

OTIMIZAÇÃO DE *MIZUSUMASHI*

Tiago Pedro Moreira Monteiro



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial
Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia do Porto

2014

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Unidade Curricular de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Tiago Pedro Moreira Monteiro, N° 1070318, 1070318@isep.ipp.pt
Orientação científica: Prof. Dr. Manuel Fernando dos Santos Silva, mss@isep.ipp.pt

Empresa: Grohe Portugal – Componentes Sanitários, Lda.

Supervisão: Virgílio Pinheiro, virgilio.pinheiro@grohe.com



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial
Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia do Porto
8 de julho de 2014

Dedico este documento, e todas as horas de trabalho que ele representa, à minha mãe e à minha avó.

Agradecimentos

Desejo exprimir desde já o mais sincero e genuíno agradecimento a todas as pessoas que, embora não sejam mencionadas aqui, se mostraram importantes na elaboração deste projeto.

Ao Professor Doutor Manuel Silva, orientador e mentor académico do ISEP, agradeço toda a colaboração, apoio e disponibilidade durante a execução do projeto e consequente dissertação. Através do seu empenho e colaboração fez crescer o gosto por esta área de estudo, fazendo com que toda a investigação e trabalho desenvolvido se tornassem aliciantes.

A todo o corpo docente do Mestrado de Sistemas e Planeamento Industrial, do ISEP, agradeço toda a partilha de conhecimentos, ideias e pensamentos. Estes demonstraram-se, e ainda se demonstram, hábeis ferramentas na arte de pensar e fazer Engenharia.

Ao Engenheiro Virgílio Pinheiro que, em nome do Departamento de Lean e de Engenharia da Grohe Portugal, me mostrou a aplicabilidade de todo um percurso académico. A sua orientação e passagem de experiências daquilo que é o dia-a-dia de uma indústria e de como ela deve ser vista e estudada foram dos pontos mais enriquecedores em todo este percurso. Um obrigado também pela forma acolhedora e descontraída com que me receberam e integraram.

A todo o Departamento da Montagem pela confiança depositada na minha pessoa na resolução do problema em estudo neste documento. Um especial agradecimento ao Engenheiro Celso Maia, Nelson Cascais, Porcina Oliveira, Jorge Leite, Catarina Costa, Richard Silva e Paulo Henriques por toda a colaboração e exaustivo empenho na discussão e aplicação das minhas ideias e soluções.

Um sentido agradecimento, àqueles que chamo amigos e que tive o privilégio de conhecer no ISEP. Sem vocês não teria havido ânimo durante todo o desenrolar do estágio. Justiça, Coragem, Compaixão, Cortesia, Sinceridade, Honra e Lealdade, são sete virtudes que definem o Bushido. Todas as boas e más vivências que partilhamos, choramos e rimos

ajudaram-me a constatar que estas sete virtudes ainda se refletem nos seres humanos. Obrigado por me apoiarem neste “caminho do guerreiro” e por darem sentido às palavras de *Miyamoto Musashi*: “A vida de alguém é limitada; a honra e o respeito duram para sempre.”

Às duas pessoas que fizeram de mim o seu projeto de vida. Obrigado Mãe e Avó por toda a educação e apoio. Apesar das diversas dificuldades que juntos passamos, nunca me faltaram as condições para estudar. De ti Avó retiro o sentido de responsabilidade e dever para com as nossas obrigações. A ti Mãe por colmatares a ausência daqueles que cedo partiram, o meu mais sentido obrigado. Tenho para com o teu amor, força e perseverança uma enorme dívida. Tento todos os dias retribuí-lo da única maneira que aceitas, sendo feliz e espelhando todos os valores passados por ti. Todo o trabalho desenvolvido a vós é dedicado.

O meu mais sincero e autêntico agradecimento a todos vós.

Resumo

Nos dias de hoje as diferentes indústrias e sectores de atividade económica assentam os seus pilares de desenvolvimento na procura constante de fontes de melhoria, para que assim seja possível melhorar a relação qualidade / preço. Embora no setor industrial as melhorias e inovações tecnológicas surjam a cada dia, estas por si não chegam. Grande parte da otimização incorrida, quer na indústria de manufatura, quer na indústria de serviços, surge da “simples” eliminação de desperdícios, e da procura constante por fontes de melhoria.

Com o objetivo traçado, a Grohe Portugal Componentes Sanitários, Lda. propôs a eliminação de desperdícios no âmbito do abastecimento de componentes às linhas de montagem existentes na sua fábrica em Albergaria-a-Velha. Este processo passa não só por uma otimização do tempo de abastecimento e das quantidades de abastecimento, mas também consiste na reestruturação das diferentes rotinas de abastecimento.

Todo este processo de otimização estará assente no conceito de *Mizusumashi*. O *Mizusumashi*, ou comboio logístico como muitas vezes é referenciado, surge com o objetivo de separar a tarefa de abastecimento da função de montagem. A sua origem surge da adaptação do conceito de *Milk Run* (volta do leiteiro) à logística interna.

Torna-se de relevo referir que, para que este “simples” conceito funcione com uma eficiência que proporcione a sua aplicação, são vastos os fatores que necessitam de ajustamentos ou mesmo, em alguns casos, de uma reestruturação completa.

O trabalho desenvolvido nestas instalações fabris, e que culminou neste documento, teve como princípio a análise, avaliação e implementação de melhorias no sistema de abastecimento às linhas de montagem. Todo o processo de abastecimento foi analisado e desconstruído nas suas componentes, para que assim fosse possível desenhar o plano de reestruturação indicado. Foram implementadas melhorias de *layout*, tempos e tarefas. Os resultados foram positivos tendo em conta o objetivo inicial. Todo este plano foi pensado e documentado com o objetivo de tornar este sistema adaptável a possíveis mudanças. Foi possível então criar um sistema voltado para um plano de melhoria contínua.

Com um abastecimento normalizado e rotinado a gestão de *stocks* é mais precisa diminuindo assim os desperdícios inerentes a estas funções.

Palavras-Chave

Abastecimento, rotinas, *Mizusumashi*, *Milk Run*, eficiência, desperdícios, gestão de *stocks*

Abstract

Nowadays all kinds of industries and economic business areas sustain their activities with the constant thought in continuous improvement in order to improve the quality / price relation. Although technological advances and constant improvement occur every day in the industrial sector, this isn't enough by itself. A great deal of optimization comes from the elimination of wastes and from constant search of issues to be improved.

With their minds set, *Grohe Portugal Componentes Sanitários, Lda.* made the call for a project to eliminate the waste in the supply process of the assembly lines in Albergaria-a-Velha plant. This optimization process is not just connected to changes in the cycle time and in lot size but is more likely a job that consists in the creation of a brand new routine for this supply chain.

The key to this optimization process is *Mizusumashi*. This project is based in two major concepts: *Mizusumashi* and Milk Run. The *Mizusumashi*, or Logistic Train, was created to clear the supply job of the assembly workers and its idea came from the suiting of the Milk Run concept to the internal logistics. It is important to refer that this concept only works properly if a variety of smaller processes perform at its best.

The work developed in this plant, which came to be this thesis, can be summarized as the studying, evaluation and optimization of the internal logistics chain in the Assembly Department.

The already implemented supplying system was deconstructed and each component was analysed so that it could be optimized. The key components to be analysed were the layout, time and methods. All this process went with the objective to be adaptable to possible changes. With a well standardized and cycled supplying system the stock management can be more precise resulting in a leaner process.

Keywords

Supply chain, routine, *Mizusumashi*, Milk Run, efficiency wastes and stock management

Índice

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XV
ACRÓNIMOS	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO	4
1.3. PLANEAMENTO DO TRABALHO.....	4
1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	6
2. GROHE PORTUGAL	7
2.1. INTRODUÇÃO À EMPRESA.....	7
2.2. PROCESSO PRODUTIVO – ATIVIDADES PRINCIPAIS	8
2.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA MONTAGEM	17
2.4. PROCESSO PRODUTIVO – ATIVIDADES DE SUPORTE	20
3. LEAN THINKING E KAIZEN: TOTAL FLOW MANAGEMENT	23
3.1. PRODUTIVIDADE	23
3.2. <i>LEAN THINKING</i>	24
3.3. <i>KAIZEN</i>	25
3.4. <i>GEMBA KAIZEN</i> – ENVOLVIMENTO GLOBAL.....	29
3.5. <i>JIT – JUST IN TIME</i>	30
3.6. <i>KANBAN</i>	32
3.7. TRABALHO PADRÃO.....	36
3.8. <i>TFM – TOTAL FLOW MANAGEMENT</i>	40
4. FLUXO LOGÍSTICO INTERNO	45
4.1. FERRAMENTAS.....	45
4.2. SUPERMERCADOS	46
4.3. <i>MIZUSUMASHI</i>	48
4.4. SINCRONIZAÇÃO.....	55
4.5. NIVELAMENTO.....	59

4.6.	PLANEAMENTO EM <i>PULL</i>	62
5.	ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMA <i>MIZUSUMASHI</i>	65
5.1.	ANÁLISE <i>IN LOCO</i> E LEVANTAMENTO DE PROBLEMAS	65
5.2.	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS PRODUTOS FERT	71
5.3.	LEVANTAMENTO DOS MÉTODOS DE ACONDICIONAMENTO E TRANSVASE	73
5.4.	ESTRUTURA FÍSICA DO <i>MIZUSUMASHI</i>	76
5.5.	<i>LAYOUT</i> DA MONTAGEM FACE AO ABASTECIMENTO DAS LINHAS LB	79
5.6.	DEFINIÇÃO DA ROTA DE ABASTECIMENTO.....	82
6.	NOVAS ESTRATÉGIAS DE ABASTECIMENTO	87
6.1.	SITUAÇÃO ATUAL DO ABASTECIMENTO	87
6.2.	ABORDAGENS AO ABASTECIMENTO.....	88
6.3.	GANHOS E/OU PERDAS RELACIONADAS COM A IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS RÁCIOS.....	94
7.	CONCLUSÕES	97
7.1.	BALANÇO NO TRABALHO REALIZADO.....	97
7.2.	SUGESTÕES DE POSSÍVEIS DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	99
7.3.	CONCLUSÃO	100
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	101
	ANEXO A. FLUXO PRODUTIVO DA GROHE PORTUGAL	103
	ANEXO B. CÁLCULO DE NECESSIDADES EM SAP	105
	ANEXO C. CÁLCULO DE QUANTIDADES DE ABASTECIMENTO	107
	ANEXO D. DESENHOS TÉCNICOS COMBOIO ANTIGO E NOVO	109
	ANEXO E. TAREFAS DE ABASTECIMENTO	113
	ANEXO F. ROTA E TAREFAS PREVISTAS DAS LINHAS LB	115
	ANEXO G. ROTA DE ABASTECIMENTO VS. N° DE LINHAS A ABASTECER	117
	ANEXO H. CÁLCULO DE GANHOS/PERDAS NO ABASTECIMENTO.	119

Índice de Figuras

Figura 1	Calendarização do projeto	5
Figura 2	Fotografia aérea da fábrica em Albergaria-a-Velha	8
Figura 3	Transvase de liga de latão	9
Figura 4	Machos de areia.....	10
Figura 5	Corte de cachos	11
Figura 6	Granalhadoras.....	11
Figura 7	Exemplo de ferramenta	12
Figura 8	Exemplo de robô de lixamento.....	13
Figura 9	Lixamento manual.....	14
Figura 10	Exemplo de unidade de polimento	14
Figura 11	Linha de cromagem e niquelagem.....	15
Figura 12	Linha de descromagem e desniquelagem.....	16
Figura 13	Exemplo de linha de montagem (linha LB03)	16
Figura 14	Exemplos de torneiras produzidas pela Grohe Portugal.....	17
Figura 15	Modelo de identificação de linha e cores identificativas.....	18
Figura 16	Identificação de estado das linhas	18
Figura 17	Zona de gravação laser	19
Figura 18	Esquema dos diferentes departamentos da Grohe	20
Figura 19	Exemplo <i>E-plant</i> zona da montagem	21
Figura 20	Exemplo de registo de sucata e defeitos numa das linhas do setor da montagem.....	21
Figura 21	Casa <i>Lean</i> (Wikipedia, 2014a)	24
Figura 22	5S (KLIA, 2010)	26
Figura 23	Significado da palavra <i>Kaizen</i> (Institute, 2007)	26
Figura 24	<i>Kaizen Management System</i> (KMS) (Trancoso, 2012)	27
Figura 25	Representação gráfica dos sete desperdícios (Kompasiana, 2014)	28
Figura 26	Filosofia JIT	31
Figura 27	Áreas de intervenção JIT (Ávila and Cavaco, 2008).....	32
Figura 28	Relação do fluxo de informação com o fluxo de materiais (Peixoto, 2013)	32
Figura 29	Exemplo de cartões <i>Kanban</i>	33
Figura 30	Elevada variação no planeamento de produção	35
Figura 31	Bom nivelamento do planeamento de produção	35
Figura 32	Trabalho padrão (<i>Standard work</i>) (Coimbra, 2009).....	38
Figura 33	Esquema <i>Total Flow Management</i> (Coimbra, 2009)	40
Figura 34	<i>Loops</i> logísticos.....	41

Figura 35	Modelo TFM (Institute, 2007).....	43
Figura 36	Fluxo integrado de logística e produção (Coimbra, 2009)	46
Figura 37	Exemplo de supermercados (Lean, 2014)	46
Figura 38	<i>Layout</i> de um supermercado (vista em corte) (Neves, 2009).....	48
Figura 39	Comparação entre o modo de operação do empilhador (<i>Forklift</i>) e do <i>Mizusumashi</i> (Coimbra, 2009)	48
Figura 40	Comparação entre ambiente de funcionamento e aspeto físico do empilhador e do <i>Mizusumashi</i> (TaktTime.net, 2014).....	49
Figura 41	Exemplo de <i>Milk Run</i> (<i>mtmIngenieros</i> , 2014)	50
Figura 42	Trabalho padrão do <i>Mizusumashi</i> (Coimbra, 2009).....	51
Figura 43	Esquema de trabalho do <i>Mizusumashi</i> (Neves, 2009).....	53
Figura 44	Fluxo de trabalho do <i>Mizusumashi</i> (Neves, 2009)	53
Figura 45	Nível de inventário com método de revisão periódica (Nomura and Takakuwa, 2006) 54	
Figura 46	Os <i>loops</i> de informação <i>Kanban</i> e <i>Junjo</i> (Coimbra, 2009)	56
Figura 47	<i>Loop</i> de abastecimento <i>Kanban</i> (Coimbra, 2009)	57
Figura 48	Seis tipos de <i>loops Kanban</i> (Coimbra, 2009).....	58
Figura 49	Ciclo <i>Junjo</i> (Coimbra, 2009).....	58
Figura 50	Produção não nivelada vs. produção nivelada (Trancoso, 2012)	59
Figura 51	Caixa logística e caixa nivelamento (Trancoso, 2012).....	60
Figura 52	Sequenciador (Coimbra, 2009).....	60
Figura 53	Efeito de chicote (Coimbra, 2009)	61
Figura 54	Modelo <i>Pull Flow</i> (Trancoso, 2012)	62
Figura 55	Ponderação de plano estratégico (Coimbra, 2009).....	63
Figura 56	Linha de montagem em forma de “U”	66
Figura 57	Representação de parte do <i>layout</i> da seção da montagem.....	66
Figura 58	Cronograma do processo de otimização do <i>Mizusumashi</i>	67
Figura 59	Exemplo de material no bordo da linha.....	69
Figura 60	Exemplo de diferentes acondicionamentos de componentes em linha (tubos flexíveis) 69	
Figura 61	Exemplo de componente em local errado (instruções da torneira).....	70
Figura 62	Média de caixas por tipo de componente	72
Figura 63	Exemplo de falta de espaço de acondicionamento em linha	73
Figura 64	Caixa pequena (esquerda) e grande (direita) da Grohe	74
Figura 65	Tubos de acondicionamento de componentes na linha	74
Figura 66	Nova linha LB03	75
Figura 67	Exemplo de esquema de acondicionamento de componentes em linha (LB03)	75
Figura 68	Exemplo de funcionamento caixa-cheia-caixa-vazia (Pinto, 2008)	76
Figura 69	Exemplo de carruagens mal organizadas	76

Figura 70	Exemplo de nova carruagem	77
Figura 71	Exemplo de novo compartimento das carruagens	77
Figura 72	Esquema de organização de componentes nas carruagens	78
Figura 73	Comboio LB após implementação de melhorias	78
Figura 74	Deslocação ao local de receção de material à ordem	79
Figura 75	Possíveis alterações de <i>layout</i>	80
Figura 76	Zona atual de receção de material à ordem e depósito de caixas e esferovites	81
Figura 77	Nova zona para o depósito de manguitos	81
Figura 78	Identificações dos lugares de palete	82
Figura 79	Tempos e tarefas da nova rota	83
Figura 80	Rota de abastecimento do comboio LB	84
Figura 81	Esquema das abordagens ao sistema de abastecimento	89
Figura 82	Exemplo de abastecimento com rácio de cinco linhas	89
Figura 83	<i>Layout</i> das linhas LB, CZ e CM	91
Figura 84	Novo arranjo de linhas a abastecer	92
Figura 85	Exemplo de roteiro em SAP	94

Índice de Tabelas

Tabela 1	Processo de implementação de trabalho padrão (Coimbra, 2009)	38
Tabela 2	Tempos totais de volta de abastecimento	85
Tabela 3	Tempo de volta e tarefas previstas para o abastecimento LB+CZAL	93

Acrónimos

BC	–	Banheiras e Chuveiros
BOM	–	<i>Bill Of Materials</i>
BR		<i>Blue and Red</i>
CI	–	Centro de Informação
CL	–	Clássicas
CM	–	Cozinhas Minta
CNC	–	<i>Computer Numerical Control</i>
CTHx		Cartuchos
CZ	–	Cozinhas
CZAL	–	Cozinhas Altas
CZBX	–	Cozinhas Baixas
EPEI	–	<i>Every Product/Part Every Interval</i>
FIFO	–	<i>First In First Out</i>
JIT	–	<i>Just In Time</i>
KMS	–	<i>Kaizen Management System</i>
LB	–	Lavatórios e Bidés
LL	–	<i>Logistic Loops</i>
MRP	–	<i>Material Requirement Planning</i>

- MTO – *Make To Order*
- MTS – *Make To Stock*
- OEE – *Overall Equipment Efficiency*
- PDCA – *Plan, Do, Check and Action*
- PM – Pré-montagens
- PMS – Procura Média Semanal
- QCD – *Quality, Cost and Delivery*
- SAP – *Systems, Applications and Products in data processing*
- TCM – *Total Change Management*
- TEDI – Tese/Dissertação
- TFM – *Total Flow Management*
- TH – Termostáticas
- TPM – *Total Productive Maintenance*
- TPS – *Toyota Production System*
- TQC – *Total Quality Control*
- TSM – *Total Service Management*
- VE – Válvulas Embutidas
- WIP – *Work In Progress*

1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo, encontra-se a introdução ao que este documento irá retratar. Este começa com a contextualização, onde é elaborada uma pequena apresentação da empresa onde este estágio decorreu assim como uma breve descrição do problema a resolver. De seguida são retratados os objetivos e motivações do autor para a elaboração desta tese, assim como a sua calendarização e estruturação das diferentes tarefas envolvidas. Por fim é apresentada a organização deste documento.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este documento tem como objetivo descrever o trabalho desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Tese/Dissertação (TEDI). Este trabalho insere-se no âmbito do Curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Ramo de Sistemas e Planeamento Industrial e resulta da colaboração com a multinacional Grohe, na sua fábrica situada em Albergaria-a-Velha, Portugal.

Foi pelas mãos do alemão Friedrich Grohe que o grupo Grohe nasceu em 1936, contando hoje com seis fábricas, sendo que três delas se encontram no país de origem (Alemanha) e as restantes igualmente distribuídas por Portugal, Tailândia e Canadá. Recentemente o grupo Grohe foi adquirido pelo Grupo Nipónico Lixil. Em Portugal as instalações fabris estão desde 1998 situadas em Albergaria-a-Velha, distrito de Aveiro.

O grupo Grohe dedica-se ao desenvolvimento, investigação e produção de torneiras nas suas diferentes vertentes. A sua gama abrange desde as torneiras de características mais clássicas até aquilo que se pode chamar como a tecnologia de ponta neste ramo de negócio. Tendo como principais metas os elevados padrões de qualidade, assim como o seu *design* apelativo e inovador, a Grohe conseguiu desta forma sedimentar a sua posição de liderança neste mercado.

A fábrica situada em Albergaria-a-Velha desde sempre demonstrou-se empenhada no comprimento dos padrões de qualidade, fazendo com que a sua importância dentro do grupo Grohe crescesse. Contudo, este aumento de importância decorreu a um ritmo elevado obrigando a uma constante adaptação da capacidade produtiva da Grohe Portugal.

Este crescimento verificou-se não só nas quantidades produzidas, mas também no *mix* de produtos¹. Tal crescimento reflete-se em vários sectores, contudo este documento debruçará a sua atenção para o abastecimento normalizado às linhas de montagem.

Para que o sistema de abastecimento normalizado seja implementado é necessário que tudo o que está a montante da sua posição esteja perfeitamente organizado e em funcionamento otimizado. Fala-se então de um dinâmico (estantes dinâmicas de *picking*²) bem organizado, apenas com os componentes necessários e no período de tempo em que a sua necessidade se mostra relevante.

Mesmo que por vezes não seja perceptível em que medida os desperdícios (*Muda*) afetam e custam a uma empresa, o que é verdade é que em média estes representam 40% dos custos totais (Peixoto, 2013).

Este trabalho visa a procura e estudo de uma solução para que mais um dos problemas seja resolvido. Toda a estrutura desta fábrica foi inicialmente preparada para um *mix* de produtos com pouca variedade. Contudo, e em resultado deste crescimento, o *mix* aumentou exponencialmente nos últimos anos. Com este crescimento surgiram oportunidades de melhoria que não foram aproveitadas na sua totalidade.

¹Conjunto de modelos produzidos nesta fábrica.

² Consiste na recolha de certos produtos face ao pedido de um cliente.

Para melhor compreensão de toda esta relação/separação entre a função de aprovisionamento e de operação de uma linha torna-se necessário compreender o seu aparecimento. Com a revolução industrial os operários fabris tornaram-se especializados, passando a exercer quase em exclusivo uma tarefa em detrimento das restantes. Surgiam assim duas funções (entre outras) totalmente distintas no meio industrial: operador de linha de montagem e abastecedor da mesma.

Se, por um lado, o facto de um funcionário se especializar em determinada função valoriza a sua capacidade para a desempenhar, por outro, este torna-se menos polivalente para desempenhar outras funções. Contudo, na função de abastecimento, mostrou-se (e ainda se mostra) que o pilar da especialização se sobrepõe ao da polivalência.

Com isto era ainda possível que o operador de linha deixasse de ter a necessidade de interromper a sua função, mesmo que por breves momentos, para abastecer o seu posto de trabalho com os diferentes materiais/componentes necessários à sua função. Contudo, e embora as duas funções (operador de linha e abastecedor) sejam bastante diferenciáveis, faltava ainda uma última componente para que todo este sistema funcionasse. A troca de informação entre estas duas funções é fulcral. Uma depende da outra e vice-versa.

Esta interdependência deve ser compreendida para que assim o sistema funcione com menor *stock* possível. Todos estes conceitos serão explicados de uma forma mais detalhada aquando da abordagem de filosofias como *Lean Thinking* e *Kaizen*.

“Kaizen means on-going continual improvement and a mindset that is never satisfied with the status quo” (Coimbra, 2009).

Todos estes melhoramentos devem entrar num regime de melhoria contínua, para que as vitórias conseguidas não sejam perdidas com o tempo.

No seguimento da última afirmação, os primeiros dias deste estágio foram dedicados a um processo de conhecimento e integração na empresa, para que assim fosse adquirida uma visão geral do processo de fabrico de uma torneira e dos padrões de organização da Grohe. Este período mostrou-se essencial para a compreensão do problema.

Seguidamente foi então o momento de conhecer de uma forma mais detalhada a zona dedicada à montagem das torneiras visto que nela reside a necessidade de intervenção.

Aqui constatou-se uma necessidade de intervenção nos padrões do comboio logístico existente. A menor capacidade de reação/adaptação à mudança do *mix* de produção levou a que se tenham deixado de cumprir alguns princípios básicos de funcionamento, afetando o sistema de gestão de *stocks* e o próprio *Gemba*.³

Concluindo, este trabalho consistiu então no estudo do sistema de abastecimento e na implementação de melhorias em toda a cadeia de logística associada a este processo.

1.2. OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO

O principal objetivo deste trabalho prendeu-se com o estudo e reorganização do fluxo de materiais nas linhas Lavatórios e Bidés (LB), tentando eliminar os problemas existentes na relação entre o abastecimento e as linhas de montagem. No fim pretendeu-se obter um ciclo de abastecimento padrão, quer em termos de percurso, quer em tempo. Para que isso se tornasse possível, foram estabelecidas algumas etapas:

- Implementação de rotina de abastecimento normalizada, com recurso a uma melhor organização dos materiais, assim como uma reorganização física do comboio, das linhas e dos dinâmicos.
- Análise dos diferentes materiais envolvidos na montagem das diversas torneiras;
- Análise dos diferentes acondicionamentos e localizações dos mesmos;
- Estudo do percurso atual do comboio logístico e identificação dos seus problemas.

Este desafio foi aceite tendo em conta a sua importância em todo o fluxo de materiais, sendo que a sua resolução trouxe uma experiência enriquecedora ao nível do conhecimento e das competências adquiridas. De realçar a enorme possibilidade de ter podido estudar este tema no ambiente de uma marca que se revela, ano após ano, líder de mercado na sua área de especialização. A oportunidade de participar no melhoramento desta grande “máquina” não pode ser deixada de lado.

1.3. PLANEAMENTO DO TRABALHO

O estudo do funcionamento do sistema de *Mizusumashi* foi a componente central deste trabalho. Como consequência desta análise surgiram tarefas que em tudo estão

³ Chão de fábrica

relacionadas com o bom funcionamento do abastecimento às linhas de montagem. O resultado da estruturação das tarefas a concretizar durante o tempo de colaboração com a Grohe Portugal pode ser consultado na Figura 1. Foi ainda calendarizada a escrita deste documento.

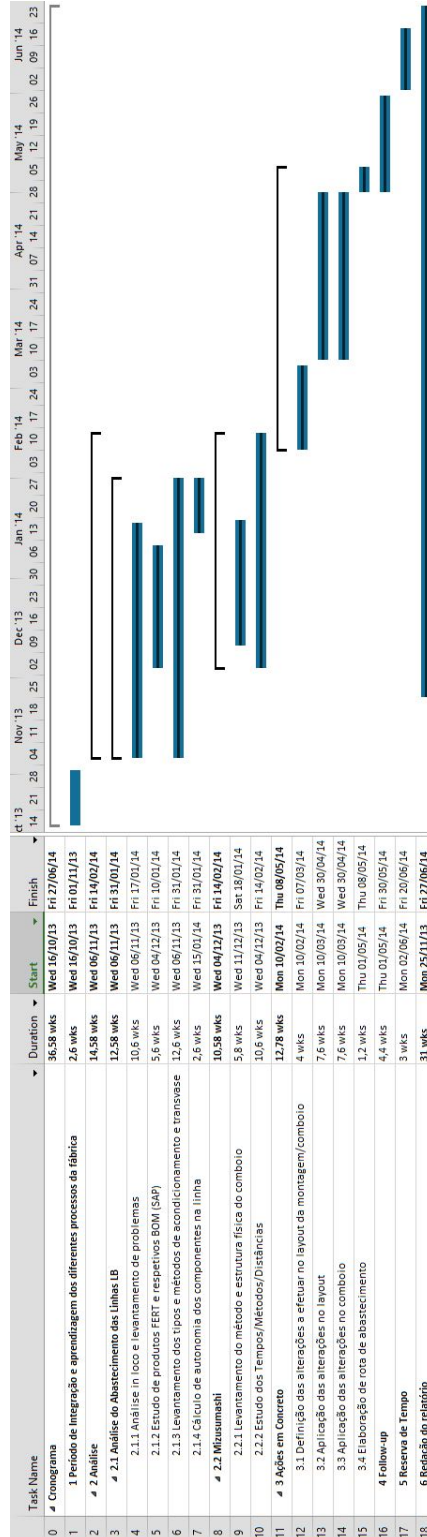


Figura 1 Calendarização do projeto

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório encontra-se organizado numa estrutura de sete capítulos e oito anexos.

O primeiro capítulo representa a “Introdução”, servindo para que o leitor perceba o contexto do trabalho desenvolvido e os objetivos e motivações do autor.

No segundo capítulo, (Grohe Portugal) é apresentada a estrutura de funcionamento e operações desta fábrica.

O terceiro capítulo, com o nome “*Lean thinking e kaizen: Total flow management*” está focado no estudo destas filosofias de trabalho. Esta componente resulta da necessidade de compreensão de alguns conceitos. Só assim a leitura deste documento por qualquer indivíduo se torna possível.

O quarto capítulo especifica o “Fluxo logístico interno” sendo que é esta a componente que, de entre os temas do capítulo três, se demonstrou de maior importância para a elaboração deste trabalho.

O quinto capítulo resulta do processo de desenvolvimento de soluções, e conseqüente aplicação das mesmas.

Os estudos e elaboração de novas soluções para o abastecimento das linhas LB surgem no capítulo seis. Trata-se de uma nova visão para o abastecimento, sendo que esta teve a sua origem na procura por soluções de resolução dos problemas enunciados no capítulo cinco.

Por fim, no capítulo sete, destinado às conclusões, são tecidas opiniões relacionadas com a avaliação que o autor fez de todo o trabalho, assim como as indicações de possíveis melhorias/projetos.

2. GROHE PORTUGAL

No presente capítulo encontra-se uma breve introdução da estrutura e funcionamento da fábrica do grupo Grohe, situada em Albergaria-a-Velha. Este capítulo serve para uma melhor compreensão dos diferentes centros de operações, com foco na secção da montagem e no seu funcionamento e interação com o abastecimento. Assim será possível estruturar um plano estratégico de melhorias.

2.1. INTRODUÇÃO À EMPRESA

Em 28 de Maio de 1998 foram inauguradas as instalações da Grohe Portugal Componentes Sanitários, Lda. em Albergaria-a-Velha (Figura 2). Ao fim de cerca de dois anos (Setembro de 2000) as instalações já se encontravam totalmente equipadas e com um volume de colaboradores significativamente maior do que no seu começo. À data a sua produção anual passou a barreira de um milhão de produtos acabados. Em 2004 as instalações sofrem um aumento de onze mil metros quadrados preparando-se assim para uma produção anual superior a cinco milhões de unidades.



Figura 2 Fotografia aérea da fábrica em Albergaria-a-Velha

Fundição, Maquinagem, Lixamento e Polimento, Galvânica e Montagem são as seis fases segundo os quais o processo produtivo da Grohe se organiza. De todos os produtos criados por esta fábrica apenas as válvulas embutidas não passam pelas seis fases, uma vez que serão embutidas numa parede, pelo que não é relevante embelezar e estilizar o seu corpo. A fábrica de Albergaria funciona 24 horas por dia e os seus operadores trabalham em regime de 3 turnos de 8 horas. Num ritmo normal de produção a fábrica opera 5 dias por semana, caso contrário (quando a sua capacidade é insuficiente) labora num máximo de 6 dias por semana. Resta referir que no total esta empresa conta com a colaboração de cerca de 800 funcionários.

Toda a informação relativa, quer aos modelos dos produtos, quer às encomendas de componentes, assim como às ordens de produção, é gerida através do *software* SAP (*Systems, Applications and Products in data processing*) (Wikipedia, 2014b). A robustez e fiabilidade desta ferramenta proporcionam uma gestão global e em tempo real, permitindo assim uniformizar e centralizar toda a informação do grupo Grohe.

2.2. PROCESSO PRODUTIVO – ATIVIDADES PRINCIPAIS

As fases mencionados acima, e que vão ser descritas em detalhe nas subsecções seguintes, representam as operações essenciais no processo produtivo da Grohe. É através deste conjunto de processos que o latão é transformado em torneiras das mais variadas formas.

O esquema do fluxo produtivo da Grohe Portugal encontra-se no Anexo A, contendo a representação gráfica das atividades principais do seu processo produtivo.

2.2.1. FUNDIÇÃO

Tudo começa com a mistura da liga de latão. Esta receita é toda igual na sua base, contudo existem quatro tipos de ligas produzidas permitindo assim à Grohe responder a diferentes legislações e exigências dos seus clientes. Uma das principais diferenças consiste na percentagem de chumbo presente, que pode mesmo ser uma percentagem nula (liga Grohe Zero).

Para se obter a liga é necessário que os diferentes elementos se fundam a alta temperatura (entre 1050 e 1090 °C), para que desta forma se obtenha uma mistura líquida e homogénea. Este processo é feito na fusão central onde dois fornos de 2500 kg de capacidade trabalham de forma alternada.

Esta mesma mistura é posteriormente vertida para um recipiente de metais revestido internamente com material refratário, com capacidade de 1000 kg (Figura 3) para que assim possa ser distribuída pelos diferentes processos de vazamento presentes neste departamento (baixa pressão e gravidade).



Figura 3 Transvase de liga de latão

Para se obter uma peça, para além do metal líquido, são necessários mais dois elementos, os machos de areia e as coquilhas. Os machos de areia resultam da mistura de areia, resina, catalisador e silicone (Figura 4). O seu fabrico começa com a colocação desta mistura de areia na máquina, dentro da caixa de machos, com a forma pretendida. Por ação do calor

(+/- 220°C) o catalisador acelera o processo químico da resina e a mistura ganha forma sólida.



Figura 4 Machos de areia

O macho pronto é rebarbado para retirar canais de areia que foram necessários para levar a areia desde a entrada até à peça mas que já não são necessários.

Estes machos de areia são inseridos nas coquilhas durante o processo de vazamento.

Com o molde pronto (coquilha e macho no seu interior) resta verter para o seu interior a liga de latão no estado líquido, que ao preencher o espaço vazio existente entre a coquilha e o macho irá dar origem à peça. Este processo pode ser efetuado de duas maneiras: baixa pressão ou gravidade. No primeiro, e por ação da diferença de pressões, a liga é empurrada para o interior da coquilha, sendo posteriormente arrefecida. No caso do método da gravidade, o processo é conduzido por um operador com experiência que verte a liga para dentro do molde com uma colher revestida de material refratário. Este processo requer bastante experiência por parte do operador mas é o processo que para algumas peças garante o melhor resultado em termos de qualidade.

No fim da fundição obtém-se o corpo da torneira no seu estado bruto e ainda com o sistema de gitagem⁴. Tendo em conta este facto, o próximo passo consiste no corte desses excessos de metal (Figura 5). No processo de corte são separadas as peças do sistema de gitagem. Obtém-se uma peça isolada mas que ainda não está pronta.

⁴ São canais de metal necessários para levar o metal desde a entrada da coquilha até à zona da peça.



Figura 5 Corte de cachos

Após o corte do sistema de gitagem, no interior dos corpos ainda se encontram restos do macho de areia. Esta areia é removida através de uma das duas Granalhadoras existentes neste departamento (Figura 6).



Figura 6 Granalhadoras

Dentro destas granalhadoras as peças são colocadas dentro de um tambor que, por rotação, faz revolver as peças. Em simultâneo, é feita a projeção de partículas metálicas contra as peças, retirando a areia e excessos metálicos existente no interior da torneira.

2.2.2. MAQUINAGEM

A etapa seguinte do processo consiste em criar as zonas maquinadas (passos, furos, etc.) que permitirão a montagem dos componentes na fase da montagem, e assim a torneira cumprirá a sua função. Utilizando um conjunto diversificado de ferramentas (Figura 7)

procura-se a execução dos furos e passos na peça de acordo com uma definição dimensional.



Figura 7 Exemplo de ferramenta

No fim deste processo, torna-se necessário remover os restos de limalha acumulados nas peças, assim como a emulsão⁵, para que os próximos processos possam decorrer sem qualquer problema. Assim sendo, os corpos são lavados e desengordurados depois de maquinadas. Todas as peças fabricadas na Grohe são testadas quanto à sua estanquidade 100% na montagem. Quando o valor da rejeição¹³

o na montagem atinge um dado valor pré-definido opta-se por fazer o controlo na maquinagem por ser o primeiro processo onde isto é possível (a peça deve estar maquinada para que seja possível efetuar o teste). Assim evita-se acrescentar valor a uma peça que poderá ir para a sucata.

2.2.3. LIXAMENTO / POLIMENTO

Neste departamento os corpos são, tal e qual como o título o refere, lixados e polidos. Através de processos automáticos e/ou manuais, os corpos ganham aqui a sua forma final.

⁵ Ou soluções de maquinagem, são óleos sintéticos usados com o fim de reduzir o atrito e consequente aquecimento do metal

No lixamento por robôs, as peças são trabalhadas (uma a uma) com recurso a braços robóticos para que assim sejam obtidos todos os contornos e superfícies desejados (Figura 8). Depois existe um operador que controla as peças e recupera zonas que o robô não pode lixar ou com pontos de difícil acesso.



Figura 8 Exemplo de robô de lixamento

Nem todas as peças seguem este procedimento, podendo assim subdividir-se o lixamento em lixamento por robô e lixamento manual. Quando o lixamento é feito no robô, após este processo existe o lixamento de recuperação (operação manual).

O robô utiliza lixas de grão grosso e fino para fazer a operação de lixamento e a recuperação é feita usando lixa fina e, em alguns casos, também usa lixa grossa.

Quando todo este processo é feito de forma manual (Figura 9) são utilizadas lixas de grão grosso e fino para fazer o lixamento completo da peça, não existindo recuperação tendo em conta que esta recuperação é o próprio lixamento.



Figura 9 Lixamento manual

Na fase seguinte, e com recurso a máquinas de polir, os corpos são agora polidos de forma a obter um corpo brilhante e livre de imperfeições (Figura 10).



Figura 10 Exemplo de unidade de polimento

As máquinas de polir funcionam organizadas num sistema de célula de produção constituído por 1/2 máquinas, um operador que carrega/descarrega as peças das máquinas, um controlador que inspeciona a 100% as peças que saem polidas das máquinas e um recuperador para reparar pequenas falhas dos processos anteriores (por exemplo, existem defeitos de fundição que só se conseguem ver após polimento).

Existem determinadas peças que possuem um interior com formas bastante complexas, o que faz com que os resíduos das etapas anteriores (limalha, pó de latão, pasta de polir, etc.)

se acumulem no seu interior. Esta sujeira acumulada no interior das peças não pode chegar aos banhos existentes na galvânica.

A contaminação de um destes banhos com estes resíduos resultaria em defeitos em quase 100% das peças, tendo em conta que todas as peças passam nos mesmos banhos. Isso originaria uma percentagem de rejeição elevada e ainda resultaria numa paragem da galvânica para descontaminação.

Daqui resultou a necessidade de procurar uma solução para a limpeza destas peças, sendo utilizadas máquinas de lavar.

2.2.4. GALVÂNICA

As peças são colocadas em suspensões e mergulham num banho químico de níquel e cromo (tendo por base o princípio de funcionamento da eletrodeposição) (Figura 11), ganhando assim a sua cor característica. Este tratamento permite preservar os corpos de oxidações, aumentando assim a durabilidade da futura torneira.



Figura 11 Linha de cromagem e niquelagem

Aqui existe também o processo inverso (denominado descromagem e desniquelagem e que se mostra na Figura 12) para peças em que no processo seguinte sejam detetados defeitos passíveis de serem resolvidos por nova operação de lixamento e polimento ou então no caso das peças de sucata, visto que não é possível colocá-las no estado cromado nos fornos da fundição.



Figura 12 Linha de descromagem e desniquelagem

2.2.5. MONTAGEM

Este departamento, e tal como o nome indica, trata da montagem final dos produtos. O corpo que foi sendo transformado ao longo de diferentes processos recebe aqui os componentes finais e é embalado, para que assim possa chegar ao consumidor.

A maioria das linhas de montagem existentes nesta secção apresenta um *layout* em “U” e são normalmente constituídas por três bancadas com dois ou três operadores (Figura 13): na primeira bancada é feita a montagem de componentes, na segunda efetuados testes de estanquidade e montagem de componentes finais e, por último, na terceira efetua-se o embalamento.



Figura 13 Exemplo de linha de montagem (linha LB03)

Com vista a preservar os padrões de qualidade, foi criada uma função associada à inspeção dos produtos finais. Através da inspeção, por amostragem, dos produtos finais, a *Firewall* certifica-se que estes se encontram conformes, quer no aspeto físico da montagem e corpo da torneira, quer no conjunto de componentes e instruções agregados à embalagem final. Esta operadora realiza aleatoriamente entre três a quatro inspeções de produtos acabados por palete. Caso o seu veredito seja positivo a palete pode ser selada e enviada para armazém, caso contrário são inspecionadas mais 10 embalagens e se de entre estas forem encontradas mais falhas, a palete é rejeitada e enviada para análise por parte do departamento de qualidade.

2.3. ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DA MONTAGEM

Tendo em conta que este estágio se realizou no departamento da Montagem, torna-se de relevo descrever em detalhe toda a estrutura e organização no mesmo.

Os produtos aqui montados pertencem a nove grupos/famílias de torneiras diferentes, sendo cada um, representado por uma cor diferente no processo produtivo: CLássicas (CL) representadas pelo rosa choque, Banheiras e Chuveiros (BC) a amarelo, CoZinhas (CZ) a vermelho, Lavatórios e Bidés (LB) a laranja, Termostáticas (TH) a azul, *Blue and Red* (BR) a verde, Pré-Montagens (PM) a rosa claro e Válvulas Embutidas (VE) a cinzento. A família Minta é uma variante da família das cozinhas (torneiras com controlo eletrónico), contudo apresenta bastantes diferenças nos componentes que constituem as suas torneiras, daí apresentar uma cor diferente para a sua identificação (salmão). A Figura 14 ilustra alguns exemplos das torneiras produzidas na fábrica de Albergaria-a-Velha.



Figura 14 Exemplos de torneiras produzidas pela Grohe Portugal

Os cartuchos termostáticos são um dos produtos que distingue esta marca dos seus concorrentes. Este dispositivo tem a capacidade de regular a temperatura da água de uma forma segura e estável. Grande parte dos diferentes modelos de cartuchos da marca Grohe é montada em Albergaria, no grupo de linhas CarTucHos (CTHx).

A Figura 15 apresenta um exemplo de identificação de uma linha com base na sua família, assim como as diferentes cores descritas acima.

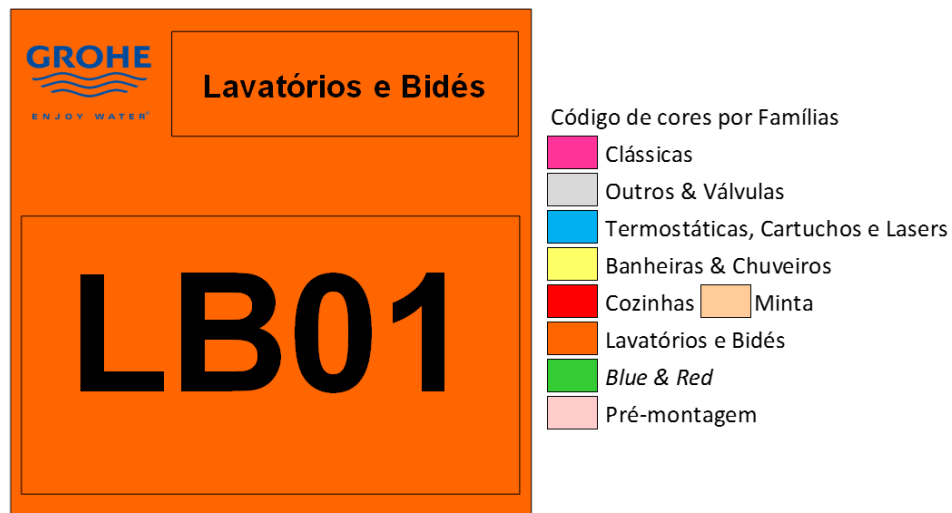


Figura 15 Modelo de identificação de linha e cores identificativas

Para além da identificação relacionada com a diferenciação acima descrita, as linhas de montagem têm uma indicação do seu estado de funcionamento sob a forma de cartões com texto e imagem (Figura 16).



Figura 16 Identificação de estado das linhas

Na sua essência, este conjunto de sinais visuais indicam se a linha está ou não a produzir, justificando a razão da paragem ou então identificando o cariz da ordem em específico.

A montagem integra também a gravação laser dos corpos das torneiras, requisito para que cumpra normas de segurança (Figura 17). O corpo da torneira contém o nome da Grohe e as identificações referentes à água fria e água quente, sendo estas indicações transferidas para o corpo por tampografia. Uma vez que o corpo da torneira é cromado a tinta não agarra à superfície de uma forma duradoura. Porém, com o recurso à pré-gravação a laser o corpo passa a ter zonas com rugosidade (as mesmas da colocação da tinta), permitindo assim que a tinta agarre ao corpo da torneira.



Figura 17 Zona de gravação laser

Esta forma mais duradoura de marcar o corpo da torneira, permite à Grohe cumprir normas de segurança relacionadas com a temperatura da água. Assim, e no caso das torneiras termostáticas, para além de um travão de segurança, as temperaturas de segurança (35°C e em outros casos 50°C) devem estar gravadas na torneira de uma forma que permita a sua resistência a lavagens e desgaste.

A montagem dispõe ainda de três centros de informação (CI). Estes CI fazem a gestão das ordens de produção e etiquetas para o produto final. A sua principal função passa por fazer a ligação e controlo de informação vinda dos responsáveis da produção até às linhas e às pessoas que as estão a operar.

Neste “ecossistema” existem ainda duas funções de abastecimento: os operadores de *stackers*, que transportam e organizam todo o tipo de material a entrar ou sair do armazém,

e os operadores do *Mizusumashi*. O funcionamento e organização desta componente será abordado, em detalhe, mais a frente.

2.4. PROCESSO PRODUTIVO – ATIVIDADES DE SUPORTE

Esta subsecção abrange a descrição dos departamentos que dão apoio e suportam as atividades principais do processo produtivo. O seu foco de ação vai desde os recursos humanos à qualidade, e a forma como estão organizados pode ser vista no organograma representado na Figura 18, seguindo-se uma breve descrição destes mesmos departamentos.

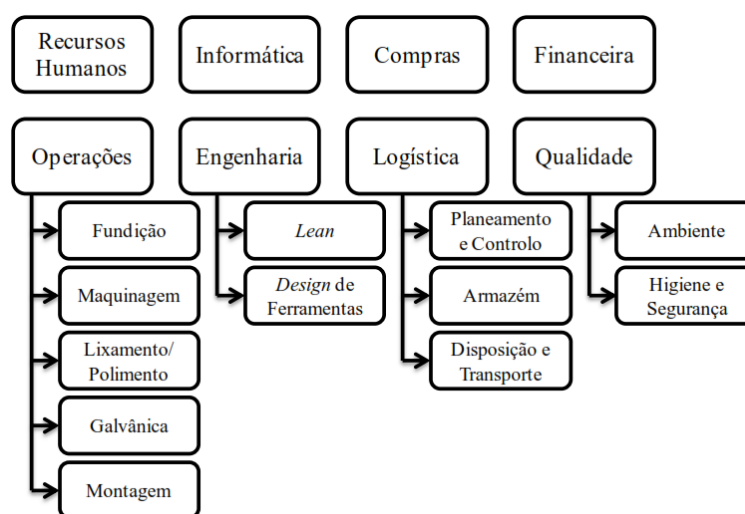


Figura 18 Esquema dos diferentes departamentos da Grohe

2.4.1. RECURSOS HUMANOS

O departamento de recursos humanos, para além de ser responsável pelo recrutamento de mão-de-obra, é também responsável por toda a gestão dos diferentes colaboradores desta empresa.

2.4.2. INFORMÁTICA

Trata-se de um departamento com bastante importância dentro deste sistema, tendo em conta que a gestão desta empresa assenta na plataforma SAP. Os seus constituintes trabalham na resolução e prevenção de problemas relacionados com todo o sistema informático, desenvolvendo ao mesmo tempo novas soluções. É ainda de relevo referir o sistema *E-plant* (Figura 19) que faz a ligação do *shop floor* ao SAP, ou seja, é através deste sistema que os diferentes operadores da fábrica se registam nos diferentes postos de

trabalho e em outros momentos fazem o registo de produtos à medida que estes dão entrada ou saída de um departamento. É ainda possível registar aqui os defeitos e material rejeitado dos diferentes processos deste sistema produtivo (Figura 20).



Figura 19 Exemplo E-plant zona da montagem

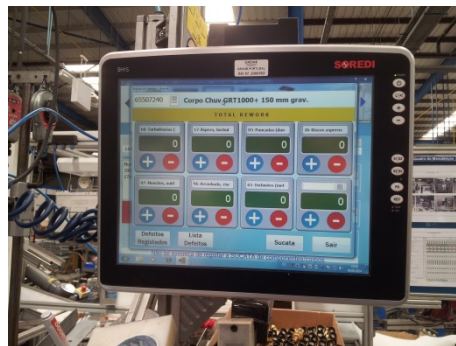


Figura 20 Exemplo de registo de sucata e defeitos numa das linhas do setor da montagem

2.4.3. APROVISIONAMENTO

Tem como objetivo a procura de componentes, materiais e embalagens mais eficientes, não só do ponto de vista da viabilidade económica, mas também ao nível de tempos de entrega. Com a otimização destas componentes é possível obter produtos finais que poupam recursos financeiros e logísticos.

2.4.4. FINANCEIRA

A seu cargo encontra-se o planeamento financeiro e a contabilidade da fábrica.

2.4.5. ENGENHARIA

É um dos grandes pilares de sustentação da Grohe Albergaria, englobando a engenharia do produto, ferramentaria, investimentos futuros e *Lean*, trabalhando todos os dias na política de melhoria contínua.

2.4.6. LOGÍSTICA

A área de especialização deste núcleo centra-se no planeamento e controlo da produção para que assim se consiga planear o aprovisionamento do armazém.

2.4.7. QUALIDADE

O seu trabalho é centrado no controlo da qualidade, ambiente e higiene e segurança no trabalho. Para a Grohe a qualidade dos seus produtos é um dos fatores mais importantes na fidelização dos seus clientes.

3. *LEAN THINKING E KAIZEN: TOTAL FLOW MANAGEMENT*

Para uma melhor percepção do trabalho desenvolvido neste projeto, neste capítulo são apresentadas ferramentas e filosofias de operação que, no seu conjunto, representam os pilares do processo de otimização aqui desenvolvido. Lean Thinking em conjunto com a filosofia Kaizen resultaram no sistema Total Flow Management, representando um padrão de eficiência e eficácia.

3.1. PRODUTIVIDADE

Produtividade entende-se como a razão entre o somatório das saídas e o somatório das entradas, tendo em conta que as saídas representam o que é produzido e as entradas o que é necessário para o produzir (Barnes, 1968).

A busca pela melhoria é algo que nunca deve estar desassociado da produtividade. Por outras palavras, a melhoria da produtividade é o combustível para a máquina em constante movimento que é a melhoria contínua.

3.2. LEAN THINKING

A filosofia de estruturação de ideias *Lean* é o conjunto de diretivas composta por diversos conceitos e ferramentas que focam os seus esforços no valor do produto, nos desperdícios e na satisfação do cliente.

Esta forma de pensar a indústria (e não só) nasceu como resultado da otimização do sistema de produção da Toyota, pelas mãos de Taiichi Ohno, a partir de 1940. Daí ser por vezes intitulado de *Toyota Production System* (TPS). Só em 1996 é que esta forma de pensar a indústria ganha o nome de *Lean Thinking*, na obra com o mesmo nome de James Womack e Daniel Jones (Womack and Jones, 1996). Os autores afirmam que este é o caminho/solução para a busca da eficiência. Nos dias de hoje estas diretivas são aplicadas nos mais diversos setores económicos, desde o setor industrial ao setor dos serviços.

Todas as ferramentas constituintes desta filosofia estão agrupadas naquilo que se pode chamar de casa *Lean* (Figura 21) ou mesmo casa da qualidade.

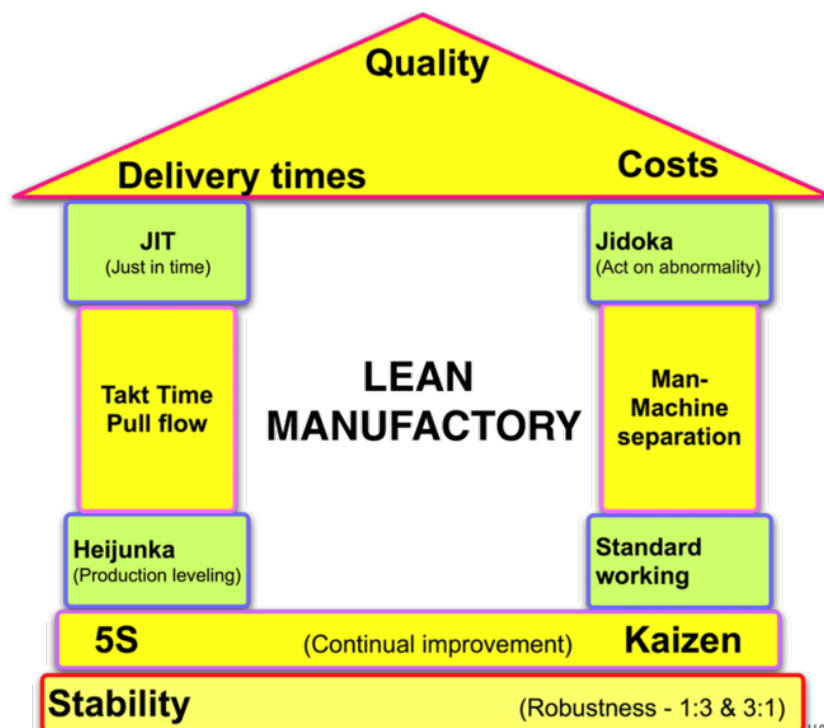


Figura 21 Casa *Lean* (Wikipedia, 2014a)

À semelhança da construção de uma casa, a implementação deste processo deve começar por baixo. Os conceitos de base devem ser bem consolidados, para que no fim se possam obter resultados firmes e estáveis

Por muito que este sistema tenha mostrado bons resultados, são muitos os casos em que a sua aplicação se restringe a uma utilização individual das diferentes ferramentas aliado, por vezes, à tendência para a resistência à mudança, inerente à maior parte da sociedade.

“I prefer to simplify the concept of paradigms and just say that we all have two types of habits: physical habits and thought habits. And when we are confronted with a new idea, in most cases we react according to our habits. Carol S. Dweck, in her book Mindset: The New Psychology of Success, says that there are two types of people: those with fixed mindsets and those with growth mindsets.”(Coimbra, 2009)

Para que grandes mudanças (otimizações de processos e operações) sejam implementadas devem primeiro ser aceites por todos os membros integrantes no processo produtivo. Para que isto seja uma realidade torna-se necessário mudar mentalidades e hábitos, quer físicos quer psicológicos. Devem então ser criadas todas as condições para que cada trabalhador esteja integrado no projeto.

3.3. KAIZEN

“Many people talk about a lean transformation where flow is created and pulled by the customer. In fact this is described in a number of “Lean” books and is known to many people as the Toyota Lean Model or The Toyota Production Model. Many Lean Projects and Lean Transformations are done following the Christopher Columbus Syndrome as Masaaki Imai says: “when he set out he didn't know where he was going, when he got there he didn't know where he was, when he returned he didn't know where he had been and he did it all with borrowed capital.”(Institute, 2008)

Infelizmente muitos processos de implementação de transformações *Lean* seguem o exemplo de Cristóvão Colombo, embora nem sempre (ou na maior parte dos casos) a sorte seja a mesma da do Navegador.

Torna-se impossível desassociar *Kaizen* do método dos cinco S (5S), já que na base do *Kaizen* estão os 5S. Os 5S representam cinco conceitos essenciais na eliminação dos *muda*.

Este método é constituído por cinco conceitos definidos pela sua origem nas palavras nipónicas que representam (Figura 22):

1. *Seiri*: significa selecionar, através da separação do útil do inútil, eliminando o desnecessário;
2. *Seiton*: sistematizar é o seu significado e representa a arrumação e sistematização de tudo segundo uma ordem pré-definida;
3. *Seiso*: ligado à limpeza, garantindo assim um ambiente limpo do posto de trabalho;
4. *Seiketsu*: normalização ou padronização das atividades habituais de trabalho desenvolvendo também instruções de trabalho;
5. *Shitsuke*: para que todas as anteriores tenham sentido, a autodisciplina deve existir, fazendo deste conjunto de regras uma metodologia de trabalho.



Figura 22 5S (KLIA, 2010)

Tendo como base o 5S, *Kaizen* significa então melhoria contínua (Figura 23).

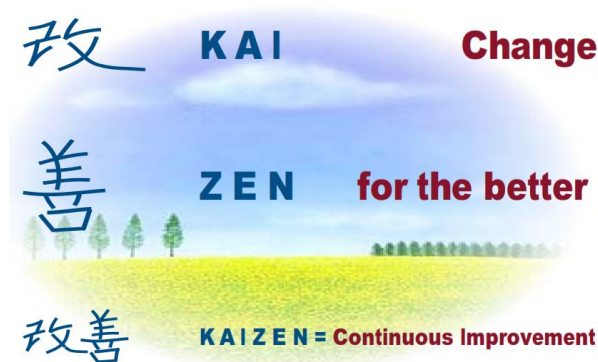


Figura 23 Significado da palavra *Kaizen* (Institute, 2007)

Este conceito surge mais uma vez pelas mãos de Taiichi Ohno, e tem o objetivo de representar a implementação de pequenas melhorias de modo a que assim seja possível eliminar desperdícios.

Em suma, a filosofia *Kaizen* tem como objetivo final alcançar os níveis de excelência nos aspectos de *Quality, Cost and Delivery* (QCD) das relações com os clientes e com os fornecedores. Para que uma organização consiga atingir estes objetivos deverá melhorar inteiramente no sentido de atingir os seguintes objetivos (Trancoso, 2012):

- Fluxo integrado e ligado no processo produtivo;
- Eficiência dos colaboradores;
- Zero defeitos;
- Estrutura de suporte eficaz.

Foram desenvolvidas pelas mãos do *Kaizen Institute* um conjunto de metodologias de trabalho, que podem ser vistas como pilares de suporte no caminho da melhoria contínua (Trancoso, 2012). A Figura 24 representa esses pilares.



Figura 24 Kaizen Management System (KMS) (Trancoso, 2012)

- *Total Flow Management* (TFM): sistema de criação de fluxo na totalidade da cadeia de valor, através da eliminação de desperdícios e focalização nas operações de valor acrescentado;
- *Total Productive Maintenance* (TPM): metodologia de gestão de equipamentos com o objetivo de maximizar a eficiência global (OEE⁶) ao longo da sua vida útil;

⁶ *Overall Equipment Efficiency* – representa um indicador de eficiência de equipamentos

- *Total Quality Control (TQC)*: métodos e ferramentas de identificação e resolução de problemas e oportunidades de melhoria de qualidade;
- *Total Service Management (TSM)*: metodologias de eliminação de desperdícios nas áreas de serviços;
- *Total Change Management (TCM)*: este pilar serve de apoio transversal a todos os outros, visto que se centra sobre a gestão da mudança e implementação de ferramentas e métodos de apoio à mudança.

3.3.1. MUDA

Muda significa desperdício e o *Kaizen* agrupa sete tipos de desperdícios cuja eliminação se demonstra como o caminho para conquistar a competitividade e a excelência. Os sete desperdícios são (Figura 25):

1. Defeitos (falhas internas ou externas de qualidade);
2. Espera de pessoas;
3. Movimento de pessoas;
4. Sobre processamento;
5. Espera de materiais;
6. Excesso de movimentações de materiais;
7. Excesso de produção.



Figura 25 Representação gráfica dos sete desperdícios (Kompasiana, 2014)

Associado a este conceito surgem mais dois conceitos fazendo com que assim se possa falar dos três M: *Muda*, *Mura* e *Muri*.

Mura representa a falta de estabilidade e fiabilidade, revelando assim variações no processo que podem ocorrer sem que se possam prever. Por sua vez, *Muri* significa

dificuldade, e define o conceito de perda de tempo e energia. Normalmente fala-se de *Muri* em situações de pouca ergonomia.

Tendo em conta o foco deste trabalho, mostra-se relevante aprofundar os desperdícios cinco e seis. Mais à frente será possível perceber a razão inerente a esta decisão.

Os *stocks* (*muda* 5) são considerados desperdícios visto que em muitos casos não passam de material parado que não está a sofrer nenhuma transformação, nenhum valor lhe está a ser acrescentado neste tempo. Embora o uso de *stocks* possa ser vantajoso em alguns processos, pode-se olhar para este conceito como uma forma de melhoria contínua, se se pensar na possibilidade de executar o mesmo processo de maneira diferente, porém com recurso a um *stock* mais baixo.

Os excessos de movimentações de materiais (operações logísticas internas e externas) não acrescentam qualquer valor ao produto que está a ser transportado, visto que nenhuma transformação foi operada no produto. De todos os *muda*, este deve ser aquele que as pessoas mais demonstram resistência a aceitar como desperdício.

3.4. GEMBA KAIZEN – ENVOLVIMENTO GLOBAL

“One of the existing paradigms in the company was that Gemba people (the operators and team leaders) did not need to be involved in improvement initiatives. All the improvement activities had been undertaken by project teams and the engineering department.”(Coimbra, 2009)

Um dos grandes problemas no mundo da indústria passa pela não inclusão de operadores nos processos de melhoria. Em muitos casos estes nem sequer têm voz, embora seja importante tomar consciência de alguns pormenores, como por exemplo: uma vez que é o operador que trabalha no dia-a-dia no seu posto de trabalho, não poderá ter uma opinião válida e que, possivelmente, dado o seu envolvimento com o posto trabalho, faça surgir uma sugestão de melhoria?

Todo o sistema deve funcionar como um só, com o envolvimento e participações de todos. Este pormenor, aliado à resistência à mudança, demonstra que é cada vez mais importante trazer os problemas para o chão de fábrica e aí, testar soluções e discutir melhorias.

3.5. JIT – *JUST IN TIME*

“When I first started working for Toyota, I hear that parts were to be assembled ‘Just in Time’. I thought it was as interesting expression, but in reality it was not done. I began thinking about a good way of implementing this just-in-time concept. Maybe I am a perverse sort of person: I have a habit of reversing the process in my thinking. Using this process, I began to think that all we had to do was to let the process that needed parts go to get what was needed, when and in the quantity needed. In this, I simply reversed the system of transport” (Lu and Kyōkai, 1989)

O *Just In Time* (JIT) é uma das técnicas fundamentais do planeamento e controlo da produção, juntamente com o *Material Requirement Planning* (MRP⁷), apesar de não se esgotar neste âmbito, *i.e.*, é uma filosofia de gestão da produção associada a um conjunto de técnicas (Ávila and Cavaco, 2008). Com a aplicação desta técnica, e no seguimento da eliminação de desperdícios acima discutida, o JIT elimina todas as formas de desperdícios tendo em conta as pessoas como fator chave no desenvolvimento de uma entidade empresarial.

Como muitos outros conceitos de “emagrecimento” do processo industrial, o JIT surge numa época em que o Japão revelava uma necessidade de poupar nos recursos da sua indústria. Até mesmo tendo em conta a sua localização geográfica e escassez de recursos, o que levava a nação nipónica a depender maioritariamente da importação. Tendo que conviver com este mal foi necessário levar a sério as questões de compra, utilização (racionamento), armazenamento e distribuição. Todos os aspetos ligados à gestão de materiais, gestão de equipamentos, conceção de produtos e a própria engenharia industrial e planeamento e controlo da produção e pessoal foram repensados (Ávila and Cavaco, 2008).

O resultado passou (por volta de 1970), e passa, por produzir em séries baixas, fazendo baixar os ciclos fabris e o tempo de resposta ao mercado, reduzindo assim custos de posse (armazenamento) e gerando indicadores positivos em termos de qualidade, motivação e produtividade. Em suma, esta é a essência de um planeamento JIT que, por sua vez, se

⁷ MRP: *Material Requirement Planning* – Planeamento das necessidades de materiais

integra num conjunto de técnicas conhecidas por *Total Quality Control* (TQC) (Ávila and Cavaco, 2008).

Com a sua implementação surgem algumas implicações na produção:

- A produção deve ter canais de comunicação mais fluidos com o mercado;
- Flexibilidade por parte das organizações;
- Baixos tempos de *setup*;
- Mão-de-obra multifacetada.

A Figura 26 mostra esquematicamente a forma de operação da filosofia JIT.

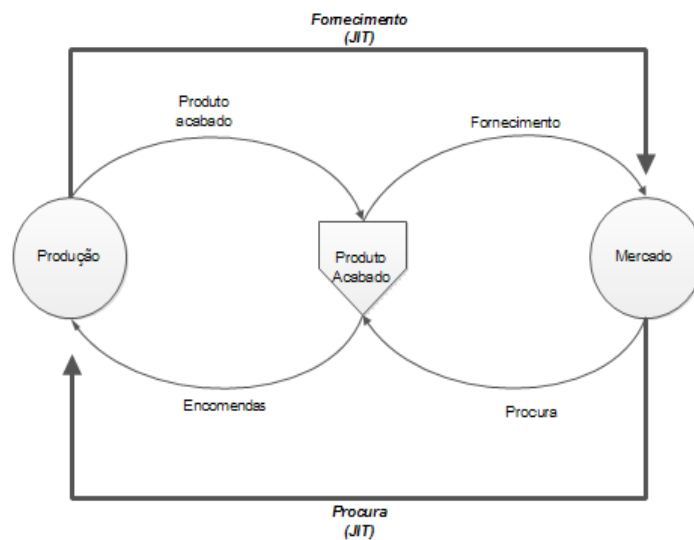


Figura 26 Filosofia JIT

Nos sistemas de produção em massa a produção não está diretamente ligada ao mercado, há um entreposto entre os dois que é o armazém de produto acabado. Por um lado a produção pode ser realizada em grandes séries; mas por outro, vai existir um grande *stock* de produto acabado, o que leva a grandes custos e risco de os produtos ficarem obsoletos.

Segundo o JIT, a procura do mercado é satisfeita com *lead times* de produção muito curtos. Os produtos são apenas produzidos, ou pelo menos montados, por encomenda.

Tal como pode ser observado na Figura 27, o JIT tem como áreas de intervenção o projeto do produto, o planeamento do processo de fabrico, a gestão organizacional e os recursos humanos.

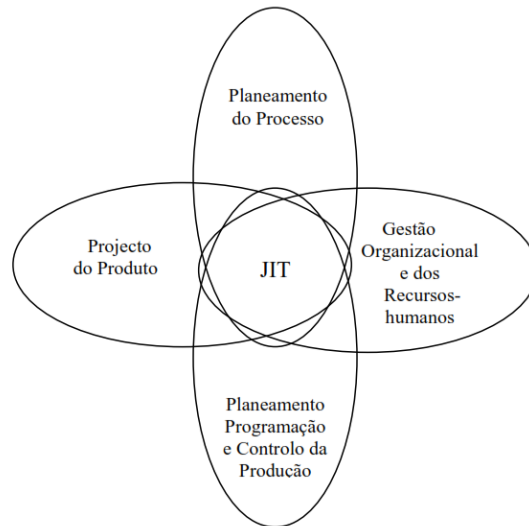


Figura 27 Áreas de intervenção JIT (Ávila and Cavaco, 2008)

3.6. KANBAN

O sistema *Kanban* não é uma exigência estrita de execução JIT, mas a sua utilização como uma ferramenta para a prática de JIT tornou-se bastante popular devido à sua simplicidade. *Kanban* significa “cartão” em japonês, no entanto, deve ser considerado como qualquer tipo de sinal/informação através do qual a operação seguinte avisa a operação anterior para enviar mais peças.

Os *Kanbans* relativos às ordens de fabrico transitam no sentido contrário ao do fluxo de produção, como exemplificado na Figura 28. Como o número de *Kanbans* é limitado e as ordens de fabrico são sempre emitidas a jusante no processo de fabrico, em conformidade com as necessidades, são evitadas acumulações de *stocks* nas diferentes fases de processo (Peixoto, 2013).

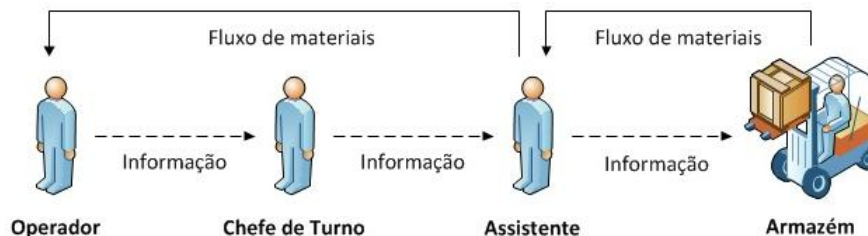


Figura 28 Relação do fluxo de informação com o fluxo de materiais (Peixoto, 2013)

Como já mencionado, um sistema JIT é basicamente um sistema “*Pull*”, o que significa que o que precisa de ser produzido numa determinada estação depende do que a estação

seguinte necessita. Os *Kanbans* contêm informações sobre os lotes e as quantidades envolvidas sendo, portanto, utilizados para facilitar a execução deste sistema *Pull*. A Figura 29 é exemplo de um conjunto de cartões *Kanban*.



Figura 29 Exemplo de cartões *Kanban*

Existem dois tipos de *Kanban* atribuídos a cada lote, nomeadamente, um *Kanban* de produção (*Production Kanban – P-Kanban*) e um *Kanban* de transporte (*Conveyance Kanban – C-Kanban*). O P-Kanban demonstra a necessidade de produzir mais peças, enquanto o C-Kanban revela a necessidade de entregar mais peças ao próximo posto. O P-Kanban controla a produção de novas peças enquanto o C-Kanban autoriza o levantamento dos materiais e/ou componentes necessários para essa mesma peça. As vantagens de aplicação do *Kanban* são (Ávila and Cavaco, 2008):

- Uma rápida circulação da informação respeitante a problemas que surjam nas máquinas, avarias e peças não conformes entre postos de trabalho;
- Uma grande interação entre os vários postos de trabalho, como consequência da sua grande interdependência;
- Uma melhor adaptação da produção à procura: o tempo de reação a uma variação da procura é muito pequeno porque apenas se produz o necessário para satisfazer a procura;
- Um melhor serviço aos clientes, que se traduz numa diminuição dos prazos de entrega (as entregas são mais frequentes e em quantidades mais pequenas);

- Uma descentralização do controlo da produção que se efetua diretamente na área fabril, levando a uma maior simplificação e, ao mesmo tempo, a uma diminuição das necessidades de ordens de fabrico;
- Uma diminuição dos inventários que se reflete numa maior facilidade de contabilização do inventário, um menor espaço físico ocupado entre postos de trabalho, uma maior facilidade de gestão dos inventários e uma reação mais rápida a alterações (já não é necessário esperar o escoamento de grandes quantidades em inventário).

O método *Kanban* exige uma grande fluidez no escoamento do produto e, para tal, são necessárias alterações de diferentes tipos que permitam o sucesso da implementação do sistema. Algumas dessas alterações já foram mencionadas anteriormente, tendo em conta que são requisitos para o bom funcionamento do JIT, das quais se destacam (Ávila and Cavaco, 2008):

- Necessidade de uma boa implantação (*layout*) dos postos de trabalho;
- Necessidade de tempos curtos de preparação de máquinas;
- Supressão de imprevistos;
- Desenvolvimento e extensão das relações entre clientes e fornecedores a todo o processo;
- Necessidade da polivalência do pessoal através de formação;
- Os operadores terão de ser capazes de mudar de posto de trabalho e executar afinações ou operações de manutenção quando necessário;
- A necessidade de evolução ao nível dos produtos, isto é, torna-se necessário normalizar os componentes, e subconjuntos constituintes do produto, levando a uma diminuição:
 - No número de referências a trabalhar;
 - No número de mudanças de séries;
 - Na variedade de *Kanbans*.

Para que este sistema seja bem implementado necessita também de um nível de produção estável o que implica uma diminuição da variação das quantidades produzidas na linha de montagem.

Uma boa nivelção do planeamento da produção permite reduzir o efeito nocivo das variações das encomendas de última hora. A Figura 30 e a Figura 31 ajudam a perceberem este conceito de uma forma mais simples através da analogia de um barco no mar.

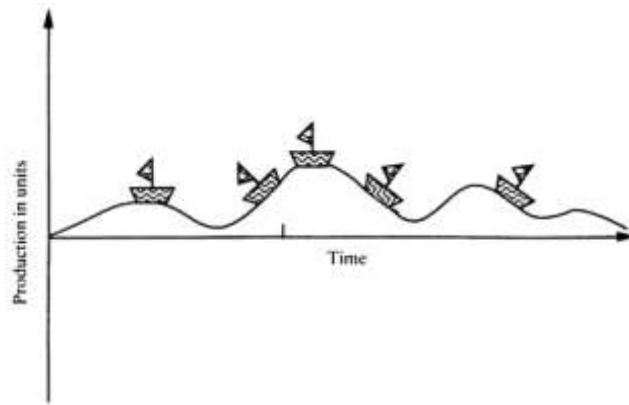


Figura 30 Elevada variação no planeamento de produção

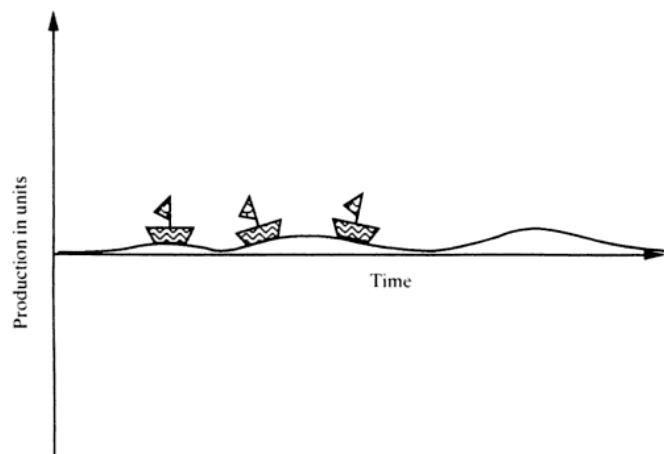


Figura 31 Bom nivelamento do planeamento de produção

3.6.1. DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE *KANBANS*

O número de *Kanbans* lançados para o processo é importante uma vez que é a partir desse número que o nivelamento do *stock* varia. Um nível de *Kanbans* elevado implica níveis altos de existências e, conseqüentemente, maiores custos. Baixo número de *Kanbans* pode trazer problemas de quebra na fluidez da produção. O número de *Kanbans* deve ser tal que permita a satisfação da procura durante o prazo de entrega, mais uma quantidade de segurança. Assim, vem que (Ávila and Cavaco, 2008):

$$N^{\circ} \text{ Kanbans} = \frac{D \times L + W}{C}$$

Onde:

D = Procura média por unidade de tempo – procura por parte do posto de trabalho a jusante do posto de trabalho em causa, calculada por unidade de tempo;

L = *Lead time* – tempo para uma caixa dar uma volta entre os dois postos de trabalho;

W = Quantidade de segurança – geralmente na ordem dos 10% da procura média durante o prazo de entrega;

C = Capacidade de uma caixa – usualmente não mais que 10% da procura diária.

O número de *Kanbans* representa o número de caixas que deverão ser enchidas e, naturalmente, consumidas. É uma medida que representa o máximo do artigo em curso de fabrico entre os dois postos/centros de trabalho. Num sistema em que se tem *Kanbans* de produção e de transporte, o número total de *Kanbans* é igual à soma destes dois, que não serão necessariamente iguais (Ávila and Cavaco, 2008).

Este tema será mais uma vez abordado na subsecção 3.6 no âmbito de *Kanbans* de transporte interno.

3.7. TRABALHO PADRÃO

Com a tentativa de aplicar métodos e ferramentas científicas aos problemas administrativos das empresas, para que assim fosse possível obter elevados valores de eficiência industrial, surge o conceito de Administração Científica.

Foi pelas mãos de Frederick W. Taylor que, entre 1856 e 1915, surge a Escola da Administração Científica. Tudo começou após este ter iniciado funções na *Midvale Steel Company*, em 1881, concluindo que o sistema operacional da fábrica não era o melhor. Taylor pretendia com os seus estudos descobrir qual poderia ser o melhor desempenho, ou seja o dia mais produtivo, que um trabalhador teria ao longo de um determinado período de tempo, sem que isto levasse o operador a um esforço extremo podendo mesmo causar lesões. Verificou então que o trabalho poderia ser executado de uma forma mais “económica” se este fosse dividido em subtarefas, isto é, em tarefas mais pequenas e específicas. Foi Taylor que começou a introdução da padronização do trabalho, visto que

depois de definida a melhor maneira de se fazer algo era importante garantir que a tarefa era sempre executada dessa maneira.

Com a decomposição do trabalho foi possível identificar movimentos que não acrescentavam valor e eram desnecessários eliminando-os, bem como também possibilitou fazer a agregação de outros movimentos e encadeá-los da melhor maneira economizando-se tempo e não sendo exigido tanto esforço aos operadores. Isto só foi possível graças aos estudos de Taylor, que se diz ter sido a primeira pessoa a utilizar o cronómetro no estudo do trabalho, tendo sido inclusive apadrinhado como o “Pai do Estudo do Tempo” (Reis, 2010).

Com a criação de trabalho padrão torna-se possível atingir grande fluidez de movimentos do trabalhador fazendo com que este execute o seu trabalho em menor tempo e com maior qualidade.

De uma forma geral, a essência da sua aplicação pode ser definida pelos seguintes passos/processos (Silva, 2013):

- Definição do problema;
- Análise do problema;
- Procurar possíveis soluções;
- Avaliar as alternativas;
- Recomendações para a ação.

Desta forma torna-se possível eliminar alguns *muda* e criar um posto de trabalho robusto e padronizado.

O sistema de trabalho padrão (*standard work*) do sistema Toyota é uma ferramenta de otimização do trabalho manual e pode ser aplicado quer em ambiente de produção, logístico ou administrativo (escritório).

A definição de trabalho padrão pode então ser entendida como a definição de quatro parâmetros, como pode ser observado na Figura 32.

What Is Standard Work?

Standard →	The best, safest, easiest and most effective way of performing a certain task, achieving the best link between human and machine work.
Work Cycle →	The sequence of movements done by each operator in a work cycle.
Cycle Time →	Time needed for the operator to complete 1 work cycle (including all movements of 1 part, from start to stop).
WIP →	Minimum number of units of work (between operations) needed by the operator to complete the work cycle without interruptions.



Figura 32 Trabalho padrão (*Standard work*) (Coimbra, 2009)

Estão descritos na Tabela 1 os cinco passos para a implementação do trabalho padrão.

Tabela 1 Processo de implementação de trabalho padrão (Coimbra, 2009)

Passos do processo de padronização do trabalho		Caminho para os atingir
1	Definição do objetivo da otimização	
2	Observação do trabalho	Observação cuidadosa dos movimentos do operador e do tempo que cada movimento demora; Observar os seguintes desperdícios: <ul style="list-style-type: none"> • Movimentos que não acrescentam valor; • <i>Work In Process</i> (WIP) – material em espera entre operações; • Defeitos de qualidade e <i>rework</i>; Observar cuidadosamente como anormalidades e entropias são encaradas pelo operador.
3	Melhorar o trabalho	Planeamento e implementação de medidas para eliminar os <i>muda</i> descobertos.
4	Definir trabalho padrão	Padronizar: <ul style="list-style-type: none"> • Movimentos do operador; • Tempo de ciclo; • WIP. Apresentação deste padrão por meio de: <ul style="list-style-type: none"> • Gráficos; • Pósteres; • Vídeos.
5	Consolidação do trabalho	Seguir o novo método com a ajuda de novos hábitos bem estruturados e visíveis para todos.

Partindo do trabalho de Taylor, o casal Gilberth desenvolveu mais o seu estudo com especial foco nos movimentos e métodos para realizar o trabalho, sendo só posteriormente atribuído tempo às tarefas. Deste modo, estavam já na altura a reconhecer que o tempo necessário para a execução de uma tarefa depende do método. Portanto, estes estudos tinham como principal objetivo mostrar que para a execução de um trabalho seria mais determinante a escolha do método do que a atribuição de tempos. Nos seus estudos eles faziam a decomposição das tarefas para depois analisarem os movimentos e assim identificarem quais poderiam ser eliminados e também a melhor sequência de movimentos para a realização daquela tarefa. Gilberth e a sua esposa foram pioneiros na utilização da máquina de filmar para o estudo de micro movimentos, com o intuito de identificarem movimentos que não acrescentassem valor e passíveis de serem eliminados, como também encontrar o melhor encadeamento para os restantes. Desta forma, o casal Gilberth introduziu o princípio da economia de movimentos. A partir do desenvolvimento dos estudos de Taylor, Gilberth verificou que ainda era possível aprofundar mais estes elementos de trabalho. Assim, e com o auxílio de filmes, Gilberth definiu 17 movimentos elementares necessários para a execução de tarefas, “os 17 elementos de movimento de Therbilgs”, um anagrama com o seu nome (Reis, 2010).

Os 17 movimentos elementares de Gilberth são:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Alcançar | 2. Pegar |
| 3. Mover | 4. Colocar em posição |
| 5. Juntar | 6. Separar |
| 7. Usar | 8. Soltar |
| 9. Procurar | 10. Encontrar |
| 11. Escolher | 12. Preparar |
| 13. Pensar | 14. Examinar |
| 15. Atraso inevitável | 16. Atraso evitável |
| 17. Tempo de descanso | |

Mais tarde um aluno de Gilberth definiu um outro movimento: 18. Segurar.

3.8. TFM – *TOTAL FLOW MANAGEMENT*

Como forma de combater os desperdícios em movimentações de materiais e do próprio operador surge o método *Total Flow Management* (TFM). Este sistema abrange toda a cadeia de abastecimento de uma dada fábrica, quer na sua vertente interna (*internal pull flow system*), ou externa (*external pull flow system*).

A Figura 33 ilustra o esquema básico deste sistema, na perspetiva de uma única fábrica. A vermelho podem-se distinguir os *loops* das matérias-primas e componentes dos fornecedores para a fábrica, sendo que estes movimentos de material são de elevada frequência. A produção da fábrica segue um sistema puxado, que se gere segundo os retalhistas (consumidores finais neste modelo). O grande objetivo deste sistema consiste na redução do *Lead Time* em toda a cadeia de abastecimento. Com a redução do tempo de espera elimina-se o desperdício associado à espera, criando assim um fluxo de material mais fluido e controlado, resultando em redução de custos, necessidades de fundo de maneiio, aumento de produtividade, melhoras na qualidade e, por fim, um conseqüente aumento no nível de satisfação do cliente. Este último ponto de melhoria é o mais importante visto que coloca todo este fluxo em movimento tendo como base a procura do cliente e não previsões.

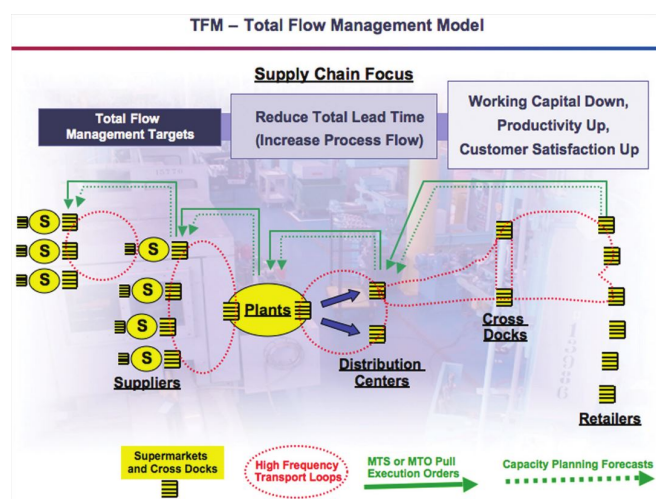


Figura 33 Esquema *Total Flow Management* (Coimbra, 2009)

Os fluxos de materiais que têm um comportamento em *loop* (daí a designação anglo-saxónica *logistic loops* (LL)) podem ser divididos em quatro tipos:

- Levantamento e entrega de produtos acabados;
- Montagem de produtos finais;
- Pré-montagens e montagem interna;
- Compra de componentes a fornecedores.

A Figura 34 representa, em forma de esquema, os quatro movimentos logísticos enumerados acima. Mas afinal o que são *logistic loops*? São um vasto conjunto de processos operacionais integrados numa cadeia logística. É na criação de novos *loops* e na busca constante de novas fontes de otimização nos já existentes, que fazem eclodir a cada dia um processo logístico melhor e mais eficiente.

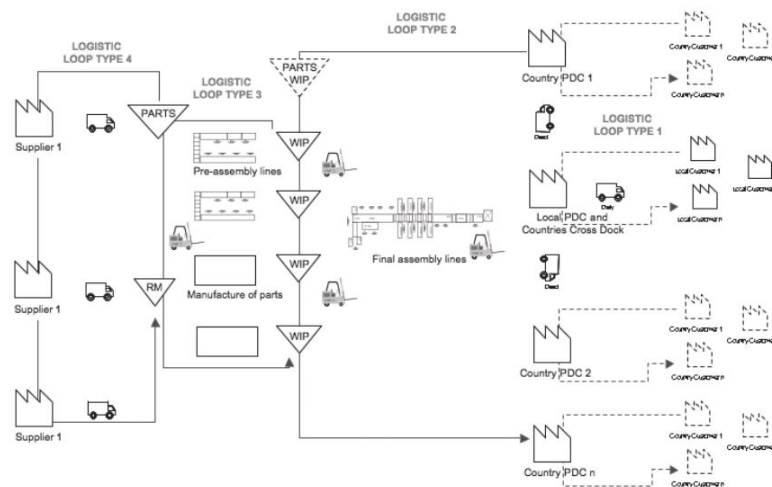


Figura 34 Loops logísticos

Nas subsecções que se seguem é feita a análise dos diferentes fluxos de materiais tendo em conta a realidade da Grohe; cada tipo de fluxo será enquadrado numa realidade TFM.

3.8.1. LEVANTAMENTO E ENTREGA DE PRODUTOS ACABADOS

As fábricas da Grohe, no âmbito geral, produzem os seus produtos com base nas necessidades dos seus centros logísticos. Sendo assim, na perspetiva da fábrica Portuguesa os clientes finais dos seus produtos são os centros logísticos da Grohe. Todas as encomendas dos consumidores finais são colocadas nos centros logísticos e só depois recebidos pelas diferentes fábricas.

Este *loop* logístico pode então ser caracterizado como:

- O fluxo tem início com a entrada de uma necessidade por parte do seu consumidor final;

- As encomendas são efetuadas a um ritmo elevado e sem grande espaçamento temporal. No caso particular da Grohe as encomendas trabalham com base em períodos temporais medidos à semana, e as entregas no cliente final são também elas constantes e com elevada cadência. É muito comum, neste *loop*, ser o próprio cliente a levantar a sua encomenda no próprio local de encomenda;
- As encomendas são então colocadas e levantadas nos centros logísticos;
- Os produtos são normalmente enviados por empresas de transporte externas.

3.8.2. MONTAGENS DE PRODUTOS FINAIS

Está-se num contexto que se enquadra entre a fábrica e o centro logístico, em que:

- A secção de planeamento emite ordens de fabrico;
- É preparado um plano de produção semanal;
- É também preparado um plano de produção diário, com base no plano semanal;
- Os diferentes materiais constituintes dos produtos finais são então reunidos;
- Por fim o produto é montado e entregue ao centro logístico.

3.8.3. PRÉ-MONTAGEM E MONTAGEM INTERNA

A Grohe Portugal dedica parte da sua produção às pré-montagens, quer no contexto de consumo interno, como na produção para envio para outras fábricas do grupo. Assim sendo:

- As pré-montagens seguem um plano semanal com base nas necessidades de produtos acabados;
- Os materiais necessários são reunidos à semelhança do apresentado na subsecção 3.8.2;
- O ponto de consumo destes produtos são as linhas de montagem. Porém, na Grohe o ponto de consumo tanto pode ser interno, como para consumo das outras fábricas do grupo.

3.8.4. COMPRA DE COMPONENTES A FORNECEDORES

Este ponto pode então ser descrito pelas seguintes características:

- O plano de compras segue mais uma vez um planeamento semanal, que normalmente trabalha com um horizonte de seis semanas;
- São então colocadas encomendas de componentes no fornecedor;
- Esses mesmos componentes são transportados para a fábrica;

- Depois de uma verificação de qualidade e quantidade são armazenados nos armazéns de dia.

Com todos estes conceitos entendidos, é possível neste momento organizar o TFM em três pedras basilares que representam as áreas de intervenção deste modelo, representadas graficamente na Figura 35:

1. Fluxo de produção;
2. Fluxo de logística interna;
3. Fluxo de logística externa.

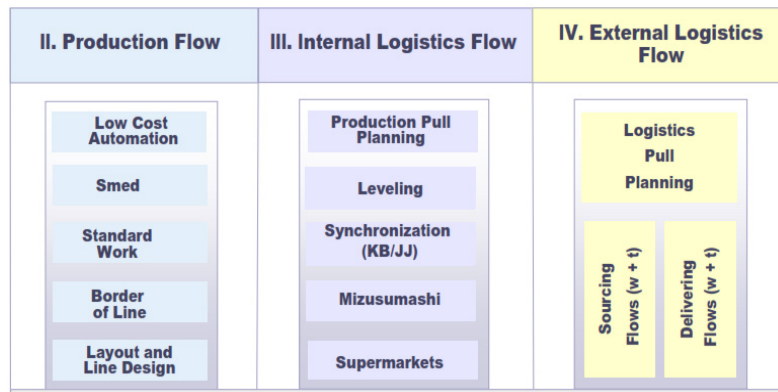


Figura 35 Modelo TFM (Institute, 2007)

4. FLUXO LOGÍSTICO INTERNO

Este capítulo tem como foco o terceiro pilar do modelo TFM, visto que é nas suas componentes de análise que este trabalho se enquadra. O desafio deste submodelo está na criação de um fluxo com base num one-small-container. É então necessário organizar a logística interna para que assim seja possível abastecer todos os componentes do produto final de acordo com o tempo de ciclo das linhas de produção (JIT).

4.1. FERRAMENTAS

O fluxo logístico interno aglomera sob a sua alçada a produção e a logística, para que assim seja possível obter um sistema sincronizado com o *takt time* do consumidor final. Para que esta ideia se torne realidade, este modelo recorre a cinco conceitos:

1. Supermercados;
2. *Mizusumashi*;
3. Sincronização;
4. Nivelamento;
5. Planeamento de produção puxada (*Pull*).

A Figura 36 esquematiza os conceitos acima enunciados. As próximas secções vão-se debruçar sobre cada um destes cinco componentes.

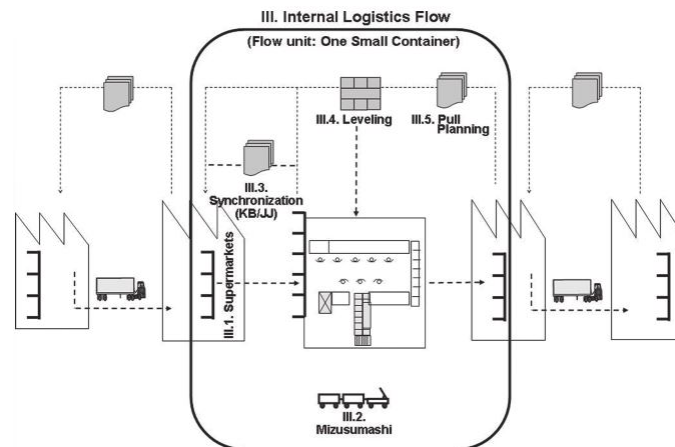


Figura 36 Fluxo integrado de logística e produção (Coimbra, 2009)

4.2. SUPERMERCADOS

O nome deste conceito não está longe do que no dia-a-dia se conhece e entende como supermercados. É tido como o primeiro estágio de melhoria em logística interna (Coimbra, 2009). A sua estrutura física varia pouco e assemelha-se à apresentada na Figura 37.

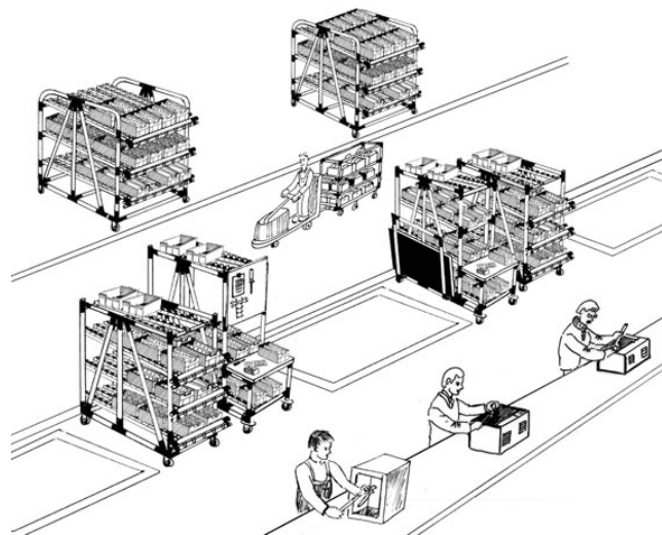


Figura 37 Exemplo de supermercados (Lean, 2014)

A sua aplicabilidade depende do uso de caixas de dimensões pequenas e alta rotatividade. A sua organização deverá ser definida com base nos conceitos e regras impostos pela ergonomia para que os operadores tenham as melhores condições de trabalho. Aqui são temporariamente armazenados os materiais e componentes com maior cadência nas linhas

ou postos de trabalho. A sua manutenção e abastecimento deve ser feita pelo operador *Mizusumashi*, tema abordado na subsecção seguinte.

As regras de organização e manutenção dos supermercados são (Coimbra, 2009):

- Cada componente tem a sua posição bem definida;
- Tem fácil acesso e não deve ser muito alto de forma a providenciar boas condições ergonómicas para retirar os componentes;
- Deve permitir uma gestão visual simples;
- Segue o princípio *first-in-first-out* (FIFO⁸);
- Deve ser projetado para permitir o conceito de fluxo e fácil manuseamento de:
 - Caixas pequenas;
 - Caixas em carris;
 - *Trolleys*.

Torna-se de relevo mencionar que uma boa política a implementar passa por definir e adotar um acondicionamento normalizado para toda a fábrica ou grupo. Todos os materiais devem ser armazenados e transportados na forma de acondicionamento escolhida. Contudo, não deve ser permitido que esta condição abra o caminho para a operação de *repacking*, sendo que esta se revela uma forma de desperdício. Os componentes e materiais devem chegar à fábrica já na forma de acondicionamento homologada.

Para além de criarem uma maior e melhor organização no *Gemba*, os supermercados reduzem o tempo “perdido” no abastecimento da linha ou célula, tendo em conta que estes são projetados e otimizados para uma operação de abastecimento mais rápida e simples.

Para a sua implementação devem ser criados dois corredores, um para o abastecimento e outro para retirar os componentes necessários. A Figura 38 esquematiza este propósito.

⁸ O primeiro material a chegar à prateleira (mais antigo) deve ser o primeiro a sair. Primeiro a entrar primeiro a sair.

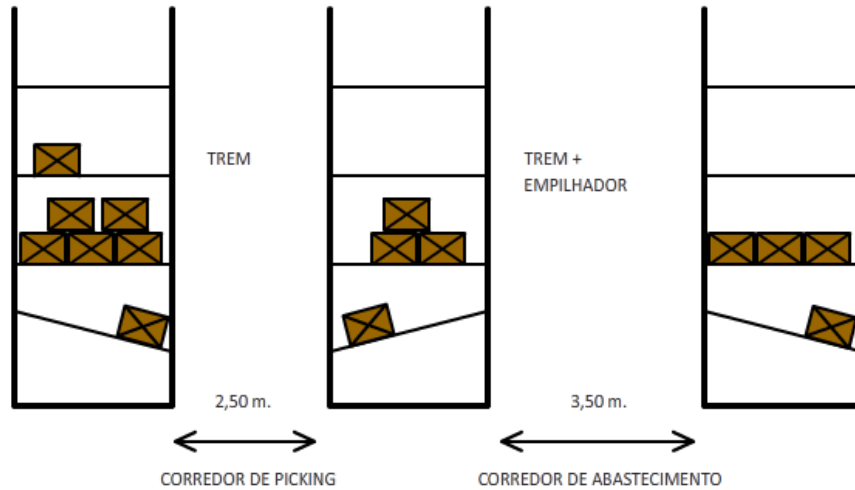


Figura 38 *Layout de um supermercado (vista em corte) (Neves, 2009)*

Existe ainda a possibilidade de usar este conceito como um *buffer*, ou seja, no caso do processo anterior ao processo em análise apresentar uma maior cadência de partes. Estas partes necessárias para o processo em análise podem ser temporariamente organizadas segundo os conceitos e regras apresentadas acima.

4.3. MIZUSUMASHI

O uso do *Mizusumashi* (aranha de água) surge no sistema de produção Toyota como uma forma de atingir a filosofia JIT (Neves, 2009). O operador deste cargo é responsável pelo fluxo de materiais e informação em toda a fábrica.

O seu funcionamento difere de um operador logístico comum que recorre a empilhadores e carros de transporte, como se pode ver na Figura 39.

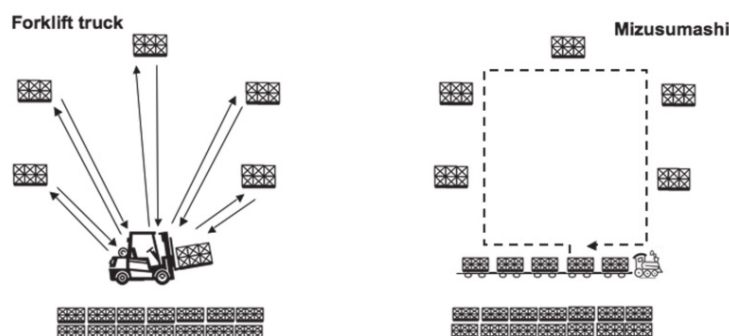


Figura 39 *Comparação entre o modo de operação do empilhador (Forklift) e do Mizusumashi (Coimbra, 2009)*

O seu funcionamento assemelha-se ao de um táxi, visto que este só atua com base em pedidos ou necessidades de abastecimento e movimentação de materiais (Trancoso, 2012). Na generalidade, os empilhadores têm sempre que voltar ao ponto de partida (armazém) para fazer a próxima entrega. Por outro lado, o funcionamento do *Mizu* (*Mizusumashi*) assemelha-se ao de um circuito de metro. O seu percurso é sempre o mesmo, assim como os seus pontos de paragem. O material a transportar é carregado num comboio com um funcionamento mecânico em tudo idêntico a um empilhador, ou *stacker*; contudo este arrasta consigo carruagens que não são nada mais que prateleiras sobre rodas. A Figura 40 representa, por meio de fotografia, as diferenças entre os sistemas de empilhador e *Mizusumashi*.



Figura 40 Comparação entre ambiente de funcionamento e aspeto físico do empilhador e do *Mizusumashi* (TaktTime.net, 2014)

O método de operação deste conceito surge da adaptação do conceito logístico *Milk Run* (Figura 41) à logística interna. Neste conceito, de origem britânica, o abastecedor efetua o abastecimento com base nas caixas vazias que tem disponíveis aquando da sua passagem por um ponto de paragem pré-definido. Pode-se definir o conceito subjacente a esta técnica como “caixa cheia caixa vazia”. A informação sobre a quantidade a abastecer é o próprio recipiente vazio.

Em suma, o *Mizu* segue uma rota com um ciclo bem definido, quer a nível horário como de locais de paragem. O percurso é previamente definido conforme as diferentes necessidades e balanceamento dos postos a abastecer. Neste facto advêm a elevada rotação dos materiais reduzindo assim às quantidades por caixa e por sua vez a quantidade de caixas no bordo da linha.

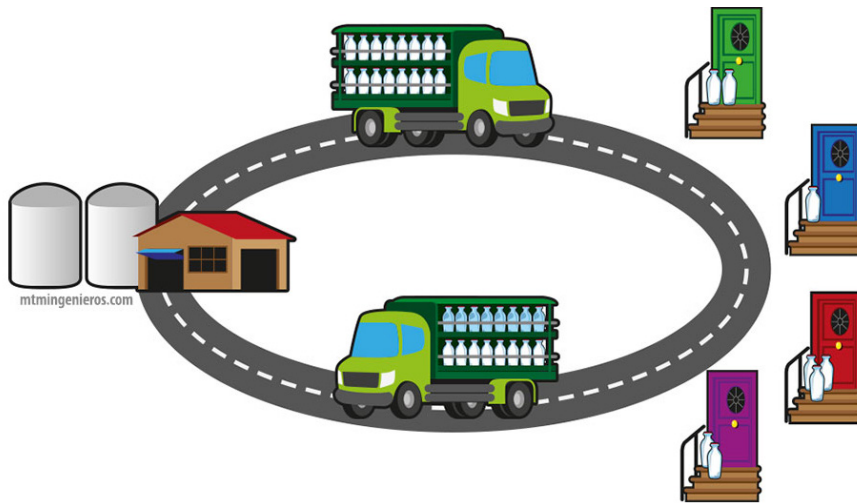


Figura 41 Exemplo de *Milk Run* (mtmIngenieros, 2014)

De uma forma geral, é possível então organizar as vantagens da implementação desta componente nos seguintes pontos (Trancoso, 2012):

- Evitar desperdício de movimentos de materiais fora do bordo de linha, permitindo ao operador concentrar-se em atividades de valor acrescentado;
- Circuito normalizado com tempo de chegada a cada ponto de carga e descarga determinado, diminui o *muda* de espera por empilhador ou por outro meio de movimentação;
- Capacidade de carga variável;
- Facilita o fluxo de informação entre os diferentes pontos da cadeia de produção interna;
- Controla a produtividade a cada ciclo facilitando a perceção de problemas;
- Normalização do ciclo e das atividades desempenhadas pelo *Mizusumashi* permite diminuir *muda* de movimentação de materiais.

4.3.1. ABASTECIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM

Na sua aplicação mais comum, o *Mizu* abastece os supermercados localizados no bordo de linha; contudo, este abastecimento pode também ser efetuado diretamente na linha. O circuito percorrido pelo operador do *Mizusumashi* é então a variável que efetua a ligação das diferentes células de montagem entre si e com o fluxo logístico de toda a fábrica. O *Mizusumashi* representa então uma via de comunicação, tornando-se indispensável para que se possa obter um sistema de fluxo puxado. Sem este conceito a utilização do conceito de *one-piece flow*, deixa de ter aplicabilidade.

O abastecedor retira das mãos dos operadores as funções de pegar e abastecer componentes, assim como o manuseamento de resíduos e movimentações de informação e/ou *kanbans*. No caso do *Mizu* a informação surge normalmente por forma de caixas vazias.

4.3.2. TRABALHO PADRÃO

O funcionamento padrão do *Mizusumashi* deve estar bem definido e apresentado de uma forma clara e visual e deve ser constituído pelos seguintes componentes (Coimbra, 2009):

- O desenho da rota no *layout* da zona de intervenção;
- O tempo de ciclo da rota;
- As diferentes tarefas a desempenhar ao longo do percurso (marcadas no próprio *layout*);
- O tempo de cada tarefa referida no ponto anterior.

De notar que o tempo de ciclo da rota do *Mizusumashi* é sempre um tempo múltiplo do *takt time* das diferentes linhas. A Figura 42 representa um exemplo da definição da rota e tarefas do *Mizusumashi*.

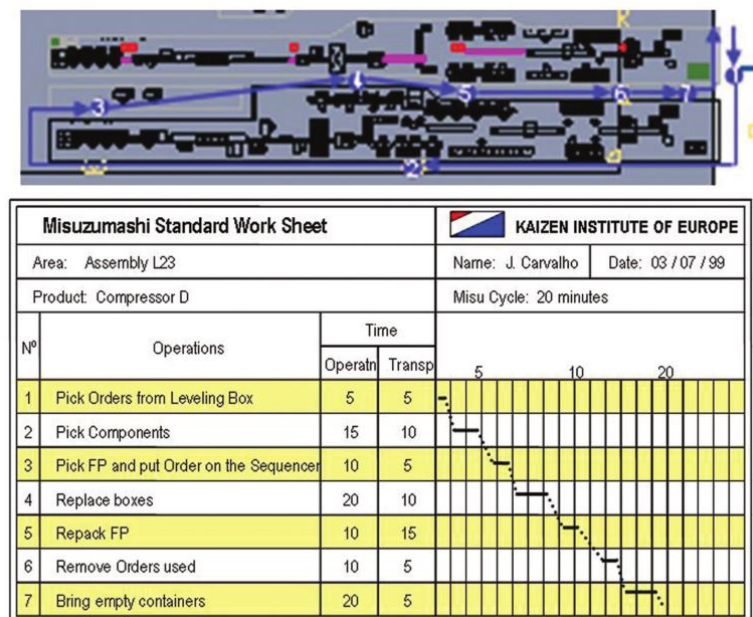


Figura 42 Trabalho padrão do *Mizusumashi* (Coimbra, 2009)

4.3.3. PASSOS NO DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTA DO *MIZUSUMASHI*

Os principais passos no desenvolvimento da rota do *Mizusumashi* são (Coimbra, 2009):

1. Recolher e elaborar uma lista de tarefas a serem desempenhadas pelo abastecedor;
2. Fazer uma estimativa inicial da duração de cada tarefa (efetuar medições se necessário);
3. Desenhar uma rota circular no *layout*;
4. Identificação dos pontos de paragem;
5. Construir um protótipo do *Mizusumashi*;
6. Efetuar ensaios com o *Mizusumashi* vazio;
7. Fazer com que os pontos de *picking* e os supermercados estejam prontos;
8. Escolher o melhor operador para o cargo de abastecedor, uma vez que o bom funcionamento do conceito depende, em grande parte, do seu trabalho;
9. Efetuar voltas durante aproximadamente 1 semana (4 a 5 dias), e neste intervalo de tempo efetuar cronometragens e eliminar desperdícios;
10. Desenvolver a folha com a rotina normalizada final de trabalho do *Mizusumashi*;
11. Treinar o abastecedor pelo menos por 20 dias, para que assim a rotina normalizada passe a ser um hábito e seja natural ao abastecedor (este deve executá-la sem recorrer a consultas SAP).

O *Mizusumashi* pode operar de dois modos distintos: com ou sem método periódico de revisão. Usando este método, o operador verifica a quantidade de peças na linha de montagem em determinados instantes pré-estabelecidos e abastece a quantidade correspondente à lotação das caixas recolhidas no último trajeto. No segundo modo, o abastecedor abastece e retira os componentes em simultâneo, ou seja, tendo como base um *stock* previamente calculado, o abastecedor transporta sempre consigo a quantidade necessária para abastecer a maior das necessidades (Neves, 2009).

O abastecedor apenas recolhe caixas vazias e nunca caixas que ainda contenham algumas peças. No seguimento desta regra, o abastecedor nunca deve fazer *repacking*, ou seja passar os componentes de uma caixa meio cheia para uma caixa cheia. A capacidade das caixas deve surgir de um acordo com o fornecedor para que possa ser possível estabelecer uma caixa padrão. A Figura 43 mostra o método de trabalho do *Mizusumashi*.

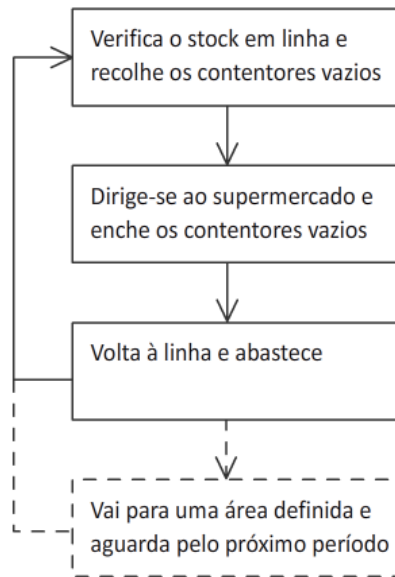


Figura 43 Esquema de trabalho do *Mizusumashi* (Neves, 2009)

O comboio logístico trabalha em ciclos de abastecimento que podem variar consoante as necessidades das linhas, os seus caminhos (corredores) devem estar claramente marcados no chão, e devem ser exclusivos para que assim não haja ocorrência de acidentes com empilhadores, pessoas ou outro tipo de obstáculos. Deve ainda ser definida uma zona de espera, sendo que esta se trata de um local onde o comboio estará enquanto aguarda pelo próximo ciclo de abastecimento. A Figura 44 esquematiza a descrição efetuada neste parágrafo.

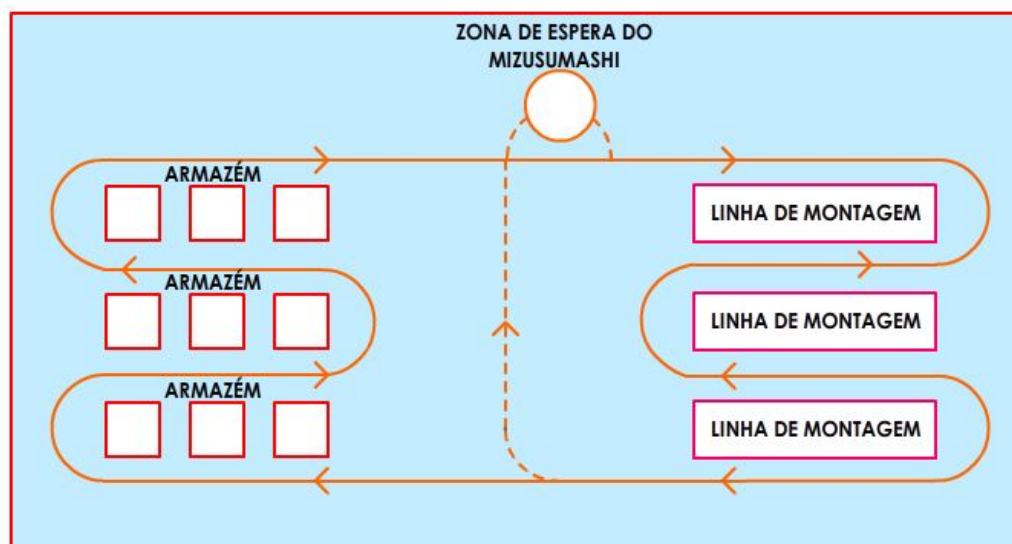


Figura 44 Fluxo de trabalho do *Mizusumashi* (Neves, 2009)

4.3.4. NÚMERO DE CAIXAS

O *Mizu* não disponibiliza sempre as mesmas peças à linha. No caso em que as peças estão armazenadas em locais diferentes, as distâncias percorridas e os instantes de tempo nos quais o comboio vai passar na linha para verificar o *stock* e recolher as caixas vazias serão diferentes.

A Figura 45 ilustra o método de revisão periódica ou o sistema de abastecimento em relação ao inventário, sendo que existem no máximo quatro caixas com capacidade de cinco peças cada. Assume-se que o sistema arranca com o número de peças máximo, ou seja quatro caixas com cinco peças cada. É considerado também que o intervalo para a revisão é de 20 minutos. Quando ocorre a primeira revisão, surgem duas caixas vazias. Assim sendo, o abastecedor recolhe as duas caixas vazias e desloca-se ao local de abastecimento para encher as caixas. De seguida volta à linha, abastecendo as duas caixas em falta. Com este tempo de revisão o *Mizusumashi* demora dez minutos para efetuar estas tarefas e normalmente demora mais dez minutos em espera pelo próximo período de revisão. Com um período de quarenta minutos completo, começa então o segundo período de revisão, sendo que neste momento apenas sai uma caixa vazia, sendo repostas oito minutos mais tarde (Nomura and Takakuwa, 2006).

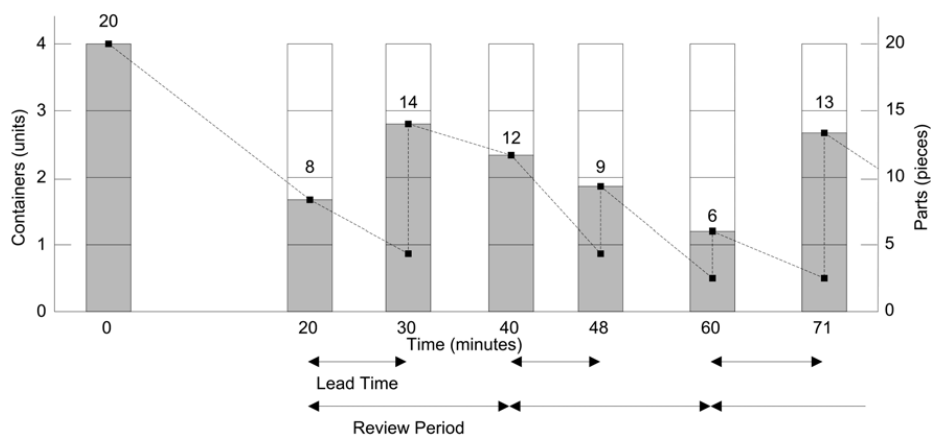


Figura 45 Nível de inventário com método de revisão periódica (Nomura and Takakuwa, 2006)

Através da análise do gráfico da Figura 45, denota-se a importância de balancear o rácio de componentes/caixa para que a produção decorra num ritmo suave. Caso isto não aconteça, a operação irá parar frequentemente por falta de peças. Por outro lado, manter um número de caixas excessivo na linha levará a um excesso de material em WIP. Tendo em conta este sistema o número de caixas no sistema deve ser calculado através da expressão:

$$M_{ij} = \left\lceil \frac{X_i + L_{ij}}{d_i \times N} \right\rceil + 1$$

Onde:

- M_{ij} : número de caixas no sistema;
- i : referência do *Mizusumashi* ($i = 1, 2, \dots, R$);
- j : referência da linha para o *Mizusumashi* i ($j = 1, 2, \dots, S_i$);
- X_i : período de revisão para o *Mizusumashi* i .
- L_{ij} : *lead time* de chegada do material a abastecer à linha j pelo *Mizusumashi* i (segundos);
- d_j : velocidade de produção na linha j (segundos);
- N : capacidade das caixas (peças);
- R : número de operadores *Mizusumashi* no sistema;

O termo da função entre parênteses retos representa o número de caixas a manter durante um período de revisão mais o *lead time*. Tendo em conta que o número calculado deve ser arredondado para o número inteiro mais baixo, é adicionada uma caixa ao calculado. Olhando também para o fato de que a quantidade abastecida nem sempre é a mesma em todos os ciclos, o *lead time* do abastecedor deve ser considerado pela adição de um *stock* de segurança à função anterior, resultando na equação indicada abaixo.

$$M_{ij} = \left\lceil \frac{X_i + L_{ij}}{d_i \times N} + S_{ij} \right\rceil + 1$$

- S_{ij} : *stock* de segurança (peças);

4.4. SINCRONIZAÇÃO

O terceiro estágio de criação de um fluxo logístico interno assenta na sincronização; esta permite a interação apropriada entre os diferentes elos da cadeia de valor. Este fluxo de informação pode ser feito genericamente através de duas ferramentas descritas na Figura 46.

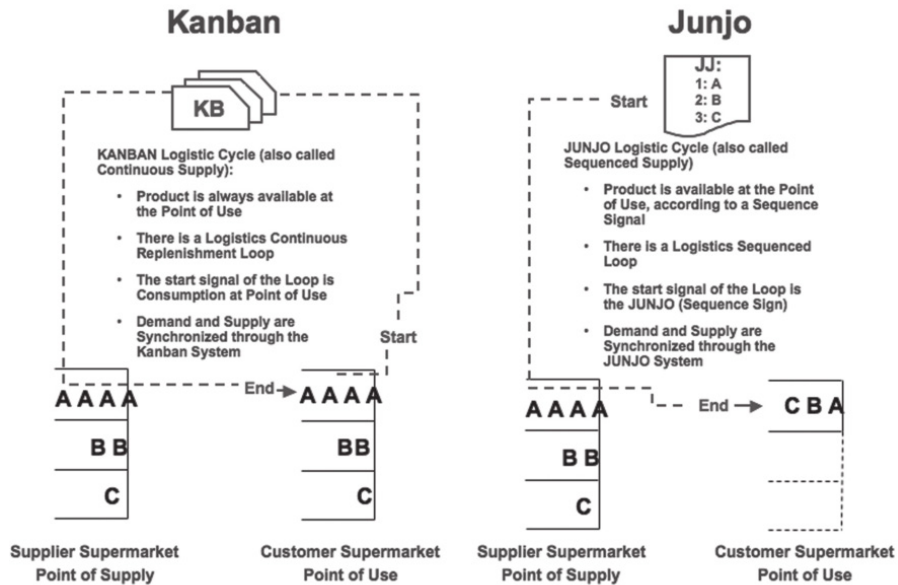


Figura 46 Os loops de informação Kanban e Junjo (Coimbra, 2009)

O operador do *Mizusumashi* entrega, recolhe, e controla as ordens de produção necessárias em diferentes pontos do fluxo produtivo.

O domínio da sincronização explica os diferentes tipos de *Kanban* de informação assim como o mecanismo *Junjo*.

4.4.1. LOOP LOGÍSTICO DE ABASTECIMENTO KANBAN

Este sistema (Figura 47) rege o seu funcionamento pelas seguintes linhas guia:

- O *Kanban* é parte integrante de um *loop Kanban*;
- O *loop* começa na localização do nível de inventário do cliente;
- A quantidade para satisfazer a necessidade do cliente está sempre disponível;
- Quando o *stock* chega ao nível de encomenda, este deve ser restabelecido;
- O nível de encomenda resulta da soma entre a procura durante o *lead time* do abastecimento mais o *stock* de segurança;
- O *kanban* (ou série de *kanbans*) representa normalmente a ordem de abastecimento.

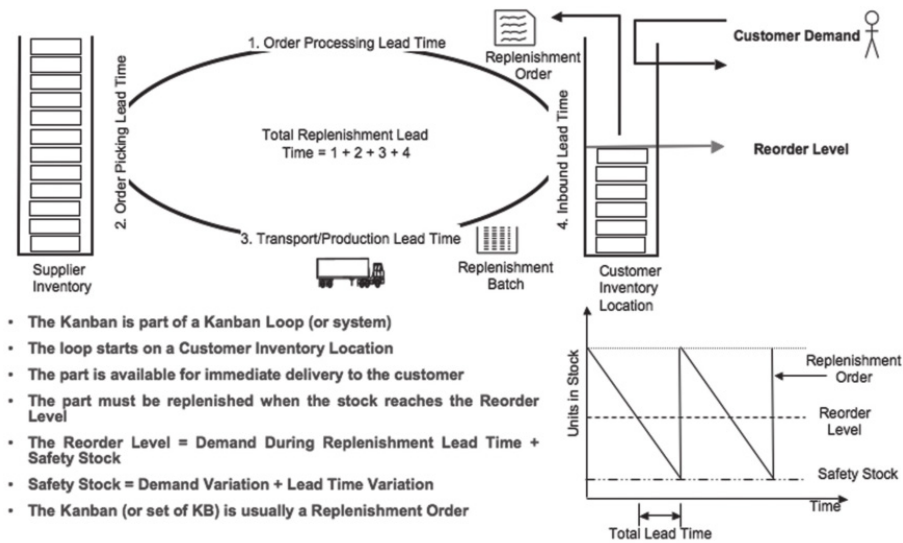


Figura 47 Loop de abastecimento *Kanban* (Coimbra, 2009)

4.4.2. LOOPS KANBAN

Os ciclos logísticos *kanban* podem ser divididos em dois grupos: aqueles que no meio contemplam produção e aqueles que não a contemplam. O primeiro grupo consiste nos ciclos de produção *kanban* e o segundo nos ciclos de transporte *kanban*.

Os três tipos de *kanban* associados à produção são (Figura 48):

- *Kanban* de fluxo de produção;
- *Kanban* de sinal de produção;
- *Kanban* de lote de produção.

Os três tipos de ciclos de transporte *kanban* são (Figura 48):

- *Kanban* de entrega;
- *Kanban* de transporte interno;
- *Kanban* de transporte da fonte.

6 Different types of KANBAN loops

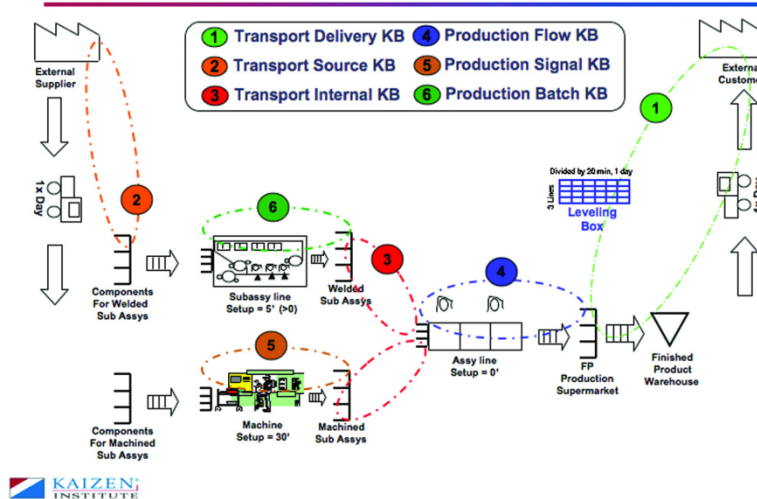


Figura 48 Seis tipos de loops Kanban (Coimbra, 2009)

4.4.3. JUNJO

Foi a necessidade de fornecer produtos de uma forma sequencial a um processo cliente que fez surgir uma outra forma de sincronização, denominada mais uma vez com base no seu significado na língua japonesa – *Junjo* (sequência) (Figura 49). Essa necessidade representa considerações de espaço ou mesmo desperdício do operador. Fazer com que todas as referências estejam no bordo da linha implica espaço, menor ergonomia para o operador e, por consequência, desperdícios de movimentos (Trancoso, 2012).

What Is a JUNJO Loop?

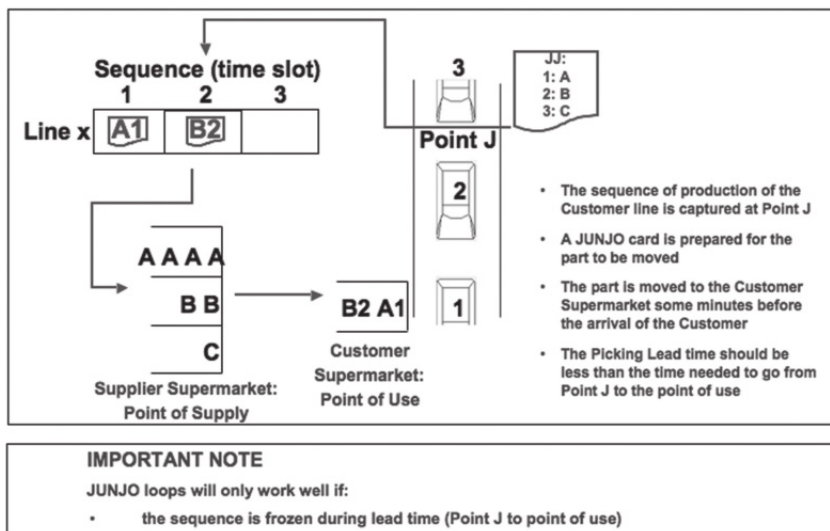


Figura 49 Ciclo Junjo (Coimbra, 2009)

4.5. NIVELAMENTO

O processo de nivelamento consiste num conjunto de operações que convertem ordens em lotes de produção com uma sequência de operação otimizada (Coimbra, 2009). Este processo faz com que a capacidade seja respeitada e suaviza as quantidades a serem produzidas.

São duas as fontes de melhoria neste pilar:

- Consumo de materiais – reduzindo o efeito da amplificação da procura, permitindo aos fornecedores trabalhar com *kanbans*;
- Carga de trabalho – permitindo às linhas trabalhar com grupos fixos (permitindo um melhor balanceamento da linha e trabalho normalizado).

A Figura 50 esquematiza os dois conceitos apresentados anteriormente, fazendo a distinção entre uma produção não nivelada e o seu oposto.

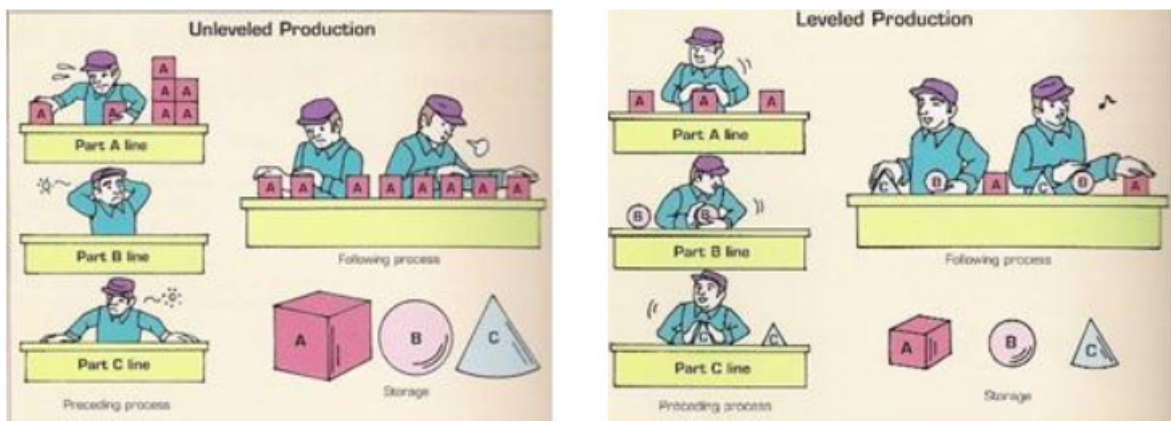


Figura 50 Produção não nivelada vs. produção nivelada (Trancoso, 2012)

A melhor forma de efetuar este nivelamento de produção, assim como outras componentes analisadas neste documento, é através do método gráfico. Sendo assim, uma das principais ferramentas deste pilar passa pela criação de um planeamento perfeitamente sincronizado exposto num formato visual, também ele perfeito e de simples funcionamento. Este sistema deve estar em perfeita simbiose e reagir aos acontecimentos no chão de fábrica. À partida a perfeição é inalcançável, contudo deve ser vista como objetivo.

Na filosofia *Kaizen*, a aplicação deste processo tem o seu início na realização de um contrato de capacidade entre a logística e a produção. É aqui que as previsões de

encomendas para um determinado período são tidas em consideração para a tomada de decisão da capacidade disponível através do *takt time* (Trancoso, 2012).

Com a chegada efetiva da encomenda o processo tem o seu início. Esta mesma encomenda é transformada num *kanban* equivalente. De seguida, este dá entrada numa caixa logística (onde já se encontram outros *kanbans*). A distribuição e escalonamento dos *kanbans* têm por base o prazo de entrega acordado.

Com base nesta caixa logística (Figura 51) é formada então uma caixa de nivelamento, ou na sua nomenclatura original, *Heijunka Box* (Figura 51). É aqui que surge o nivelamento do *mix*.

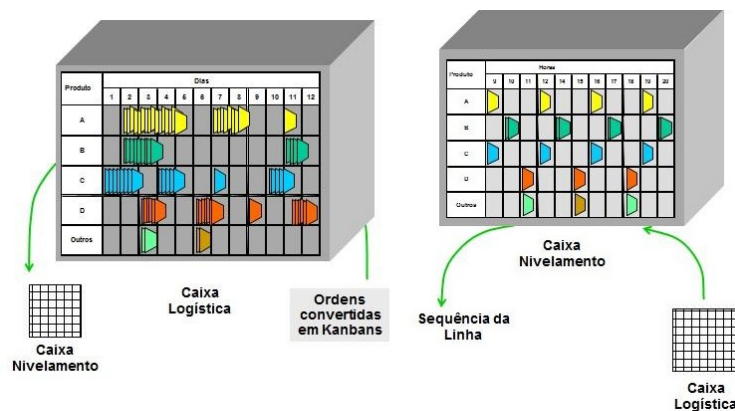


Figura 51 Caixa logística e caixa nivelamento (Trancoso, 2012)

As ordens para um dia de todas as referências são distribuídas pelas mãos do operador logístico (*Mizumashi*) tendo em conta o ciclo deste operador. É então que os *kanbans* produtivos são colocados pelo *Mizu* no sequenciador (Figura 52), à entrada do processo produtivo (Trancoso, 2012).

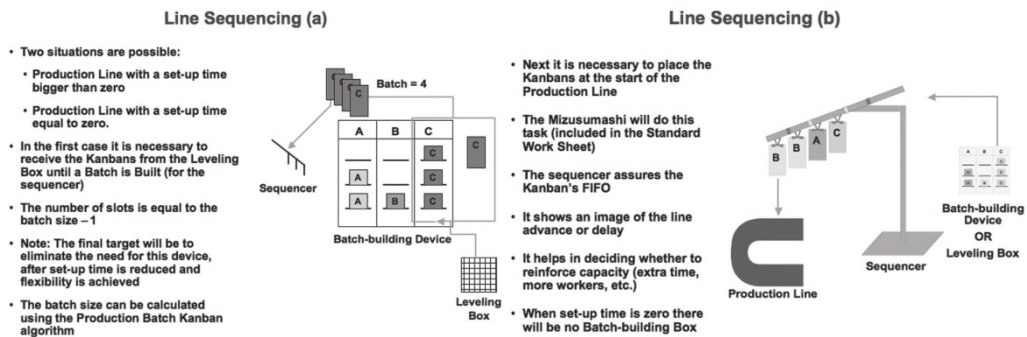


Figura 52 Sequenciador (Coimbra, 2009)

Tendo em conta o tipo de nivelamento a implementar, é relevante falar do indicador EPEI (*every product/part every interval*).

Este indicador, que mostra de quanto em quanto tempo é que uma mesma referência pode ser produzida, é um dos principais indicadores de flexibilidade de uma empresa, sendo representado pela seguinte razão:

$$EPEI = \frac{n^{\circ} \text{ de referências produzidas}}{n^{\circ} \text{ de mudanças por dia}}$$

Habitualmente, o paradigma da maximização da utilização em produção leva à criação de grandes lotes de produção. As paragens para mudanças de referências são encaradas como perda de produtividade, especialmente quando procedimentos não normalizados estão na base de tempos de mudança elevados (Trancoso, 2012).

No entanto, pelo dimensionamento de supermercados ao longo da cadeia produtiva conclui-se que os níveis de *stock* estão intimamente ligados ao tempo de reabastecimento (Trancoso, 2012).

Por sua vez, o tempo de reabastecimento depende do tamanho do lote produzido: quanto menor o EPEI, menores serão os lotes de produção. Daqui resultam tempos de reaprovisionamento menores e, conseqüentemente, níveis de *stock* mais reduzidos.

Surge então a oportunidade de reduzir o efeito de chicote (*Bullwhip Effect*), representado na Figura 53. Este conceito representa o facto de mudanças na procura do consumidor gerarem aumento da procura em cada degrau da cadeia de abastecimento (Coimbra, 2009).

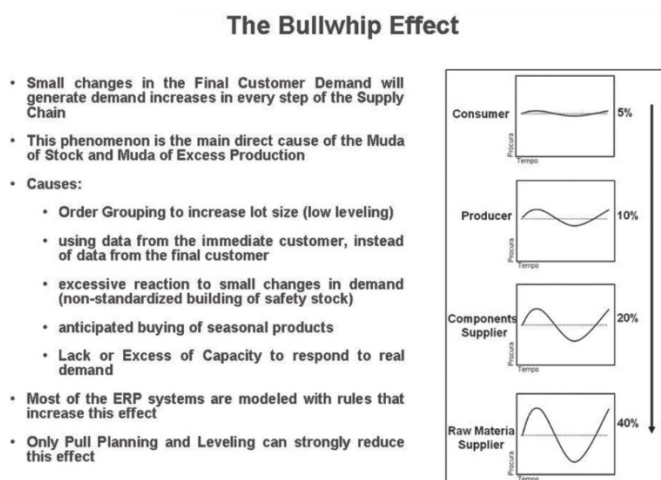


Figura 53 Efeito de chicote (Coimbra, 2009)

É importante referir ainda que o Nivelamento permite suavizar a carga de trabalho, permitindo que as linhas trabalhem sempre com as mesmas equipas, independentemente dos produtos a serem produzidos.

4.6. PLANEAMENTO EM *PULL*

O último grupo de melhorias no fluxo logístico interno é o planeamento de produção puxada. É aqui que são tomadas decisões no que diz respeito a:

- Planear a estratégia do produto final e de todas as partes referentes a este;
- Capacidade necessária no domínio da logística e da produção;
- Plano de execução.

A saída do plano de produção puxada é a entrada do processo de nivelamento (Figura 54).

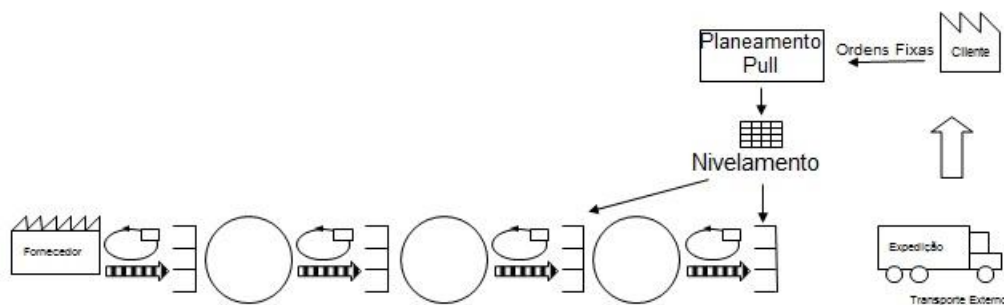


Figura 54 Modelo *Pull Flow* (Trancoso, 2012)

A metodologia *pull* só consegue atingir altos níveis de desempenho se for aplicada a todos os núcleos do processo produtivo. Da aplicação deste modelo surgem diversas vantagens (Trancoso, 2012):

- Modelo mais independente de previsões, já que responde à reposição de um consumo;
- Sincronização automática das várias operações ao longo da cadeia de valor (com ajuda do *kanban*);
- Fluxo de informação simplificado;
- Produção em pequenos lotes;
- *Lead time* reduzido;
- Criação de fluxo.

O plano de implementação segue então o seguinte plano.

4.6.1. PLANO ESTRATÉGICO

Em primeiro lugar é decidido o plano estratégico dos produtos acabados e só depois dos materiais/componentes necessários para a montagem do produto final (*Bill of Materials* – BOM).

4.6.2. ESTRATÉGIA DO PRODUTO FINAL

Neste ponto, são duas as hipóteses de escolha:

- *Make to Order* (MTO) – os produtos não estarão disponíveis para serem levantados em inventário. O cliente tem que esperar que a ordem esteja completa;
- *Make to Stock* (MTS) – o produto final estará disponível para o cliente quando a ordem entrar no centro logístico, ou ponto de consumo. Outra ordem será criada logo após para restabelecer a quantidade agora em falta.

Na maior parte dos casos é aconselhado uma mistura dos dois métodos. As ordens fixas são automaticamente transformadas em *kanban*; por outro lado, no caso MTS é necessário o cálculo através de algoritmos para calcular a quantidade a produzir. Tendo em conta uma análise de Pareto (curva ABC) torna-se possível definir diferentes estratégias (Figura 55).

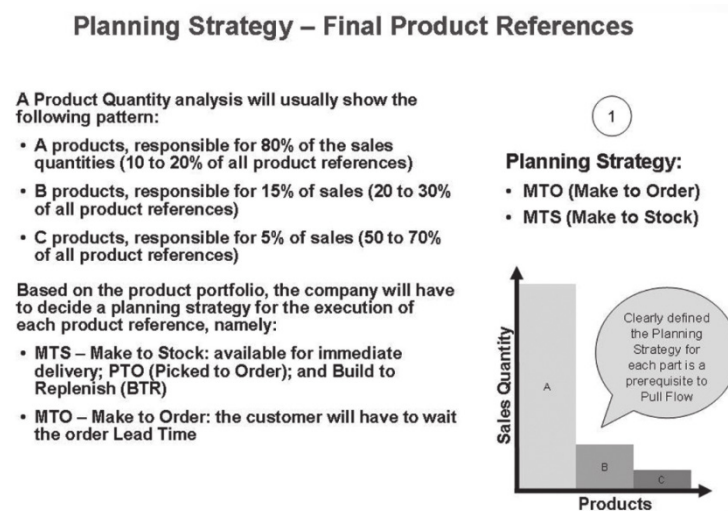


Figura 55 Ponderação de plano estratégico (Coimbra, 2009)

Tendo em conta a análise de vendas, é possível definir que os produtos com vendas mais altas são candidatos mais predestinados para a estratégia MTS. Por outro lado, os produtos com menos vendas são indicados para a estratégia MTO.

4.6.3. PLANEAMENTO DE CAPACIDADE

Consiste na determinação, de forma normalizada, dos recursos a alocar para a produção de um determinado produto, num determinado intervalo de tempo. Os seus *inputs* são a procura total do cliente e as variações pretendidas de inventário. Assim, torna-se possível determinar a procura total do processo, sendo o ponto de partida para o dimensionamento de recursos necessários.

4.6.4. PLANO DE EXECUÇÃO

Com este plano é definida a forma como a cadeia irá ser planeada e sequenciada. Aqui o “Planeamento em *Pull*” adequa-se a situações de transparência de informação no planeamento da produção. No caso do nivelamento entende-se o sequenciamento e divisão de um determinado volume de produção planeado para a produção.

5. ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMA *MIZUSUMASHI*

Neste capítulo será abordado o processo de análise do sistema de abastecimento interno da secção da montagem da Grohe Albergaria. É aqui que o sistema é desconstruído para que, numa fase posterior, sejam expostas as propostas de melhoria para este sistema. Por fim, são aqui apresentadas as ações implementadas no processo de otimização do Mizusumashi.

5.1. ANÁLISE *IN LOCO* E LEVANTAMENTO DE PROBLEMAS

Tal como foi exposto neste documento, o departamento da Montagem da fábrica de Albergaria encontra-se dividido em diferentes secções de linhas, organizadas consoante o tipo de torneiras que fabricam.

Estas linhas de montagem (em análise neste documento) têm a forma de “U” (Figura 56), e estão seccionadas em três macro operações diferentes: montagem, teste e embalamento.

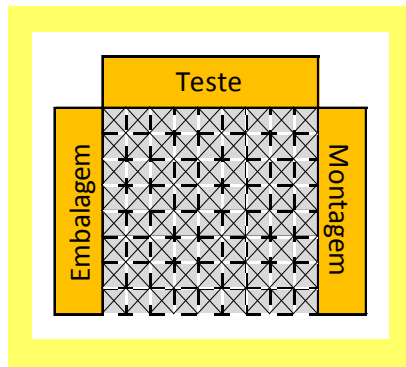


Figura 56 Linha de montagem em forma de “U”

É na primeira bancada (montagem) que normalmente a torneira recebe os principais componentes. Na bancada seguinte é normalmente efetuado o teste de estanquidade, em busca de possíveis fugas no corpo da torneira. Aqui são também colocados alguns componentes. No terceiro posto a torneira recebe a última inspeção visual por parte de uma operadora que, por fim, a coloca na caixa junto com alguns itens, que vão desde os livros de instruções a certificados, e peças auxiliares à instalação da torneira.

A família de produtos escolhida para análise do processo de abastecimento interno foi a de torneiras de lavatórios e bidês (LB, a cor laranja). Este grupo conta com cinco linhas, estando estas centralizadas no mesmo espaço (Figura 57).

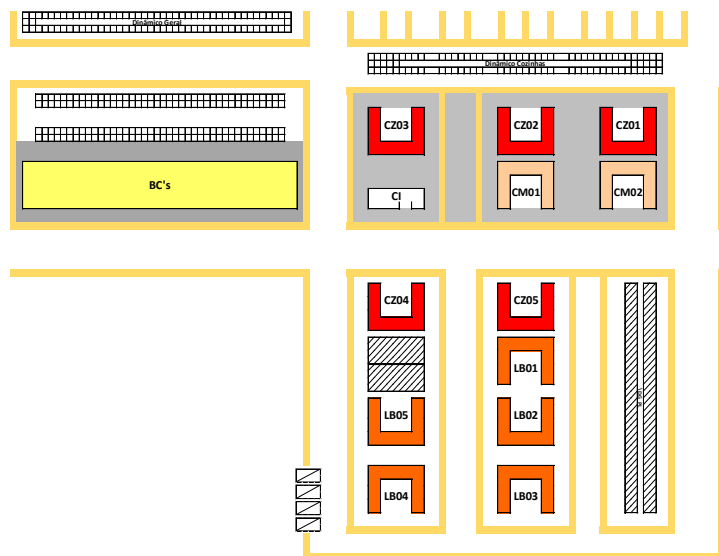


Figura 57 Representação de parte do *layout* da seção da montagem

Tendo em conta a distância destas linhas ao dinâmico geral, desde cedo que o abastecimento foi pensado segundo os moldes do sistema *Mizumashi*. Contudo, com o

Após um estudo do processo de montagem de uma torneira, segundo os padrões da Grohe, a análise centrou-se sobre o abastecimento das linhas. No fim de uma primeira análise, sem grande pormenor no que diz respeito ao estudo de tempos, o autor recolher os seguintes pareceres:

- Trabalho irregular e sem método;
- O comboio encontra-se parado junto das linhas na maior parte do seu tempo útil de trabalho;
- Este comboio está equipado com cinco carruagens (uma por linha);
- As carruagens estão com material em excesso;
- O abastecedor trabalha na base do acontecimento, ou seja, abastece as linhas conforme as operadoras da montagem demonstram a necessidade de abastecimento;
- Em alguns casos, as próprias operadoras da montagem sentem necessidade de abandonarem o seu posto de trabalho para recolher material, abastecendo assim o seu próprio posto;
- As linhas não se encontram otimizadas para o tipo de componentes utilizados, tornado o abastecimento das mesmas um processo moroso e sem controlo aparente de quantidades;
- Como consequência do ponto anterior, é frequente encontrar o bordo da linha com material destinado à montagem (Figura 59);
- O acondicionamento dos materiais destinados à montagem não é padrão, existindo situações em que o mesmo componente apresenta diferentes tipos de acondicionamento, quer em forma, quer em quantidade;
- Como consequência desta má gestão das quantidades a transportar para as linhas, muito do material é devolvido ao dinâmico geral, o que causa situações de excesso de carga no mesmo;
- Apesar das carruagens apresentarem identificações referentes às diferentes linhas, nem sempre os componentes são colocados na carruagem correta;
- Os locais de acondicionamento de componentes na linha não estão uniformizados; componentes iguais e do mesmo tipo (dimensão e forma) apresentam diferentes acondicionamentos em linha (Figura 60).



Figura 59 Exemplo de material no bordo da linha



Figura 60 Exemplo de diferentes acondicionamentos de componentes em linha (tubos flexíveis)

Por sua vez, o dinâmico geral (principal local de abastecimento do *Mizu*) encontra-se com alguns problemas resultantes da falta de método do *Mizu*.

O dinâmico geral, na sua definição, funciona como um ponto de recolha de componentes, organizado segundo as necessidades dos seus clientes. Tendo em conta que o *Mizu* recolhe componentes em excesso, resulta na necessidade de devolver materiais ao dinâmico. Apesar da existência de um espaço e função designados para a devolução de componentes, ocorrem alguns problemas de organização do dinâmico, dos quais se destacam:

- Componentes colocados em locais errados (Figura 61);
- Sobrelotação dos espaços.



Figura 61 Exemplo de componente em local errado (instruções da torneira)

Ainda de destacar que toda esta situação resulta num problema de controlo de *stock*. Tendo em conta que o dinâmico é abastecido com base na necessidade criada pela retirada de componentes do mesmo, o facto de o *Mizu* retirar material em excesso do dinâmico, cria falsas necessidades de abastecimento do dinâmico.

Em suma, foi possível perceber que o sistema em análise não acompanhou as mudanças nos tipos de produtos finais e no aumento do volume de produção, por falta de uma análise contínua à sua operação. Com esta falta de acompanhamento ao processo, surgiram hábitos resultantes do esforço, dos diferentes abastecedores, no combate as dificuldades que foram surgindo. Tendo em conta que as quantidades de componentes a abastecer por volta, assim como a autonomia das linhas não tiveram um acompanhamento periódico, levou a que os abastecedores puxassem mais componentes que o necessário para a linha, para contrariar situações de rotura de componentes. Aliado a este facto, surgiu o problema da alocação de funções estranhas à função de abastecimento; funções estas que passaram a fazer parte da rotina normal da função de abastecedor; esta integração não foi sujeita a nenhuma análise de viabilidade. Tudo isto culminou numa forte resistência à mudança por parte dos operadores alocados a este posto de trabalho, que na sua maioria não conseguem aceitar a diminuição das quantidades a abastecer por volta.

5.2. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS PRODUTOS FERT

Para que todo este processo de otimização fosse bem fundamentado, foi necessário analisar os produtos finais (FERT⁹) resultantes do processo de montagem. Foi dada especial atenção aos produtos com maior valor de procura semanal, sendo estes analisados com base na sua BOM.

Em primeiro lugar foi estudado o funcionamento do *software* SAP com o objetivo de compreender o funcionamento das visões relevantes na obtenção de dados referentes à análise em questão. Uma visão em SAP representa um menu de consulta e/ou introdução de dados.

Para o cálculo da procura média semanal (PMS) dos diferentes produtos das linhas LB, foram utilizadas as seguintes visões de SAP:

- CR05 – verificação dos centros de trabalho existentes, para assim conseguir identificar a designação em SAP das linhas de montagem em análise;
- CA80 – para verificar os produtos produzidos nas linhas LB;
- ZMM_TOOLS – através desta visão, e com os produtos produzidos pelas linhas LB, foram retiradas as necessidades dos produtos em análise.

Com recurso a uma folha de cálculo (Anexo B) utilizada nesta fábrica foi possível calcular a PMS para cada produto e assim definir os produtos a analisar.

Recorrendo mais uma vez à visão ZMM_TOOLS, foram recolhidas todas as listas técnicas dos produtos em análise, para que assim fosse possível, em conjunto com a PMS, calcular as necessidades de componentes para as linhas LB.

Através do *software* SAP foram recolhidos os roteiros¹⁰ referentes aos diferentes produtos. A recolha de toda esta informação serviu de base à construção de uma folha de cálculo (Anexo C) cujo objetivo se centrava no cálculo das diferentes autonomias dos componentes nas linhas, sendo este valor expresso com base no acondicionamento de cada componente.

⁹ Acrónimo derivado do alemão FERTigen, que significa produto acabado.

¹⁰ Informação referente aos diferentes tempos associados a cada produto.

A criação desta ferramenta teve como principal objetivo a definição da quantidade a abastecer, por volta, com base na introdução do tempo de volta do *Mizusumashi*. Esta quantidade a abastecer é representada pela fórmula apresentada abaixo:

$$N^{\circ} \text{ de Caixas} = Qtd. \times \frac{A}{N_c \times T_c}$$

Sendo que a autonomia resulta de:

$$A = T_{AB} \times R_A$$

- *Nº de Caixas* – Número de caixas para o tempo de volta definido;
- *Qtd.* – Quantidade utilizada em cada operação de montagem;
- *A* – Autonomia desejada
- *N_c* – Quantidade de componentes por caixa;
- *T_c* – Tempo necessário para montar uma torneira;
- *T_{AB}* – Tempo de volta do abastecedor;
- *R_A* – Razão que representa o método de abastecimento. No caso do abastecedor efetuar duas rotas diferentes, uma para recolher valores de necessidades e outra para abastecer, a razão deve ser pelo menos dois.

Com esta folha de cálculo foi também possível inserir o tipo de acondicionamento e a localização de *picking*, assim como o peso de cada componente (de forma a não ultrapassar o limite de peso por caixa). Foi ainda adicionado um sistema de agrupamento dos diferentes componentes por tipo. Como resultado final, é possível obter uma média de caixas por tipo de material (Figura 62).

Tipo Componente	Média
PM Bica	3,67
Escoador	2,41
Alavanca	2,20
Tubo	1,06
tubo Roscado	0,94
ROTULA	0,65
Pré	0,54
TPI	0,47
Cartucho	0,46
Tirante	0,44
Set	0,40
Casquilho	0,38
Adaptador	0,34
Saco	0,30
Emulsor	0,24
Mola	0,19
Placa estabiliz	0,17
Caixa	0,16
Anel	0,16
Tampa	0,15
Cavilha	0,14
Folha de conformidade	0,10
Vedante	0,04
freio	0,03
Paraf	0,03
Inserção	0,03
Etq	0,02
O-ring	0,01
Perno	0,01
Tampão	0,00

Figura 62 Média de caixas por tipo de componente

Através desta análise foi possível comprovar que as linhas apresentavam alguns casos críticos em relação a espaço para colocação da quantidade necessária de materiais para manter a autonomia necessária. Um desses casos refere-se ao componente PM Bica, como se pode ver na Figura 63.



Figura 63 Exemplo de falta de espaço de acondicionamento em linha

O trabalho desenvolvido nesta subsecção permitiu perceber, por comparação das necessidades calculadas face ao que o abastecedor transporta usualmente, que as discrepâncias são elevadas.

Para além dos problemas já discutidos nesta subsecção, foi possível perceber que no caso da ocorrência de uma mudança do produto a montar na linha, a rota do *Mizu* é penalizada. Isto porque, tendo em conta que as linhas contêm componentes resultantes do último produto a ser produzido, o abastecedor para além de abastecer esta linha tem primeiro que retirar os componentes que já lá se encontravam.

5.3. LEVANTAMENTO DOS MÉTODOS DE ACONDICIONAMENTO E TRANSVASE

Como resultado de um défice na renegociação com os fornecedores quanto ao método de acondicionamentos dos componentes, resulta a necessidade de proceder ao *repacking* de alguns componentes.

A Grohe usa em todo o seu grupo um sistema de acondicionamento com base em caixas padronizadas (Figura 64). Em grande parte dos casos os componentes são passados para

estas caixas; contudo, uma vez chegados à linha sofrem transvase para outro tipo de acondicionamento.



Figura 64 Caixa pequena (esquerda) e grande (direita) da Grohe

O caso mais flagrante ocorre com a passagem dos componentes para tubos existentes na linha (Figura 65), revelando-se uma operação pouco ergonómica. Este sistema não permite retirar informações precisas da necessidade de abastecimento.

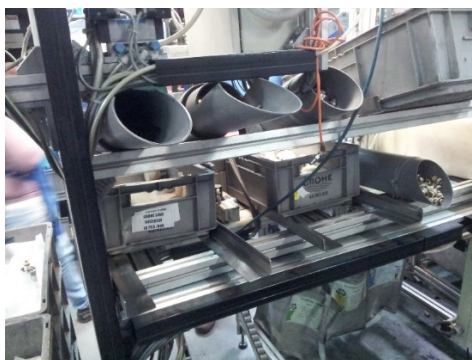


Figura 65 Tubos de acondicionamento de componentes na linha

A situação ideal para este problema passaria por os componentes saírem do dinâmico e entrarem na linha acondicionados da mesma forma. A solução encontrada, face à dificuldade de renegociação das embalagens, foi a de alterar o acondicionamento dos componentes em linha. Este processo não foi conduzido pelo autor, contudo veio ao encontro das ideias pensadas para este projeto. Este processo de mudança da linha estava integrado no plano de ações anual da fábrica de Albergaria-a-Velha.

Toda a linha LB03 foi alterada com base numa análise empírica dos diferentes componentes que a linha teria que acomodar (Figura 66). Um dos aspetos que não foi tido em conta diz respeito à quantidade que a linha deve acomodar de cada componente, fator este diretamente ligado à autonomia que cada componente deve ter em linha, face ao

tempo de volta do *Mizusumashi*. Um dos aspetos que se mostrou útil ao autor foi a criação de um mapa de localização dos componentes na linha, tendo em conta a vista do operador e a vista do abastecedor (Figura 67).



Figura 66 Nova linha LB03

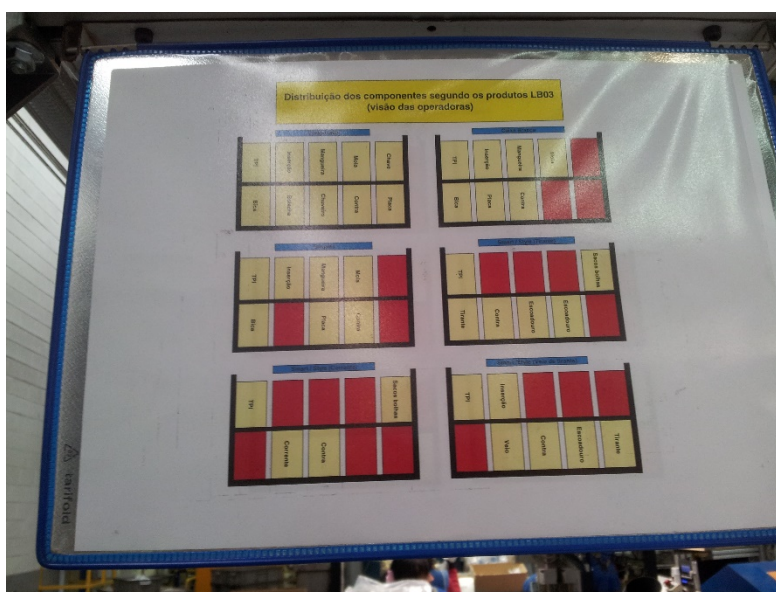


Figura 67 Exemplo de esquema de acondicionamento de componentes em linha (LB03)

Foi estudada a possibilidade de aplicar o conceito de *transport internal kanban* (subsecção 4.4.2), como forma de combater o excesso de material retirado do dinâmico, impulsionando também uma melhor organização. A Grohe Portugal mostrou-se bastante relutante à aplicação deste sistema de gestão de componentes, justificando-se com a necessidade de alocar um operador à gestão dos *kanban*. Foram ainda invocadas razões de cariz económico.

Como contramedida, o autor sugeriu a reaplicação do sistema de caixa-cheia-caixa-vazia (Figura 68). A aplicação deste sistema permite controlar as quantidades abastecidas em cada linha, permitindo ao mesmo tempo fazer o levantamento das necessidades da linha. As médias dos componentes a abastecer por volta, permitem projetar a linha de uma forma otimizada. Os abastecedores demonstraram satisfação para com este método de cálculo e

controlo de quantidades de abastecimento. Foi possível encontrar uma solução de simples implementação e fácil perceção e execução.

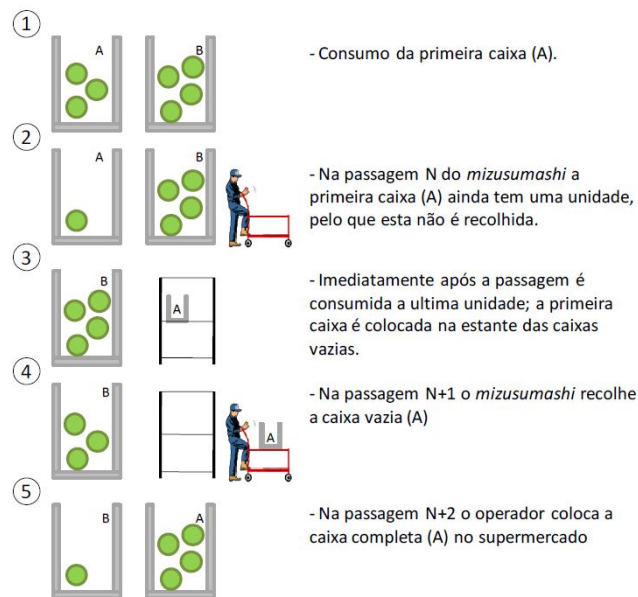


Figura 68 Exemplo de funcionamento caixa-cheia-caixa-vazia (Pinto, 2008)

5.4. ESTRUTURA FÍSICA DO *MIZUSUMASHI*

Através do acompanhamento de algumas voltas do comboio logístico constatou-se que este se encontrava mal organizado e pouco cuidado, como se pode ver na Figura 69. A divisão das diferentes prateleiras das carruagens não estava otimizada para o tipo de componentes que estas deviam acomodar e, em alguns casos, o próprio aproveitamento do espaço não era o melhor.



Figura 69 Exemplo de carruagens mal organizadas

Tendo em conta o estudo de necessidades de componentes por volta, e recorrendo a uma análise física da estrutura do comboio, foram projetadas novas carruagens (cujo projeto se apresenta no Anexo D) com vista a melhorar a organização, quantidade de material e, ao mesmo tempo, delimitar os espaços para cada tipo de componente. A solução, que se pode ver na Figura 70, passou pela criação de uma nova prateleira, assim como pela criação de um espaço delimitado para o acondicionamento de pequenas peças (Figura 71), tais como parafusos e elásticos, e ainda livros de instruções e folhetos (Figura 71). As medidas deste compartimento (80×28×8,5 cm) foram retiradas das dimensões aproximadas de duas caixas pequenas da Grohe¹¹. Estas dimensões surgiram do pressuposto que os componentes acima referidos já sofriam *repacking* para caixas Grohe pequenas. Sendo este espaço fixo, permite não só definir uma regra mas também cria organização nas próprias carruagens do comboio.

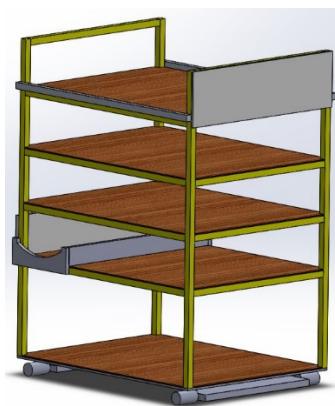


Figura 70 Exemplo de nova carruagem

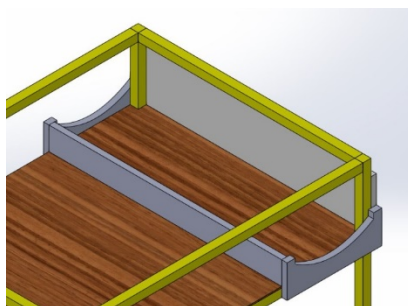


Figura 71 Exemplo de novo compartimento das carruagens

Para a definição das carruagens foi também efetuado um estudo que visou testar os espaços que os diferentes componentes ocupariam e assim maximizar o espaço, e ao mesmo tempo

¹¹ Dimensões caixa pequena Grohe – 30×20×12 cm

5.5. LAYOUT DA MONTAGEM FACE AO ABASTECIMENTO DAS LINHAS LB

No seguimento do acompanhamento das operações do *Mizusumashi* foi possível denotar alguns problemas relacionados com a disposição do material pedido à ordem da montagem, ou seja, o abastecedor demonstrava a necessidade de se deslocar a zonas que, embora não saíssem do seu circuito normal de abastecimento, resultavam num circuito não otimizado. Estas deslocações para recolher componentes para abastecer as linhas, eram na sua maioria efetuadas a pé.

Por outro lado, em alguns casos, as ordens de produção são de natureza especial e “fogem” aos produtos normalmente produzidos pelas linhas LB. Nestes casos os componentes para essa ordem saem do armazém em quantidades previamente contadas e são depositados diretamente na montagem. O problema destas ordens prende-se com o local onde estas são depositadas. Este situa-se fora do local de atuação do *Mizusumashi* (+/- 30 metros) obrigando o abastecedor a deslocar-se a pé até este local (Figura 74).

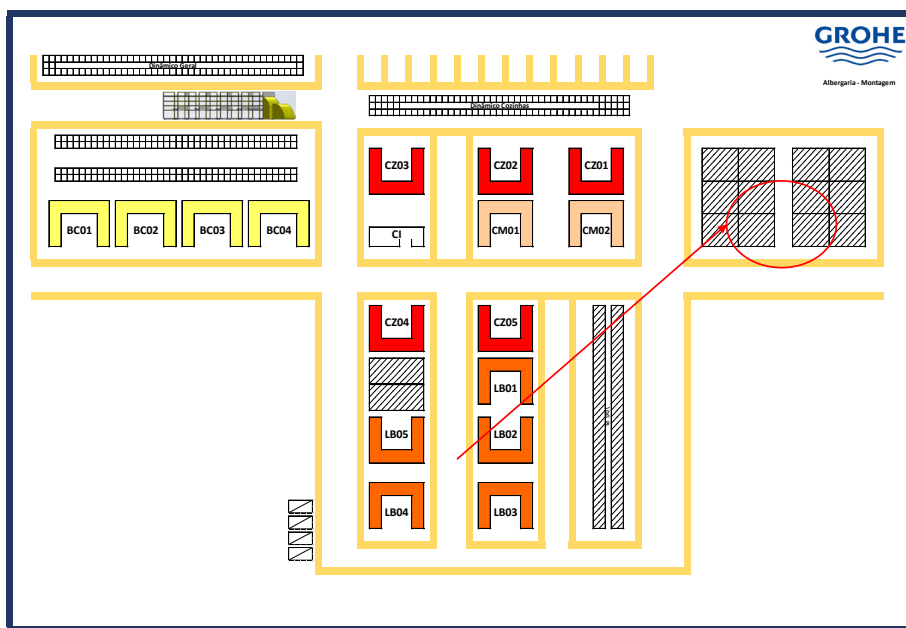


Figura 74 Deslocação ao local de receção de material à ordem

Começaram então a ser estudadas formas de concentrar os materiais de abastecimento das linhas LB na área de atuação do comboio. Como pode ser observado na Figura 75, foram três as hipóteses pensadas para solucionar este problema (assinalado com a letra P e a vermelho).

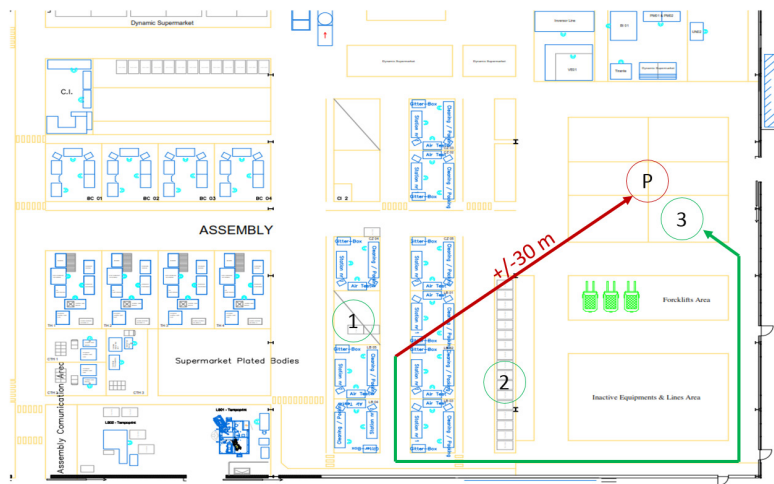


Figura 75 Possíveis alterações de layout

A opção 1 passava pelo aproveitamento de uma zona existente de armazenamento sem componente fixo com o propósito de alojar corpos a serem consumidos pelas linhas CZ04 e/ou CZ05 e ainda como local de arrumação das ferramentas e testes das linhas LB. Para que esta alteração fosse viável teria sido necessário negociar e balancear o espaço com base na quantidade de corpos das cozinhas.

A opção 2 tem como base uma troca de lugares de palete. Esta troca consiste na deslocação do depósito de caixas vazias, esferovites e manguitos (restos de mangas de tecido usadas no transporte de alguns corpos), para um nova zona específica para este efeito (antiga zona de receção de material pedido à ordem).

A opção 3 consiste na alteração do percurso do comboio, fazendo com que este passe pela zona atual de receção de material vindo do armazém. Contudo o caminho encontra-se obstruído por material e esta deslocação implicaria manobras mais complicadas por parte do comboio e implicaria ainda um aumento do tempo de volta.

Depois de a situação ter sido discutida e abordada com os responsáveis da montagem, para que a solução fosse favorável a todos, foi escolhida a hipótese referente à opção 2.

O primeiro passo da aplicação desta mudança implicou uma troca de lugares de palete. A zona que seria destinada ao depósito de caixas vazias e esferovites foi deslocada para a zona de receção de material pedido ao armazém, tratando-se esta mudança de uma simples “troca por troca” (Figura 76).

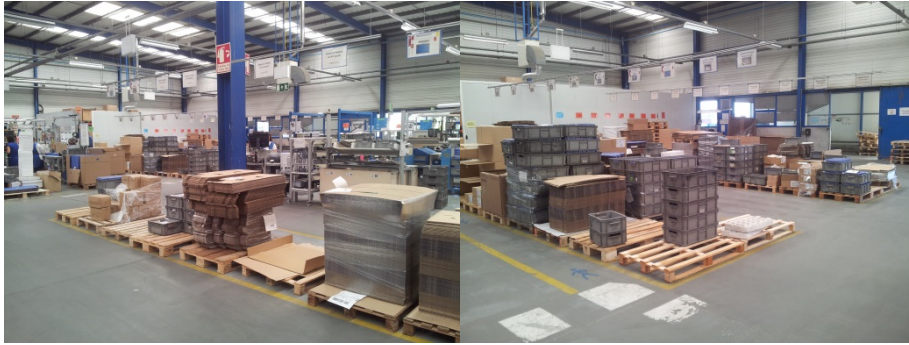


Figura 76 Zona atual de recepção de material à ordem e depósito de caixas e esferovites

As zonas de recepção de material à ordem e de depósito de corpos correspondentes às linhas LB foram reorganizadas, para que tudo estivesse mais perto do local de uso. Parte destas alterações incluíram também a deslocação do depósito de manguitos para uma zona diferente, que não causou quaisquer alterações ao ritmo normal das operações da montagem (Figura 77).



Figura 77 Nova zona para o depósito de manguitos

Com todas as alterações concluídas, e todos os novos locais corretamente identificados (Figura 78), restou informar todos os intervenientes da montagem para este facto. Após uma breve explicação de todas as alterações, justificando (por exemplo) que as manobras com os empilhadores e *stackers* passariam a ser mais fáceis, a aceitação foi bastante positiva e o objetivo principal foi cumprido. Verificou-se que o abastecedor deixou de ter que efetuar deslocações fora do seu raio de ação.



Figura 78 Identificações dos lugares de palete

5.6. DEFINIÇÃO DA ROTA DE ABASTECIMENTO

A rota de abastecimento representa a estruturação e integração dos pontos estudados neste capítulo. Esta representa o padrão de trabalho do abastecedor, quer em termos de tempos, quer em métodos, assim como nas suas regras e limitações. É através desta sequenciação de tarefas que o abastecedor deve estruturar a sua função. É importante referir que esta rota deve ser revista em períodos previamente definidos. Após a sua definição devem ser conduzidos testes no terreno (*gemba*) com o objetivo de aplicar os devidos ajustes inerentes à sua passagem do plano teórico para o plano prático.

Nesta rota constam as tarefas de abastecimento sequenciadas por lados das linhas, assim como a tarefa de recolha de informação. Neste novo planeamento de tarefas de abastecimento foram deixadas de fora todas e quaisquer tarefas que envolvam funções não relacionadas com abastecimento, como, por exemplo, desfazer *gitterboxes* e arrumar lugares de palete. Este representa um dos grandes problemas no método atual de trabalho do operador de abastecimento. Devem existir tarefas previamente definidas para o caso de surgirem espaços de tempo livres, inerentes a acontecimentos não previstos. Estas tarefas devem estar o mais possível relacionadas com a função de abastecimento ou então com a manutenção e limpeza das ferramentas de apoio à sua tarefa.

Foram também definidas algumas regras que, para além de imporem limites, têm o objetivo de ajudar a definir a função de abastecimento, não só para quem a desempenha, mas também para que os seus limites em todo o sistema produtivo estejam bem definidos:

- Usar, sempre que necessário, algum apoio para transportar material:
 - Carrinho de mão;
 - Caixa Grohe;

- Usar, sempre que necessário, a cópia da ordem que o abastecedor tem em sua posse para tirar notas referentes a algum componente / dúvida;
- Sempre que o componente não tiver identificação na caixa e/ou no componente, o abastecedor deve levar uma amostra de volta para o dinâmico, tendo sempre em conta o número de identificação do componente presente na ordem de produção;
- Nas paragens no dinâmico encostar sempre o comboio até ao fim do corredor sem cruzar com o corredor perpendicular.

Por fim foram estabelecidos os tempos parciais de cada tarefa assim como o tempo total da volta de abastecimento (Figura 79). Estes tempos foram baseados em medições de tempos resultantes da decomposição da tarefa de abastecimento (Anexo E).

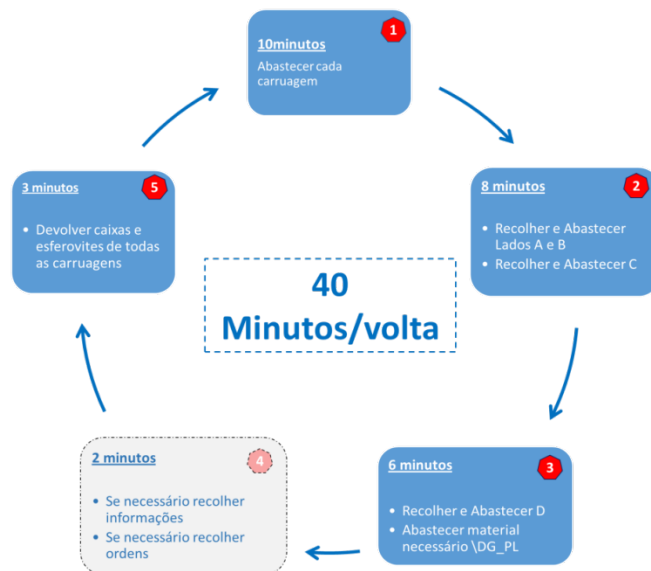


Figura 79 Tempos e tarefas da nova rota

A sequência de paragens e os lados de abastecimento ganham sentido quando observados no contexto do póster afixado (Anexo F) em diferentes zonas de paragem do comboio, assim como no próprio comboio (Figura 80).



Figura 80 Rota de abastecimento do comboio LB

No início deste trabalho as diretrizes foram no sentido de criar condições para que o *Mizusumashi* tivesse um tempo de volta de cerca de uma hora. Este era o tempo encontrado aquando do começo deste trabalho, contudo existiam bastantes oscilações, o trabalho desenvolvido ia então normalizar este tempo. Apenas com algum acompanhamento e sensibilização para com os executantes do abastecimento, foi possível medir tempos totais de volta que rondavam, em média, os 40 minutos. Foi então este o tempo utilizado para dimensionar a rota que iria incorporar todas as alterações descritas anteriormente.

Na fase em que este plano de abastecimento deveria ser testado surgiram algumas dificuldades para efetuar o processo de estudo, análise e correção. A função de abastecimento, de entre os três turnos, passou a ter só um abastecedor fixo em um dos turnos. Esporadicamente os outros dois turnos tinham alguém alocado a esta função. O facto de na maior parte das situações não se encontrarem as cinco linhas LB a trabalhar também se demonstrou um entrave.

A escassa recolha de dados (tendo em conta a situação descrita atrás) resultou na opção do autor em medir alguns tempos com base no trabalho da abastecedora fixa e com o número de linhas estabilizado em quatro. Foram também recolhidos alguns dados de um outro funcionário. Os dados recolhidos encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2 Tempos totais de volta de abastecimento

#	Operação	Descrição	Duração	Data	NºLinhas	Abastecedor
1	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:21:12	06/05/2014	4	Paula
2	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:15:00	06/05/2014	4	Paula
3	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:19:53	06/05/2014	4	Paula
4	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:21:53	06/05/2014	4	Paula
5	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:18:55	08/05/2014	4	Rui
6	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:17:59	08/05/2014	4	Paula
7	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:19:12	08/05/2014	4	Paula
8	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:40:53	08/05/2014	4	Paula
9	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:30:42	20/05/2014	4	Rui
10	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:19:12	20/05/2014	4	Paula
11	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:21:15	20/05/2014	4	Paula
12	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:39:00	20/05/2014	4	Paula
13	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:16:33	20/05/2014	4	Paula
14	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:23:47	20/05/2014	4	Rui
15	Duração total do abastecimento	Duração desde que o comboio sai do dinâmico e volta à mesma posição	00:22:35	20/05/2014	4	Rui
						Média
						00:23:12

Como pode ser observado na tabela acima, a média do tempo de volta situa-se nos vinte e três minutos. Foi então tomada a decisão de usar o método de abastecimento desta abastecedora como base de ajuste do padrão de abastecimento.

O autor teve a noção que esta função era desempenhada com profissionalismo e adaptabilidade aos diferentes acontecimentos; atitude esta resultante do facto do abastecimento às linhas sempre ter sido a função desempenhada pela pessoa em questão, sendo também importante referir que a abastecedora recebeu formação inicial na função de abastecimento, segundo a filosofia *Mizusumashi*.

Partindo do valor de vinte e três minutos para o abastecimento de quatro linhas, e na impossibilidade de medir o tempo de volta com cinco linhas, foi extrapolado o tempo de trinta minutos para o abastecimento com cinco linhas (as operações de abastecimento nas diferentes linhas, em média, não apresentam uma diferença considerável).

Com o padrão de trabalho do *Mizusumashi* estabelecido, o autor definiu como próxima tarefa o processo de formação e acompanhamento de outros abastecedores. Ainda antes da fase de análise e consequentes ajustes a todo o processo de abastecimento, foi percebido que a formação e treino são de extrema importância no processo de implementação do *Mizusumashi*, uma vez que se trata de uma função que depende da adaptabilidade do operador à função e da sua capacidade de interiorizar o método.

A situação de não colocarem mais operadores a fazer esta operação (que era suposto existir de forma constante em todos os turnos) tem a ver com uma perceção por parte da Montagem de que quando existem poucas linhas a trabalhar o impacto desta operadora de abastecimento no resultado final da produtividade da Montagem aumenta

significativamente: esta função é desempenhada por uma pessoa que é um direto de produção pelo que o seu tempo tem de ser contabilizado no tempo total gasto, ao contrário dos abastecedores do armazém em que o seu tempo não tem de ser registado.

Se o número de linhas em trabalho for menor do que o definido em roteiro (1 abastecedora para 5 linhas) isto significa que o tempo que será registado para a operação será superior a este rácio e como as linhas produzirão uma menor quantidade de peças (por serem menos linhas, não por uma questão de eficiência) logo ter-se-á uma menor produtividade.

Quando estão, por exemplo, 3 linhas a trabalhar, a abastecedora conseguirá abastecer estas linhas em aproximadamente 17,25 minutos pelo que no restante tempo (5,75 minutos) ficará parada à espera da próxima volta.

Aumentar a frequência de abastecimento (operadora não espera e começa logo o novo abastecimento) não faz sentido pois a quantidade de material e o momento em que ele é preciso depende do ritmo da linha.

Numa situação em que este número de linhas fosse fixo em 3 linhas então poder-se-ia reduzir a quantidade de material na linha e a abastecedora abastecerá em 17,25 minutos.

Nestas condições, em que o número de linhas vai variando é necessário encontrar soluções para que o trabalho do abastecedor seja rentabilizado de forma constante.

Por falta de compreensão destes pressupostos, que definem a escolha / seleção do operador para o *Mizu*, não foram disponibilizados operadores para o processo de aprendizagem e treino na função. Por outro lado, foram pedidas soluções de otimização mais céleres e que fizessem uso dos recursos existentes. Destes pressupostos resultaram estudos que tentaram otimizar a função de abastecedor, como forma de justificar e viabilizar a alocação de operadores ao posto de abastecimento. Este processo culminou na informação apresentada no Capítulo 6.

6. NOVAS ESTRATÉGIAS DE ABASTECIMENTO

Após a implementação das melhorias expostas no capítulo anterior foi possível situar o tempo médio de abastecimento nos vinte e três minutos por volta com quatro linhas para abastecer (extrapolando dará trinta minutos para abastecer cinco linhas). Este tempo representa um ganho médio de dez minutos por volta face à situação definida na rota de abastecimento. Face a estes ganhos, surgiu o objetivo de enriquecer a função do abastecedor, o que se descreve neste capítulo.

6.1. SITUAÇÃO ATUAL DO ABASTECIMENTO

Após um acompanhamento de duas semanas às operações de abastecimento, foi possível comprovar que o *Mizusumashi* cumpre um tempo de volta de 20 minutos com quatro linhas alocadas à sua rota de abastecimento. Do acompanhamento e observações conduzidas surgiram dados referentes à rotatividade dos operadores alocados a este posto. Atualmente apenas uma abastecedora se encontra fixa à função de abastecimento das linhas LB, existindo turnos em que um operador é colocado nesta função. Contudo, esta movimentação não apresenta qualquer tipo de regra, resultando assim num elevado índice de rotatividade.

Como resultado desta falta de método surgem entropias no sistema, tais como o facto de em cada início de turno a abastecedora, fixa à função, depender cerca de 30 minutos a preparar todo o sistema *Mizusumashi*; esta preparação consiste na recolha de ordens de produção e organização / abastecimento das diferentes carruagens do comboio. Tendo em conta que em três turnos no total só existe um abastecedor num dos turnos, é de extrema dificuldade manter o sistema organizado e em bom funcionamento.

Tendo em conta os pontos abordados no fim da subsecção 5.6, em alternativa à colocação de um abastecedor por turno, os responsáveis de turno preferem que uma operadora da montagem, em intervalos de cerca de uma hora, conduza o comboio até ao dinâmico para o abastecer e depois o estacione junto das linhas. Com este modo de operação, para além de se mostrar prejudicial para a produtividade das linhas, tendo em conta que a linha que fica sem abastecedor vê o seu tempo de ciclo a aumentar, assemelha-se a um supermercado colocado junto das linhas de montagem. Neste sector nota-se uma forte resistência à mudança, em relação às tarefas e métodos do abastecimento. O número de linhas em produção por turno não é constante, surgindo situações em que, por exemplo, o turno começa com quatro linhas em funcionamento e, a meio do mesmo, passa para três ou mesmo duas linhas, fruto da falta de componentes ou, pura e simplesmente, por falta de necessidade que determinada linha esteja em produção. A incerteza do número de linhas em produção levou à tomada de decisão de retirar o abastecedor no caso de o número de linhas em produção se situar abaixo de quatro. O trabalho sem abastecimento entrou na rotina de funcionamento das linhas LB.

6.2. ABORDAGENS AO ABASTECIMENTO

Com o problema da variação do número de linhas a abastecer, mostrou-se óbvio que o procedimento seria o de enriquecer a função de abastecedor. Desta forma pretende-se preencher os tempos mortos, inerentes à falta de linhas para abastecer, com novas tarefas. Estas novas tarefas devem ser o mais próximas possível das funções já desempenhadas pelo abastecedor. Nesta última condição está implícito o princípio de não quebrar a curva de aprendizagem do abastecedor. Esta função requer bastante treino para que as tarefas sejam assimiladas pelo abastecedor, de modo a que este as execute sem necessidade de consulta de rotas ou tabelas informativas.

Depois de uma análise das tarefas de abastecimento e do *layout* das linhas de montagem, surgiram duas possíveis abordagens para o *Mizusumashi* (Figura 81).

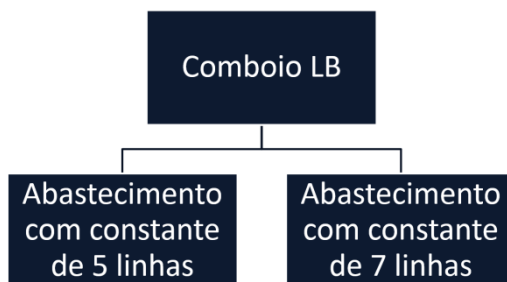


Figura 81 Esquema das abordagens ao sistema de abastecimento

As hipóteses estudadas tiveram como base o balanceamento do número de linhas a abastecer. Tendo em conta que o abastecedor supera o tempo de abastecimento pré-estabelecido, a solução encontrada passa pela alocação de mais linhas a abastecer na sua volta.

6.2.1. ABASTECIMENTO COM CONSTANTE DE CINCO LINHAS

A primeira abordagem ao problema recai sobre o pressuposto de que no caso de alguma linha LB não se encontrar em produção o abastecedor abasteça as linhas CZ04 e/ou CZ05, para que assim mantenha um rácio de um abastecedor para cinco linhas (Figura 82).

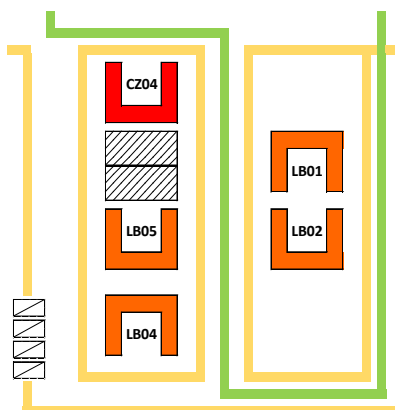


Figura 82 Exemplo de abastecimento com rácio de cinco linhas

Este sistema tem, desde já, condições para funcionar existindo ainda alguns pequenos ajustes a efetuar:

- Garantir em cada equipa pelo menos um abastecedor por turno, senão:
 - Não é possível interiorizar o método de abastecimento;
 - O sistema não funciona sem que os abastecedores treinem o método.

- O método necessita de ser testado com as linhas CZ, para que os ajustes necessários e inerentes a estes sistemas sejam efetuados.

Este sistema demonstra ser de mais fácil implementação, tendo em conta que é basicamente o mesmo sistema pensado anteriormente, sendo que o único revés reside na possível diferença de componentes.

Com esta situação é economicamente justificável o uso do abastecedor, tendo em conta que para além do seu tempo passar a estar alocado, permite melhorar a eficiência das linhas CZ04/05.

A importância de manter o regime de um abastecedor para cinco linhas surge da forma como é calculado, em roteiro de SAP, o tempo destinado ao abastecimento de cada produto e conseqüentemente no cálculo global da eficiência dos operadores. Este tempo resulta da aplicação de dois rácios ao tempo de montagem de uma torneira. Esses rácios têm como base a percentagem de tempo a contar para o abastecedor e para o *Team Leader*, e têm (normalmente) valores de 1/5 e 1/8, respetivamente. O primeiro representa um abastecedor para cinco linhas e o outro um *Team Leader* para oito linhas. Quando estas razões não são devidamente aplicadas na realidade, causam desvios no cálculo da eficiência dos abastecedores.

Resta ainda referir que o tempo projetado para esta nova forma de abastecimento ronda os 30 minutos, o que mais uma vez não foi possível testar por falta de abastecedores.

6.2.2. ABASTECIMENTO COM CONSTANTE DE SETE LINHAS

O arranjo do abastecimento projetado na subsecção 6.2.1 conduziu naturalmente à investigação da possibilidade de reorganizar o abastecimento, não só das linhas LB, mas também, das CZ e Cozinhas Minta (CM). A conceção desta nova ideia para o abastecimento assenta na organização do conjunto destas doze linhas em duas rotas (Figura 83).

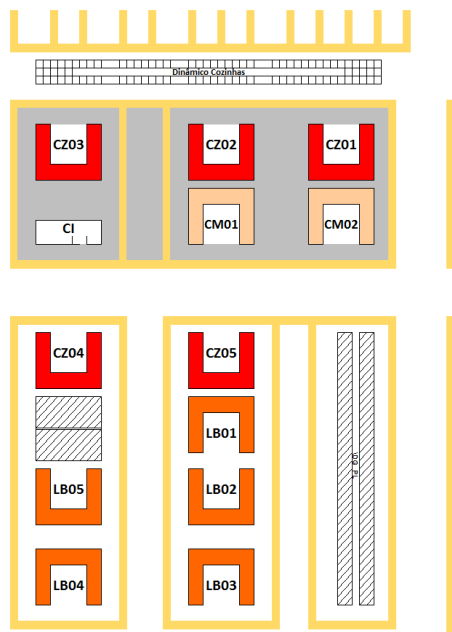


Figura 83 Layout das linhas LB, CZ e CM

O *Mizusumashi* encarregue atualmente das linhas LB passaria a estar encarregue das cozinhas CZ04 e CZ05. Este circuito seguiu o conceito da proximidade destas linhas (CZ04 e CZ05) em relação às linhas LB. As Cozinhas Altas (CZAL – designação dada às cozinhas 04 e 05) são no momento abastecidas a pé pelo abastecedor das Cozinhas Baixas (CZBX – designação dada às cozinhas 01, 02 e 03). Tendo em conta a distância entre o dinâmico das cozinhas e as CZAL, considera-se relevante que o abastecimento destas passe a ser conduzido pelo sistema de *Mizusumashi*.

Por outro lado, as linhas CM não têm abastecimento, tendo que ser as operadoras a sair das linhas para efetuar esta operação. Usando mais uma vez o critério de proximidade, e tendo em conta que o abastecimento das linhas CZBX é efetuado a pé (dada a proximidade ao dinâmico das cozinhas), considerou-se que estas linhas (CM01 e CM02) poderiam ser integradas no processo de abastecimento a pé das linhas CZBX. É de relevo referir que as linhas CM apresentam normalmente duas operadoras para o processo de montagem, e que as torneiras aqui montadas representam um conjunto de processos mais moroso que o normal. A integração da operação de abastecimento nas linhas CM pode levar a uma diminuição no tempo de montagem de cada torneira e conseqüente aumento da produtividade.

Em suma, ter-se-ia dois conjuntos de linhas a abastecer (Figura 84):

- Linhas LB + CZAL (a verde) = 7 linhas;
- Linhas CZBX + CM (a azul) = 5 linhas.

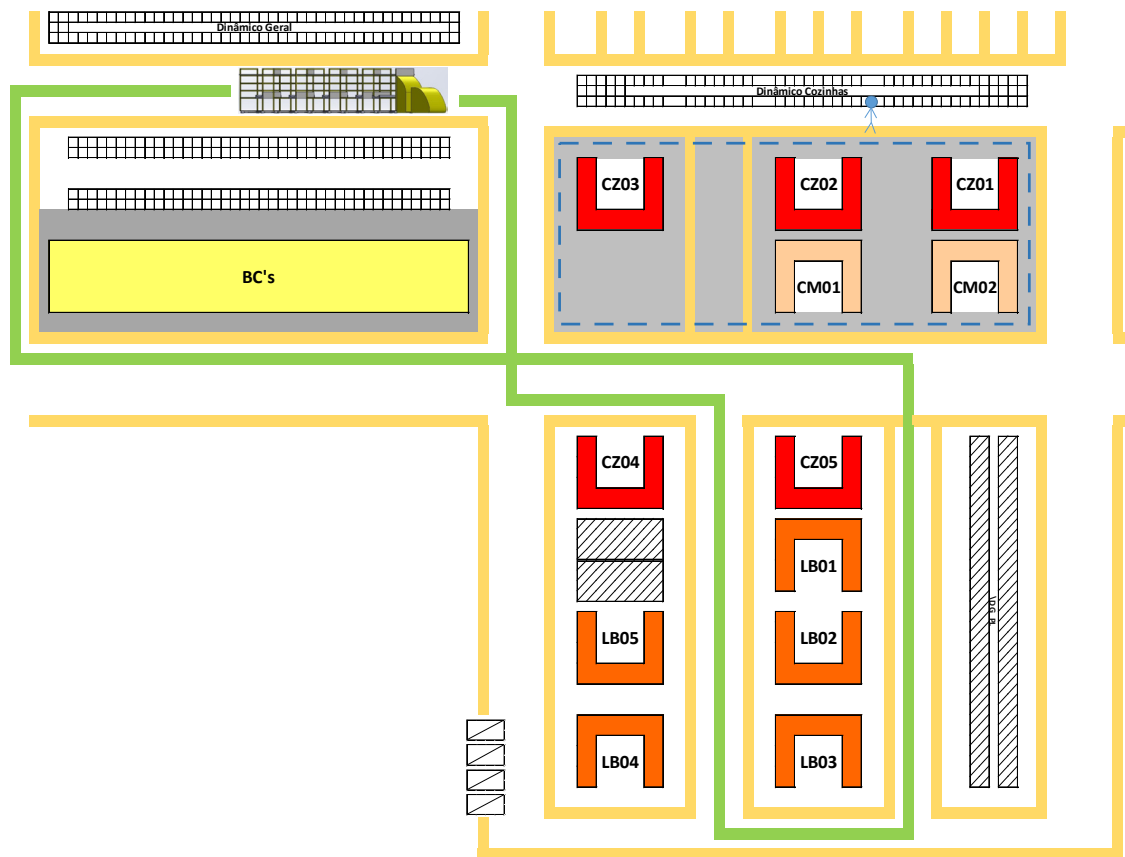


Figura 84 Novo arranjo de linhas a abastecer

Prevê-se que o conjunto de tarefas adicionais não trará diferenças em relação às tarefas previamente exploradas, quer na sua natureza de execução, quer no seu tempo (Tabela 3). Assim sendo, o tempo previsto para a volta do abastecedor com estas sete linhas será cerca de quarenta minutos.

Tabela 3 Tempo de volta e tarefas previstas para o abastecimento LB+CZAL

#	Tipo de Material	Tarefa	Linha/Local	Lado	Tipo de Transp.	Tempo (s)
1	Material	Abastecer comboio	DIN GR	""	A pé	300
2	Material	Abastecer linha	CZ04	A/B	A pé	240
3	Material	Abastecer linha	CZ05	C	A pé	120
4	Material	Abastecer linha	LB01	C	Comboio	120
5	Material	Abastecer linha	LB02	C	Comboio	120
6	Material	Abastecer linha	LB03	C	Comboio	120
7	Material	Abastecer linha	LB04	A/B	Comboio	240
8	Material	Abastecer linha	LB05	A/B	Comboio	240
9	Material	Abastecer linha	LB03	D	Comboio	120
10	Material	Abastecer linha	LB02	D	Comboio	120
11	Material	Abastecer linha	LB01	D	Comboio	120
12	Material	Abastecer linha	CZ05	D	A pé	120
13	Material	Abastecer comboio	LP GR	""	A pé	60
14	Informação	Recolher informação	CI	""	A pé	30
15	Material	Abastecer comboio	DIN GR	""	A pé	300

Tempo de volta= **40 minutos**

Os dois sistemas de abastecimento em análise na presente subsecção, e na subsecção anterior, carecem da necessidade de serem testados, tendo em conta que, com toda a certeza, necessitarão de ajustes a nível de acondicionamento de materiais e do próprio *layout* da distribuição dos componentes na zona da montagem e/ou comboio.

Com o propósito de testar as diferentes hipóteses de rotas, tarefas e tempos, foi desenvolvida uma folha de cálculo (Anexo G) que permite, com base na introdução de algumas definições, desenhar a rota de abastecimento, a esquematização de tarefas e consequente determinação do tempo total de volta.

Para além do estudo conduzido nas linhas LB e CZAL, novos estudos com foco nas linhas CZBX e CM devem ser conduzidos. A própria operação de abastecimento a pé deve ser analisada e, se assim for o caso, sofrer processos de otimização. Com estes processos de análise concluídos, planeia-se que a tarefa seguinte recairá sobre o acondicionamento dos componentes e a sua autonomia em linha.

6.3. GANHOS E/OU PERDAS RELACIONADAS COM A IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS RÁCIOS

Tal como já foi referido neste documento, os roteiros implementados em SAP representam as parcelas de tempo a atribuir a cada função incluída na montagem de uma torneira. Com base num tempo de montagem medido, é criado um *standard* que posteriormente servirá de termo de comparação para o cálculo da eficiência do processo e, conseqüentemente, dos diferentes operadores envolvidos no processo. Este tempo é representado segundo a forma do tempo, em minutos, necessário para montar cem peças. No exemplo da Figura 85 é possível observar o roteiro do produto 32661001 (uma torneira pertencente à família LB).

Roteiros por material													
U...	Status	N...	GrLisTar	Material	CenTrab	TpDetVaS	NºrefCódVS	Oper	Válido até	Standard	Standard	Quantidade bás...	Modif.em
1	4	1	50034745	32661001	6261LB	2	P01225	0001	31.12.9999	0	0	100	09.06.2010
1	4	1	50034745	32661001	6261LB	2	P01225	0010	31.12.9999	130,140	130,140	100	08.04.2014
1	4	1	50034745	32661001	6261ABN1	2	AM0160	0020	31.12.9999	42,300	42,300	100	08.04.2014
1	4	1	50034745	32661001	6261LB	2	AM0160	9999	31.12.9999	0	0	100	08.04.2014

Figura 85 Exemplo de roteiro em SAP

Do roteiro, são relevantes para a análise desta subsecção os campos referentes ao centro de trabalho (CenTrab), material e *standard*. O centro de trabalho indica a que função o tempo *standard* se refere. Para este caso, o 6261LB indica o tempo de montagem enquanto o 6261ABN1 indica o tempo de abastecimento.

O tempo de abastecimento é então calculado com base no tempo de montagem, com a aplicação de duas razões referentes ao número de abastecedores (em função das linhas) e ao número de *Team Leaders*. O rácio referente aos *team leaders* é sempre o mesmo, e representa-se por um operador para oito linhas (1/8), enquanto o rácio de abastecimento varia consoante o número de linhas a abastecer.

No caso das linhas LB esse rácio está pensado para 1/5, assim como nas linhas CZ. Nas linhas CM, tendo em conta o seu número, está projetado para 1/2. Para a análise de ganhos e/ou perdas da implementação do novo arranjo do abastecimento foi necessário avaliar a fiabilidade destes valores atualmente implementados em SAP.

Os cálculos foram efetuados com base na informação presente em SAP, através da consulta de roteiros e necessidades até ao fim do ano. Com esta informação, foi criada uma folha de cálculo (Anexo H) que permite ter noção de duas informações de relevo: falta de tempo de abastecimento em roteiro, assim como o ganho e/ou perda em termos de horas e

consequentes custos. A esta análise foram submetidos as famílias LB, CZAL e CM. As linhas LB, assim como as linhas CZAL, apresentaram algumas falhas tendo em conta a falta de tempo em roteiro destinado ao abastecimento.

Posteriormente foi efetuada a comparação dos tempos de abastecimento existentes em SAP com as razões segundo as quais deveriam ter sido calculados. Em média, estes tempos estão a representar perdas no cálculo de eficiência do abastecimento, tendo em conta que são valores mais elevados que o suposto. Por outro lado, apesar de na realidade as linhas CM não terem abastecedor esse tempo aparece representado em roteiro de SAP. Esta análise confirmou a linha de pensamento que levou ao estudo deste novo sistema de abastecimento. Com a simples alteração das razões de abastecimento iria ser possível poupar o equivalente (em número de horas) a um operador por ano, tendo em conta que o sistema passaria a integrar o abastecimento CM no sistema de abastecimento das linhas CZBX.

Em termos de custos monetários, a folha de cálculo está preparada para que o ganho seja calculado automaticamente com a introdução do custo anual de um operador.

Porém, quando os erros em SAP sofrerem correção, e com a implementação do novo sistema de abastecimento, este ganho desce para um ganho em horas equivalente a 0,22 operadores por ano.

7. CONCLUSÕES

Este capítulo serve o propósito de avaliar os resultados alcançados face aos objetivos propostos, sendo também aqui explanadas as diferentes limitações existentes no trabalho assim como as propostas de desenvolvimento futuro.

7.1. BALANÇO NO TRABALHO REALIZADO

O principal objetivo deste trabalho proposto pela Grohe Portugal foi o de continuar o trabalho de otimização da logística interna no setor da montagem (Peixoto, 2013). Tendo em conta que o trabalho da minha colega, Engenheira Daniela Peixoto, consistiu na organização de dinâmicos e supermercados, o presente trabalho incidiu sobre a otimização do sistema de *Mizusumashi*. Embora o sistema já existisse, apresentava necessidades de adaptação e melhoria como forma de acompanhar um ritmo e volume de produção, que há já alguns anos tinha aumentado.

Usando uma analogia com o ciclo *Plan, Do, Check and Action* (PDCA¹²) é possível referir que este trabalho ficou concretizado até à fase da ação corretiva. Por falta de abastecedores foi impossível aplicar as possíveis contramedidas que poderiam surgir com o decorrer das

¹² É um método de controlo, organizado num ciclo de quatro etapas, que produz os resultados esperados de um processo. Esta ferramenta é considerada uma poderosa ferramenta universal de gestão da qualidade. (Bueno, 2003)

operações.

É possível concretizar que a parte mais morosa deste trabalho foi o planeamento. Em primeiro lugar foi de difícil perceção descobrir qual o problema com o abastecimento. Em segundo lugar, e após a consciencialização com o problema, foi tempo de o isolar e preparar um plano de ações. Este plano ficou restringido ao setor da montagem, quando a sua extensão deveria ter abrangido toda a análise do sistema logístico da fábrica de Albergaria.

Um dos pontos em que este plano sempre tentou investir foi na preparação de um plano de formação, para que no futuro o sistema não deixe mais uma vez de acompanhar o desenvolvimento. Torna-se quase impossível treinar uma pessoa para alguma função sem que a pessoa que está a receber esse treino tenha primeiro o *mindset* e a educação para desempenhar as funções que vai ocupar. A criação de rotas, planeamentos e regras, por si só, não é suficiente para que uma função, num determinado posto de trabalho, seja bem executada. Com base neste princípio, foi organizado um plano de abastecimento que no dia-a-dia foi discutido com as pessoas que o iam executar, como forma de o enriquecer com diferentes ideias e opiniões e, por outro lado, usar este acompanhamento como forma de educar e dar formação no posto e funções a desempenhar.

Após o plano concluído, foi o tempo da execução do mesmo, que consistiu na recolha de dados, métodos, dificuldades e entraves que punham em causa a sua execução. Esta fase correu de uma forma bastante fluída, o que na opinião do autor se deveu a uma fase de planeamento que, embora tenha sido um processo moroso, fez com que os valores medidos se mostrassem satisfatórios.

Com a verificação e análise destes mesmos dados foi concluído que o sistema estaria a funcionar de uma forma otimizada, o que permitiu a extrapolação deste sistema para outras situações. Surgiu então o desafio de estudar a possibilidade de expandir este sistema de *Mizusumashi* a outras linhas de montagem como forma de emagrecer o sistema de abastecimento às linhas de montagem.

Correndo mais uma vez todas as etapas de desenvolvimento de um projeto, foi assumido o desafio de aumentar o número de linhas a abastecer. Contudo, este processo mostrou-se mais difícil, tendo como entrave uma forte resistência à mudança. Esta resistência à mudança revelou-se um forte entrave à condução de testes no terreno. Apesar disto, toda a

situação ficou planeada e testada em plano teórico, mostrando que seria algo com fortes probabilidades de trazer melhorias ao sector da montagem.

Todo o trabalho de análise do funcionamento do sistema de informação da fábrica poderia, por si só, dar origem a um novo tema de trabalho. Foram descobertos erros e faltas de informação que, de uma maneira ou outra, influenciam o sistema de cálculo de eficiência e produtividade das diferentes funções da montagem. Foram criadas ferramentas de cálculo com o propósito de serem universais e assim ajudarem no estudo e deteção de falhas no sistema de informação.

A curta duração do estágio, face à necessidade de estudo e intervenção em outros subsistemas que influenciam diretamente o abastecimento as linhas, mostrou-se por vezes desanimador. Porém, mais uma vez o plano de ações ficou elaborado com o propósito de, pelo menos, servir de linha de pensamento a futuras intervenções neste sistema.

7.2. SUGESTÕES DE POSSÍVEIS DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Com o fim deste estágio, ficam algumas sugestões de estudo e desenvolvimento que, no futuro, ajudariam a que este sistema de abastecimento concretize um princípio de melhoria contínua:

- Teste e otimização do sistema com sete linhas – teste e otimização do sistema aqui pensado e estudado com o objetivo de aumentar a capacidade de abastecimento do comboio das linhas LB.
- Estudo de tarefas de abastecimento – estudo de tempos e métodos no abastecimento, como forma de otimizar tarefas e tempos de volta.
- Padronização das linhas de montagem – melhoria e padronização das linhas de montagem como forma de aplicar o sistema de informação de abastecimento de caixa cheia / caixa vazia. Em conjunto com o primeiro ponto destas propostas, ajustar a autonomia das linhas em concordância com os tempos de volta do *Mizusumashi*.
- Padronização do acondicionamento de componentes – uniformização das embalagens nas quais os componentes chegam às linhas de montagem. Neste trabalho é possível também estudar o número de componentes por caixa, para que assim a relação com a autonomia necessária seja mais eficiente. A ideia passa pelos componentes entrarem na linha no mesmo acondicionamento com que chegam dos fornecedores.

7.3. CONCLUSÃO

A rota implementada e as alterações na estrutura do comboio de abastecimento fizeram com que o sistema se tornasse mais uniforme em termos de aplicabilidade noutras situações. Esta situação permitiu ao sector da montagem da fábrica de Albergaria uma maior flexibilidade na sua operação de abastecimento às linhas de montagem.

Com este trabalho foram criadas melhores condições de trabalho para os abastecedores. Um dos passos mais importantes deste trabalho passou pela consciencialização, por parte dos abastecedores, dos moldes e pressupostos da sua função. Isto mostrou-se bastante benéfico, não só para os próprios, mas também para o decorrer de todo este trabalho.

Todo o pessoal técnico da montagem aceitou as mudanças de *layout* e de estrutura de funcionamento efetuadas com vista à melhoria do abastecimento. Por outro lado, a resistência à mudança demonstrada por alguns elementos chave, demonstrou-se um entrave ao desenvolvimento fluído deste trabalho. Esta resistência resulta da falta de perceção da importância do sistema de abastecimento como parte de um sistema produtivo global em todas as suas funções. Um abastecimento deficiente pode não demonstrar penalizações em todo o sistema a curto prazo; contudo, a longo prazo este pode demonstrar-se bastante penalizador.

Do ponto de vista pessoal, o contacto *in loco* com a indústria e as suas rotinas, em especial com a Grohe Portugal, demonstrou-se bastante pedagógico em termos da aplicabilidade dos conceitos académicos assim como na aquisição de conhecimentos transversais ao mundo do trabalho. O trabalho com elementos que comunicam na mesma língua e estruturam as suas ideias com base num princípio de melhoria contínua fez despertar no autor o desejo de trabalhar, estudar e desenvolver projetos e ideias nesta área de conhecimento.

Referências Documentais

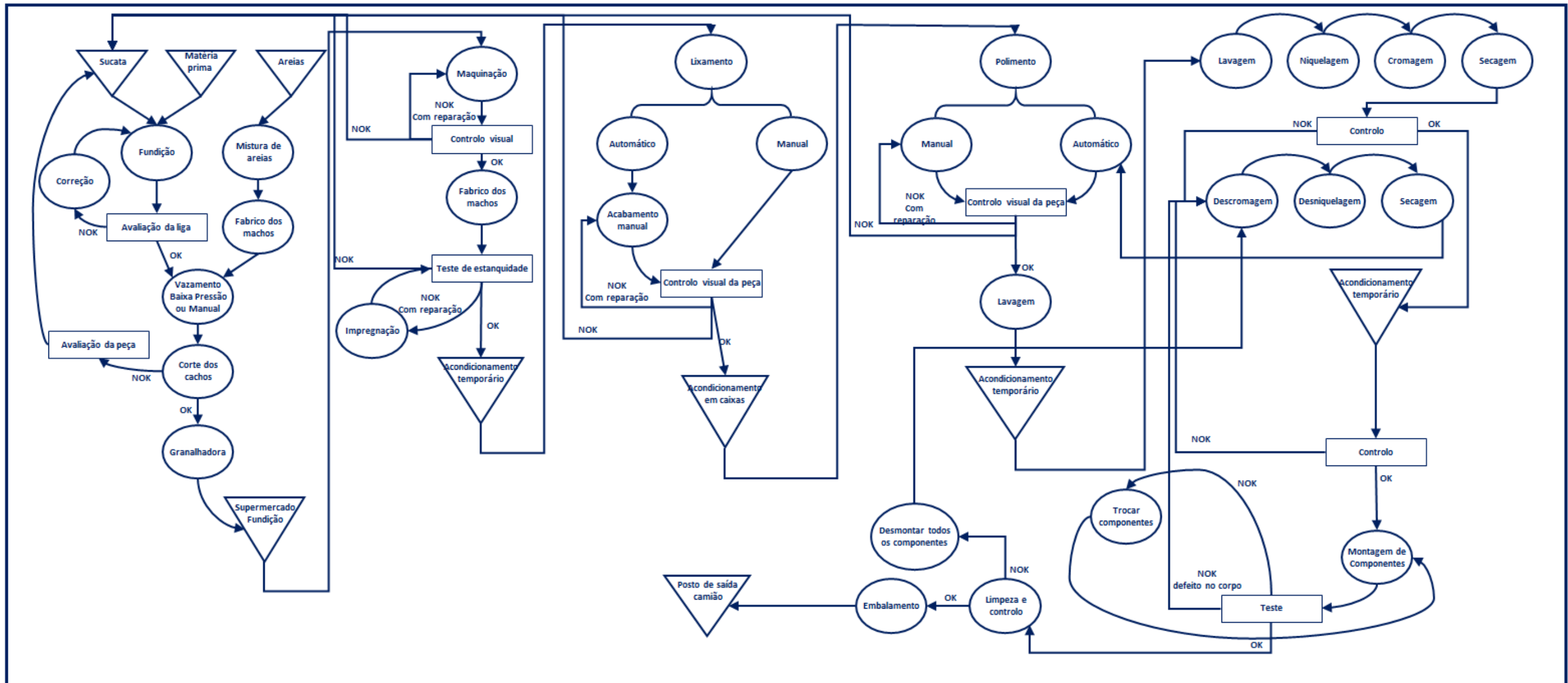
- ÁVILA, P. & CAVACO, I. 2008. A Gestão da Produção em Ambiente Just in Time.
- BARNES, R. M. 1968. Motion and time study: design and measurement of work, Wiley.
- BUENO, M. 2003. Gestão Pela Qualidade Total: Uma Estratégia Administrativa. Um Tributo ao Mestre do Controle da Qualidade Total Kaoru Ishikawa. Revista do Centro do Ensino Superior de Catalão.
- COIMBRA, E. A. 2009. Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains.
- INSTITUTE, K. 2007. Kaizen and Lean - Practice and Evolution: the view of a global consulting firm.
- INSTITUTE, K. 2008. A Breakthrough in Performance - The Total Flow Management Model.
- KLIA, S. E. 2010. Basic 5S [Online]. Available: <http://engineering5s.blogspot.pt/2010/07/basic-5s.html> [Accessed 28/05/2014].
- KOMPASIANA 2014. Pemborosan Sepele yang (biasa) Diremehkan Organisasi.
- LEAN, V. 2014. Supermarkets.
- LU, D. J. & KYŌKAI, N. 1989. Kanban Just-in Time at Toyota: Management Begins at the Workplace, Taylor & Francis.
- MTMINGENIEROS. 2014. Que es Milk Round (o Milk Run)? [Online]. Available: <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-milk-round-milk-run/> [Accessed 06/04/2014].
- NEVES, P. 2009. Abastecimento de Peças a uma Linha de Montagem Final. Universidade de Aveiro.
- NOMURA, J. & TAKAKUWA, S. 2006. Optimization of a Number of Containers for Assembly Lines_ The Fixed-course Pick-up System.
- PEIXOTO, D. 2013. Gestão de Componentes em Dinâmico. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- PINTO, J. M. M. 2008. Kainzen nas Unidades Hospitalares, Criar Valor Eliminando Desperdício. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- REIS, D. 2010. Trabalho Standard - MTM e Ergonomia. Universidade de Aveiro.
- SILVA, M. 2013. ETEME: Cap 2.2 - Estudo dos Métodos.
- TAKTTIME.NET. 2014. Simulação Mizusumashi vs. Empilhador [Online]. Available: <http://takttime.net/artigos-lean-manufacturing/jit-lean-manufacturing/lean-mizusumashi/simulacao-mizusumashi-vs-empilhador/> [Accessed 06/04/2014].
- TRANCOSO, F. 2012. Implementação do TFM na Sakthi Portugal com recurso à Metodologia Kaizen. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

WIKIPEDIA. 2014a. Lean Manufactory [Online]. Available:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lean_manufactory_house.png [Accessed
6/04/2014].

WIKIPEDIA. 2014b. SAP AG [Online]. Available: http://pt.wikipedia.org/wiki/SAP_AG
[Accessed 24/04/2014].

WOMACK, J. P. & JONES, D. T. 1996. Lean Thinking, Taylor & Francis.

Anexo A. Fluxo Produtivo da Grohe Portugal



Anexo B. Cálculo de necessidades em SAP

Descrição	1º Ano	2º Ano
Ano considerado	2014	2016
Total de semanas no Ano	48	2
1ª semana do Ano	4	4
Última semana do Ano	51	
Número Total de Semanas	48	
Número Total de Códigos	101	

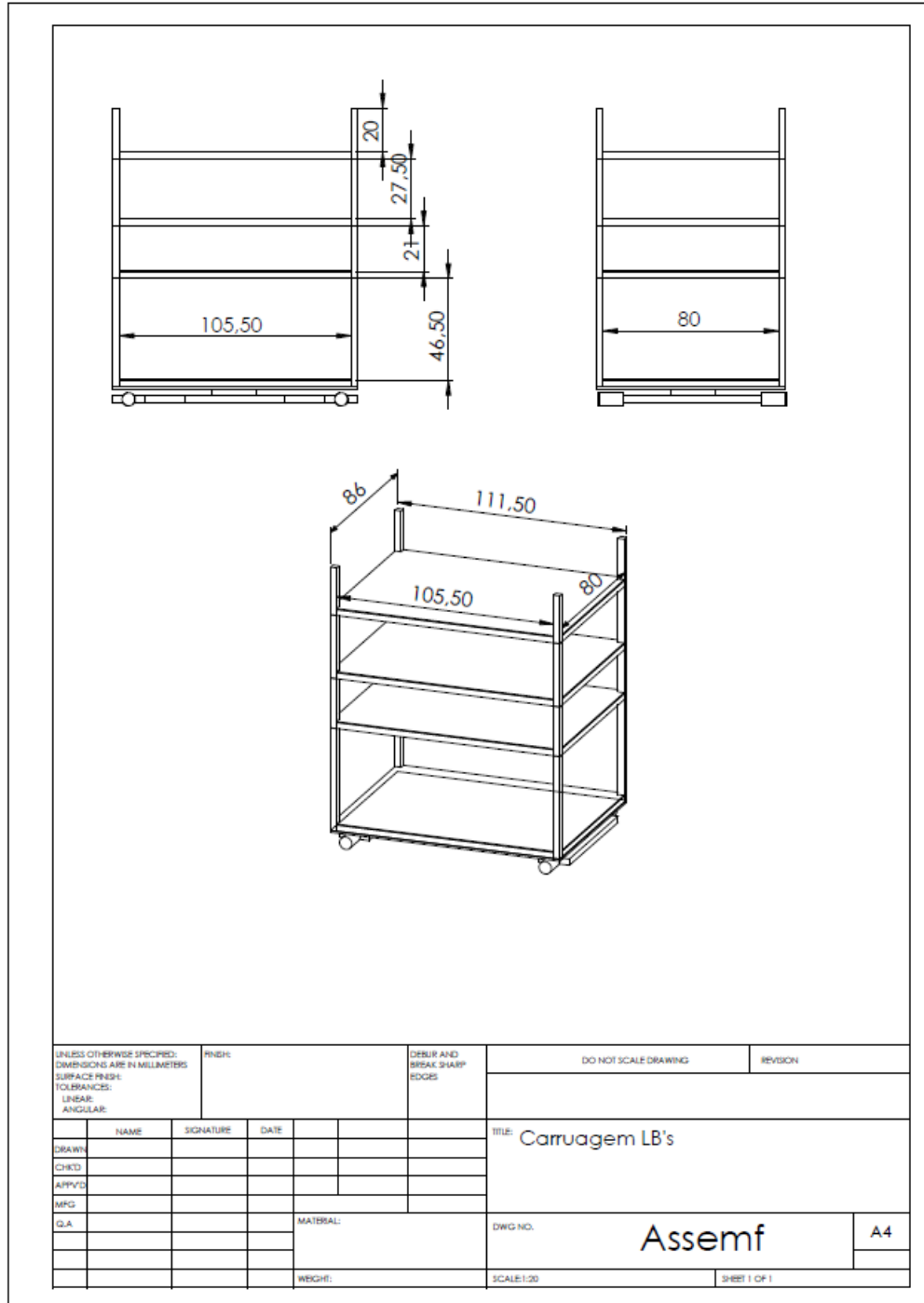
Valores que é necessário introduzir.

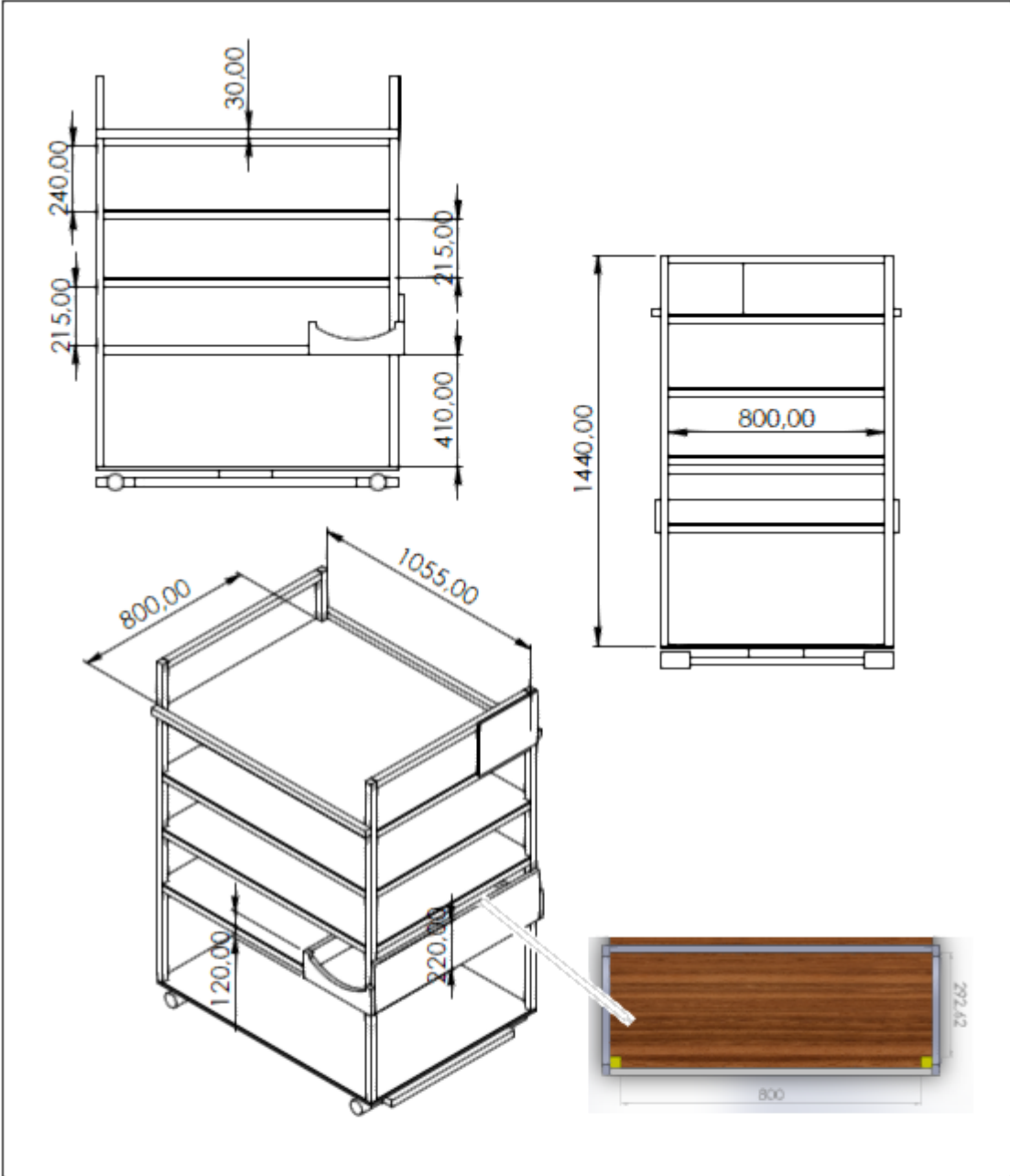
Descrição	Início	Fim
Entre a semana e a semana	4	51
Dos anos de ... e de	2014	2014
<i>Erro: Ano [Fim] menor que ano [Início]</i>	OK	
<i>Erro: Semana [Fim] menor que semana [Início]</i>	OK	
Items a procurar na folha "TABELA_CORPOS"	4 - 2014	51 - 2014
Coluna Inicial e coluna Final	2	49

Resultado com valor da Procura Média Semanal

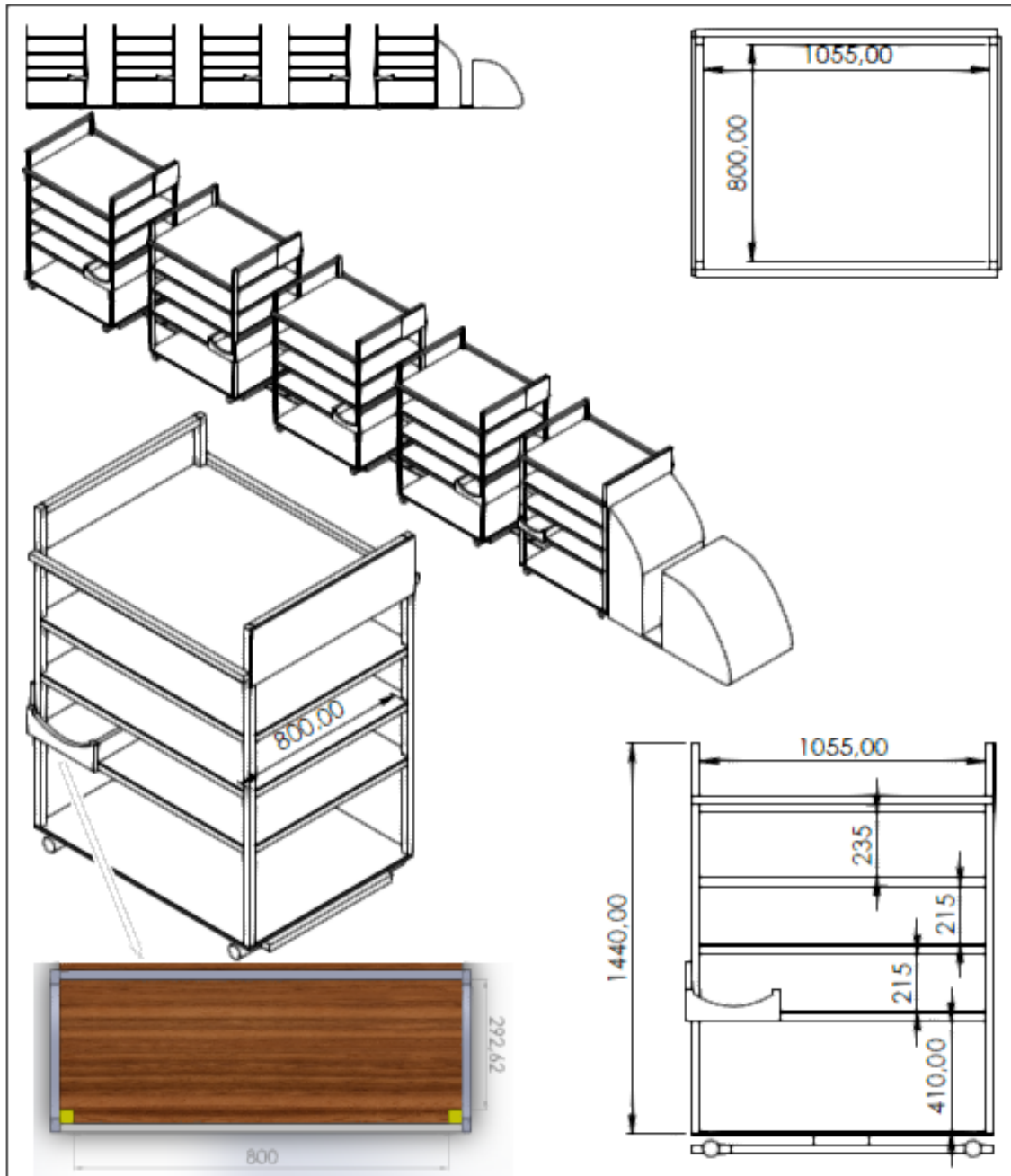
Estatística das Necessidades de Produto - SAP - ZMM_TOOLS								Média Ajustada				Desvio Ajustado				Procura Média Semanal				
Código	MED _{Período}	QTE _{Período}	Nº _{Semanas}	MED _{AjustadaPeríodo}	DP _{Período}	% DP _{Período}	Desv_Cor %	10	100	1000	10000	10	100	1000	10000	Código	Média	±	Min	Max
3289800E	256	3072	48	64	222	347%	20,0%	70				20				3289800E	70	20	50	90
3280400E	384	384	48	8				10								3280400E	10		10	10
32663DC1	80	1518	48	32	36	113%	20,0%	40				10				32663DC1	40	10	30	50
2337310E	192	192	48	4				10								2337310E	10		10	10
2337900E	192	192	48	4				10								2337900E	10		10	10
3355200E	192	4608	48	96				100								3355200E	100		100	100
3356200E	111	4896	48	102	36	35%	20,0%		110			30				3356200E	110	30	80	140
3355800L	120	120	48	3				10								3355800L	10		10	10
3216400U	118	118	48	3				10								3216400U	10		10	10
3216500U	118	590	48	13				20								3216500U	20		20	20
1867000E	112	112	48	3				10								1867000E	10		10	10
2336800E	96	576	48	12				20								2336800E	20		20	20
2336900E	92	367	48	8	9	113%	20,0%	10				10				2336900E	10	10		20
32661DC1	66	1056	48	22				30								32661DC1	30		30	30
3284300E	66	1914	48	40				40								3284300E	40		40	40
1868400E	23	140	48	3	9	300%	20,0%	10				10				1868400E	10	10		20
32830000	1597	75042	48	1564	340	22%	20,0%			1600			320			32830000	1600	320	1280	1920
32843000	1682	79058	48	1648	337	20%	20,0%			1700			330			32843000	1700	330	1370	2030
32898000	521	21888	48	456	383	84%	20,0%		460			100				32898000	460	100	360	560
32663001	715	33594	48	700	154	22%	20,0%		700				140			32663001	700	140	560	840
32665001		16500	48	344	226	66%	20,0%		350			70				32665001	350	70	280	420
32670000		18576	48	387	250	65%	20,0%		390			80				32670000	390	80	310	470
33265001		33600	48	700	148	21%	20,0%		700				140			33265001	700	140	560	840
32661001		22572	48	471	158	34%	20,0%		480			100				32661001	480	100	380	580


Anexo D. Desenhos técnicos comboio antigo e novo





Allgemeine/normen/DIN/ISO 2768-mL/E General tolerance/DIN/ISO 2768-mL/E	1000	1000	Toleranzung / Tolerance DIN 7167	AM-Nr. / EDN	PF-Rev. / Ver.	/	Volume [cm³]:	Material:	
	400	400		Index					
	100	100		Anzahl / Quantity					DIN-Material No.:
	30	30		Datum / Date					
120	120	Verantr. / Respons.							
40	40	Gepüft / Approved							
6	6	Normgepr. / To standard							
0	0	Status							
0,5	0,5	Maßstab / Scale							
0	0	Copyright reserved							
m	m	Size: A4							
				Grohe Portugal Componentes Sanitários Lda Zona Industrial dos Azeiros Lote 14-15 Apartado 167 3850-200 Albergaria-a-Veiga Portugal					
				Carruagem LB				Zeichnung Nr. / Drawing No.:	
								Ersatz für / Replaces:	



Allgemeine Toleranzen nach DIN ISO 2768-MS/IE General tolerances DIN ISO 2768-MS/IE	1000	1000	Toleranzmaß / Tolerances DIN 7187	ÄM-Nr. / EDN	PF-Res. / Ver.	/	Volume [cm³]:	Material:
	2000	2000		Index				
	400	400		Anzahl / Quantity				
	1000	1000		Datum / Date				DIN-Material No.:
	120	120		Version / Revisões				
	400	400		Geprüft / Approved				
	120	120		Namengepr. / To standard				
	30	30		Status				
	30	30		Maßstab / Scale				
	0,6	0,6		Copyright reserved				
0,6	0,6	Size: A4						
m	m							
				Grohe Portugal Componentes Sanitários Lda Zona Industrial dos Azeiros Lote 14-15 Apartado 167 3850-200 Albergaria-a-Velha Portugal				
				Comboio LB			Zeichnung Nr. / Drawing No.:	
							Ersatz für / Replaces:	

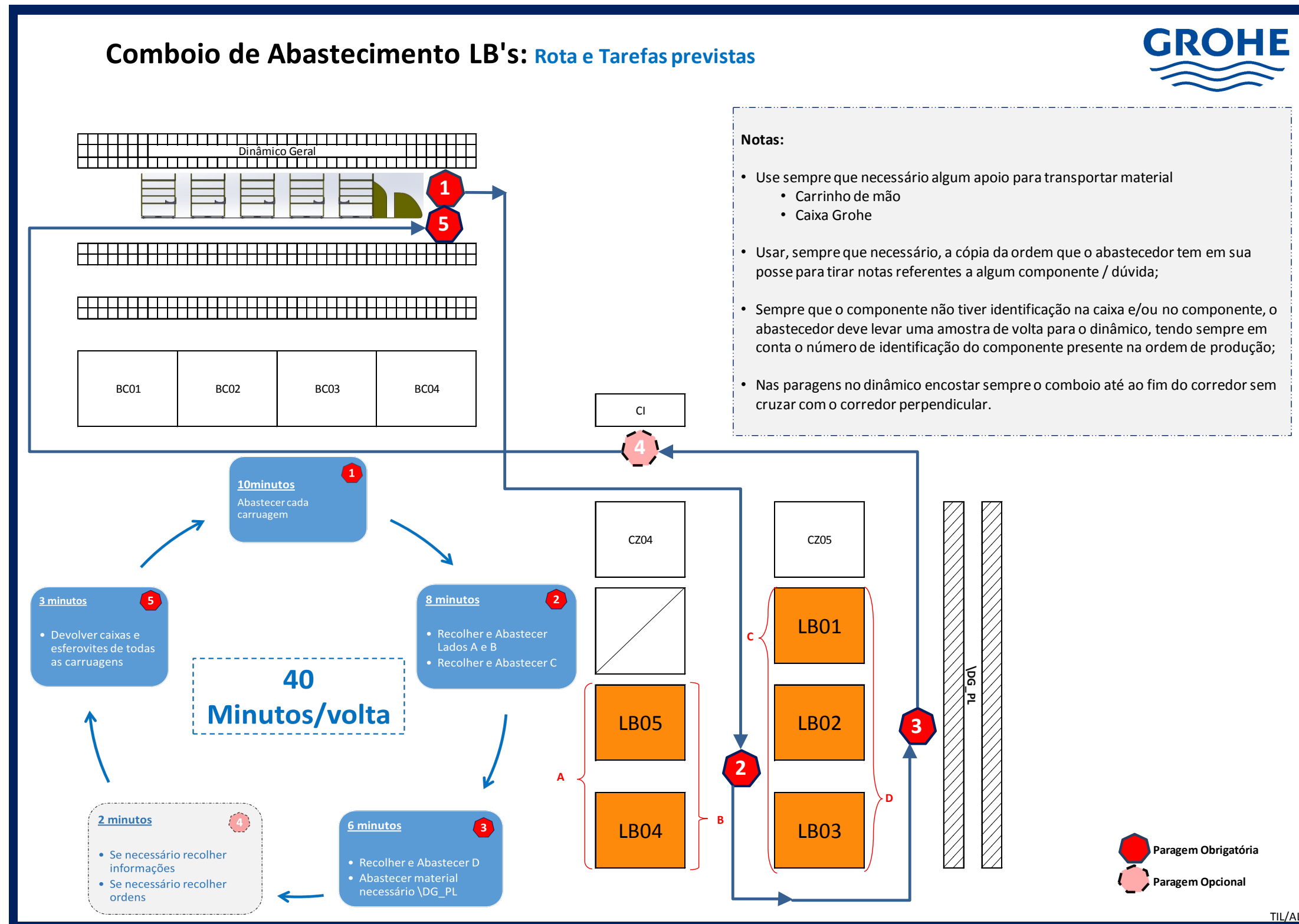
Anexo E. Tarefas de abastecimento

LB01	1	/GR	6	CompCartão	11
LB02	2	/GRL	7	CxVazias	12
LB03	3	ZonaLB	8	DepEsfero	13
LB04	4	CI2	9		
LB05	5	MatRecArmazem	10		

#	Operação	Origem	Destino	Local	Tempo (seg.)	Tipo	Abastecedor
1	Abrir Cx.Cartão tubos flex.			1	36	Operações auxiliares	Arlete
2	Abrir Cx.Cartão tubos flex.			8	22	Operações auxiliares	Arlete
3	Abrir Cx.Cartão tubos flex.			8	20	Operações auxiliares	Paula
4	Abrir palete de material			7	120	Manuseamento de resíduos	Paula
5	Arrumar esferovite	5	13		156	Manuseamento de resíduos	Sónia
6	Arrumar esferovite	1	13		54	Manuseamento de resíduos	Sónia
7	Colocar alavanca na linha (polpa)			2	80	Colocar material na linha	Arlete
8	Colocar alavanca na linha (polpa)			1	22	Colocar material na linha	Sónia
9	Colocar alavanca na linha (polpa)		4		20	Movimentação com material	Paula
10	Colocar alavanca na linha (polpa)			2	13	Colocar material na linha	Paula
11	Colocar alavanca na linha (polpa)			2	11	Colocar material na linha	Paula
12	Colocar alavanca na linha (polpa)			1	10	Colocar material na linha	Paula
13	Colocar alavanca na linha (polpa)			1	9	Colocar material na linha	Arlete
14	Colocar alavanca na linha (polpa)			5	7	Colocar material na linha	Paula
15	Colocar anel dourado na linha			1	40	Colocar material na linha	Arlete
16	Colocar anel roscado na linha			4	54	Colocar material na linha	Arlete
17	Colocar anel roscado na linha			4	20	Colocar material na linha	Paula
18	Colocar anel roscado na linha			1	20	Colocar material na linha	Paula
19	Colocar anel roscado na linha			1	20	Colocar material na linha	Arlete
20	Colocar anel roscado na linha			2	20	Colocar material na linha	Paula
21	Colocar anel roscado na linha			2	15	Colocar material na linha	Arlete
22	Colocar anel roscado na linha			1	19	Colocar material na linha	Arlete
23	Colocar anel roscado na linha			2	15	Colocar material na linha	Paula
24	Colocar caixa de cartuchos na linha			1	18	Colocar material na linha	Paula
25	Colocar caixa de cartuchos na linha			2	15	Colocar material na linha	Arlete
26	Colocar caixa de cartuchos na linha			1	11	Colocar material na linha	Sónia
27	Colocar caixa de cartuchos na linha			4	5	Colocar material na linha	Paula
28	Colocar caixas cartão na linha			1	38	Colocar material na linha	Paula
29	Colocar caixas cartão na linha			2	30	Colocar material na linha	Arlete
30	Colocar caixas cartão na linha			8	11	Colocar material na linha	Paula
31	Colocar cavilha na linha			1	15	Colocar material na linha	Paula
32	Colocar elásticos na linha			2	20	Colocar material na linha	Paula
33	Colocar escoador automático na linha			2	19	Colocar material na linha	Arlete
34	Colocar escoador automático na linha			2	4	Colocar material na linha	Paula
35	Colocar escoador automático na linha			5	3	Colocar material na linha	Paula
36	Colocar inserções na linha			5	9	Colocar material na linha	Paula
37	Colocar o rings na linha			4	20	Colocar material na linha	Arlete
38	Colocar pernos na linha			1	78	Colocar material na linha	Arlete
39	Colocar pernos na linha			4	41	Colocar material na linha	Arlete
40	Colocar pernos na linha			2	36	Colocar material na linha	Arlete
41	Colocar pernos na linha			1	25	Colocar material na linha	Arlete
42	Colocar pernos na linha			4	16	Colocar material na linha	Arlete
43	Colocar PM na linha			1	28	Colocar material na linha	Arlete
44	Colocar PM na linha			1	14	Colocar material na linha	Arlete
45	Colocar PM na linha			2	7	Colocar material na linha	Paula
46	Colocar PM na linha			2	74	Colocar material na linha	Arlete
47	Colocar saco de bolhas linha			4	15	Colocar material na linha	Paula
48	Colocar saco de bolhas linha			4	7	Colocar material na linha	Arlete
49	Colocar sacos na linha			1	72	Colocar material na linha	Paula
50	Colocar sacos na linha			1	19	Colocar material na linha	Paula

51	Colocar sacos na linha			2	9	Colocar material na linha	Paula
52	Colocar tirantes na linha			2	6	Colocar material na linha	Arlete
53	Colocar TPIs na linha			5	36	Colocar material na linha	Sônia
54	Colocar TPIs na linha			1	12	Colocar material na linha	Paula
55	Colocar tubos flexíveis (CxCartão)			1	45	Colocar material na linha	Arlete
56	Colocar tubos flexíveis (CxCartão)			4	29	Colocar material na linha	Arlete
57	Colocar tubos flexíveis (CxCartão)			1	24	Colocar material na linha	Sônia
58	Colocar tubos flexíveis (CxCartão)			2	20	Colocar material na linha	Arlete
59	Colocar tubos flexíveis (CxCartão)			1	11	Colocar material na linha	Paula
60	Colocar tubos flexíveis (CxCartão)			1	5	Colocar material na linha	Paula
61	Colocar tubos flexíveis (CxCartão)			2	10	Colocar material na linha	Paula
62	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)			3	27	Colocar material na linha	Paula
63	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)			2	22	Colocar material na linha	Paula
64	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)			2	22	Colocar material na linha	Paula
65	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)			2	16	Colocar material na linha	Arlete
66	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)			2	15	Colocar material na linha	Arlete
67	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)			1	14	Colocar material na linha	Paula
68	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)			2	12	Colocar material na linha	Paula
69	Colocar tubos flexíveis (CxGrohe)	7	4		30	Colocar material na linha	Paula
70	Desfazer caixa cartão			8	14	Manuseamento de resíduos	Paula
71	Falar com operadora			1	130	Outras operações	Fátima
72	Falar com operadora			1	30	Outras operações	Fátima
73	Levar caixa de cartão	7	1		75	Movimentação com material	Sônia
74	Levar caixa de cartão	7	4		62	Movimentação com material	Arlete
75	Levar caixa de cartão	7	2		28	Movimentação com material	Paula
76	Levar caixa de cartão	7	1		22	Movimentação com material	Paula
77	Levar caixa de cartão	7	1		18	Movimentação com material	Arlete
78	Levar inserções	7	2		38	Movimentação com material	Arlete
79	Levar inserções	7	1		31	Movimentação com material	Paula
80	Levar inserções	7	1		29	Movimentação com material	Paula
81	Levar inserções	7	1		24	Movimentação com material	Paula
82	Levar inserções	7	2		21	Movimentação com material	Paula
83	Levar inserções	7	2		20	Movimentação com material	Arlete
84	Levar inserções	7	1		19	Movimentação com material	Paula
85	Levar inserções	7	1		17	Movimentação com material	Paula
86	Levar PM bica em carrinho	10	2		43	Movimentação com material	Paula
87	Levar PM bica em carrinho	7	1		24	Movimentação com material	Paula
88	Queda de material			6	17	Outras operações	Fátima
89	Verificar ordem			6	30	Outras operações	Sônia
90	Verificar ordem			1	30	Operações auxiliares	Fátima

Anexo F. Rota e tarefas previstas das linhas LB



Anexo G. Rota de abastecimento vs. nº de linhas a abastecer

Comboio de Abastecimento LB's: Rota e Tarefas previstas

Tempo de volta **40** minutos

#	Tipo de Material	Tarefa	Linha/Local	Lado	Tipo de Transp.	Tempo (s)
1	Material	Abastecer comboio	DIN GR	***	A pé	300
2	Material	Abastecer linha	CZ04	A/B	A pé	240
3	Material	Abastecer linha	CZ05	C	A pé	120
4	Material	Abastecer linha	LB01	C	Comboio	120
5	Material	Abastecer linha	LB02	C	Comboio	120
6	Material	Abastecer linha	LB03	C	Comboio	120
7	Material	Abastecer linha	LB04	A/B	Comboio	240
8	Material	Abastecer linha	LB05	A/B	Comboio	240
9	Material	Abastecer linha	LB03	D	Comboio	120
10	Material	Abastecer linha	LB02	D	Comboio	120
11	Material	Abastecer linha	LB01	D	Comboio	120
12	Material	Abastecer linha	CZ05	D	A pé	120
13	Material	Abastecer comboio	LP GR	***	A pé	60
14	Informação	Recolher informação	CI	***	A pé	30
15	Material	Abastecer comboio	DIN GR	***	A pé	300

Notas:

- Use sempre que necessário algum apoio para transportar material
 - Carrinho de mão
 - Caixa Grohe
- Usar, sempre que necessário, a cópia da ordem que o abastecedor tem em sua posse para tirar notas referentes a algum componente / dúvida;
- Sempre que o componente não tiver identificação na caixa e/ou no componente, o abastecedor deve levar uma amostra de volta para o dinâmico, tendo sempre em conta o número de identificação do componente presente na ordem de produção;
- Nas paragens no dinâmico encostar sempre o comboio até ao fim do corredor sem cruzar com o corredor perpendicular.

Paragem obrigatória
Paragem opcional

TIL/AL

Anexo H. Cálculo de ganhos/perdas no abastecimento.



Ganhos SAP vs. Futuro	
0,22	2 638,99 €

Média de Desvio SAP		
↓ 0,5394	↑ 1,1421	↓ 0,5103

Ganhos Actual vs. Futuro	
1,12	13 438,58 €

Preço	12 000,00 €
-------	-------------

FERTS	Tmp Básico Mntg (s)	Tmp Básico Abs (s)	Racio Abastecedor/TeamLeader Vs Linhas			Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual vs. Futuro	Implementado Actual	Implementado Actual	Desvio SAP	SAP vs. Actual	SAP vs. Futuro	Procura Anual	SAP vs. Futuro			Actual vs. Futuro			
			A-LinhasAbastecedor	B-LinhasAbastecedor	LinhasTeamLeader	A - Tmp Básico (Abs+TeamLeader)	B - Tmp Básico (Abs+TeamLeader)	A - Tmp Op Abs (min/100pcs)	B - Tmp Op Abs (min/100pcs)	Ganho/Perda (min/100)	C-LinhasAbastecedor	C - Tmp Op Abs (min/100pcs)	Ganho/Perda (min/100)	Ganho/Perda (min/100)	Ganho de Tmp (HRS)		Nº Operadores	€	Ganho de Tmp (HRS)	Nº Operadores	€		
115990	49,18	6,15	5,00	7,00	8,00	15,98	13,17	30,42	25,07	5,35		11,70	0,3846	-18,72	-13,37								
116821	49,18	6,15	5,00	7,00	8,00	15,98	13,17	30,42	25,07	5,35		11,70	0,3846	-18,72	-13,37								
116822	49,18	6,15	5,00	7,00	8,00	15,98	13,17	30,42	25,07	5,35		11,70	0,3846	-18,72	-13,37								
117355	85,74		5,00	7,00	8,00	27,87	22,97	53,04	43,71	9,33	-8,0			-53,04	-43,71								
117977	73,40	25,22	5,00	7,00	8,00	23,85	19,66	45,40	37,42	7,98	4,6	48,00	1,0572	2,60	10,58								
118601	54,64	6,83	5,00	7,00	8,00	17,76	14,64	33,80	27,86	5,94	52000,0	13,00	0,3847	-20,80	-14,86								
12946045	25,41	12,24	5,00	7,00	8,00	8,26	6,81	15,72	12,95	2,76	2,8	23,30	1,4823	7,58	10,34								
18137000	85,74		5,00	7,00	8,00	27,87	22,97	53,04	43,71	9,33	-8,0			-53,04	-43,71	193,00	-1,41	-0,0007989	-	9,59 €	0,30	0,0001704	2,05 €
18141001	85,74		5,00	7,00	8,00	27,87	22,97	53,04	43,71	9,33	-8,0			-53,04	-43,71								
18229001	85,74		5,00	7,00	8,00	27,87	22,97	53,04	43,71	9,33	-8,0			-53,04	-43,71								
18231002	85,62		5,00	7,00	8,00	27,83	22,93	52,97	43,65	9,31	-8,0			-52,97	-43,65								
18461002	85,62		5,00	7,00	8,00	27,83	22,93	52,97	43,65	9,31	-8,0			-52,97	-43,65								
18595001	85,74		5,00	7,00	8,00	27,87	22,97	53,04	43,71	9,33	-8,0			-53,04	-43,71	308,00	-2,24	-0,0012750	-	15,30 €	0,48	0,0002720	3,26 €
23004000	54,64	6,83	5,00	7,00	8,00	17,76	14,64	33,80	27,86	5,94	52000,0	13,00	0,3847	-20,80	-14,86								
23005000	54,64	6,83	5,00	7,00	8,00	17,76	14,64	33,80	27,86	5,94	52000,0	13,00	0,3847	-20,80	-14,86								
23122000	81,44	7,88	5,00	7,00	8,00	26,47	21,81	50,38	41,52	8,86	-35,4	15,00	0,2978	-35,38	-26,52	440,00	-1,94	-0,0011049	-	13,26 €	0,65	0,0003690	4,43 €
23239000	81,44	7,88	5,00	7,00	8,00	26,47	21,81	50,38	41,52	8,86	-35,4	15,00	0,2978	-35,38	-26,52								
30184000	92,39	23,10	5,00	7,00	8,00	30,03	24,75	57,15	47,10	10,05	8,0	43,96	0,7693	-13,19	-3,14	1733,00	-0,91	-0,0005150	-	6,18 €	2,90	0,0016490	19,79 €
30185000	73,40	25,22	5,00	7,00	8,00	23,85	19,66	45,40	37,42	7,98	4,6	48,00	1,0572	2,60	10,58	3870,00	6,82	0,0038775		46,53 €	5,15	0,0029255	35,11 €
30185001	73,40	25,22	5,00	7,00	8,00	23,85	19,66	45,40	37,42	7,98	4,6	48,00	1,0572	2,60	10,58								
31117001	73,40	25,22	5,00	7,00	8,00	23,85	19,66	45,40	37,42	7,98	4,6	48,00	1,0572	2,60	10,58	1815,00	3,20	0,0018185		21,82 €	2,41	0,0013721	16,46 €
31122002	125,57	35,34	5,00	7,00	8,00	40,81	33,63	77,68	64,02	13,66	6,4	67,26	0,8659	-10,42	3,24	999,00	0,54	0,0003067		3,68 €	2,27	0,0012920	15,50 €
31122003	125,57	35,34	5,00	7,00	8,00	40,81	33,63	77,68	64,02	13,66	6,4	67,26	0,8659	-10,42	3,24								
31126002	92,39	23,10	5,00	7,00	8,00	30,03	24,75	57,15	47,10	10,05	8,0	43,96	0,7693	-13,19	-3,14	5173,00	-2,71	-0,0015372	-	18,45 €	8,66	0,0049222	59,07 €
31126003	92,39	23,10	5,00	7,00	8,00	30,03	24,75	57,15	47,10	10,05	8,0	43,96	0,7693	-13,19	-3,14								
31127002	101,62	25,41	5,00	7,00	8,00	33,03	27,22	62,86	51,81	11,05	-3,45	48,36	0,7692	-14,51	-3,45	817,00	-0,47	-0,0002672	-	3,21 €	1,51	0,0008551	10,26 €
31132001	101,62	25,41	5,00	7,00	8,00	33,03	27,22	62,86	51,81	11,05	8,0	48,36	0,7692	-14,51	-3,45	454,00	-0,26	-0,0001485	-	1,78 €	0,84	0,0004752	5,70 €
31137000	49,18	6,71	5,00	7,00	8,00	15,98	13,17	30,42	25,07	5,35	86,7	12,78	0,4201	-17,64	-12,29	4554,00	-9,33	-0,0053007	-	63,61 €	4,06	0,0023066	27,68 €
31180000	101,62	25,41	5,00	7,00	8,00	33,03	27,22	62,86	51,81	11,05	8,0	48,36	0,7692	-14,51	-3,45	4175,00	-2,40	-0,0013656	-	16,39 €	7,69	0,0043698	52,44 €
31188000	92,39	23,10	5,00	7,00	8,00	30,03	24,75	57,15	47,10	10,05	-3,14	43,96	0,7693	-13,19	-3,14	4897,00	-2,56	-0,0014552	-	17,46 €	8,20	0,0046596	55,91 €
31212001	78,81	26,27	5,00	7,00	8,00	25,61	21,11	48,75	40,18	8,57	4,8	50,00	1,0256	1,25	9,82	704,00	1,15	0,0006548		7,86 €	1,01	0,0005714	6,86 €
31212002	78,81	26,27	5,00	7,00	8,00	25,61	21,11	48,75	40,18	8,57	4,8	50,00	1,0256	1,25	9,82								
31242002	97,64	24,35	5,00	7,00	8,00	31,73	26,15	60,40	49,78	10,62	8,0	46,35	0,7674	-14,05	-3,43	182,00	-0,10	-0,0000591	-	0,71 €	0,32	0,0001830	2,20 €
32154001	49,18	6,15	5,00	7,00	8,00	15,98	13,17	30,42	25,07	5,35		11,70	0,3846	-18,72	-13,37								
32231002	92,39	23,10	5,00	7,00	8,00	30,03	24,75	57,15	47,10	10,05	8,0	43,96	0,7693	-13,19	-3,14	2617,00	-1,37	-0,0007777	-	9,33 €	4,38	0,0024901	29,88 €
32259002	97,64	24,35	5,00	7,00	8,00	31,73	26,15	60,40	49,78	10,62	8,0	46,35	0,7674	-14,05	-3,43	3993,00	-2,28	-0,0012964	-	15,56 €	7,07	0,0040155	48,19 €