.1.8**

Neste posto de trabalho é efetuada a montagem dos patins. Este material segue o mesmo fluxo de material que as folhas. Neste posto é também efetuada a montagem das palas.

Produtos	Patim	Pala	
T/C (min)	12	6	18

- **P04.1.3**

Para a montagem dos prumos, o material chega da secção P01, onde é efetuada a montagem em 2 bancas de trabalho. O tempo de ciclo é de 10 min.

Produtos	Prumos
T/C (min)	10

- **P04.1.7**

As fixações são montadas neste posto de trabalho, por um operador. O tempo de ciclo de montagem é de 12 min.

Produtos	Fixações
T/C (min)	12

- **P04.1.2**

Aqui é realizada a montagem dos travessões. Este material é proveniente do posto de trabalho P04.1.1, onde é efetuada a montagem dos acessórios necessários à realização do trabalho da montagem dos travessões. O tempo de montagem é de 35 min para o travessão e para os acessórios de 20 min. Existem atualmente 4 bancas de trabalho para os travessões e uma banca de montagem de acessórios.

Produtos	Acessórios	Travessão	
T/C (min)	20	35	65

Todo este material é posto num carro, respetivo unicamente à obra específica, e levado para a zona de embalagem (P04.1.10). Por fim é levado para a secção de expedição (P05)

Nas portas de patamar montadas (figura 33), o processo é exatamente igual ao desmontado, onde a única diferença reside na montagem dos aros. Este processo é efetuado por uma pessoa, com o tempo de ciclo de 11 min.

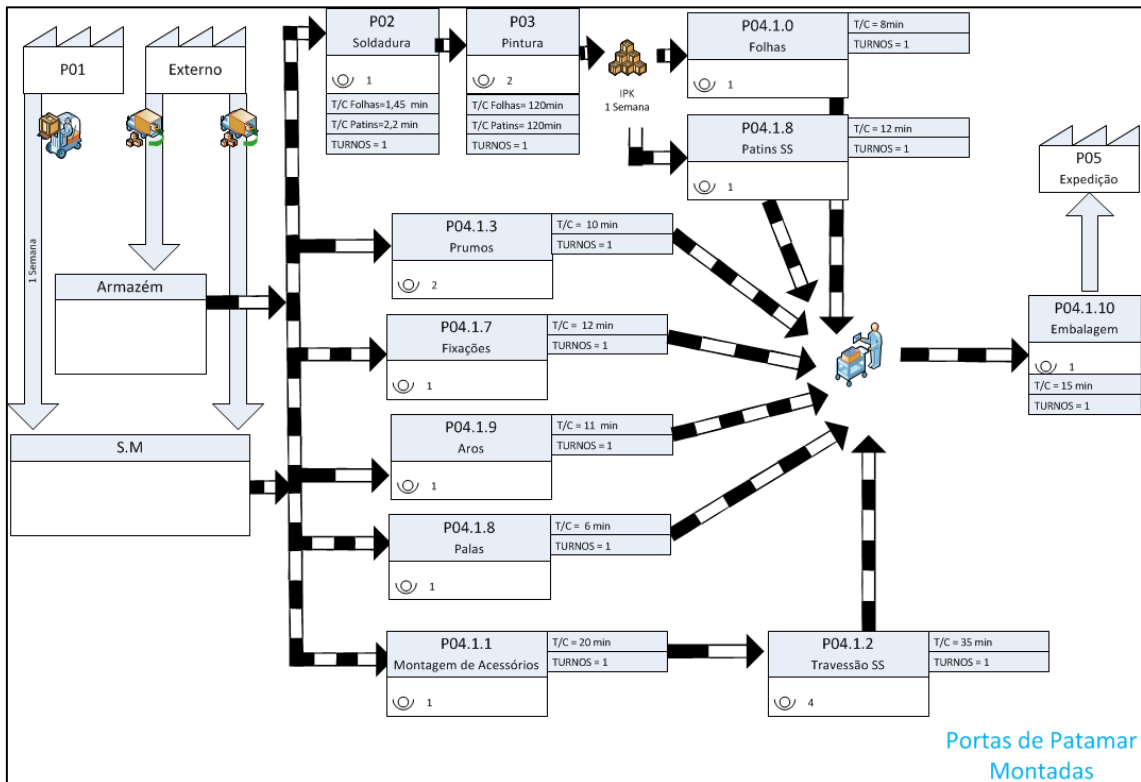


Figura 32 - Portas de Patamar Montadas

Ao serem feitos estes mapeamentos (figura 31, 32 e 33) foi detetado que havia um problema em relação ao material pedido à secção a montante (P01) e aquele que chegava à secção (P04.1), sendo necessário, uma análise a todo o material à chegada (IPK). O operador destacado para o trabalho, a partir do plano de montagem semanal, verifica qual o material que se encontra correto para as obras. O material errado era bloqueado e devolvido para a seção P01.

Este problema residia nomeadamente em erro humano, por parte da secção que fabrica o material (P01). O processo de coleta de dados em *Navision*, por parte da P01, e

os necessários cálculos ao fabrico das peças, levava ocasionalmente ao responsável cometer erros nas dimensões e na tipologia de chapa a fabricar, passando a informação errada para o fabrico, pondo dessa forma em causa a agenda estipulada pela P04.1 para a montagem dos produtos.

Outro problema detetado no imediato e de forma visual, na secção P04.1 residia na falta de controlo sobre o material armazenado, não se sabendo as quantidades em *stock* dos diversos materiais, bem como a sua localização

Esta desorganização, que ia contra todos os princípios ergonómicos está documentada nas figuras 34 e 35, respetivamente as prateleiras à direita e à esquerda da secção.



Figura 33 - Prateleiras à direita.



Figura 34 - Prateleiras à esquerda.

Por fim, foi também detetado na secção P04.1, um problema a nível da movimentação dos operadores ao armazém e aos supermercados, no que respeita ao abastecimento das suas respetivas bancas de trabalho, com um dispêndio elevado na procura e coleta da matéria-prima.

3.3.2 PROPOSTA DE MELHORIA

Para a resolução destes primeiros obstáculos detetados, procedeu-se a uma racionalização do armazenamento da matéria-prima, bem como a uma reestruturação das bancas de trabalho.

As mudanças em curso permitiram prever que a distribuição física (supermercados) e humana (bancas de trabalho) da secção P04.1 ficará de acordo com o esquema preconizado pela figura 36, onde é visível o alinhamento das bancas de trabalho com o supermercado. No retângulo a tracejado verde, representa o fluxo de material para a montagem de cabinas no seguimento do supermercado onde está alojado os componentes necessários para o seu fabrico. No retângulo azul está representado as

bancas de trabalho e o supermercado que fornece o processo de fabrico das portas de patamar.

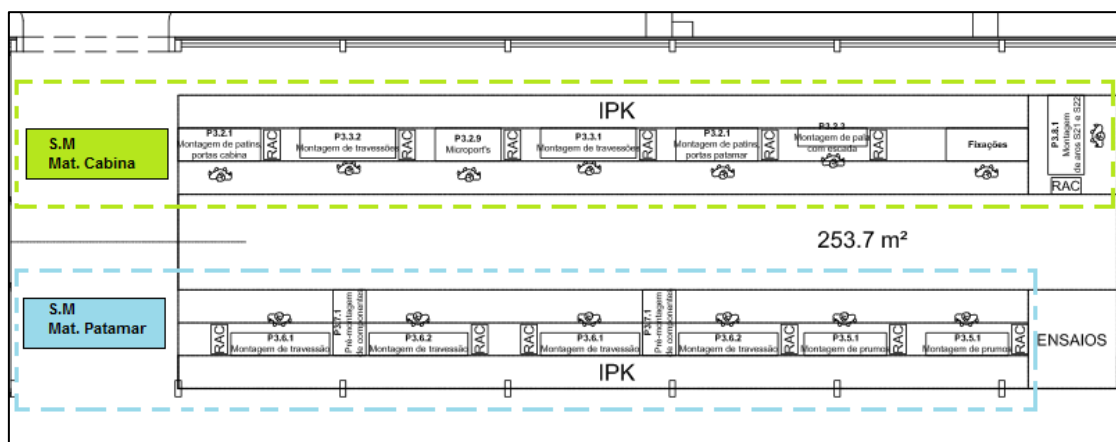


Figura 35 – Melhorias no S.M e bancas de trabalho P30

Relativamente aos supermercados em questão, foi feita uma racionalização do armazém, onde as caixas que armazenam os produtos nos supermercados, foram todas catalogadas numa fase provisória através de autocolantes com o número de desenho e número *Navision*, bem como a sua localização. Foi também colocado um autocolante onde é indicado se a peça é utilizada em portas de patamar ou cabina. Desta forma facilitou-se a divisão do material correspondente à montagem de portas de patamar e portas de cabina, entre os dois supermercados, estando somente localizado em cada um, os produtos necessários. Posteriormente foi colocada a marcação na prateleira, também de forma provisória. (figura 37)

No futuro próximo, serão colocados as etiquetas finais, onde na caixa estará uma breve descrição do produto, o cliente, o número de caixas, o fornecedor, a quantidade e o código *Navision*. O número de desenho, estando em constante atualização e mudança do mesmo, deixa de ter sentido numa fase futura, só sendo para já relevante na obtenção do máximo de informação sobre os produtos, visto alguns não terem código *Navision* (produtos antigos), estando a ser atualizados para o novo formato neste momento.

Relativamente às prateleiras, irá só ter o código *Navision*, para a colocação correta das caixas na prateleira.

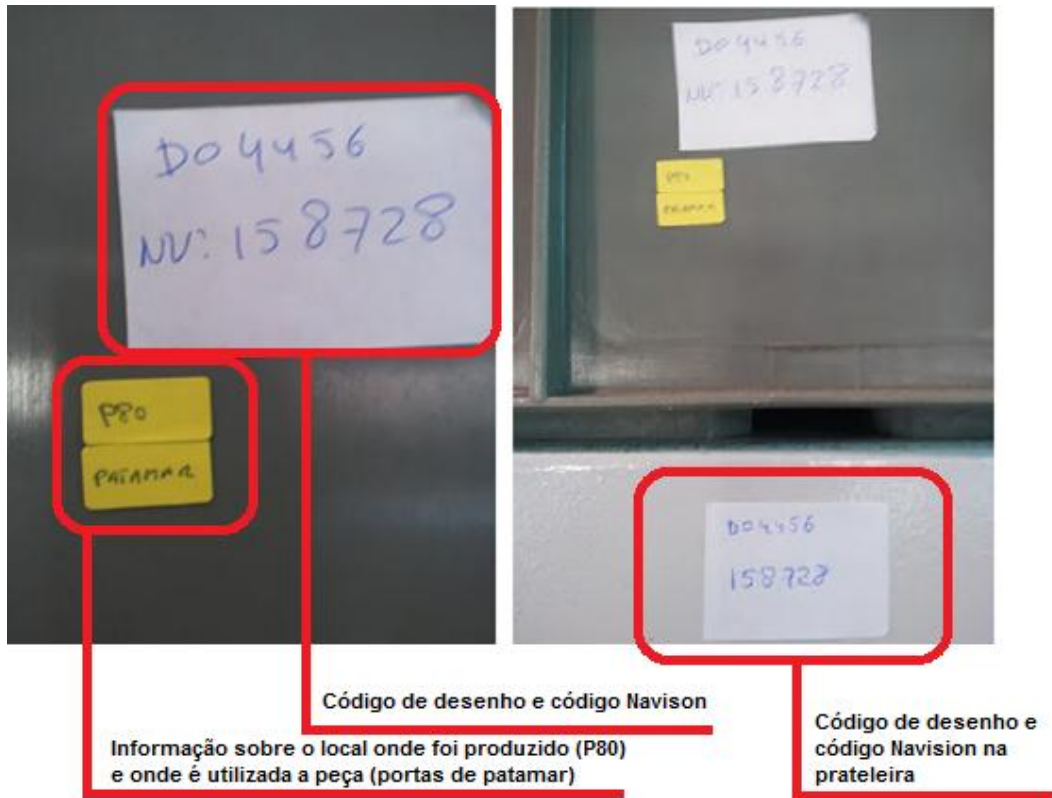


Figura 36 - Catalogação das caixas e prateleiras

Numa segunda fase foi feita uma análise dos fluxos de material que chegavam à secção e fez-se uma reestruturação da mesma, eliminando um dos fluxos.

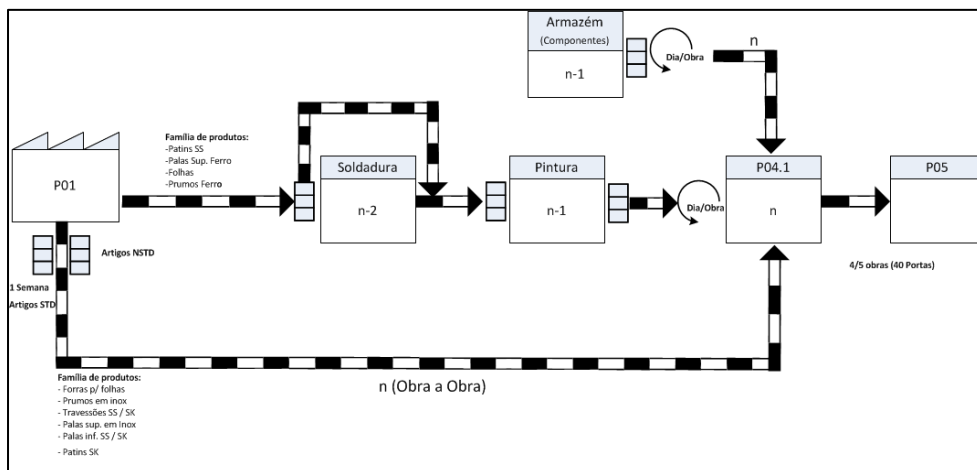


Figura 37 - Melhorias nos fluxos efetuadas na P30

Como é visível na figura 38, o material que seguia diretamente para a pintura, passa a fazer o trajeto do fluxo do material que segue para a soldadura. Fez-se esta modificação para manter o material da mesma obra o mais agrupado possível. O material que é só pintado fica à espera no carro até à saída do material soldado, seguindo para jusante.

Devido aos atrasos detetados na entrega dos materiais a esta secção (P04.1), determinou-se uma data de entrega para cada um dos setores que abastecem a secção. A pintura terá que entregar as peças com um dia de antecedência (n-1), a soldadura terá que ter o material pronto com dois dias de antecedência (n-2) para seguir para a pintura e futuramente para a secção. O armazém terá que entregar as peças com um dia de antecedência. Foram também incluídos *buffers* à saída de todas as secções de modo a nos prevenirmos de quaisquer flutuações no processo produtivo (a dimensionar no futuro, em função dum estudo mais detalhado).

Futuramente irá ser inserido um sistema *Kanban* de 1 cartão, de forma a eliminar os problemas de falta de componentes nos postos de trabalho, assim como material trocado ou erros de fabrico. Pretende-se também acabar com os postos intermédios (IPK), tão bem visíveis nos fluxos apresentados no capítulo 3.3.2.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como indicamos no resumo, este trabalho foi condicionado fortemente por restrições no tempo disponibilizado pela empresa para as implementações de *VSM* e *Kanban*. Apenas nos últimos meses pudemos dar início às implementações e propostas de soluções futuras. Sendo este aspeto alheio à nossa vontade, condicionou todavia, a profundidade que era por nós desejada para o estudo que aqui apresentamos.

Este trabalho consistiu numa abordagem à filosofia *Kaizen*, onde foram aplicadas algumas das ferramentas utilizadas na melhoria continua, em três distintas áreas da empresa.

Foram desenvolvidos mapas de fluxo de material e informação para a secção P80, transformação de chapa, e propostas algumas melhorias possíveis para futuro. Neste momento a secção passa por uma reestrutura para a *Schmitt 2*, ficando unicamente num espaço físico, melhorando dessa forma a comunicação com as áreas de produção a jusante.

É de salientar que este projeto foi executado apenas por uma pessoa, e não por uma equipa, pelo que uma das recomendações mais importantes que aqui deixamos, é que seja constituída essa equipa, e implementada uma metodologia de trabalho normativo para obtenção de resultados mais positivos, quando foram feitos os *VSM's* para as outras secções.

Foram também resolvidos os problemas com a armazenagem de chapa, estando neste momento organizada por ordem de importância, permitindo que a chapa que mais se gasta esteja alojada em locais acessíveis e próximos dos operadores que as usam. Tornou-se também uma secção mais segura para o operador da empilhadora, visto que o pavimento se encontra livre de qualquer obstáculo, nomeadamente de lotes de chapa.

Em relação à P04.1, foram desenvolvidas mudanças a nível da armazenagem de peças, estando no presente momento em fase final a colocação dos espaços para cada produto, assinalando-se as prateleiras e caixas devidas. Os operadores neste momento já sentem a diferença na visualização das mesmas, não perdendo tempo útil para as funções mais importantes. A implementação dos postos de trabalho também foram

alteradas, tornando o *layout* mais simples e fluido, tornando mais apropriado para o sistema *Kanban* a implementar.

Consideramos que os passos futuros, que recomendamos nesta última parte capitular, e que certamente virão a ser implementados na empresa, refletem a própria essência da Melhoria Contínua de Processos: a Melhoria não se esgota por se completar uma etapa, uma vez que é a procura constante da perfeição inatingível.

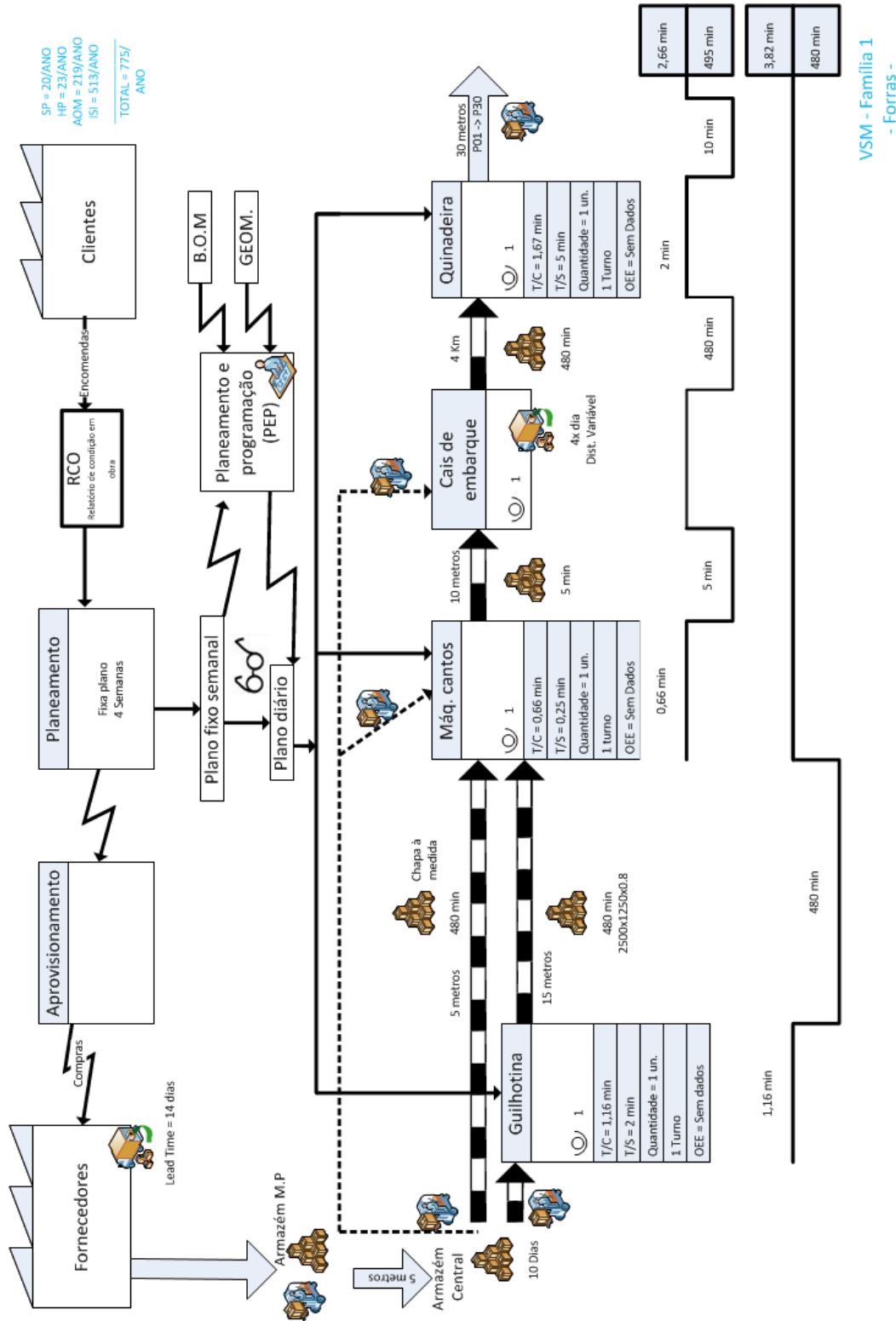
BIBLIOGRAFIA

- [1] ALLEN, R. C. *The British Industrial Revolution in Global Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge, 2009.
- [2] AMARAL, Danilo. *História da Mecânica - O motor a vapor*. s/d. Acedido a 22 Setembro 2011, disponível em:
www.demec.ufmg.br/.../historia%20do%20motor%20a%20vapor.pdf .
- [3] BUDRAß, Lutz; Scherner; Jochen Streb. *DEMYSTIFYING THE GERMAN 'ARMAMENT MIRACLE' DURING WORLD WAR II. NEW INSIGHTS FROM THE ANNUAL AUDITS OF GERMAN AIRCRAFT PRODUCERS*. 2005. Acedido a 22 Setembro 2011, disponível em:
<http://ssrn.com/abstract=661102> .
- [4] CEIA, Carlos *Normas para a Apresentação de Trabalhos Científicos*. In "Col. Ensinar e Aprender, 1ª Ed.", Editorial Presença, Lisboa, 1995.
- [5] CRAFTS, Nicholas. *Explaining the first Industrial Revolution: two views*. In *European Review of Economic History*, , num.15, págs. 153 - 158, European Historical Economics Society, 2010.
- [6] DETTMER, H. William. *Beyond Lean Manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance*. s/d. Acedido a 22 Setembro 2011, disponível em: www.goalsys.com .
- [7] HINES, Peter e Nick Rich. *The seven value stream mapping tools*. In *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17, 1997, num.1, págs. 46 - 64, MCB University Press, 1997.
- [8] HINES, Peter; Pauline Found; et al. *Staying Lean Thriving, Not Just Surviving*. 2nd Ed., Productivity Press, New York, 2010. 978-1-4398-2617-1
- [9] MAGNIER, Ph. *The Lean Enterprise - Value Stream Mapping*. 2003. Acedido a 12 Setembro, disponível em:
<http://www.nwlean.net/toolsCD/VSM/4%20steps%20to%20VSM.pdf> .
- [10] MANOS, Anthony. *12 Common Errors or Lessons Learned with Value Stream Mapping – Part 1*. 2011a. Acedido a 26 Setembro 2011, disponível em:
<http://blog.5ssupply.com/2011/09/01/12-common-errors-or-lessons-learned-with-value-stream-mapping-%E2%80%93-part-1/> .
- [11] MANOS, Anthony. *12 Common Errors or Lessons Learned with Value Stream Mapping – Part 2*. 2011b. Acedido a 26 Setembro 2011, disponível em:
<http://blog.5ssupply.com/2011/09/01/12-common-errors-or-lessons-learned-with-value-stream-mapping-%E2%80%93-part-2/> .

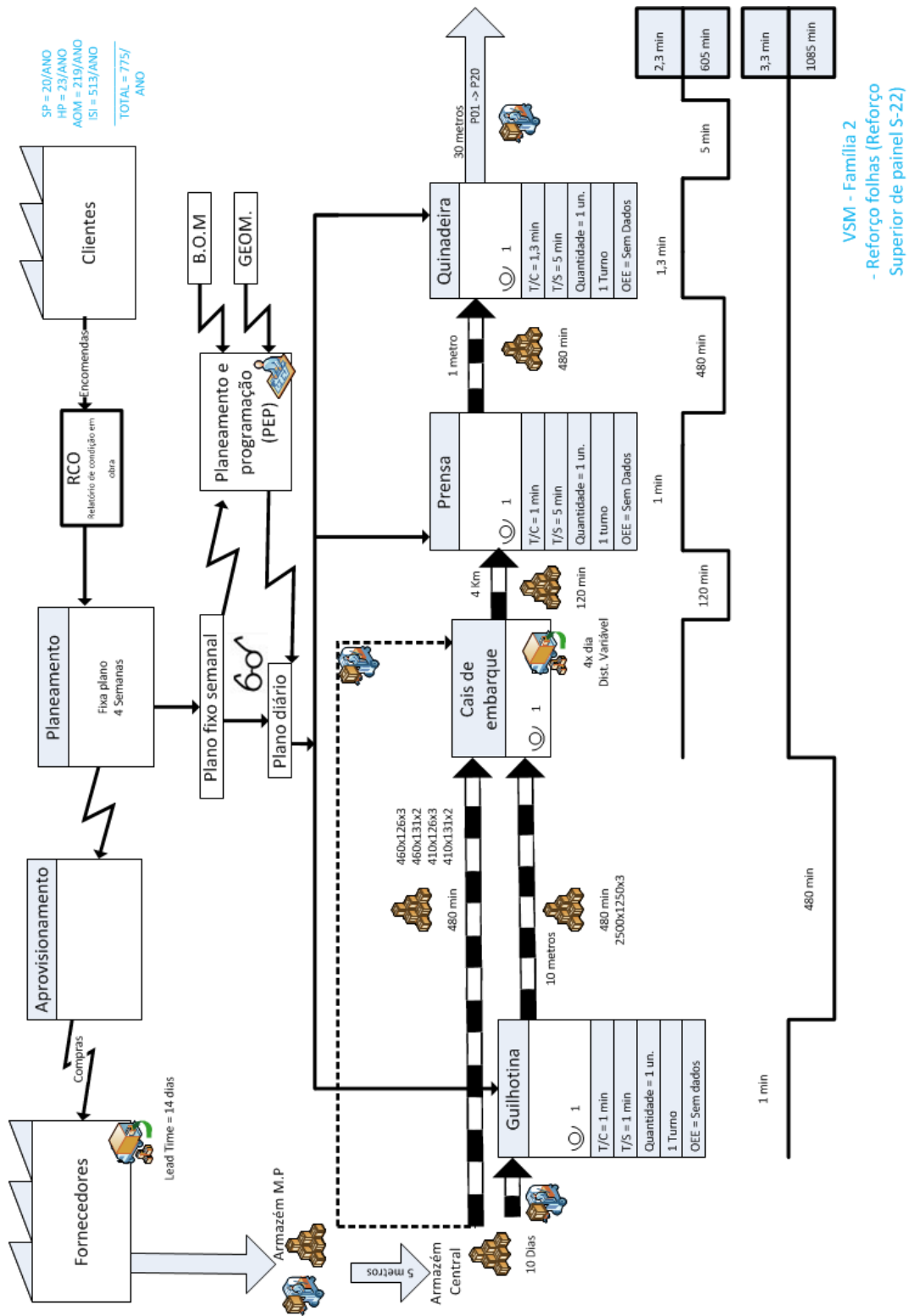
- [12] MAREK, Richard P.; Debra A. Elkins; Donald R. Smith. *UNDERSTANDING THE FUNDAMENTALS OF KANBAN AND CONWIP PULL SYSTEMS USING SIMULATION*. in Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, 2001.
- [13] MCBRIDE, Tom. *Key Steps in Implementing a Kaizen Event*. in Northeast Supply Chain Conference, s/d.
- [14] MCMANUS, Hugh L. e Richard L. Millard. *VALUE STREAM ANALYSIS AND MAPPING FOR PRODUCT DEVELOPMENT*. in International Council of the Aeronautical Sciences 23rd ICAS Congress, 2002.
- [15] MOKYR, J. *The Enlightened Economy: An Economic History of Britain 1700-1850*. Yale University Press, New Haven, 2009.
- [16] NASH, Mark A. e Sheila R. Poling *Mapping the total value stream : a comprehensive guide for production and transactional processes*. Taylor & Francis Group, New York, 2008. 978-1-56327-359-9
- [17] NIELSEN, Anders *Getting Started with Value Stream Mapping*. Gardiner Nielsen Associates Inc., Salt Spring Island, 2008.
- [18] PAXTON, John. *Myth vs. Reality: The Question of Mass Production in WWII*. In Economics & Business Journal: Inquiries & Perspectives, Vol. 1, , num.1, págs. 91 - 104, 2008.
- [19] PEINADO, Jurandir. *O PAPEL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO KANBAN NA REDUÇÃO DOS INVENTÁRIOS*. In Rev. FAE, Curitiba, Vol. 2, 1999, num.2, págs. 27 - 34, 1999.
- [20] PEINADO, Jurandir e Alexandre Reis Graeml *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)*. Centro Universitário Positivo – UnicenP, Curitiba, 2007.
- [21] PINTO, Álvaro. 5S. 2007. Acedido a 10 Outubro 2011, disponível em: <http://geologia.fc.ul.pt/Aulas/RMIA/docs/5S1.pdf>
- [22] RAMBAUX, A.; *Gestão Económica dos Stocks*, col. Direcção de Empresas, vol. 5, Ed. Pórtico, Lisboa, s/d.
- [23] ROTHER, Mike *TOYOTA KATA - MANAGING PEOPLE FOR IMPROVEMENT, ADAPTIVENESS, AND SUPERIOR RESULTS*. McGraw-Hill Companies, Inc, New York, 2010.
- [24] STAMATIS, S.H. *The OEE Primer -Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*, Taylor and Francis Group, New York, 2010.

- [25] SHOOK, John e Mike Rother *Learning to See - Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate MUDA*. 1.2 Ed., Lean Enterprise Institute, Massachussets, 1999.
- [26] TAVARES, Maria José Ferro *Os Têxteis — História Social das Técnicas*. Universidade Aberta, Lisboa, 2000.
- [27] TUBINO, Dalvio F. *Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica*. Editora Bookman, Porto Alegre, 1999.

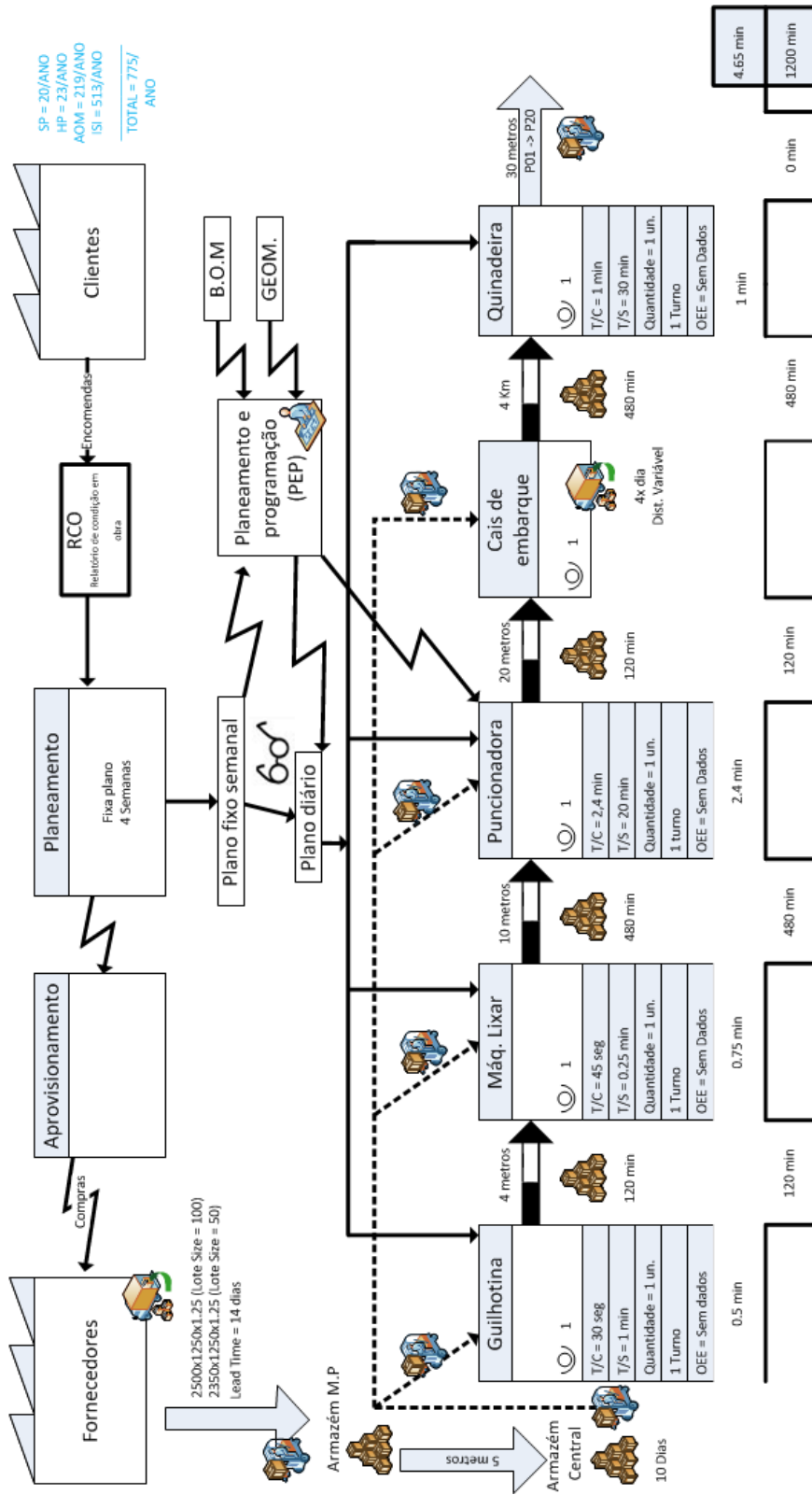
5 ANEXO A – VSM DA FAMÍLIA 1 (P80)



6 ANEXO B – VSM DA FAMÍLIA 2 (P80)

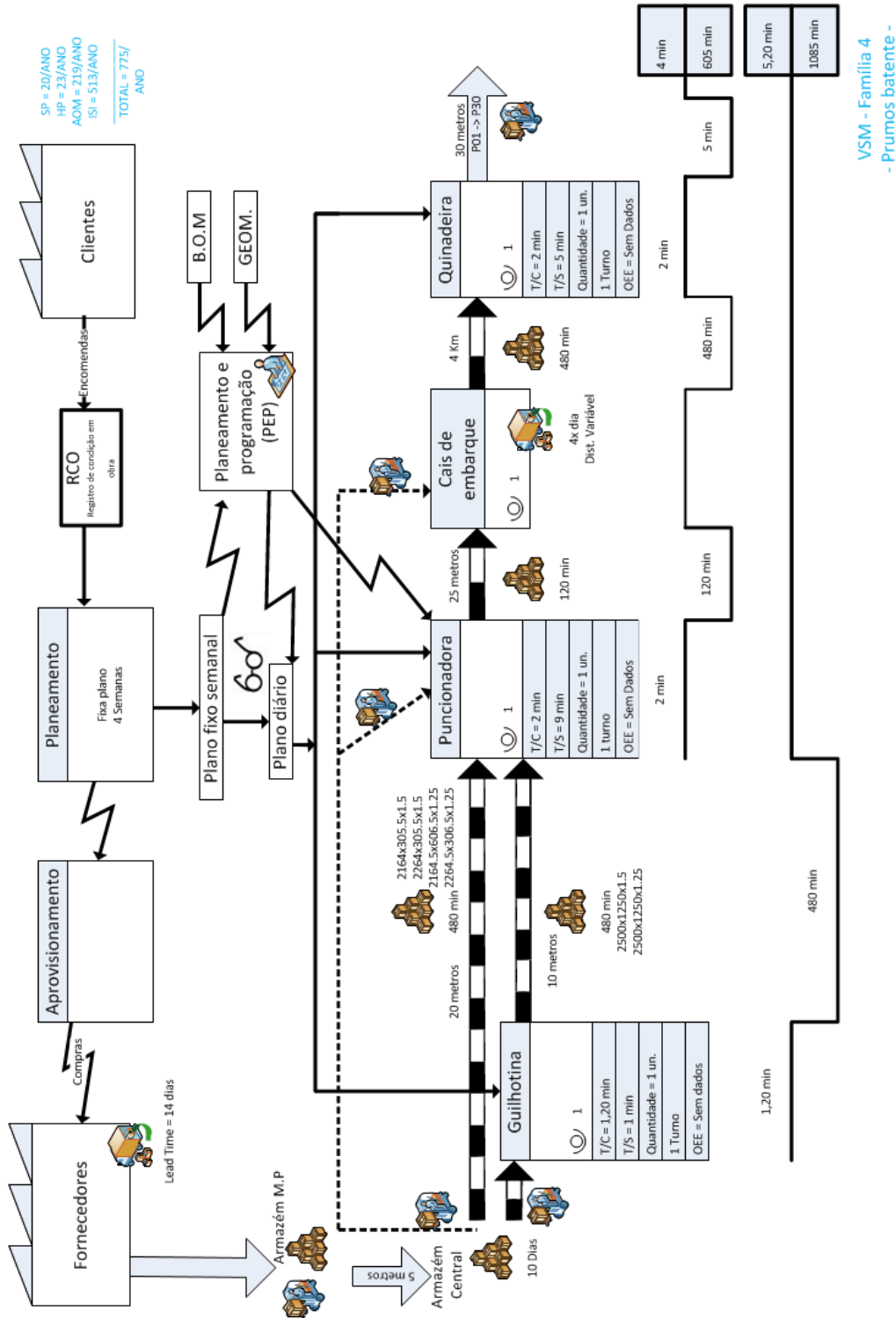


7 ANEXO C – VSM DA FAMÍLIA 3 (P80)

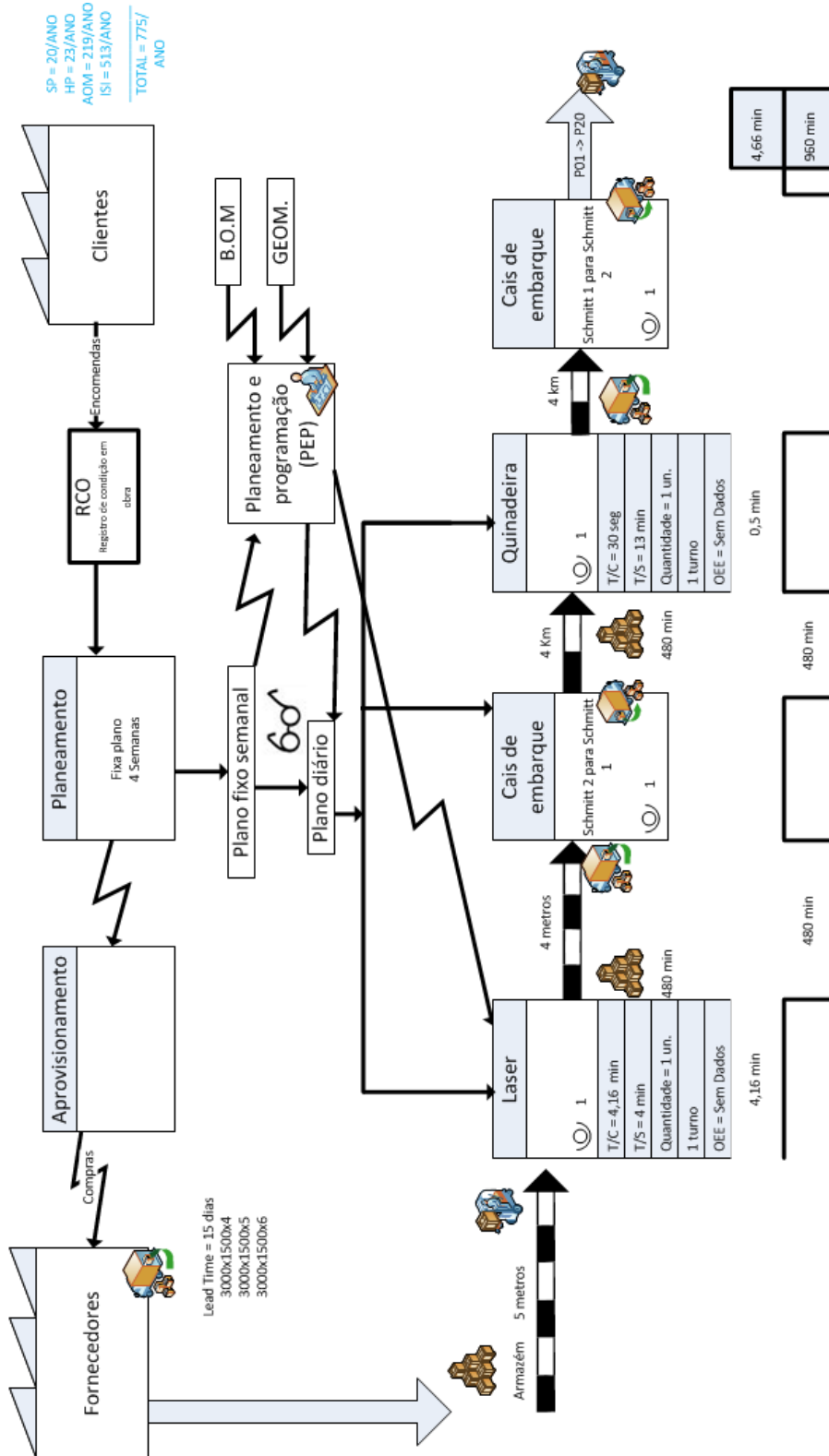


VSM - Família 3
- Painéis -

8 ANEXO D – VSM DA FAMÍLIA 4 (P80)

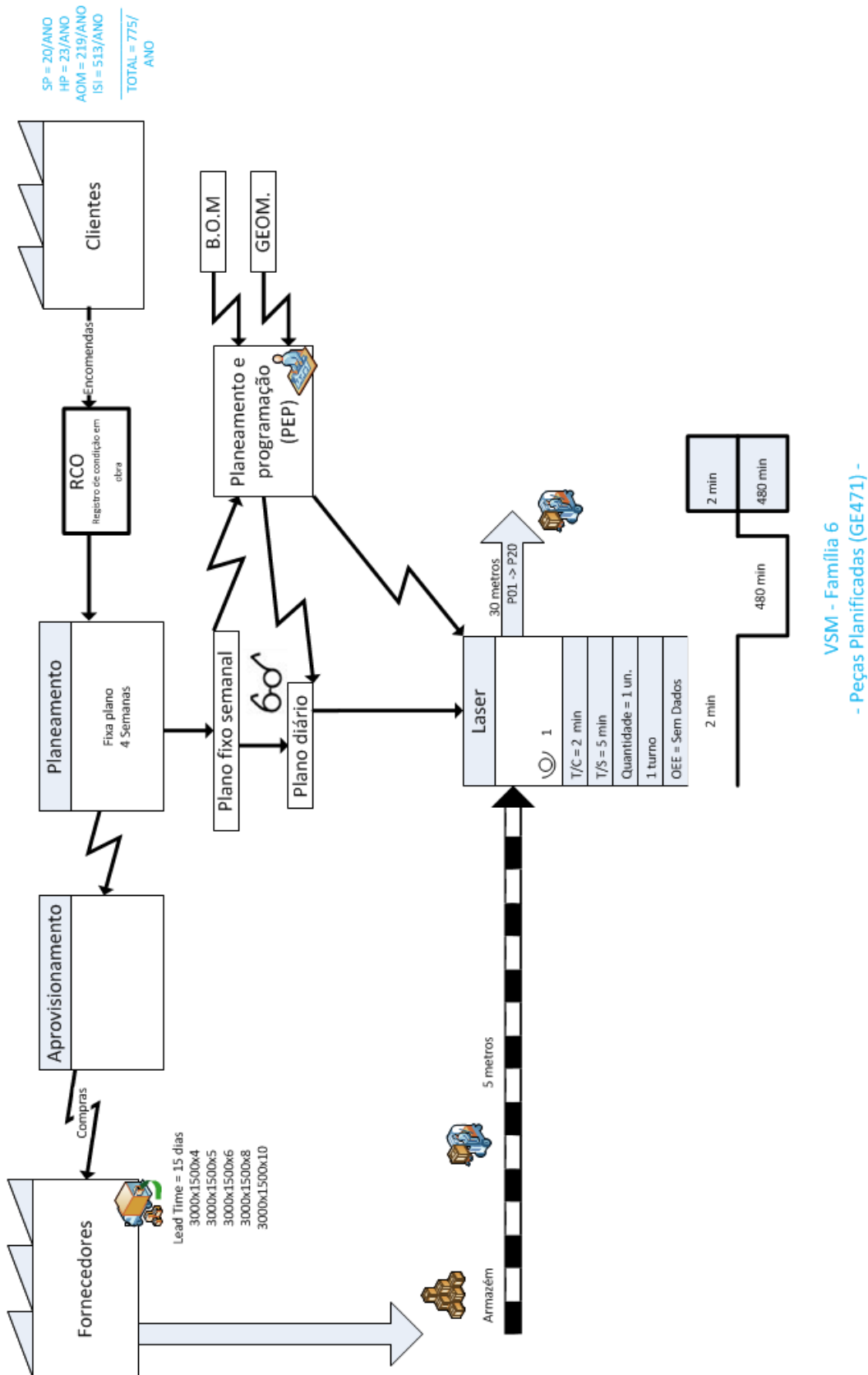


9 ANEXO E – VSM FAMILIA 5 (P80)

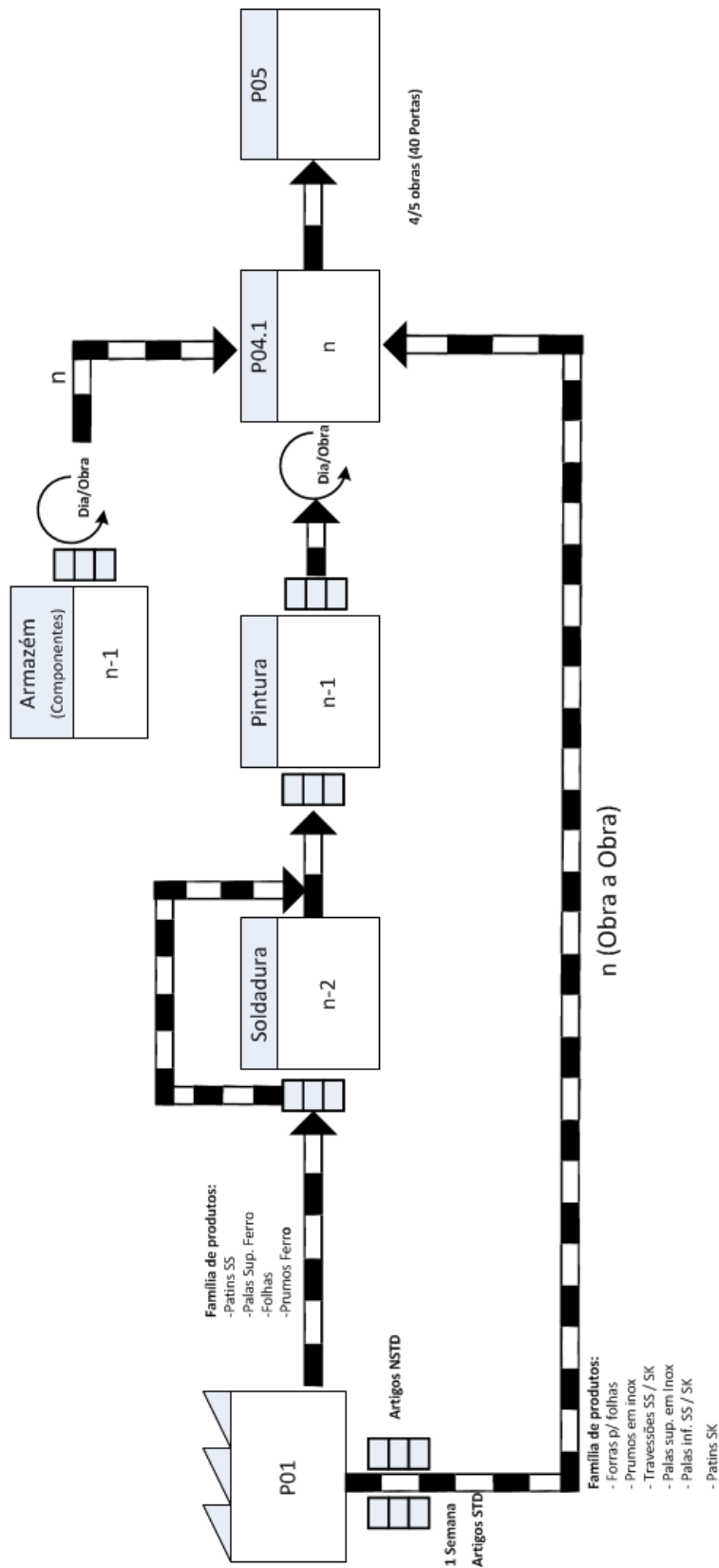


VSM - Família 5
 - Peça Arcada(FG3037) -

10 ANEXO F – VSM FAMILIA 6 (P80)

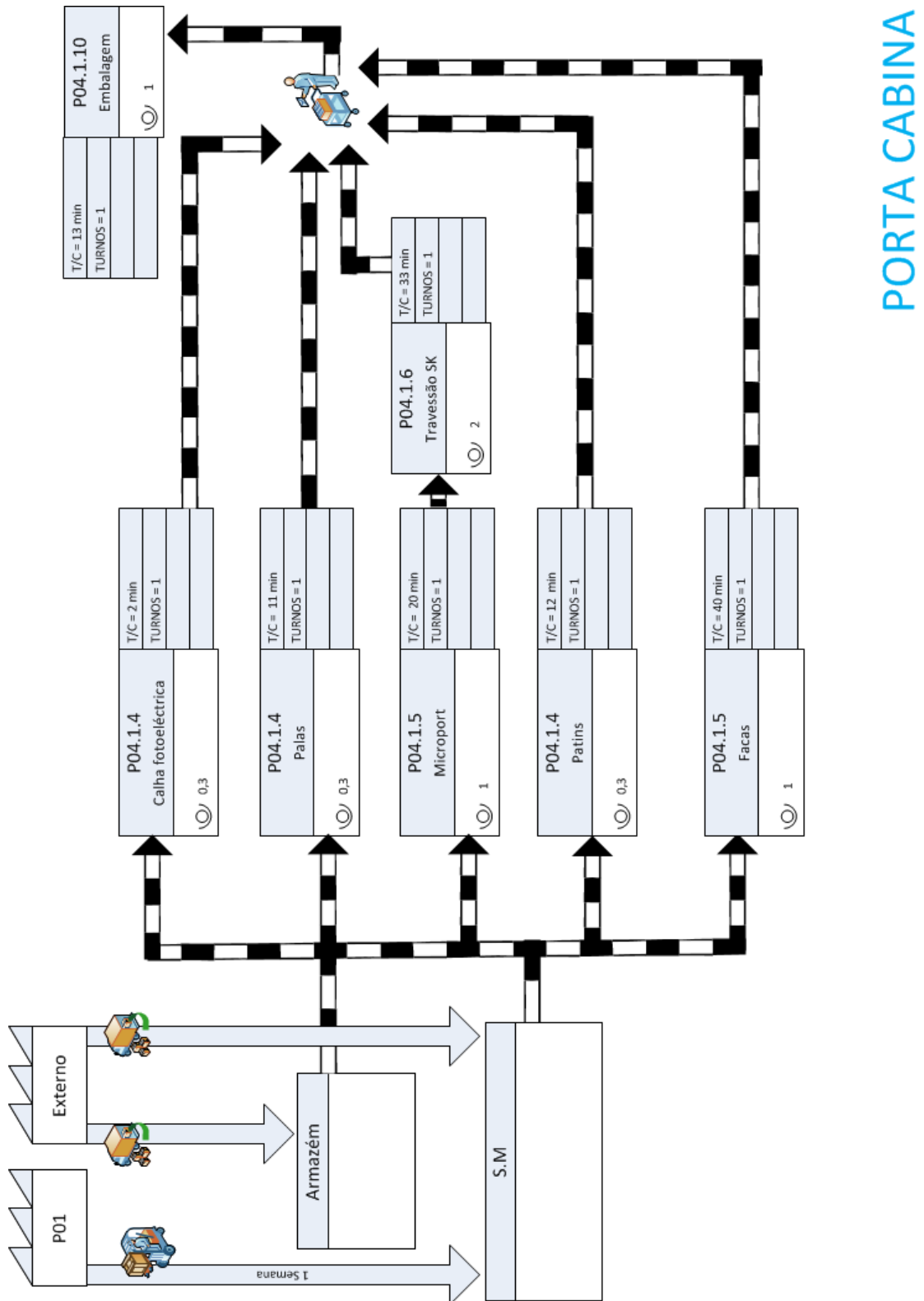


11 ANEXO G - VISTA GERAL DOS FLUXOS DA P30

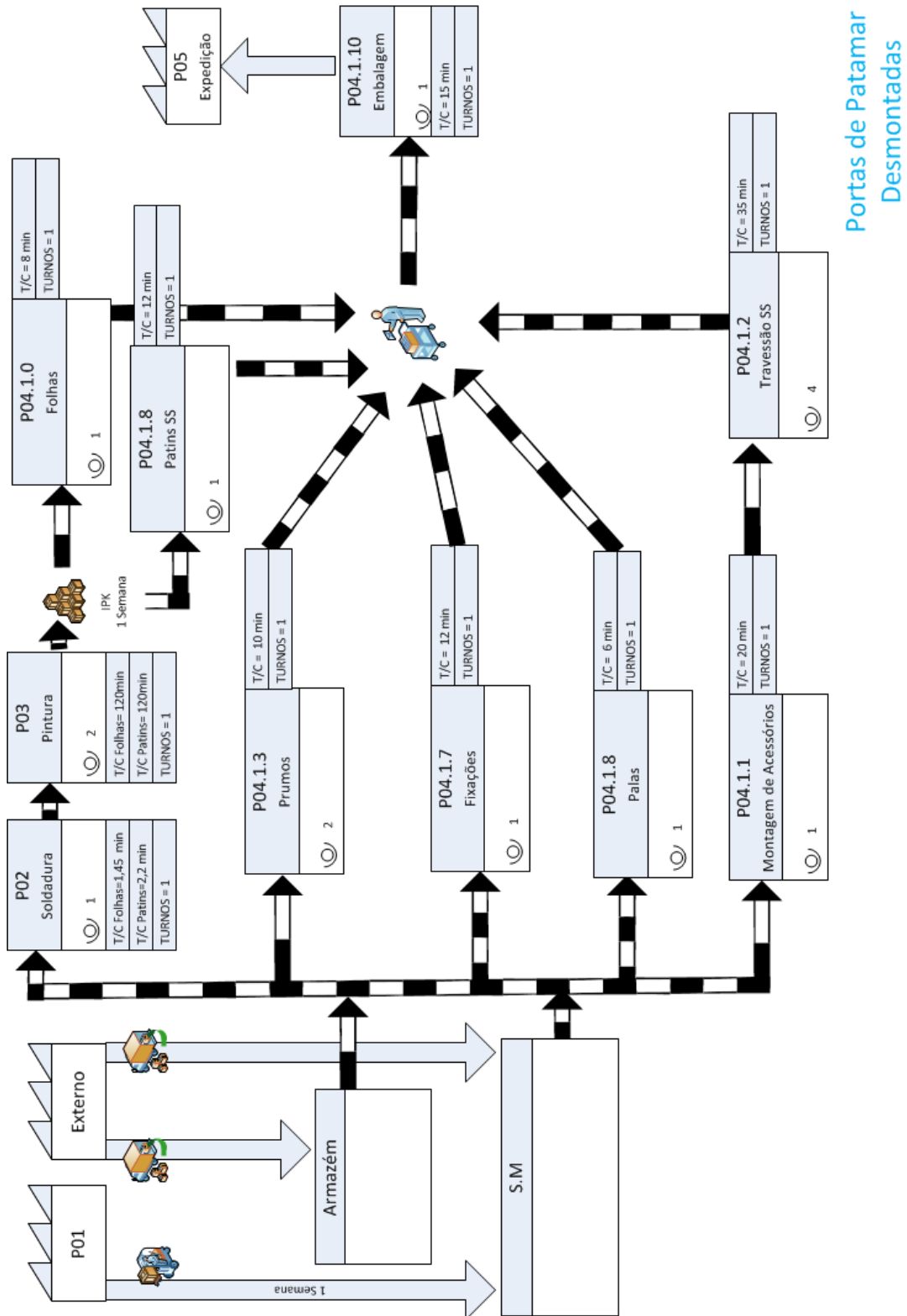


Modelo de Gestão da SCHMITT Secção P04.1
- VISTA GERAL -

12 ANEXO H - FLUXO NAS PORTAS DE CABINA (P30)



13 ANEXO I - FLUXO NAS PORTAS DE PATAMAR DESMONTADAS



14 ANEXO J - FLUXO NAS PORTAS DE PATAMAR MONTADAS (P30)

