

Análise e Dimensionamento de Sistemas para Abastecimento a Linhas de Montagem

Rossana Elisabete Pereira Soares da Rocha

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira

Orientador na Ficocables, Lda.: Eng.º Filipe Teixeira



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2012-07-27

À minha irmã e ao Hugo,

Resumo

No âmbito da disciplina de Dissertação inserida no último ano do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto foi proposto um projeto, a realizar na empresa Ficocables Lda., fornecedora da indústria automóvel, intitulado:

“Análise e Dimensionamento de Sistemas para Abastecimento a Linhas de Montagem”.

A indústria automóvel representa atualmente um dos negócios mais dinâmicos e exigentes no compromisso dos prazos e relação qualidade-preço dos produtos que compra. Assim, na área da Logística Interna, no abastecimento às linhas de montagem, a eliminação do desperdício associado a este tipo de tarefas revela-se um objetivo fulcral para o desempenho da Empresa em todas as entregas dos pedidos dos clientes.

O problema observado no abastecimento às linhas repercute-se nos níveis de *stock* nos bordos de linha e na organização e monitorização da função do abastecedor.

No desenvolvimento do projeto, procurou-se eliminar ou minimizar atividades sem valor atribuídas ao abastecedor, repensando o seu trabalho e propondo um modo *operandis* fácil, intuitivo e rápido. Nas soluções incluiu-se a proposta de implementação do conceito de supermercado de componentes de compra como plataforma organizada dum abastecimento flexível e fiável de peças às linhas de montagem.

O segundo conceito, proposto para normalizar as tarefas do abastecedor, foi o comboio logístico, *Mizusumashi*. Este viaja no chão de fábrica, *Gemba*, numa rota específica com paragens e frequência definidas. O seu ‘cais’ de abastecimento é o supermercado e as suas paragens são as linhas de montagem.

Dimensionar as áreas de receção dos componentes nas linhas, bordos de linha, também se revelou de extrema importância para facilitar o trabalho do abastecedor e das operadoras.

O terceiro conceito proposto, necessário à implementação da cadência do abastecimento, foi o *Kanban* na modalidade *2bin-system*, dimensionando o bordo de linha para armazenar caixas normalizadas, duas por componente, ambas identificadas no código de artigo e quantidade. O abastecimento passava a ser regulado pela gestão visual de cada caixa vazia que seria retirada do bordo de linha pelo abastecedor e transportada no *Mizusumashi* até ao supermercado. Na rota seguinte do comboio logístico o abastecedor levaria todas as caixas cheias para colocar no bordo de linha, preenchendo os locais das caixas vazias entregues no supermercado.

A eliminação do desperdício nas atividades de abastecimento às linhas de montagem, como resultado do desenvolvimento deste projeto, permitiu questionar rotinas e paradigmas, diminuir tempos, esforços e movimentos das operadoras no acesso aos componentes, contribuindo na melhoria das condições ergonómicas dos postos de trabalho e diminuindo o esforço de todas as partes interessadas.

Analysis and Sizing of Systems for the Supply of the Assembly Lines

Abstract

In the scope of the project course that integrates the last year of the MIEIG – Master in Industrial Engineering and Management, by the College of Engineering of the University of Porto it was proposed a project to be held in the company Ficocables, Ltd. supplier of the automotive industry, entitled:

"Analysis and sizing of Systems for the Supply of the Assembly Lines."

The automotive industry is currently one of the most dynamic and demanding businesses in commitment of time and price quality ratio of the products it buys. Thus, the Logistics area, in the supply of the assembly lines, the elimination of waste associated with this type of tasks appears to be a key objective for the Company's performance in all deliveries of customer orders.

The problem noticed in the supply of the assembly lines it's reflected in the level of stock present in the borders of line as well as in the organization and motorization of the logistics operator.

In the continuous development of the project, it was tried to eliminate or minimize non-value activities assigned to the logistics operator, rethinking its work was necessary and therefore it was proposed an easier, intuitive and faster *mode of operandis*. In the solutions it was included the implementation of the concept of supermarket as a platform organized to be a flexible and reliable supply of parts to the assembly lines.

The second concept proposed to normalize the tasks of the logistics operator, was the logistical train also known as Mizusumashi. It will travel on the factory floor (*Gemba*), with a specific route and frequency. Its platform of supply is the supermarket and its stops are the assembly lines.

Scaling the reception areas of components of the lines, as well as the border lines, has also proven extremely important to facilitate the work of the logistics operator as well as the line operators.

The third concept proposed, indispensable to the implementation of the pace of supply, was in the form of 2bin Kanban-system, scaling the border line to store standard boxes, two per component, both identified by its SKU code and quantity. The supply now starts to be ruled by a visual management of each empty box that would be removed from the border line by the logistics operator and transported in the Mizusumashi to the supermarket. In the next scheduled route of the train the logistics operator would now take all the boxes filled to put on the border of line, filling the places of empty boxes returned to the supermarket.

The elimination of waste in the supply activities to the assembly lines as a result of development of this project allowed the questioning of the routines and its paradigms, reducing time, efforts and movements of the line operators to the access of the components, contributing to the improvement of ergonomic conditions of employment and reducing the effort of all stakeholders.

Agradecimentos

A todos os elementos da Ficocables Lda, pelo contributo nos trabalhos realizados e, em particular, ao Eng^o Filipe Teixeira, pelo interesse demonstrado no projeto.

Ao Professor Hermenegildo Pereira, pela disponibilidade, orientação, e apoio prestado desde início.

À Mera e ao André que estiveram sempre do meu lado nos momentos mais difíceis ouvindo-me e convencendo-me de que amanhã seria um dia melhor.

Ao meu namorado, pelo apoio incondicional e por estar sempre ao meu lado nos dias bons e maus.

Aos meus pais, avós e ao Michel, por nunca duvidarem do meu potencial. Em especial à minha mãe pelo apoio incansável.

A todos os Professores, pelo conhecimento transmitido ao longo destes cinco anos.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, instituição que vai estar para sempre no meu coração e que contribuiu muito para a minha formação e para alguns dos melhores dias da minha vida.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1 Apresentação breve do Grupo Ficosa Internacional	2
1.2 Apresentação da empresa Ficocables Lda	2
1.3 O Projeto: Análise e Dimensionamento de Sistemas de Abastecimento a Linhas de Montagem na Empresa Ficocables Lda	4
1.4 Método seguido no projeto	4
1.5 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório	5
2. Estado da arte	6
2.1 “Lean Thinking”	6
2.2 Just-In-Time	8
2.3 Filosofia Kaizen	10
Fundamentos	10
Ferramentas	11
Princípios Fundamentais	11
Os sete tipos de desperdício	11
2.4 Total Flow Management	12
I. Estabilidade Básica	12
II. Fluxo de Produção	13
III. Fluxo na Logística Interna	13
IV. Fluxo de Logística Externa	14
3. Ferramentas <i>Total Flow Management</i> utilizadas no Projeto	16
3.1 Bordo de Linha	16
3.2 Standard Work	17
Gestão Visual	18
3.3 Supermercados	19
3.4 Mizusumashi	20
3.5 Sincronização	21
4. Análise do Processo de Abastecimento às Linhas de Montagem	23
4.1 Levantamento de Problemas	24
4.1.1 Ausência de definição de bordos de linha	24
4.1.2 Stock junto às linhas	26
4.1.3 Abastecimento às linhas de montagem	27
4.2 Árvore de Problemas	29
4.3 Quadro de Medidas	30
5. Melhoria do abastecimento a Linhas de Montagem: Propostas de solução	32
5.1 Deslocação do armazém de componentes de compra para o armazém junto à fábrica	32
5.2 Dimensionamento de bordos de linha	33
Melhoria no posto 2 da linha manual	33
Melhoria no posto 4 da linha manual	35
Savings	36
5.3 Criação de uma área de armazenamento dinâmica: Supermercado	37
Dimensionamento	37
Kanban 2bin-system	38
Tipo de supermercado	41
Savings	42

5.4 Mizusumashi.....	43
Sinalização para mudança de referência: ANDON	46
Indicador On Time Supply – OTS.....	47
6. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	48
7. Referências	49
ANEXO A: Kanban de Transporte Interno	50
ANEXO B: Codificação de Referências de produto final utilizada na empresa	51
ANEXO C: Folha Registo de Fluxo / Controlo de Valor Acrescentado do posto 2	52
ANEXO D: Folha Registo de Fluxo / Controlo de Valor Acrescentado do posto 4	53
ANEXO E: Folha Registo de Fluxo / Controlo de Valor Acrescentado do abastecimento	54
ANEXO F: Novo <i>layout</i> do armazém da fábrica.....	55
ANEXO G: Proposta de alteração da quantidade por caixa	56
ANEXO H: Ajuda visual para o abastecedor realizar o seu trabalho de forma normalizada exposto num quadro das linhas de montagem.	57
ANEXO I: Desenho de construção do supermercado.....	58
ANEXO J: <i>Stock</i> em número de componentes antes e após a eliminação dos <i>racks</i> de <i>stock</i> intermédio das linhas de montagem.	59
ANEXO K: Plano de Ações desenvolvido para o Centro de Trabalho GM Portas	60
ANEXO L: Análise Custo Benefício da Alteração do Layout de Bordos de Linha e dos Fornecedores que aumentar o custo das suas peças.	61

Glossário

Bordo de linha: Localização dos componentes necessários à operação na linha de montagem.

FIFO: “First In First Out”, significa que o primeiro a entrar deve ser o primeiro a sair.

Gemba: Palavra japonesa que designa o local, chão-de-fábrica, onde acontecem os processos que criam valor e existe a oportunidade de melhoria.

Just-In-Time (JIT): Sistema de produção baseado na procura, no qual a transformação e a movimentação de materiais ocorre nas quantidades determinadas pelos pedidos dos clientes.

Kaizen: Palavra japonesa que significa mudar para melhor, ou seja, melhoria todos os dias, em todo o lado, com toda a gente.

Kanban: Palavra de origem japonesa que significa “etiqueta/cartão”. Sistema de controlo de operações utilizado no sistema *JIT* de produção da Toyota, para coordenar o fluxo *pull* de materiais e de informação ao longo do processo de fabrico.

LEAN: Significa magro, sem desperdício. Modelo ágil de gestão baseado no *TPS*.

Mizusumashi: Palavra japonesa que significa operadores logísticos de transporte. Sistema de transporte interno de materiais usando uma frequência de rota fixa.

Muda: Palavra japonesa que significa desperdício.

Mura: Palavra japonesa que significa variabilidade.

Muri: Palavra japonesa que significa instabilidade.

Pull: Fluxo de produção puxado pelos pedidos dos clientes.

Supermercado: Área de transferência de *stocks*, respeitando o *FIFO* e organizada para o abastecimento rápido às linhas de montagem.

TFM: Sigla para “Total Flow Management”. Modelo que permite a implementação do *TPS* em toda a cadeia de valor.

TPS: Sigla para “Toyota Production System”.

Índice de Figuras

Figura 1: Organigrama da Logística.....	4
Figura 2: A "casa" do TPS. Adaptado de (Pinto 2009).	6
Figura 3: Sistema pull. Adaptado de (International 2010)	8
Figura 4: <i>Stock</i> esconde problemas (em cima); Reduzir <i>stock</i> revela problemas (em baixo). Adaptado de (International 2010).....	9
Figura 5: Modelo KMS. Adaptado de (Forum 2008).....	10
Figura 6: Os sete tipos de desperdício. (Coimbra 2009)	11
Figura 7: Comparação entre fábrica sem e com a criação de fluxo na logística interna. (Kaizen 2012b).....	14
Figura 8: Configuração ideal de bordo de linha. Adaptado de (Coimbra 2009)	17
Figura 9: Normalização de tarefas. Adaptado de (Coimbra 2009).....	17
Figura 10: Exemplos Standard Work: Folha de normalização de tarefas e organização de materiais. (Kaizen 2012b).....	18
Figura 11: Exemplos Gestão Visual: gráficos, marcas no chão e fita para marcar o chão.....	18
Figura 12: Esquema de supermercado. (Kaizen 2012b).....	19
Figura 13: Exemplo de armazenamento tradicional. (Kaizen 2012b).....	19
Figura 14: Exemplos de armazenamento em fluxo. (Kaizen 2012b)	20
Figura 15: Sumário de atividades do Mizusumashi. Adaptado de (Coimbra 2009).....	20
Figura 16: Exemplos de Empilhador (à esquerda) vs Mizusumashi (à direita). (Coimbra 2009)	21
Figura 17: Esquemas dos Ciclo Logísticos Kanban e Junjo. Adaptado de (Kaizen 2012b)	22
Figura 18: Ciclo logístico Kanban. Adaptado de (Kaizen 2012b)	22
Figura 19: Exemplos de Cabos de Porta produzidos no Centro de Trabalho GM Portas.	23
Figura 20: Bordo de linha 'as is' do posto 2 da linha Manual do Centro de Trabalho GM Portas.	24
Figura 21: Diagrama <i>Spaguetti</i> do fluxo de material do Posto 2.	25
Figura 22: Bordo de linha do Posto 4 'as is' da Linha Manual do Centro de Trabalho GM Portas.	25
Figura 23: <i>Rack</i> de <i>stock</i> existente nas linhas do Centro de Trabalho GM Portas.	26
Figura 24: Círculo de Comunicações atual do abastecedor.....	27
Figura 25: Árvore de Problemas.....	30
Figura 26: Bordo de linha atual e futuro - <i>big container</i> e <i>small container</i> respetivamente....	33
Figura 27: Bordo de linha posto 2 'antes'.	34

Figura 28: Bordo de linha posto 2 'depois'. <i>Kanban 2bin- system</i>	34
Figura 29: Embalagem de terminais de cabo 'antes' e 'depois' respectivamente. Bordo de linha aplicado.....	36
Figura 30: Esquema do Funcionamento do <i>Kanban 2bin-system</i>	39
Figura 31: Exemplos de aplicação do princípio FIFO no supermercado.	41
Figura 32: Desenho de construção do supermercado.	42
Figura 33: Carrinho utilizado pelo <i>Mizusumashi</i>	44
Figura 34: Sinalização ANDON para mudança de referência na produção (à esquerda numa linha).....	46

Índice de Tabelas

Tabela 1: Definição dos módulos existentes nas Unidades de Negócio da Ficocables.....	3
Tabela 2: Modelo Total Flow Management. Adaptado de (Coimbra 2009), p. 31.	12
Tabela 3: Quadro de Medidas.....	31
Tabela 4: <i>Savings</i> da alteração da localização do armazém de componentes.	32
Tabela 5: <i>Savings</i> pela implementação de bordos de linha no posto 2 da linha manual.	36
Tabela 6: <i>Savings</i> pela implementação de bordos de linha no posto 4 da linha manual.	36
Tabela 7: Proposta de quantidade de caixa por grupo de componentes no supermercado.....	38
Tabela 8: <i>Savings</i> pela eliminação da tarefa de abastecimento em dois passos.	43
Tabela 9: <i>Mizusumashi Standard Work Sheet</i>	45

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Evolução do Volume de Negócios da Ficocables Lda. e previsão para 2012.....2

Gráfico 2: *Savings* em *Stock* de componentes junto às linhas com eliminação de *stock* intermédio.....43

Gráfico 3: OTS para uma amostra de um turno antes e após aplicação do *Kanban 2bin-system*.
.....47

1. Introdução

A indústria automóvel revela-se muito exigente relativamente ao cumprimento de prazos de entrega, com todos os seus fornecedores. Assim, um fator chave para o fornecedor ser escolhido é a sua capacidade de entregar os produtos a tempo e no local definido.

Este projeto considerou determinante a eficiência no abastecimento de componentes às linhas para a melhoria da eficiência na entrega de produto final ao cliente.

Na melhoria do abastecimento foi relevante o planeamento das tarefas do *Mizusumashi* como comboio logístico abastecedor das linhas de montagem em *JIT*, unicamente com os componentes necessários, nas quantidades certas e quando necessário. Adotou-se também o conceito de supermercado, em que o *Mizusumashi* recolhe somente os componentes necessários para a produção. Como a própria palavra denuncia, um supermercado de componentes é uma área de armazenamento dinâmica, de fácil acesso, em que os componentes estão devidamente colocados e identificados cada um no seu lugar.

Assim, como principal objetivo, procurou-se diminuir as tarefas de valor não acrescentado associadas ao abastecimento às linhas de montagem. Se o abastecimento de componentes às linhas é ineficiente, a eficiência da linha de montagem também sofre repercussões negativas.

Segundo Emde e Boysen, na atualidade, cada vez mais indústrias de automóveis adotaram o conceito de supermercado para promover a flexibilidade e a estabilidade da entrega de componentes às linhas de montagem (Emde and Boysen 2012). Estes também enunciam que, com um abastecimento de pequenos lotes e em *JIT*, é possível replanear as quantidades abastecidas enquanto que, com um abastecimento de grandes lotes, alterações são difíceis de revogar.

Com este projeto pretende-se, para além da melhoria das atividades de abastecimento às linhas de montagem, projetar sítios de fácil acesso e de fácil identificação de componentes (supermercados) para abastecer as linhas de montagem.

Além disso, neste projeto não foi esquecido a ergonomia dos postos de trabalho. Continuando relacionado com o abastecimento às linhas de montagem, surgiu a necessidade de adequar os locais de receção dos componentes nas linhas abastecidos pelo *Mizusumashi*. Estes locais, intitulados de bordos de linha, devem permitir que seja fácil para o operador logístico abastecer as linhas mas também que as operadoras consigam utilizar esses componentes da melhor maneira. Emde e Boysen enunciam que os operadores das linhas de montagem devem aceder aos componentes de uma maneira eficiente e ergonómica, reduzindo a força de trabalho e tempo despendido em manuseamento quando os componentes não são facilmente acessíveis (Emde and Boysen 2012).

Resumindo, com este projeto pretende-se:

- Definir Supermercados e dimensionar as embalagens de abastecimento às linhas identificadas com sistema de visualização fácil e rápido (*Kanban*);
- Reformular o Layout dos Bordos de Linha;
- Melhorar o abastecimento às linhas de montagem, definindo a rota para o *Mizusumashi* e estabelecendo frequências de abastecimento para GM Portas.
- Propor o indicador OTS (*On Time Supply*) e verificar os *Savings* das propostas de melhoria.

1.1 Apresentação breve do Grupo Ficosa Internacional

O grupo Ficosa Internacional nasceu em 1949 através da junção de ideias concebidas pelas famílias Pujol e Tarragó. A área de negócio deste grupo reside no fabrico de componentes para a indústria automóvel. Atualmente, a Ficosa Internacional está presente em três continentes (Ásia, América e Europa) e em dezoito países sendo líder na conceção e fabrico de muitos componentes da indústria automóvel. Um fator de sucesso para garantir qualidade global e altos níveis de serviço é o sistema pelo qual a Ficosa se rege, o FMS (*Ficosa Manufacturing System*) que permite à Ficosa ter a imagem de marca “made by Ficosa”. Este sistema assenta em quatro princípios: *Just-In-Time*, Foco na Qualidade, Melhoria Contínua e Compromisso e Alta Performance das Equipas. (Ficocables 2006)

A Ficosa Internacional cria e desenvolve tecnologias próprias com patentes e registo de sistemas e peças que integram as mais prestigiadas marcas de automóveis.

1.2 Apresentação da empresa Ficocables Lda.

A Ficocables Lda. é uma empresa de fabrico de componentes para a indústria automóvel, tendo iniciado a sua atividade em 1971 sendo então o primeiro investimento na Europa do Grupo Ficosa. A atividade foi iniciada em Portugal pela Teledinâmica, numa garagem em Vila Nova de Gaia, com três funcionários e gerida pelo Eng.º Franco Dias.

Em 1972, a Teledinâmica associou-se à firma Pujol e Tarragó, atual líder do grupo Ficosa Internacional, com sede em Barcelona. Em 1980, começou a exportar para a Fiat Italiana e para vários construtores europeus, iniciando assim o seu processo de expansão vendendo para o mercado externo. Em 1981, a empresa mudou as suas instalações para a Maia fruto do seu crescimento para o mercado exterior. Em 1993 a empresa alterou a sua designação para Ficocables Lda. contando atualmente com cerca de 800 colaboradores. Atualmente possui uma unidade fabril na Trofa na qual se produzem os mesmos componentes mas em pequenas séries. No gráfico seguinte apresenta-se a evolução do volume de negócios da Ficocables Lda.

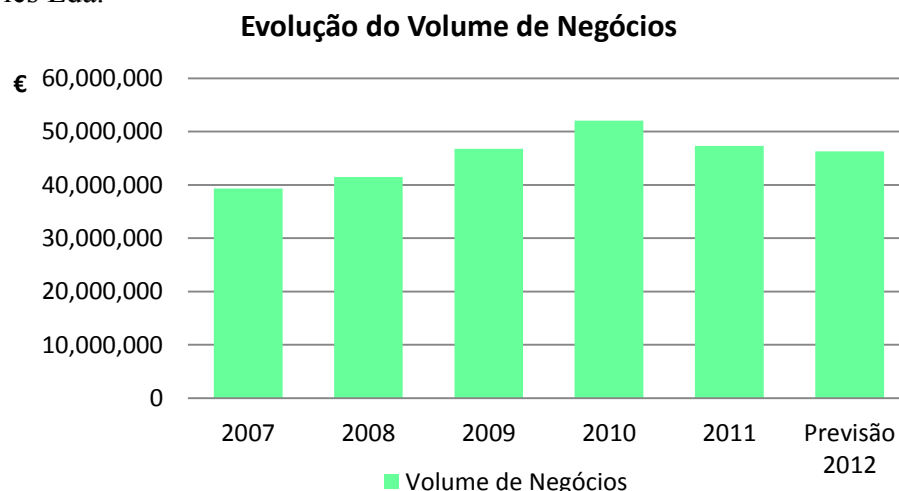


Gráfico 1: Evolução do Volume de Negócios da Ficocables Lda. e previsão para 2012.

A unidade fabril da Maia possui duas unidades de negócio: Sistemas de Conforto e Sistemas de Porta e Assentos, unidade na qual é desenvolvido o projeto. Na unidade de negócio Sistemas de Porta e Assentos são produzidos cabos de acionamento mecânico para aplicação em sistemas de elevadores de janela, travão de mão, acelerador, abertura de porta,

capot e mala. Na unidade de negócio Sistemas de conforto são produzidos sistemas lombares de conforto para as costas e banco de assento (*coshin*).

Descrevemos como está organizada a unidade de negócio Sistemas de Porta e Assentos, onde se realizou o projeto. Esta unidade tem nove módulos de produção como se encontra representado na tabela seguinte.

Tabela 1: Definição dos módulos existentes nas Unidades de Negócio da Ficocables.

	Módulo	Atividade
Unidade de Negócio Sistemas de Porta e Assentos – Produção de Sistemas de Transmissão de Movimento	1,2,3	Linhas de Montagem
	6	Atividades Subcontratadas
	7	Fabricos: Espiral, Emendas, Extrusão, Corte de Abrasivo, Planetárias
	8	Fabricos: Corte de cabo, Injeção de Plástico, 1 ^a Injeção de Zamak ¹ /Robocops ²
	9	Unidade fabril da Trofa: Linhas de Montagem
Unidade de Negócio Sistemas de Conforto – Sistemas Lombares de Conforto	4	Sobreinjeção de Plástico
	5	Fabricos: dobragem de arames

Da observação da Tabela 1 constata-se que a Unidade de Negócio Sistemas de Porta e Assentos tem ao seu encargo seis módulos. Todos os processos de conceção de produtos de sistemas de transmissão e movimento estão associados aos módulos. Do fabrico resultam componentes que, em conjunto com componentes de compra, são utilizados nos módulos de linhas de montagem para produzir o produto final de acordo com as especificações do cliente.

Alguns dos produtos desta unidade de Negócio, além de serem produzidos na unidade fabril da Maia, são produzidos também na Trofa nomeadamente: modelos de cabos de pequenas séries e alavancas para travão de mão.

A unidade de Negócio Sistemas de Conforto tem a seu encargo unicamente dois módulos sendo que, os processos de produção destes produtos, iniciam-se com a dobragem de arames no módulo 5 e só depois a sobreinjeção de Plástico para dar origem ao produto final. Dado que as tecnologias de fabrico evidenciadas na tabela anterior (Extrusão, Corte Abrasivo, Corte Cabo, Injeção de Plástico, Injeção de Zamak) não são objeto de estudo deste projeto poderá encontrar informação sobre estas no livro “Introduction to Manufacturing Processes” (Schey 2000).

O projeto decorreu no Departamento de Logística, mais propriamente na área da Logística Interna. Na figura seguinte encontra-se o organograma deste departamento.

¹ Zamak é a denominação de ligas contendo cerca de 95% Zn (Zinco), Al (Alumínio), Mg (Magnésio) e Cu (Cobre), cujo ponto de fusão se situa entre 385°C e 400°C. Na indústria automóvel são utilizadas diversas ligas Zamak, com diferentes teores. São materiais de baixo custo utilizados na fundição de peças que necessitam de pouca resistência mecânica. O material no estado líquido é injetado sob pressão em moldes no formato das peças a serem produzidas (moldes de terminal de cabo).

² Robocops são máquinas de injeção de Zamak automáticas, em que a mão-de-obra humana não é necessária. Atualmente na empresa existem quatro máquinas destas.

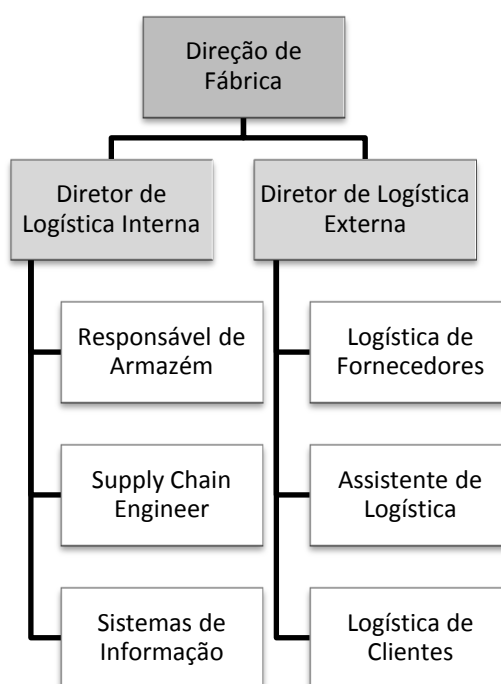


Figura 1: Organograma da Logística

1.3 O Projeto: Análise e Dimensionamento de Sistemas de Abastecimento a Linhas de Montagem na Empresa Ficocables Lda.

A Empresa Ficocables Lda. possui um departamento de Logística dividido em duas áreas: Logística Externa e Logística Interna. A Logística Externa tem como missão realizar a gestão de clientes e de fornecedores enquanto a da Logística Interna é a gestão dos clientes internos assegurando o abastecimento. Este Projeto surge da necessidade de melhorar o abastecimento às Linhas de Montagem propondo soluções. O projeto é direcionado para um módulo de produção da unidade de negócios Sistemas de Porta e Assento, o Módulo 3, gerido pelo Daniel Lagoa e posteriormente pelo Tiago Cruz, mais concretamente para o Centro de Trabalho GM Portas constituído por 4 linhas de montagem. De um modo geral, o abastecimento às linhas de montagem é realizado por um Abastecedor que utiliza a sua intuição para entregar os componentes às linhas, não possuindo qualquer rota nem frequência de abastecimento. O *stock* junto às linhas é elevado e o dimensionamento das embalagens de *stock* é inadequado.

1.4 Método seguido no projeto

Para um projeto ter sucesso revela-se necessário conhecer o problema a que se vai tentar dar solução. Assim, ir ao *gemba* é essencial pois é lá que a realidade acontece. No *gemba*, realizou-se então uma fase de observação com posterior recolha de dados para retratar a situação atual referente ao abastecimento às linhas de montagem do Centro de Trabalho GM Portas. Para representar e analisar os problemas recorreu-se à Metodologia da Árvore de Problemas. (Pena 2000)

Posteriormente procedeu-se a uma definição de soluções a implementar com recurso a bibliografia adequada. As soluções propostas para resolver os problemas identificados e promover melhorias foram sempre avaliadas e validadas.

O plano de trabalhos estabeleceu-se para o Centro de Trabalho GM Portas, tendo sido selecionado pela Empresa como aquele que necessita de um estudo mais profundo.

1.5 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

Ao longo desta dissertação serão referidos os temas que dizem respeito ao objeto de estudo da dissertação: o abastecimento às linhas de montagem.

É de salientar que, para escrever esta dissertação, foi necessário recorrer a pesquisa bibliográfica sobre temas que acompanharam desde o início o projeto em Empresa tais como: *Kaizen*, fluxos de logística interna (supermercados, *Mizusumashi* e sincronização), fluxos na produção (bordo de linha e *Standard Work*) e *Just In Time*.

A dissertação é constituída por 6 capítulos organizados da seguinte forma:

- Capítulo 1: no presente capítulo é introduzido o tema de dissertação assim como os principais objetivos e a Empresa onde decorreu o projeto.
- Capítulo 2: apresenta-se o Estado da Arte deste projeto baseado no “*Lean Thinking*” e no pilar da filosofia *Kaizen*, *Total Flow Management*.
- Capítulo 3: Secção onde são apresentadas com detalhe as ferramentas *Kaizen* utilizadas no projeto.
- Capítulo 4: É introduzida e aprofundada a Análise do Abastecimento às linhas de montagem do Centro de Trabalho GM Portas.
- Capítulo 5: São apresentadas as soluções propostas para resolver os problemas identificados e as melhorias conseguidas.
- Capítulo 6: Conclusão da dissertação e perspetivas de trabalho futuro.

2. Estado da arte

2.1 “Lean Thinking”

A filosofia do pensamento *Lean* (pensamento magro) tem as suas raízes no sistema de produção da Toyota (TPS) criado por Taiichi Ohno em 1988 inicialmente aplicado na indústria automóvel. Para entendermos melhor esta filosofia convém recuar às suas origens e ver em que contexto em que o *Lean* surgiu.

Esta filosofia teve origem no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, na Toyota Motors Company, com o objetivo de conquistar mercado com flexibilidade, fiabilidade e redução de custos. O sucesso à escala mundial da Toyota Motors Company corrobora a validade dos princípios e conceitos do *Lean Thinking* (Pinto 2009). O *TPS* normalmente é apresentado em forma de casa que é sustentada por dois pilares: *Just-In-Time* e *Jidoka*. A figura seguinte representa a “casa” do TPS.

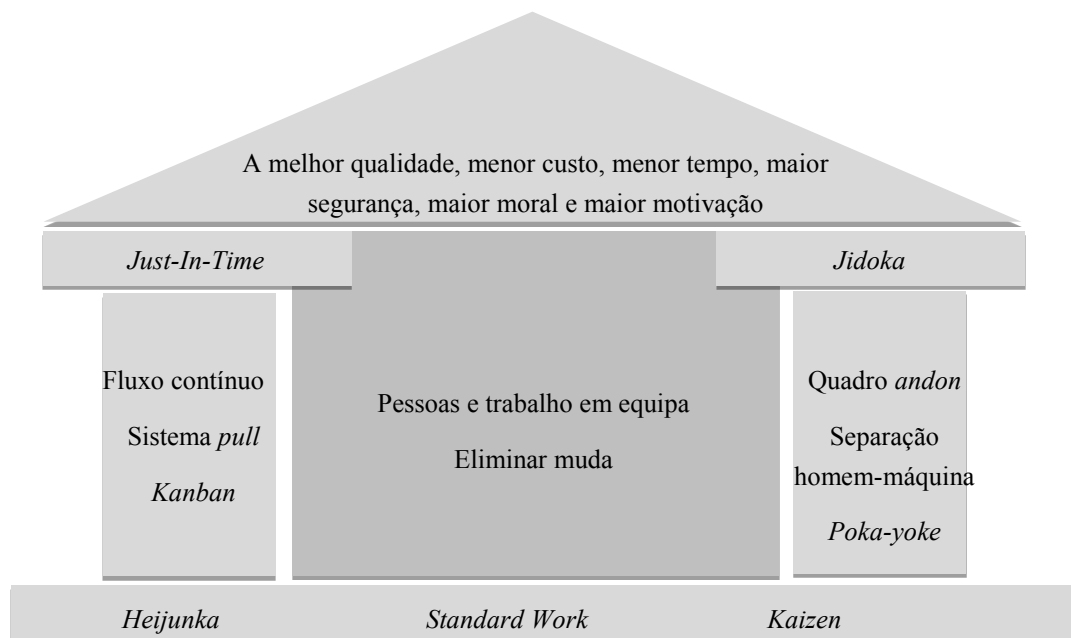


Figura 2: A "casa" do TPS. Adaptado de (Pinto 2009).

Pela figura anterior verifica-se que o objetivo principal do *Lean* é obter a melhor qualidade para o cliente com o menor custo possível. Para isso existem os pilares de suporte do *Lean*: *Just-In-Time* e *Jidoka*. O *Just-In-Time* é uma filosofia de gestão focada em eliminar o desperdício. O termo *JIT* significa “produzir apenas o que é necessário, no momento e na quantidade necessária.”(Suzaki 2010) O *Jidoka* significa controlo autónomo nos equipamentos que se interpreta como sendo um controlo para evitar os defeitos, servindo de suporte ao conceito de produção no momento oportuno ao impedir a entrada de produtos defeituosos no fluxo de produção.(Monden 1988)

O pilar *Just-In-Time* é sustentado por conceitos *Lean* que envolvem a utilização de fluxo contínuo, sistema *pull* e gestão visual através do *kanban* (mais tarde, explicar-se-á melhor estes conceitos).

O pilar *Jidoka* apresenta como principais elementos a utilização do Quadro *Andon* (“dispositivo de controlo visual sob a forma de um quadro. Utilizado para fazer o

acompanhamento dos processos de trabalho informando os colaboradores do *status* dos mesmos”(Pinto 2009); “... pode também ser utilizado para alertar as pessoas para problemas ou pedidos de intervenção.”) (Pinto 2009)

A utilização do conceito de separação homem-máquina e dos dispositivos *poka-yoke* (mecanismo anti erro: ajuda os operários a trabalhar de maneira mais fácil eliminando, ao mesmo tempo, problemas associados a defeitos, segurança, erros na operação, sem exigir atenção excessiva do operário. (Suzaki 2010)), também fazem parte do pilar *Jidoka*.

Estes pilares estão assentes numa base constituída por melhoria contínua (*Kaizen*), utilização de processos estáveis e normalizados (*Standard Work*) e nivelamento da produção (*Heijunka*). Neste momento pode surgir a dúvida: mas então o que distingue *Lean* de *Kaizen*? *Lean* representa um fim, o resultado a atingir. *Kaizen* é o conjunto de ferramentas de melhoria contínua que permite implementar sistemas livres de desperdício (sistemas *Lean*) (Kaizen 2012a).

Por detrás, e também na base desta casa, existe o respeito pelas pessoas e o trabalho em equipa, sem o qual não se consegue resolver problemas. Eliminar *Muda* (desperdício) também é crucial para sustentar o desenvolvimento de práticas *Lean* nas organizações.

Lean Thinking é uma filosofia de gestão orientada à maximização do valor através da redução contínua do desperdício. Os princípios enunciados são sete e quando aplicados orientam as empresas no caminho certo, rumo à excelência e ao desempenho extraordinário (Pinto 2009):

1. Conhecer quem servimos – Conhecer com detalhe todos os *stakeholders*³ do negócio.
2. Definir os valores: Com esta nova abordagem, muitas das atividades que antes eram classificadas como desperdício necessário são agora classificadas como valor-acrescentado.
3. Definir as cadeias de valor.
4. Otimizar o fluxo – Procurar sincronizar os meios envolvidos na criação de valor para todas as partes. Fluxos de materiais, de pessoas, de informação e de capital.
5. Se possível, implementar o sistema *pull* nas cadeias de valor – É a imposição do *Just-In-Time* em vez do *Just-In-Case*.
6. A procura pela perfeição – Incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização.
7. Inovar constantemente para criar valor para a organização e *stakeholders*.

Associado aos princípios do *Lean Thinking* aparece muito o conceito de “criar valor”. Mas afinal o que significa “criar valor”? Criar valor é o objetivo principal de cada organização. Assim, valor “justifica o tempo, o esforço/atenção e o dinheiro do nosso cliente.”(Community 2012). Porém, os clientes não são os únicos a receber valor das empresas com que interagem. Todos os *stakeholders* também esperam por receber algo que valha a pena para continuarem a apoiar dada organização logo, “...o valor que as organizações gerem destina-se à satisfação simultânea de todas as partes interessadas.”(Pinto 2009).

³ Stakeholder: representa cada parte interessada num negócio. Alguns exemplos: fornecedores, colaboradores, clientes, acionistas, etc.

2.2 *Just-In-Time*

No capítulo anterior foi identificado o *Just-In-Time* como um dos pilares do *Lean*. Pela importância deste pilar explicar-se-á o que é este conceito e que ferramentas existem.

Os princípios do pensamento magro (pensamento *Lean*) sugerem a eliminação gradual de todas as fontes de desperdício, criando assim valor para todos os *stakeholders*.

Não é possível falar de *Lean* sem abordar o conceito de *Just-In-Time*. Este conceito é de elevada importância na indústria automóvel, onde se enquadra o projeto. De acordo com Emde e Boysen: com a crescente variedade de produtos, tornando-se inevitável ter que satisfazer as grandes diferenças que existem nos pedidos dos clientes, milhares de componentes diferentes necessitam de ser entregues *Just-In-Time* (JIT) para uma variedade enorme de linhas de montagem que existe, por exemplo, na indústria automóvel. (Emde and Boysen 2012)

Segundo Ichikawa, “*Just-In-Time* (JIT) é um sistema no qual os componentes necessários são recebidos à medida das necessidades da linha de produção”(Ichikawa 2009).

Para uma organização trabalhar em *Just-In-Time* necessita de adotar o paradigma *pull* (“puxar”, ou seja, todo e qualquer processo só é ativado quando o processo a jusante o permite), por oposição ao sistema tradicional *push* (“empurrar”, ou seja, empurrar produtos para os clientes na expectativa de, mais cedo ou mais tarde, poderem ser vendidos). (Pinto 2009)

O sistema *push* é caracterizado por decisões de produção baseadas em previsões de longo prazo e emissões de ordens de fabrico/compra baseadas nos níveis de *stock*. Este tipo de estratégia origina problemas tais como: incapacidade para responder a alterações dos padrões da procura; materiais obsoletos em *stock*; *stocks* excessivos; variação nos processos de fabrico excessiva e baixos níveis de satisfação do cliente. (Pinto 2009)

Em contraste, o sistema *pull* é caracterizado por decisões de produção *make-to-order*, ou seja, produzir em função do que o cliente pede, quando este pede, e na quantidade que este pede. Na figura seguinte apresenta-se um esquema deste tipo de sistema.

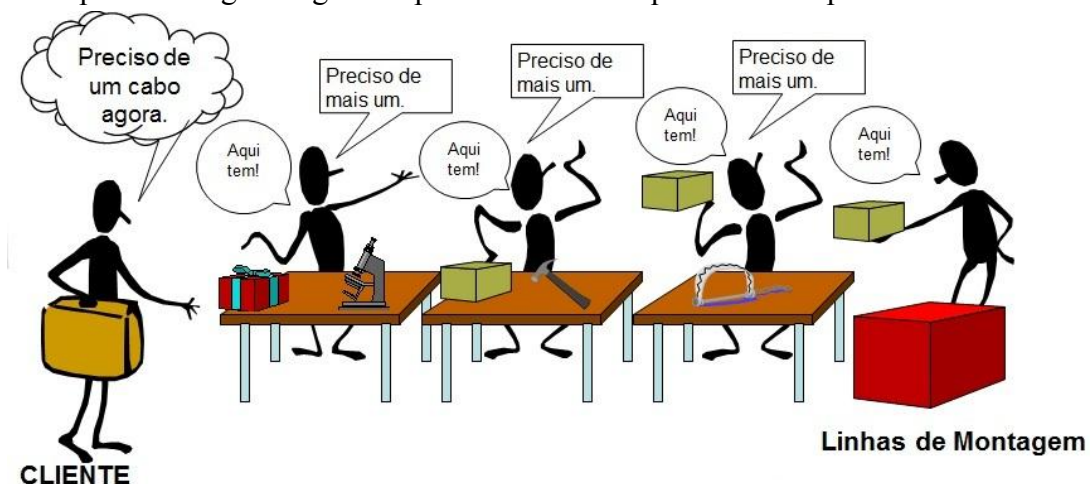


Figura 3: Sistema pull. Adaptado de (International 2010)

Este tipo de sistema apresenta vantagens em relação ao sistema tradicional *push*, nomeadamente: os recursos são aplicados somente à produção de componentes que são

pedidos, os níveis de *stock* em toda a cadeia de abastecimento diminuem, a variabilidade nos sistemas de fabrico diminui e a capacidade de resposta aos mercados que estão em permanente mudança é maior. Com esta nova maneira de pensar e deixando para trás o velho paradigma do sistema *push*, ao reduzir *stock* os problemas existentes numa organização são revelados promovendo iniciativas de mudança (ver figura 4).

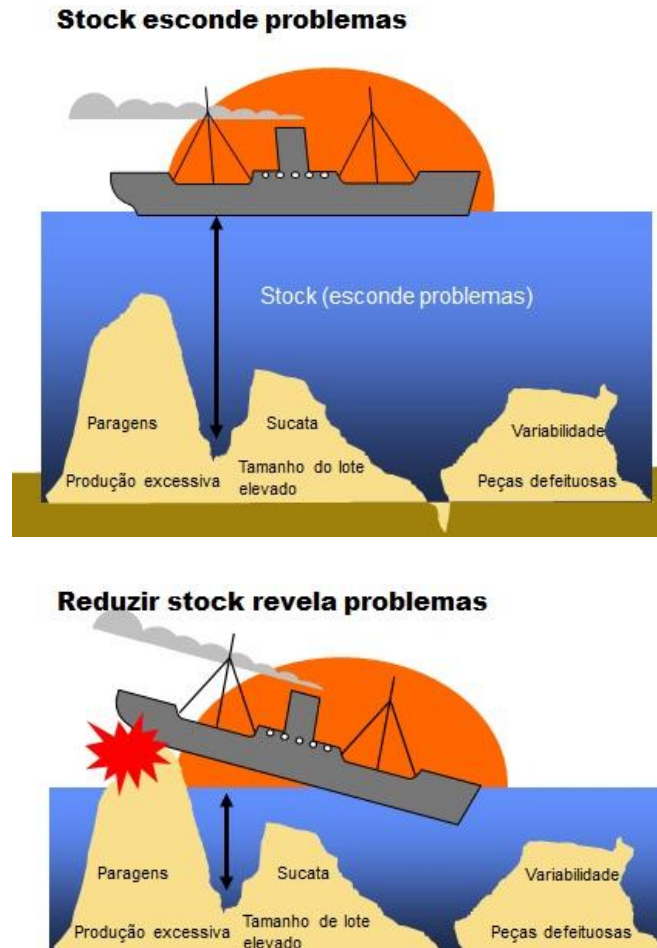


Figura 4: Stock esconde problemas (em cima); Reduzir stock revela problemas (em baixo). Adaptado de (International 2010)

O conceito de fluxo kaizen *pull* foi desenvolvido pela Toyota Motor Corporation e aplicado na cadeia de abastecimento. Este conceito baseia-se em criar fluxo a partir das ordens do cliente, sendo a partir destas que se originam os movimentos de material e informação a toda a cadeia de abastecimento. Para implementar o conceito foi necessário estabelecer um conjunto de condições, designadas por princípios *Kaizen*, na cadeia de abastecimento (Coimbra 2009):

- Qualidade em Primeiro Lugar;
- Orientação para o *Gemba*;
- Eliminação de *Muda*;
- Aposta no desenvolvimento das pessoas;
- Gestão visual: uma imagem vale mais que mil palavras;
- Orientação para os processos e resultados;
- Prioridade ao fluxo *Pull*.

2.3 Filosofia Kaizen

A palavra *Kaizen* integra dois conceitos, onde *Kai* significa “mudança” e *Zen* significa “para melhor”. Assim, *Kaizen* significa mudar para melhor ou, de maneira mais simples, melhoria contínua. Segundo Masaaki Imai, fundador e presidente do Instituto Kaizen, “*Kaizen* não é somente melhoria contínua, mas é sim melhoria todos os dias, em todo o lado, para toda a gente, sendo um modo de vida das organizações modernas em que a melhoria contínua é um hábito diário”.

A Toyota foi a empresa pioneira na implementação do *Kaizen* depois da 2ª Guerra Mundial e, nos dias de hoje, é líder indiscutível na indústria automóvel graças ao seu modelo de gestão de produção que designou por “*TPS-Toyota Production System*”. Assim, na atualidade, as grandes empresas tentam seguir o exemplo da Toyota na busca da excelência operacional, implementando atividades de melhoria contínua e construindo uma cultura de mudança onde cada pessoa é estimulada a procurar melhorias nos seus métodos de trabalho.

O instituto Kaizen, divulga um modelo de melhoria contínua assente em fundamentos e metodologias Kaizen. Esse modelo intitula-se por *Kaizen Management System – KMS*.



Figura 5: Modelo KMS. Adaptado de (Forum 22 de Agosto de 2008)

Fundamentos

Citando o Kaizen Forum (Forum 22 de Agosto de 2008): “A missão de um sistema de melhoria contínua é a de promover o desenvolvimento da organização para garantir a sua competitividade e obter uma posição de Excelência”. Assim surgem os objetivos do modelo KMS de melhoria contínua associados a KPI – *Key Performance Indicators*: Qualidade, Custo e *Delivery* (serviço ao cliente) e o envolvimento de todos os colaboradores em atividades de melhoria contínua. Para conseguir alcançar estes objetivos, uma organização deve esforçar-se no sentido de conseguir:

- Fluxo no processo produtivo;
- Eficácia dos colaboradores e do processo;
- Zero defeitos;
- Estrutura de Suporte eficaz.

Ferramentas

Para conseguir um sistema sustentável é necessário saber “que” ferramentas utilizar e “como” as utilizar. Essas ferramentas devem ser escolhidas de acordo com aquilo que se quer melhorar o que exige uma análise criteriosa do problema. As ferramentas do KMS são então:

- *Total Flow Management* (TFM): modelo de criação de fluxo em toda a cadeia de valor, eliminando as atividades que não acrescentam valor.

- *Total Productive Maintenance* (TPM): metodologia de gestão de equipamentos que tem como objetivo maximizar a eficiência global dos equipamentos.

- *Total Quality Control* (TQM): metodologia de suporte à melhoria da qualidade.

- *Total Service Management* (TSM): metodologia que pretende eliminar o desperdício nas áreas de suporte à produção.

- *Total Change Management* (TCM): metodologia de apoio à gestão da mudança nas organizações que apoia as restantes ferramentas. Inclui o desenvolvimento de capacidade de mudança ao mesmo tempo que permite obter uma direção no sentido de atingir o objetivo da mudança.

Princípios Fundamentais

Na base do modelo KMS estão os princípios fundamentais do sistema. Assim, primeiro é necessário identificar aquilo que é desperdício envolvendo os colaboradores que estão mais próximos. Ao mesmo tempo, o envolvimento deve ser global tendo a direção que dar o apoio necessário e suporte às atividades de melhoria. Além disso, não deve existir a culpabilização individual. Quando um problema é encontrado deve ser considerado como uma oportunidade de melhoria e não como uma fonte de culpabilização e conflitos.

Os sete tipos de desperdício

Ao implementar qualquer metodologia deste sistema de gestão numa organização há sempre colaboradores/departamentos que oferecem resistência à mudança, atitude suportada no conforto das rotinas ou na convicção resultante de paradigmas. Assim, estas pessoas têm dificuldade em alterar os seus hábitos e, por consequência, implementar *Kaizen*. O “velho paradigma” absorve tempo e recursos requeridos pelo *Kaizen* logo, a primeira fase para tentar romper a resistência é envolver as pessoas, que são os atores nos processos, para que observem e tomem consciência de tudo o que fazem que não valoriza o seu contributo e esforço diário conquistando-as para a eliminação do *muda*.

O *Kaizen* define sete tipos de desperdício (*muda*) e promove a sua eliminação para tornar uma empresa competitiva, a saber:

- Sobreprodução;
- Inventário (*WIP*);
- Tempos de espera;
- Transporte;
- Movimentos desnecessários;
- Defeitos;
- Sobreprocessamento.



Figura 6: Os sete tipos de desperdício.
(Coimbra 2009)

Coimbra enuncia que “na minha experiência de trabalho com várias empresas, na implementação de um Sistema de Gestão Kaizen, as pessoas não têm problemas em aceitar e acreditar que os primeiros quatro tipos de desperdício existem. Estes quatro tipos são facilmente aceites. Ninguém questiona que defeitos, tempos de espera pelas pessoas, movimentos das pessoas e até mesmo o próprio processo em si, devem ser eliminados. Em contraste, os restantes não são facilmente aceites.”(Coimbra 2009). Tradicionalmente manter *stocks* é considerada a opção consensual de quem não quer ser surpreendido com pedidos não previstos.

2.4 Total Flow Management

Um dos pilares da metodologia *Kaizen* é o *Total Flow Management*, que consiste num novo modo de organizar operações baseado na criação de fluxo *pull*. Este modelo engloba todas as metodologias e conceitos referentes a fluxo *pull*, analisando e transformando o processo para que material e informação fluam de forma mais rápida e eficaz. Este é um modelo “total” porque atua nas três principais áreas de melhoria de uma empresa: fluxo de produção, fluxo de logística interna e fluxo de logística externa, que asseguram a estabilidade básica.

Na tabela seguinte apresenta-se um esquema do modelo *Total Flow Management* que se encontra baseado no “estado da arte” dos Princípios *Kaizen* na Cadeia de Abastecimento (enunciados na secção 2.2).

Tabela 2: Modelo Total Flow Management. Adaptado de (Coimbra 2009), p. 31.

II. Fluxo de Produção	III. Fluxo de Logística Interna	IV. Fluxo de Logística Externa
Automação de Baixo Custo	Planeamento em <i>Pull</i>	Planeamento em <i>pull</i> total
SMED	Nivelamento	<i>Outbound</i> e Entrega
<i>Standard Work</i>	Sincronização (KB/JJ)	<i>Inbound</i> e <i>Sourcing</i>
Bordo de linha	<i>Mizusumashi</i>	<i>Milk Run</i>
<i>Layout</i> e Desenho de Linhas	Supermercados	Desenho de Armazéns
I. Estabilidade Básica		

As áreas de melhoria objeto de estudo nesta dissertação encontram-se destacadas por sombreado a cor e por isso serão explicadas com maior detalhe no Capítulo 3. De seguida apresentar-se-á uma breve explicação dos pilares do modelo *Total Flow Management*, explicando a noção de cada pilar e as ferramentas que não são *core* deste projeto.

I. Estabilidade Básica

Este conceito introduzido na Toyota centra-se na robustez dos processos que criam valor, observando, monitorizando e avaliando os 4 M's, que são:

- **Mão-de-obra:** Se os recursos humanos da organização não forem estáveis (taxa de absentismo elevada ou incumprimento de tarefas), então não é criado fluxo. A criação de tarefas normalizadas revela-se muito importante para alcançar a estabilidade da Mão-de-obra;

- **Máquina:** A disponibilidade das máquinas deve ser a suficiente para assegurar a produção necessária. Assim, avarias e *set up(s)* longos devem ser evitados. A falta de disponibilidade impossibilita a criação de fluxo. O conceito de OEE (*Overall Efficiency of key Equipment*) foi criado nos anos 80 por Nakajima definido como sendo uma métrica para monitorizar a produtividade de cada equipamento.

Segundo Muchiri e Pintelon, o OEE identifica e mede perdas do que é relevante na manufatura nomeadamente a disponibilidade, a velocidade do fluxo e a conformidade.”(Muchiri and Pintelon 2006)

- **Material:** O mesmo acontece com o abastecimento de materiais nos processos, ou seja, se houver paragens das máquinas por falta de material, é impossível criar fluxo.

- **Método:** Deve haver pouca variabilidade nos métodos utilizados numa organização. O método deve ser adequado e testado para que ajude a organização a atingir objetivos.

A maior dificuldade em atingir estabilidade básica, é a mobilização e o compromisso de cada um com a sua missão de fazer bem sempre. Quando a mudança é aceite como fator de aperfeiçoamento organizacional a estabilidade básica de uma empresa é mais facilmente atingida.

II. Fluxo de Produção

Depois de se conseguir obter estabilidade básica na organização, o segundo passo na implementação do modelo *Total Flow Management*, é melhorar o fluxo na produção para tentar atingir o ideal de produção peça-a-peça. Assim, é necessário obter flexibilidade na mudança de referência de uma máquina (*set up*), otimizar o abastecimento ao processo e melhorar a eficiência dos operadores.

As metodologias de melhoria contínua associadas são:

- **Layout e Desenho de Linhas:** alterar as linhas de modo a conseguir implementar o fluxo unitário.

- **SMED (*Single Minute Exchange of Dies*):** diminuir tempos de preparação das máquinas para produzir um novo produto aumentando a flexibilidade das mesmas.

- **Automação de Baixo Custo:** Criação de mecanismos automáticos que facilitem as tarefas dos operadores.

III. Fluxo na Logística Interna

O pilar do modelo *Total Flow Management* que apoia o anterior é o Fluxo na Logística Interna. Estes dois pilares surgem relacionados, sendo necessário para este projeto realizar sempre a ligação entre estes. Entende-se por Fluxo de Logística Interna, todos os movimentos de materiais e informação na fábrica associados ao pedido de clientes. O maior desafio deste pilar é criar fluxos caixa a caixa (unitário). Para isso é necessário escolher o bordo de linha e, depois, organizar a logística interna para realizar o abastecimento desse bordo de linha. Assim, os principais objetivos deste pilar são: criar fluxo na logística interna, criar fluxo de informação começando com a ordem do cliente e, ligar a Produção e a Logística com o fim de implementar um sistema *pull*.

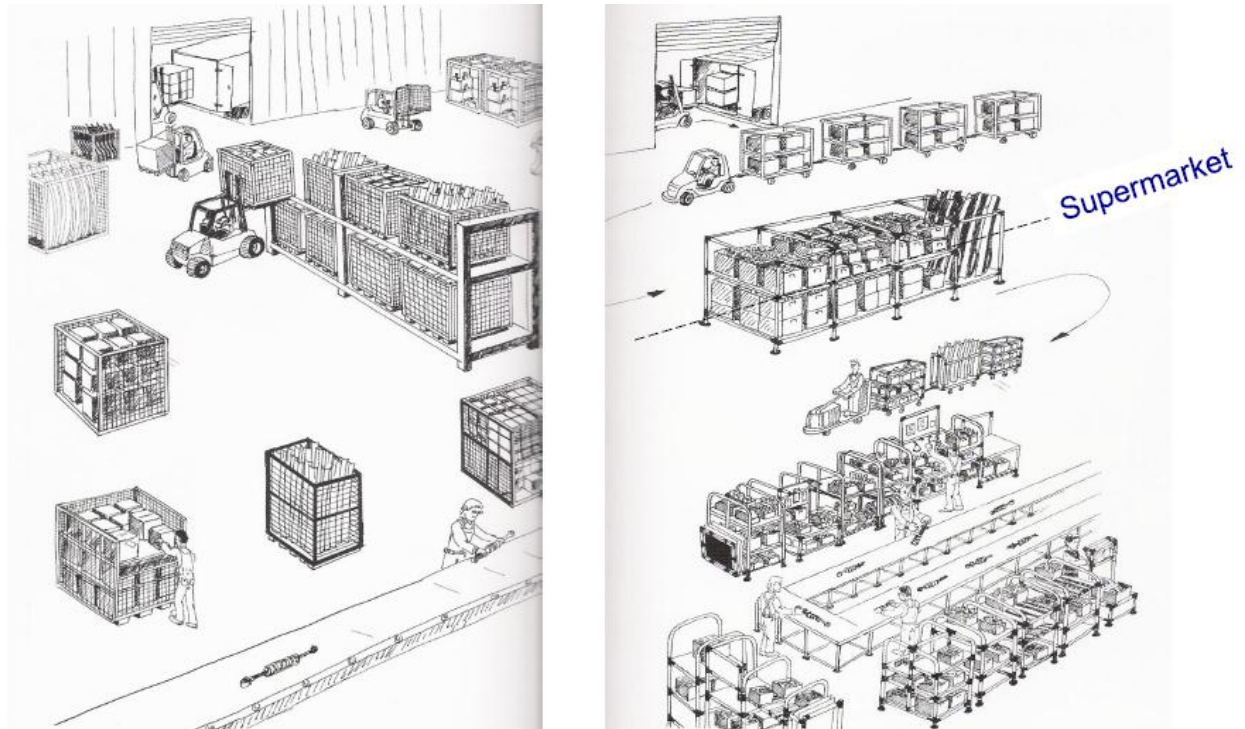


Figura 7: Comparação entre fábrica sem e com a criação de fluxo na logística interna. (Kaizen 2012b)

Na figura anterior, na primeira situação, não existe fluxo na logística interna, havendo transporte de grandes quantidades de material para a linha e áreas de *picking* de acesso difícil (utilização de empilhadores). Na segunda situação o fluxo na logística interna foi criado estando as melhorias bem visíveis: o transporte de materiais é feito em pequenas quantidades, o abastecedor possui um local fixo para cada componente (supermercado) e o *picking* de componentes é de acesso fácil (utilização de comboio logístico).

- **Nivelamento:** define os horários de produção das máquinas e linhas de montagem evitando atrasos por falta de capacidade.

- **Planeamento em *pull*:** cálculo das ordens de produção atendendo aos pedidos de produção. Existem duas estratégias de planeamento: '*make to stock*' (alguns dos produtos vão ser entregues a partir de *stock* formado, o que quer dizer que podemos prometer entrega imediata) ou '*make to order*' (outros produtos vão ser produzidos só quando são pedidos e a entrega não é imediata).

IV. Fluxo de Logística Externa

Os fluxos de logística externa incluem todos os movimentos de receção e entrega de materiais. Esta área está intimamente ligada com a criação de fluxo de informação relacionada com pedidos de clientes e gestão de fornecedores.

- **Desenho de armazéns:** construir infraestruturas físicas que permitam uma gestão eficiente de locais de armazenagem de produto final e de componentes.

- ***Milk run***: Sistema de transportes, operando uma ou várias vezes por dia, que segue uma rota fixa e que transporta uma carga mista de vários tipos de produtos para clientes externos.⁴

- ***Inbound e Sourcing***: Processos que permitem criar um fluxo físico e promover a eficiência na receção de materiais em armazém.

- ***Outbound e Entrega***: Processos que permitem criar um fluxo físico e promover a eficiência na expedição de produto final em armazém.

- **Planeamento em *pull total***: Define ordens de *picking* de acordo com as necessidades do consumidor.

⁴ Milk run: Este termo surge das entregas de leite existentes nos Estados Unidos da América. As garrafas de leite eram entregues em cada domicílio todas as manhãs com uma rota fixa, para várias pessoas. Constituíam um serviço fiável e frequente de entrega de leite fresco todas as manhãs. (Coimbra 2009)

3. Ferramentas *Total Flow Management* utilizadas no Projeto

3.1 Bordo de Linha

O segundo domínio de melhoria no fluxo de produção é a criação/melhoria do bordo de linha. Bordos de linhas são locais de acesso aos componentes que devem ser otimizados de modo a minimizar distâncias e tempos de valor não acrescentado ao produto. Segundo Euclides Coimbra, um bordo de linha bem desenhado tem de obedecer aos quatro critérios seguintes (Coimbra 2009):

1. A localização dos componentes deve minimizar os movimentos de *picking* dos operadores;
2. A localização dos componentes deve minimizar os movimentos de quem abastece as linhas, ou seja, do abastecedor.
3. O tempo necessário para mudar de componentes de um produto final para outro deve ser aproximadamente nulo.
4. A decisão de reabastecer ou repor componentes deve ser visível e instantânea.

Como se depreende destes quatro fatores, a implementação/melhoria de bordos de linha é de uma importância extrema para conseguir melhorar o processo de abastecimento às linhas de montagem.

No desenvolvimento deste projeto analisamos esta abordagem para definir soluções.

Obedecendo aos quatro critérios anteriores, concluímos que a localização dos componentes, o tipo de contentor utilizado e o fluxo de embalagens na linha (caixas vazias e cheias) devia ser cuidadosamente estudado.

Associado ao conceito de bordo de linha está a utilização do conceito de “*small container*”, isto é, o bordo de linha deve ter somente uma pequena quantidade de peças necessárias à produção de forma a minimizar o *stock* existente neste local. Essa quantidade vai definir a autonomia do bordo de linha. Segundo Coimbra, utilizar contentores com pouco *stock* nas linhas de montagem tem muitas vantagens, nomeadamente (Coimbra 2009):

- ✓ O risco da perda de peças causada por mau manuseamento de grandes contentores é eliminado;
- ✓ Pequenos contentores são mais fáceis de limpar promovendo a higiene do posto de trabalho;
- ✓ Controlo visual de uma menor quantidade de peças é facilitado;
- ✓ O tempo perdido pelos operadores no manuseamento de grandes caixas é eliminado;
- ✓ Ocupação de espaço diminuiu;
- ✓ O abastecimento de contentores mais pequenos, por serem mais fáceis de manusear, é mais rápido;
- ✓ A utilização de contentores maiores pressupõe uma frequência de reabastecimento baixa. Assim, quando há uma mudança de produção, a possibilidade de sobrar material é muito elevada. Com contentores pequenos esse risco é menor.

A localização do bordo de linha é muito importante por contribuir para minimizar os movimentos de *picking* do operador. A melhor situação é aquela em que os componentes estão localizados de forma a minimizar o movimento da operadora, e em que os componentes são sempre consumidos no mesmo sítio. Idealmente, o bordo de linha deve estar em frente à operadora (ver figura à direita) mas, devido à estrutura das linhas de montagem, pode não ser possível. A escolha do local para o bordo de linha também deve ter em consideração o abastecimento às linhas de montagem.

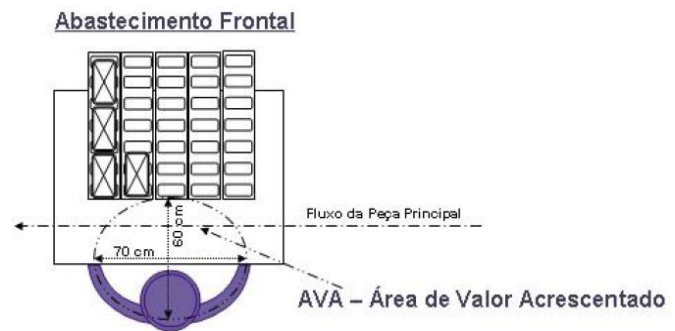


Figura 8: Configuração ideal de bordo de linha. Adaptado de (Coimbra 2009)

3.2 Standard Work

Normalização de tarefas de modo a atingir a máxima eficiência nos movimentos dos operários. Este conceito surgiu na Toyota e significa minimizar os movimentos dos operadores promovendo a melhoria nos processos de trabalho. Criar movimentos *standard* nos operadores possibilita a fluidez do processo o que, por sua vez contribui para que as tarefas sejam realizadas com maior rapidez e com maior qualidade.

Neste projeto, a normalização das tarefas é de uma importância extrema para diminuir movimentos das operadoras, na transferência de materiais para consumo na linha, e diminuir as tarefas de valor não acrescentado realizadas também pelo abastecedor (este tema será melhor explicada nos capítulos seguintes).

Com a criação de *Standard Work* aliado à normalização de tarefas, será muito mais fácil identificar problemas e as anomalias serão mais evidentes.

A norma é a maneira mais simples, segura e eficaz de executar dada tarefa. É também a maneira mais simples de medir o nível de qualidade e performance dos operários nos processos (ver figura seguinte).

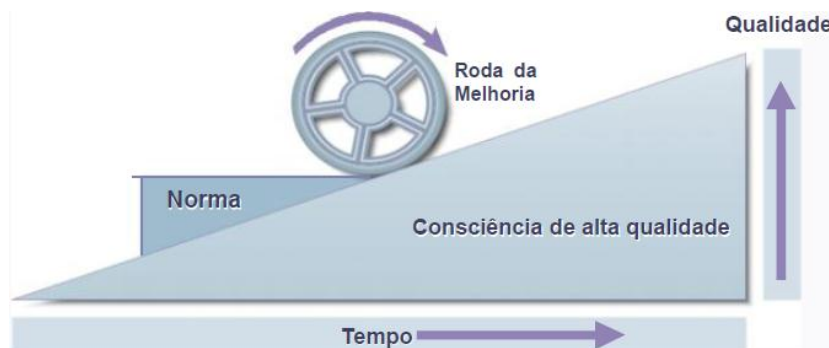


Figura 9: Normalização de tarefas. Adaptado de (Coimbra 2009)

Neste projeto estudou-se a normalização do abastecimento às linhas de montagem pelo abastecedor definindo para este um conjunto de tarefas *standard* de modo a diminuir o tempo despendido em atividades de valor não acrescentado à sua função e aumentar a qualidade do

seu serviço. Nas figuras seguintes são apresentados alguns exemplos de Normalização de tarefas.

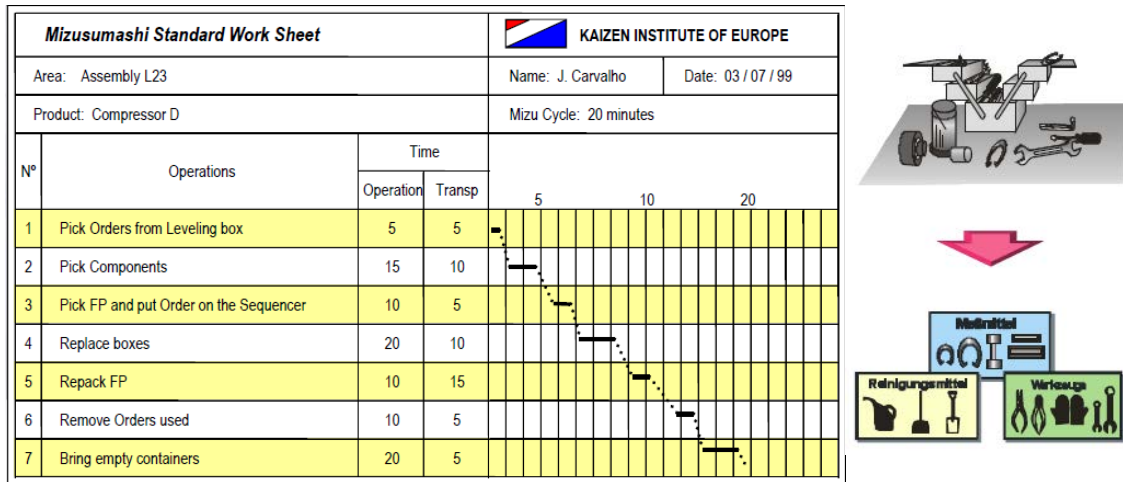


Figura 10: Exemplos Standard Work: Folha de normalização de tarefas e organização de materiais.

Convém salientar que, para conseguir implementar *Standard Work* e normalização de tarefas, existe uma técnica *Kaizen* que ajuda mais do que qualquer outra: a Gestão Visual.

Gestão Visual

O ser humano possui cinco sentidos: visão, audição, olfato, tato e paladar. Porém, a maior parte da recolha de informação é absorvida pela vista. Assim, a gestão visual é uma ferramenta crucial para que os operadores entendam e realizem as suas tarefas. Esta ferramenta *Kaizen* utiliza dados em imagens e gráficos fáceis de entender, permite monitorizar processos (exemplo: diagramas de fluxo de processos) e sinalizar pontos de controlo e riscos a evitar.

No contexto deste projeto, a gestão visual foi uma ajuda crucial para criar zonas *standard* para os bordos de linha, localizações para componentes em supermercado e níveis de reposição de componentes nas linhas de montagem (este tema será desenvolvido nos capítulos seguintes). Nas imagens seguintes encontram-se alguns exemplos de gestão visual.



Figura 11: Exemplos Gestão Visual: gráficos, marcas no chão e fita para marcar o chão.

3.3 Supermercados

A estrutura mais comum de armazenamento de componentes de uma fábrica é o armazém central. Este caracteriza-se por ter grande capacidade de armazenamento de existências e movimentação de grandes lotes. Poderão existir pequenas áreas de armazenamento, os supermercados, onde são armazenadas pequenas quantidades de material e onde o fluxo logístico é elevado.

Segundo *Baudin*, idealmente o conceito de armazém central seria eliminado se todos os fornecedores entregassem o material frequentemente e se o mesmo fosse rececionado e direcionado para os bordos de linha. (Baudin 2004) Este ideal quebraria o paradigma de centralização de *stock* mas, muitas vezes, pode não ser possível devido a irregularidade e baixa frequência de entregas de fornecedores forçando a existência de *stock* de segurança.

O conceito de supermercado surge para eliminar desperdício na cadeia de abastecimento e para facilitar a criação de fluxo logístico em toda a cadeia de transformação.

Supermercados são áreas de armazenamento dinâmico estrategicamente localizadas para fazer o abastecimento de forma simples e rápida aos bordos de linha, aumentando a eficiência do *picking* de componentes. Depois de criar fluxo na produção é necessário criar fluxo nas áreas seguintes. Assim, o desenho dos supermercados começa com a correta definição das unidades de transporte para o bordo de linha constituindo a infraestrutura de armazenamento necessária para conseguir um bom fluxo na logística interna. Na figura seguinte encontra-se um esquema de um supermercado.

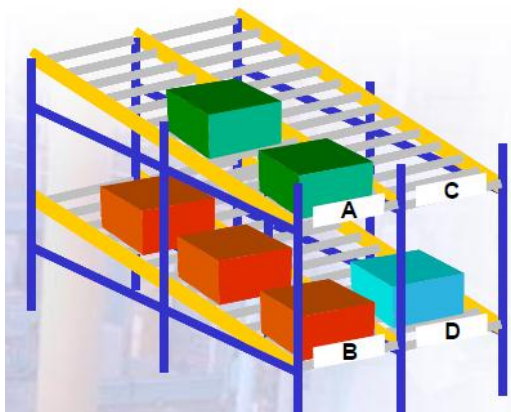


Figura 12: Esquema de supermercado. (Kaizen 2012b)

O modo tradicional de organizar os materiais – paradigma da produção em lote (ver figura à direita) obedecia aos seguintes princípios: minimizar os transportes internos o que resulta em abastecer grandes quantidades de material, utilizar empilhadores ou porta-paletes para o transporte dos materiais o que aumenta a dificuldade e os tempos de manuseamento das peças e “empurrar” (*push*) operações de desembalamento para a produção.

-Fácil acesso para *picking* (armazenamento ao nível do chão).

- Permite gestão visual.
- Assegura princípio FIFO (*First-in First-out*).
- Contentores Pequenos.



Figura 13: Exemplo de armazenamento tradicional. (Kaizen 2012b)

Com este novo paradigma da utilização de supermercados – paradigma de produção em fluxo (ver figura à direita), o modo de organizar a logística interna é completamente alterado: só são abastecidas as quantidades necessárias e quando necessárias, organizando-se as áreas de *picking* para abastecer as quantidades em embalagens dimensionadas e utilizando o transporte de peças adequado e segundo uma rota com um ciclo prédefinido.



Figura 14: Exemplos de armazenamento em fluxo. (Kaizen 2012b)

3.4 Mizusumashi

O termo *Mizusumashi* é utilizado para assegurar o abastecimento de componentes às linhas de montagem que simplifica e aumenta a eficiência e flexibilidade de transporte de peças para os pontos de utilização. Muitas vezes *Mizusumashi* surge associado ao termo “comboio logístico” que contém várias carruagens de transporte de peças. O *Mizusumashi* é o elemento mais importante na criação de fluxo na logística interna porque assegura que as linhas têm material para trabalhar. Assim, a principal função deste operador logístico é disponibilizar o material aos operadores na quantidade necessária e quando necessário e também transportar nos trajetos de retorno os pedidos a satisfazer nos ciclos seguintes.

Para que *Mizusumashi* funcione é necessário que este operador consiga identificar facilmente o material a levar para a linha, as cargas têm de ser de pequenas quantidades e é necessário que exista uma rota para o operador seguir assim como um ciclo de reabastecimento. Uma ficha de *Standard Work* para o abastecedor, é fundamental para garantir o cumprimento de entrega de materiais e do *picking* destes das linhas. Na imagem seguinte temos um sumário das tarefas do *Mizusumashi*.

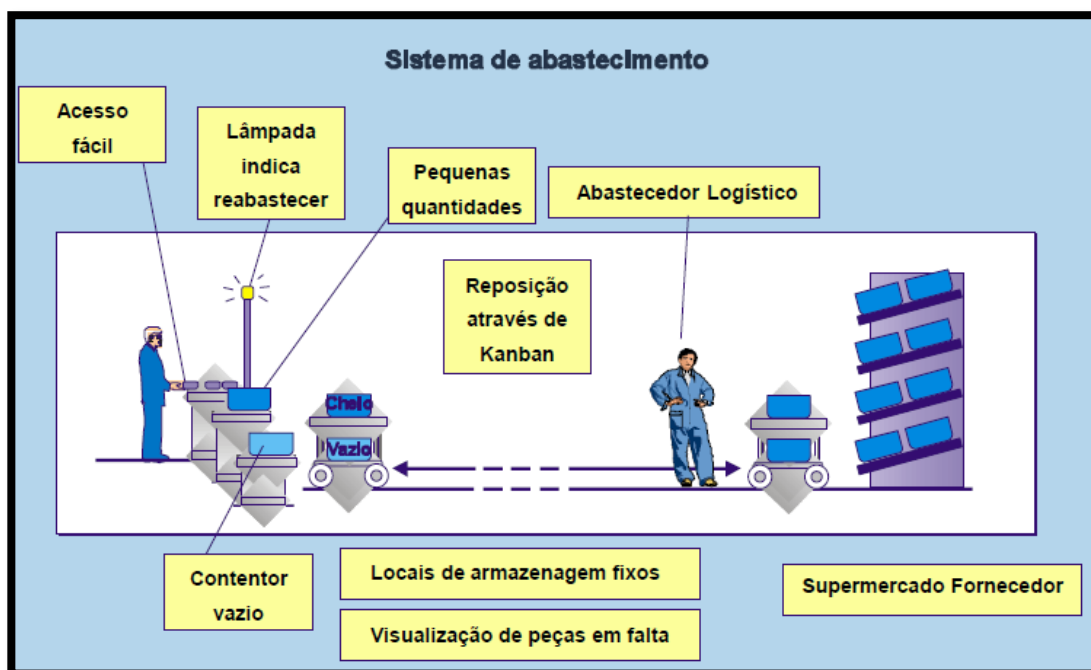


Figura 15: Sumário de atividades do Mizusumashi. Adaptado de (Coimbra 2009)

No paradigma tradicional, o transporte de materiais é realizado por operadores que utilizam empilhadores, porta-paletes ou carros de transporte sempre que há necessidade de materiais nas linhas de montagem. Assim, este tipo de transporte aparenta-se a um táxi. (ver figura 16 à esquerda). Segundo Coimbra, se a empresa tiver 10 empilhadores e eles tiverem ocupados 90% do tempo, a probabilidade de, quando for necessário um, todos estarem ocupados é de $90\%^{10} = 35\% \Rightarrow 1/3$ do tempo que o ‘cliente’ terá de esperar. (Coimbra 2009)

Em contraste, o *Mizusumashi* opera segundo um ciclo, chegando às estações de recolha e entrega de componentes a uma hora determinada. Assim, funciona como um metro (ver figura 16 à direita). Como passa em todos os locais frequentemente, a rotação de material é maior permitindo ter menos material parado no bordo de linha.

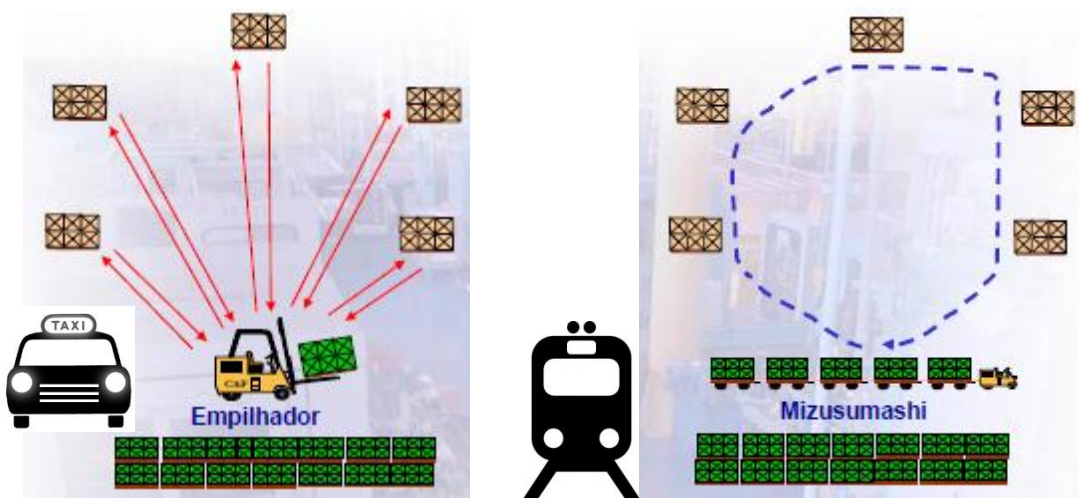


Figura 16: Exemplos de Empilhador (à esquerda) vs Mizusumashi (à direita). (Coimbra 2009)

3.5 Sincronização

Sistema utilizado como ‘sinal’ para o início de mudança de produção numa linha ou início da necessidade de *picking* de materiais para as linhas. Existe para simplificar a coordenação no abastecimento de componentes.

Está associado a dois ciclos logísticos: ciclo *Kanban* e ciclo *Junjo*.

O ciclo logístico *Kanban* (abastecimento contínuo) tem as seguintes características: o produto está sempre disponível no ponto de uso, existe um ciclo contínuo de reabastecimento logístico, o sinal de início do ciclo é no ponto de uso e a procura e abastecimento estão sincronizados através do sistema *Kanban*.

Ao contrário do ciclo logístico *Kanban*, o ciclo logístico *Junjo* é de abastecimento sequencial: o produto está disponível no ponto de uso, de acordo com uma sequência, o ciclo logístico é sequencial em que o sinal de início do ciclo é o *Junjo* (sinal de sequência) e a procura e abastecimento estão sincronizados através do sistema *Junjo*.

Na imagem seguinte apresenta-se um esquema do explicado anteriormente.

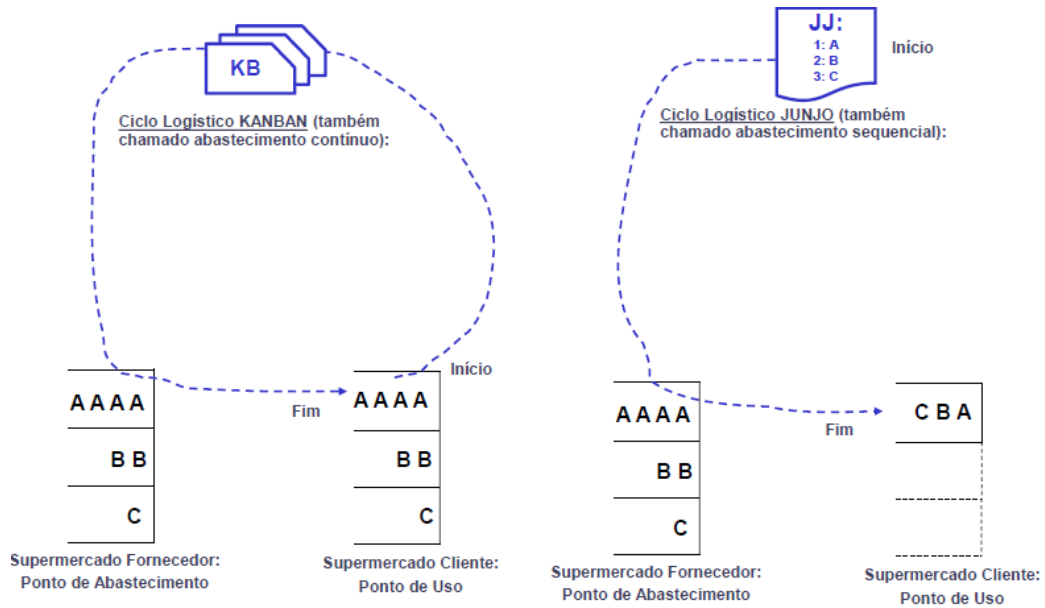


Figura 17: Esquemas dos Ciclos Logísticos Kanban e Junjo. Adaptado de (Kaizen 2012b)

Kanban é a palavra japonesa para “cartão” ou “cartão de instruções”. (Suzaki 2010) Na indústria automóvel, por exemplo, é um cartão que identifica a referência do componente, quantidade, origem e destino. O conceito de *Kanban* surge muitas vezes associado ao supermercado. Assim, o *Kanban* constitui uma ferramenta que faz com que o supermercado funcione. Os componentes situam-se numa estante com vários andares/secções em que cada componente tem um local identificado, habitualmente uma caixa. A cada caixa está associado um cartão *Kanban* com toda a informação acerca do componente que possui. Quando o material é necessário na linha, o abastecedor sabe onde o material se encontra, facilitando a tarefa de abastecimento e diminuindo o tempo de transporte do material. O sinal (*Kanban*) de que será preciso material na linha é a existência de uma caixa vazia. O *Mizusumashi* recolhe e transporta essa caixa, na sua rota, até ao supermercado, e devolverá a caixa cheia ao bordo de linha.

Com este fluxo de informação, o fluxo de materiais passaria a ser controlado pelos operadores envolvidos no transporte de materiais e manejo dos cartões. Existem vários tipos de ciclo *Kanban*. Porém, o objeto de estudo deste projeto será o *Kanban* de entrega interna no sistema “duas caixas” em que, para cada componente, existem duas caixas e o sinal de que o abastecedor tem de reabastecer a linha é a existência de caixas vazias na linha. Neste tipo de *Kanban* o cliente é o bordo de linha e o fornecedor é o supermercado de componentes (ver anexo A). O transporte é realizado pelo *Mizusumashi* com um ciclo predefinido. O supermercado será, então, dimensionado de acordo com este tipo de ciclo.

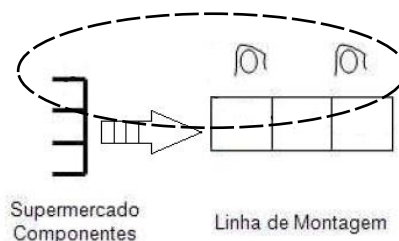


Figura 18: Ciclo logístico Kanban. Adaptado de (Kaizen 2012b)

4. Análise do Processo de Abastecimento às Linhas de Montagem

O diagnóstico da situação atual revelou-se muito importante para conseguir definir propostas de solução de acordo com as necessidades da Empresa. Assim observar o *gemba* é crucial para reter informação do que realmente acontece no abastecimento às linhas de montagem.

Seguindo a metodologia de árvore de problemas (Pena 2000) existem três fases que permitem uma correta identificação dos constrangimentos envolvidos no abastecimento às linhas de montagem, a saber:

- Primeira fase - levantamento de problemas, através do diagnóstico ao objeto de estudo na atual situação, *as is*;
- Segunda fase - com os problemas identificados, elabora-se uma árvore na qual se identificam as relações, segundo critérios de casualidade.
- Terceira fase - criação de um Quadro de Medidas definindo as soluções que permitam resolver os problemas identificados, ponderando o nível de contribuição de cada uma para a resolução dos problemas.

O diagnóstico centrou-se numa análise profunda do Centro de Trabalho GM Portas, constituído por quatro linhas de montagem.

Neste Centro de Trabalho são produzidas cerca de 22 referências (ver no Anexo B a codificação utilizada na Empresa), utilizando cada uma três tipos de componentes de compra: terminal de espiral, segundo terminal de espiral e terminal de cabo. Todos estes terminais são de pequenas dimensões. Os terminais de espiral são de três tipos: terminal de espiral clip, terminal de espiral reto e terminal de espiral curvo sendo a cor a única variante em cada um deles. Todas as referências produzidas utilizam dois terminais de espiral sempre de tipos diferentes e um terminal de cabo. Na figura seguinte mostra-se exemplos de cabos produzidos neste Centro de Trabalho.



Figura 19: Exemplos de Cabos de Porta produzidos no Centro de Trabalho GM Portas.

4.1 Levantamento de Problemas

4.1.1 Ausência de definição de bordos de linha

Como foi explicado na secção 3.1 uma correta definição e desenho de bordos de linha é de uma importância extrema para conseguir melhorar o sistema de abastecimento nas linhas de montagem. Assim, identificaram-se fontes de desperdício no desenho inadequado dos bordos de linha existentes.

A linha manual deste Centro de Trabalho foi aquela em que os problemas referentes aos bordos de linha eram mais evidentes. Analisando a figura 20 observaram-se problemas de localização, ergonomia e quantidade de *stock* de terminais de espiral junto ao posto de trabalho número 2. No anexo C apresenta-se o registo de fluxo das peças / controlo do valor acrescentado deste posto.



Figura 20: Bordo de linha 'as is' do posto 2 da linha Manual do Centro de Trabalho GM Portas.

Problemas identificados:

1. Existência de duas localizações para o mesmo componente na linha.
2. Utilização do conceito de *big container*, isto é o bordo de linha tem uma grande quantidade de peças aumentando o *stock* junto à linha.
3. Quantidade presente em cada caixa é incerta pois o abastecedor carrega cada caixa, com uma quantidade aleatória, quando solicitado ou quando constata que está quase vazia.
4. A quantidade presente em cada caixa ao nível do chão, não corresponde a uma necessidade planeada previamente identificada ou de fornecimento.

Além dos problemas identificados recorreu-se a uma ferramenta, o diagrama *spaguetti* (ver figura 21), para representar os movimentos sem valor, que são desperdício, na tarefa de abastecimento do posto 2 pela operadora.

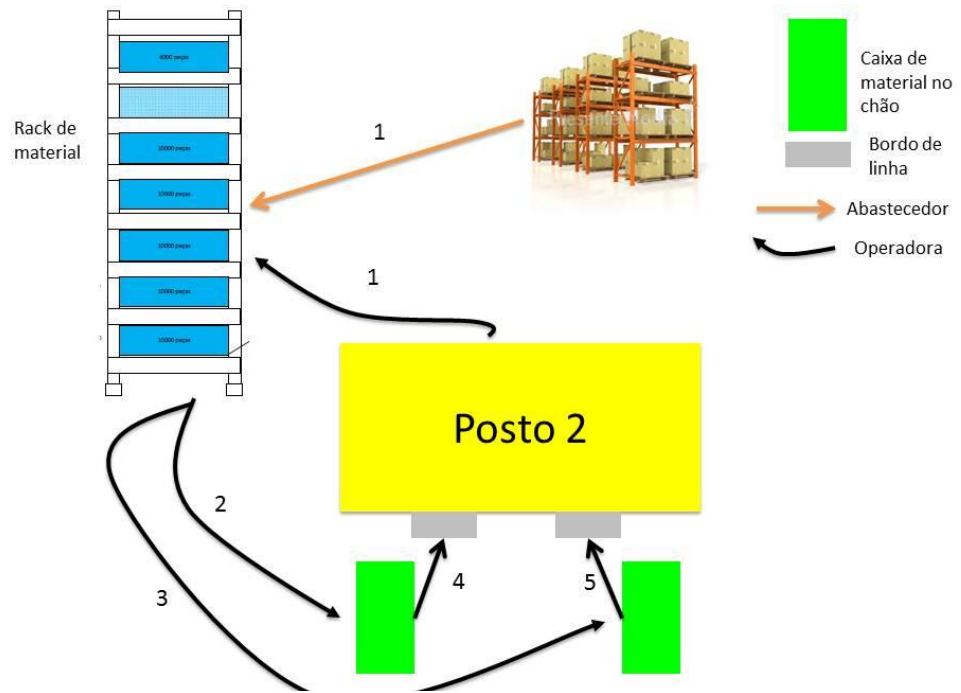


Figura 21: Diagrama *Spagueti* do fluxo de material do Posto 2.

Problemas identificados:

1. A localização dos componentes aumenta os movimentos de *picking* da operadora que tem que procurar as caixas, no *rack* existente, para as transportar para o seu posto, colocando-as no chão para a seguir abastecer o bordo de linha a partir dessas caixas. Segundo cálculos realizados a operadora realiza cerca de 16 vezes esse movimento por turno de trabalho (turno de 8 horas).
2. A decisão de reabastecer não é visível nem instantânea porque o abastecedor abastece as caixas que as operadoras colocam no chão quando estas estão ainda meias cheias.

Outra situação relevante observada, foi no posto 4 desta mesma linha (ver registo de fluxo das peças / controlo do valor acrescentado deste posto no anexo D). Neste posto é prensado o terminal no cabo de porta. A solução que a Empresa utiliza é colocar uma caixa com uma quantidade muito grande de terminais de cabo (14.000 armazenados por debaixo da linha) sendo produzidos somente 600 cabos por hora, com as operadoras a retirá-los dessa caixa para abastecer o seu bordo de linha (ver figura seguinte). Esse abastecimento é realizado pelas operadoras, durante a montagem, cerca de 48 vezes por turno.



Figura 22: Bordo de linha do Posto 4 'as is' da Linha Manual do Centro de Trabalho GM Portas.

Existe também um desperdício associado ao movimento que a operadora tem de realizar para abastecer o seu bordo de linha, de debaixo da linha para o suporte da figura anterior do lado direito, em que muitas peças são perdidas.

Através da análise dos problemas identificados concluiu-se que o desenho dos bordos de linha não obedece aos critérios necessários enunciados na secção 3.1. Assim, a localização dos componentes, o tipo de caixa utilizado e o fluxo de embalagens não é de todo o recomendável.

4.1.2 Stock junto às linhas

Entre as linhas do Centro de Trabalho GM Portas existem duas estruturas cuja finalidade é reter a maior quantidade de componentes em *stock*. Dentro do velho paradigma, estas estruturas representam *racks*, onde cada um deles tem capacidade para 7 caixas onde cabe, em cada uma, uma quantidade enorme de terminais de espiral. Este “supermercado” existe para que as operadoras se desloquem lá e escolham a caixa que vão utilizar e a transportem para a linha. A função do abastecedor é encher as caixas de cada uma destas estruturas segundo a sua intuição. Na figura seguinte está representado um destes supermercados.



Figura 23: Rack de *stock* existente nas linhas do Centro de Trabalho GM Portas.

Problemas identificados:

1. Existência de supermercado na linha com dois *racks* com capacidade para 7 caixas grandes cada um com *stock* de artigos em excesso para as necessidades diárias.
2. Os bordos de linha da montagem não são abastecidos diretamente, mas sim a partir do supermercado na linha.
3. A quantidade presente em cada caixa é incerta.
4. A gestão visual não é suficiente pois as operadoras perdem tempo à procura dos artigos no *rack* e em movimentos desnecessários das caixas.
5. As etiquetas que identificam as caixas indicam quantidades que não correspondem às reais armazenadas nas caixas.
6. Ocupação de espaço, em excesso, sendo o acesso aos artigos não funcional para as operadoras.
7. As operadoras não formalizam o pedido de reabastecimento com informação visível.

Identificados estes problemas conclui-se que a Empresa utiliza, nas linhas observadas, um modo tradicional de organizar os materiais com o paradigma da produção ornamentada por artigos em *stock*, considerando que minimizar os transportes internos é a solução para prevenir roturas de material.

4.1.3 Abastecimento às linhas de montagem

No que diz respeito à função do abastecedor, constatamos ser ele a logística interna para estas linhas, porque assegura que estas têm material para trabalhar. De facto o abastecedor consegue assegurar que a produção das linhas não pára por falta de componentes de compra, mas o método que utiliza é questionável na eficácia. Atualmente o abastecedor realiza o abastecimento segundo a sua intuição. O seu trabalho não é monitorizado e não existe uma rota de abastecimento. Assim, o abastecedor funciona como *SOS* sendo chamado pelas operadoras quando estas necessitam de material. O abastecimento é mais lento e menos seguro pois não é preparado nem existe um sinal visual para que este operador logístico saiba o que é necessário reabastecer. Eventualmente, com este tipo de abastecimento, podem ocorrer roturas de material, sendo por isso necessário analisar como evitá-las.

Na análise destes problemas constatou-se que o sistema de abastecimento às linhas de montagem não é realizado de modo normalizado. O transporte de materiais é realizado de acordo com o paradigma tradicional em que o abastecedor não consegue identificar facilmente o material que tem de levar para a linha e por isso trabalha, prioritariamente, no “desembarace”. Para facilitar o seu trabalho este transporta grandes quantidades para as linhas de montagem, com recurso ao porta-paletes e de forma aleatória, não seguindo qualquer ciclo de reabastecimento. Na figura seguinte apresenta-se um círculo de comunicações do caminho que o abastecedor realiza durante o seu turno.

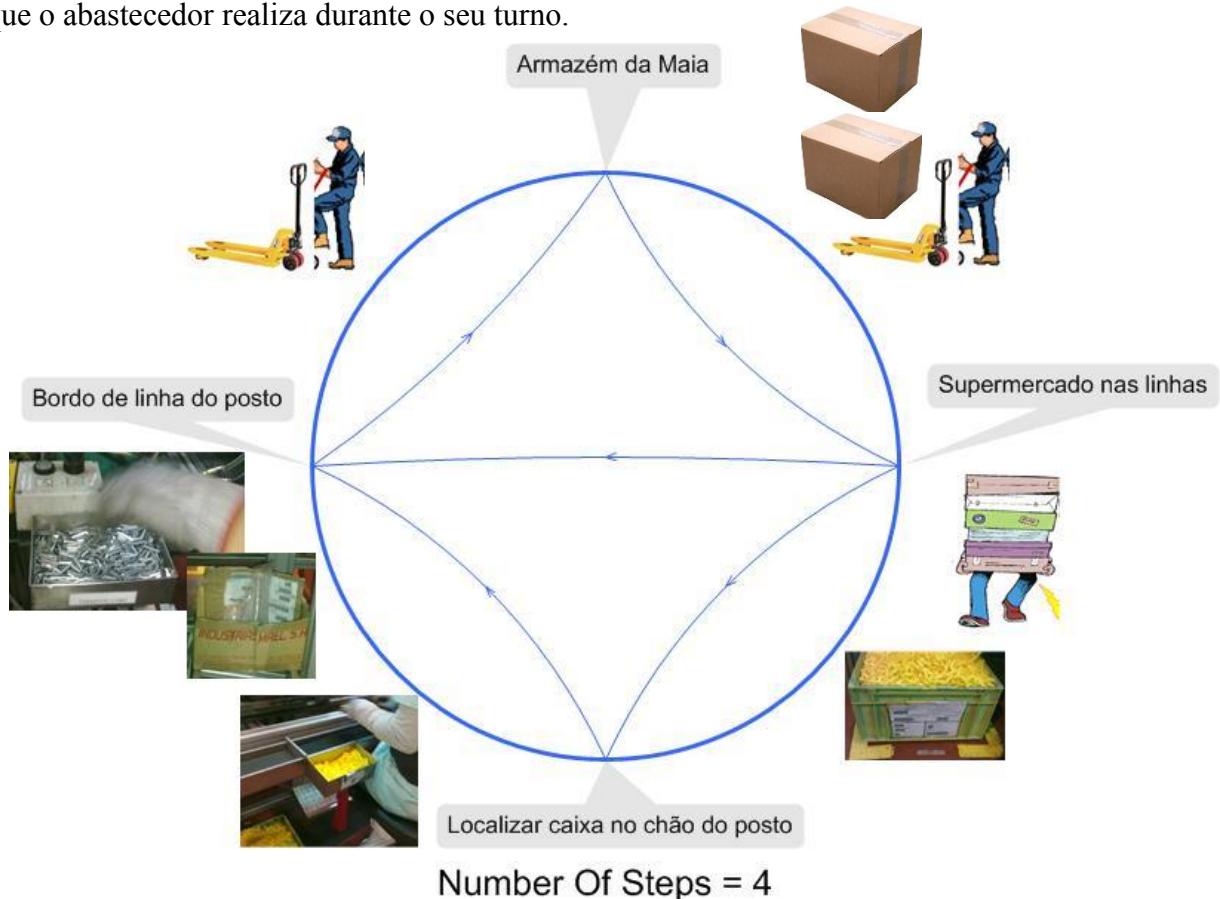


Figura 24: Círculo de Comunicações atual do abastecedor.

Na Figura 24 é possível verificar que o abastecimento atual às linhas de montagem é feito com os seguintes passos:

1. O abastecedor vai ao armazém e transporta com recurso a porta paletes as caixas para o supermercado de *racks* nas linhas de montagem. A ordem de reposição é de carácter intuitivo e não normalizada. O constrangimento associado a esta tarefa é o abastecedor realizar o *decanting* da caixa de cartão para caixas de plástico utilizadas nas linhas de montagem e, no local, desmontar as caixas de cartão vazias.
2. Uma operadora vai buscar ao “supermercado” a caixa para a depositar no chão do seu posto perdendo tempo a identificar os materiais. Além disso, esta deslocação de carga não é ergonómica pois as caixas são muito pesadas e, muitas vezes, estão a um nível alto que não permite um bom manuseamento das mesmas.
3. Dependendo da linha, a caixa pode ir do “supermercado” diretamente para o bordo de linha ou, depois de ser colocada no chão, a operadora abastece o seu bordo de linha. Ser a operadora a abastecer o seu bordo de linha retira tempo que esta poderia utilizar para produzir.
4. Depois dos bordos de linha serem abastecidos, o abastecedor dirige-se novamente ao armazém para nova recolha. No regresso ao armazém transporta para área de recicláveis as caixas de cartão desmontadas, colocando-as no contentor respetivo.

No que diz respeito à Cadeia de Abastecimento de componentes de compra é importante referir que os necessários às linhas de produção eram recebidos na Plataforma, armazém de grande dimensão da Empresa que continha para eles uma área reservada. Porém, este local situa-se a cerca de 700 metros da fábrica o que revela vários constrangimentos:

- O material é recebido na plataforma e posteriormente transportado para o armazém localizado na fábrica. Este transporte acarretava custos e tempo envolvido nesta atividade que não acrescentam valor para o cliente.
- Sendo os componentes recebidos na plataforma e depois no armazém da fábrica, verificava-se também um segundo controlo de receção e armazenagem antes da entrega à produção sem que existisse qualquer pedido da produção para preparação e abastecimento.

4.2 *Árvore de Problemas*

Identificados os problemas do abastecimento às linhas de montagem surgiu a necessidade de definir uma árvore de problemas para identificar qual o problema que é causado por todos os outros e quais são os problemas que contribuem diretamente para a existência do problema central. A título sumário, os principais problemas identificados depois de uma análise atual do sistema de abastecimento da Ficocables são:

- Excesso de *stock* junto às linhas;
- Ausência de acompanhamento nas tarefas de abastecimento;
- Demoras na entrega de componentes às linhas;
- Ausência de rota de abastecimento;
- Ausência de dimensionamento de bordos de linha;
- Excesso de atividades sem valor no abastecimento;
- Ausência de frequências de abastecimento;
- Ausência de preparação de abastecimento em supermercado.

O problema central no sistema de abastecimento da empresa foi identificado como sendo o excesso de *stock* que existe junto às linhas de montagem. Este excesso de inventário surge numa tentativa de encobrir erros que possam existir no abastecimento de forma a suprir uma possível falta do abastecedor no momento em que as operadoras necessitam de material.

Como se pode constatar na análise dos pontos anteriores, fontes de problemas, todos originam o excesso de componentes nas linhas de montagem.

De seguida aparecem os problemas que causam diretamente o problema central. Considerou-se que esses são: a ausência de dimensionamento de bordos de linha e o tempo excessivo gasto no abastecimento das linhas com predominância das atividades sem valor. Estes dois problemas são os de primeiro nível.

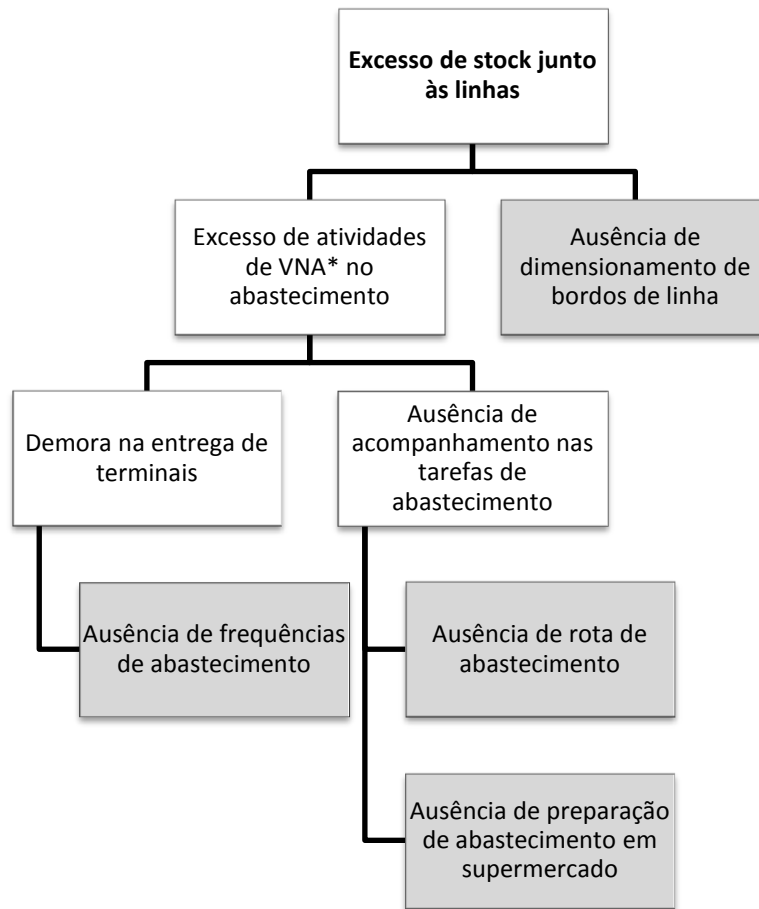
Depois surgem os problemas de segundo e terceiro nível, que estabelecem também relações de casualidade entre si. Assim, os problemas que causam diretamente o excesso de atividades sem valor no abastecimento são:

- A ausência de regras e acompanhamento nas tarefas abastecimento;
- A demora na entrega de componentes às linhas.

Estes são os que necessitam duma identificação prioritária das causas e que devem ser resolvidos em primeiro lugar. Assim, encontramos as causas raiz ou terminais que enunciamos como:

- A inexistência de uma rota de abastecimento;
- A inexistência de frequência no abastecimento;
- A ausência de preparação do abastecimento em supermercado no armazém.

É de referir que, pela definição de problema terminal como sendo aquele problema que não apresenta causa, este pode surgir em qualquer nível da árvore de problemas. Assim, a ausência de dimensionamento de bordos de linha representado como causa direta do problema central, é também um problema terminal. Na figura seguinte apresenta-se um diagrama representativo da árvore de problemas.



*VNA: Valor Não Acrescentado

Figura 25: Árvore de Problemas

Os problemas terminais encontrados (identificados com fundo cinzento) foram os que mereceram especial atenção pois, uma vez resolvidos, permitem que os problemas dos níveis superiores se resolvam.

4.3 Quadro de Medidas

Com o quadro de medidas pretende-se planear um conjunto de atividades de melhoria que permitam resolver os problemas terminais identificados na árvore de problemas. Assim, projetou-se um conjunto de soluções utilizando métodos e ferramentas *Kaizen* (enunciadas no capítulo 3) para tentar resolver os problemas apresentados anteriormente. As soluções apresentadas no capítulo seguinte têm como objetivo comum melhorar o abastecimento às linhas de montagem promovendo *Savings* através da eliminação de tarefas sem valor. O Quadro de Medidas serve como ponte de ligação entre este capítulo da apresentação da situação inicial e as propostas de solução do capítulo seguinte.

É importante também referir que, além da apresentação das soluções para a resolução dos problemas terminais, consideramos importante priorizar cada medida de melhoria de acordo com a sua relevância na resolução de um dado problema.

Os graus identificados são os seguintes:

- Grau 1: Fundamental para a resolução do problema.
- Grau 2: Facilitador da solução.
- Grau 3: Facilitador na normalização de tarefas.

Estes graus também podem ser vistos como um modo de atribuir prioridades no planeamento das melhorias a realizar. Salientamos que podem existir medidas que contribuam para a resolução de um ou mais problemas.

Na tabela seguinte apresenta-se o quadro de medidas a projetar para a melhoria no sistema de abastecimento às Linhas de Montagem do Centro de Trabalho GM Portas. Em anexo poderá encontrar o Plano de Ações desenvolvido.

Tabela 3: Quadro de Medidas

Problema ► Medida ▼	Ausência de Dimensionamento de bordos de linha	Ausência de Frequências de abastecimento	Ausência de Rota de Abastecimento	Ausência de preparação de Abastecimento em supermercado
Definição de supermercado	2	1		3
Utilização de Sistema Kanban duas caixas	1			2
Dimensionamento e Layout de Bordos de Linha	1			
Ajuda Visual	3			3
Frequências de Abastecimento		1		
Rota para o Mizusumashi		2	1	
Eliminar tarefas de VNA ao abastecimento			3	3
Verificar <i>Savings</i>	1	1	1	1

5. Melhoria do abastecimento a Linhas de Montagem: Propostas de solução

5.1 Deslocação do armazém de componentes de compra para o armazém junto à fábrica.

No capítulo anterior referimo-nos à plataforma logística, localizada a 700 metros da fábrica, como origem no abastecimento diário às linhas de montagem da Empresa e fonte dos principais problemas encontrados com desperdício de tempo no transporte dos componentes da plataforma para o armazém junto à fábrica e ao custo envolvido nesta operação (no anexo E pode se ver com mais detalhe o registo de fluxo).

Dessa situação inicial resultava um segundo controlo e receção de componentes, antes de serem entregues à produção, que só acrescentava tempo e custo. Com esta dupla localização para componentes de compra, a criação de fluxo na logística interna encontrava-se condicionada.

A primeira melhoria a realizar consistia em receber os componentes no armazém da fábrica com uma só receção e controlo de componentes, antes de seguirem para as linhas de montagem. Assim, o tempo e custo envolvido em viagens de transporte de componentes de compra entre as duas localizações seriam eliminados. O colaborador que estava alocado a transportar os componentes, entre armazéns, poderia utilizar o tempo liberto para realizar tarefas na cadeia de valor.

É de salientar que o projeto de adequação do armazém da fábrica para receber os componentes de compra já estava a ser realizado pelo Diretor de Logística Interna e foi este que arquitetou todo o *layout* do mesmo. Contudo, sendo esta melhoria importante para o projeto a desenvolver na Empresa e tendo sido identificado este problema, na análise, como uma fonte de melhoria é referido nesta dissertação, e foi incluído nas propostas de solução.

No anexo F é divulgado o novo *layout* do armazém da fábrica. A Tabela 4 apresenta a estimativa de *savings*, em tempo e custo do abastecimento, resultantes desta melhoria.

Tabela 4: Savings da alteração da localização do armazém de componentes.

Alteração do armazém de componentes para armazém junto à fábrica		
Tarefa de VNA	Horas ganhas por eliminação de uma estimativa de 15 viagens p/ dia	Custo de combustível poupado por eliminação de uma estimativa de 15 viagens p/ dia
Transporte de componentes da plataforma para o armazém da fábrica.	7,5	3€

As propostas de solução desenvolvidas focaram-se nos problemas identificados para o Centro de Trabalho GM Portas. Através da metodologia da árvore de problemas foi possível identificar, no quadro de medidas, melhorias a projetar para o sistema de abastecimento às linhas de montagem. Estas melhorias, individualmente ou em conjunto, são subprojectos que vamos apresentar nos pontos seguintes deste capítulo.

5.2 Dimensionamento de bordos de linha

Às soluções de dimensionamento do *Layout* de bordos de linha, também associamos a melhoria em ajuda visual e a eliminação de tarefas sem valor para os produtos.

Para definir bordos de linha fez-se um estudo detalhado dos postos onde essa definição era necessária.

Os postos identificados para melhoria foram o posto 2 e o posto 4 da linha manual, tal como foi dito na secção 4.1.1. Estes postos pertencem ao Centro de Trabalho em estudo.

A proposta de alteração dos bordos de linha teve em conta as fontes de desperdício identificadas anteriormente e em todas as soluções se evidenciaram *savings* na eliminação de movimentos sem valor no abastecimento às linhas.

Melhoria no posto 2 da linha manual

Numa primeira fase constatou-se que era prioritário resolver o problema da elevada quantidade de peças presentes no posto, sendo necessária uma ação complementar de negociação com os fornecedores para diminuição da quantidade de peças por caixa.

Para o posto 2, foi proposta a utilização de caixas de plástico mais pequenas, favorecendo o conceito de *small container* e aproveitando um tipo de caixa que a empresa possui, como alternativa às caixas de grande dimensão (ver comparação na figura seguinte).



Figura 26: Bordo de linha atual e futuro - *big container* e *small container* respetivamente

O problema que se identificou na definição desta solução foi o facto dos fornecedores enviarem os componentes de compra em caixas de cartão cuja quantidade presente não permitia a alocação das peças na caixa de plástico mais pequena. Assim, decidiu-se negociar com os fornecedores uma nova quantidade por caixa de todas os componentes de compra utilizados neste centro de trabalho (cerca de quinze referências). É de salientar que o processo de negociação foi muito moroso e que se estendeu até ao final da realização do projeto em Empresa. A proposta de alteração da quantidade por caixa pode ser vista no anexo G. Esta teve em conta o estabelecimento de uma frequência de abastecimento múltipla de duas horas de acordo com a produção por hora da linha de montagem (tema explicado na secção 5.3).

O passo seguinte foi a reformulação do *layout* dos bordos de linha deste posto. A estrutura atual (ver figura 27) seria substituída por dois suportes inclinados com capacidade para duas caixas pequenas para o terminal de espiral. Por restrições do funcionamento das

máquinas não foi possível colocar os bordos de linha em frente à operadora. A melhor solução possível consistiu em colocar os bordos de linha do lado esquerdo e direito da operadora, ao nível da mesma, de forma a minimizar os movimentos de *picking* e promover a ergonomia do posto de trabalho. Com esta solução a operadora deixou de realizar qualquer operação de abastecimento do seu posto, reduzindo drasticamente o tempo das atividades sem valor para o produto e libertando esse tempo para tarefas com valor acrescentado.

Tão importante como minimizar os movimentos da operadora foi diminuir os movimentos de quem abastece as linhas. Com este novo sistema de duas caixas para cada artigo, quando uma estiver vazia a decisão de reabastecer é visível e instantânea. A quantidade a abastecer passaria a ser fixa e imediata (o tema será explicado em “*Kanban 2 bin-system*”).

Nas figuras seguintes apresentam-se a situação antes e depois da implementação do novo bordo de linha do posto 2.



Figura 27: Bordo de linha posto 2 'antes'.



Figura 28: Bordo de linha posto 2 'depois'. *Kanban 2bin- system*.

Para o posto número 2, apresenta-se na tabela seguinte a comparação entre antes e depois de implementar as soluções propostas.

Antes	Depois
× Existência de duas localizações para o mesmo componente no posto.	✓ Uma localização única para cada componente.
× Utilização do conceito de <i>big container</i> .	✓ Utilização do conceito de <i>small container</i> .
× Quantidades presentes em cada caixa não correspondem a necessidades planejadas previamente ou de fornecimento.	✓ Necessidades de abastecimento, identificada pelo abastecedor, visualizando as caixas vazias na linha com quantidade a repor identificado no <i>Kanban</i> .
× Movimentos de <i>picking</i> pelas operadoras em funções de abastecimento que não acrescentam valor acrescentado à sua função.	✓ Novo <i>layout</i> com suportes inclinados eliminando tarefas de abastecimento às operadoras e promovendo a ergonomia do posto de trabalho.
× A decisão de reabastecer os bordos de linha não é visível nem instantânea.	✓ A organização do bordo de linha permite ao abastecedor identificar de imediato a necessidade.

Melhoria no posto 4 da linha manual

No posto 4 da mesma linha, a função da operadora é prensar o terminal de cabo na peça que está a ser produzida. O problema encontrado era o abastecimento do posto pela operadora a partir de uma caixa que se encontra debaixo do mesmo. Esta caixa continha também uma grande quantidade de terminais de cabo e, à semelhança do caso anterior, procedeu-se à negociação com o fornecedor para diminuir a quantidade por caixa.

A operadora abastecia, muitas vezes por turno, uma pequena caixa do seu posto de trabalho (a partir da caixa localizada debaixo do posto), sendo essas atividades sem valor para o produto. Nestas atividades, frequentes, muitos terminais de cabo eram perdidos quando a mão da operadora realizava a transferência.

Assim, juntamente com a diminuição da quantidade de peças por caixa, foi proposto ao fornecedor embalar os terminais em sacos de plástico com quantidades calculadas de modo a poder ser composta uma frequência de abastecimento inteira à linha de montagem (este cálculo será apresentado na secção 5.3).

Com os terminais em sacos de plástico e com a frequência de abastecimento definida, o saco passaria a ser abastecido diretamente à linha e as perdas no abastecimento eram eliminadas. O bordo de linha criado é compatível com as dimensões do saco de plástico e com a frequência de abastecimento definida de modo a evitar tendência de colocar no bordo de linha mais do que aquilo que é necessário para a produção.

Na figura seguinte (à direita) é possível ver as dimensões do bordo de linha criado, do respetivo saco de terminais e o novo bordo de linha criado. Na figura da esquerda é possível ver a embalagem anterior do terminal de cabo.



Figura 29: Embalagem de terminais de cabo 'antes' e 'depois' respetivamente. Bordo de linha aplicado.

Savings

Considerou-se que o melhor indicador para medir os ganhos na implementação de bordos de linha seria aquele que tivesse em conta os ganhos na diminuição ou eliminação de tarefas sem valor relacionadas com o abastecimento às linhas de montagem. Assim, o indicador que melhor reflete estes ganhos terá de ser medido em minutos ganhos pelas operadoras para realizar tarefas de valor para o produto. Desta forma, a remuneração que a empresa paga às operadoras (6€ por hora), deixará de ser um custo para suportar tarefas de abastecimento.

Nas tabelas seguintes apresentam-se os ganhos em minutos e o valor que deixa de ser pago para tarefas de abastecimento às operadoras, com melhorias identificadas na implementação de bordos de linha no posto 2 e no posto 4 da linha manual do Centro de Trabalho GM Portas.

Tabela 5: Savings pela implementação de bordos de linha no posto 2 da linha manual.

Posto 2		Valor investido que deixa de suportar atividades de abastecimento	
Tarefa de VNA	Minutos ganhos por dia de trabalho pela eliminação da tarefa de VNA	Mês	Ano
Procura e <i>picking</i> de artigos no rack da linha	3	56€	665€
Transporte para o posto de trabalho	3		
Abastecimento do posto de trabalho	19,2		

Mais de 25 min. por dia!

Tabela 6: Savings pela implementação de bordos de linha no posto 4 da linha manual.

Posto 4		Valor investido que deixa de suportar atividades de abastecimento	
Tarefa de VNA	Minutos ganhos por dia de trabalho pela eliminação da tarefa de VNA	Mês	Ano
Abastecimento da caixa que está debaixo da linha para o posto.	72	132€	1.584€

*VNA: Valor Não Acrescentado

5.3 Criação de uma área de armazenamento dinâmica: Supermercado

Com a criação de bordos de linha, e a redefinição de contentores a utilizar, tornou-se imperativo criar uma área de armazenamento que facilitasse o *picking* pelo abastecedor. Esta área seria o ponto de ligação entre o bordo de linha e o armazém.

Assim, o conceito de supermercado surgiu para que o abastecedor, ao dirigir-se ao armazém, conseguisse encontrar e fazer o *picking* dos componentes, que necessitava, de forma fácil e rápida. O abastecedor deixaria de perder tempo a procurar os artigos no armazém ou então à espera da disponibilidade do colaborador de armazém para que este lhe facultasse os componentes necessários.

Apresentam-se de seguida as características definidas para o supermercado:

- Permitir a gestão visual de todas as embalagens contendo os componentes;
- Ter uma localização fixa para cada caixa com componentes;
- Possibilitar acesso fácil e rápido a qualquer caixa com componentes;
- Assegurar que o *FIFO* é cumprido, no fornecimento e no abastecimento;
- É desenhado para facilitar o manuseamento em fluxo de:
 - Pequenos contentores definidos na secção anterior;
 - Contentores sobre rodas;
 - Carrinhos de transporte de peças.

Dimensionamento

A primeira fase de dimensionamento do supermercado centrou-se em escolher um tipo de contentor *standard* para os componentes necessários às linhas de montagem. Esse contentor seria igual para todos os componentes a armazenar no supermercado e seria o mesmo que existe no bordo de linha. Esta decisão foi tomada para que a variabilidade do supermercado e a operação de *decanting* realizada pelo abastecedor nas linhas de montagem fossem eliminadas. Assim, o contentor escolhido foi o definido na secção 5.2.

As linhas de montagem utilizam 15 referências de componentes. Naturalmente que, para a utilização de um único tipo de caixa no supermercado e bordo de linha, dependendo do tipo de componente, a quantidade em cada caixa será diferente. Assim, para facilitar o cálculo da quantidade a alocar de cada componente, decidiu-se agrupá-los por afinidade (cor, tamanho e tipo de terminal). Um aspeto importante a referir é que cada grupo tinha, a montante, o mesmo fornecedor. Formaram-se quatro grupos de componentes em que cada um teria a mesma quantidade alocada por caixa com exceção de um.

De notar que, depois de calculada a quantidade a abastecer em cada caixa, se negociou com os fornecedores a alteração para que cada caixa fornecida correspondesse a uma caixa do supermercado.

Na tabela seguinte apresenta-se um sumário das alterações feitas por grupo de componente.

Tabela 7: Proposta de quantidade de caixa por grupo de componentes no supermercado.

Grupo de componente	Nº de referências	Quantidade antiga por caixa	Quantidade nova por caixa	Frequência de abastecimento definida
Terminal de Espiral Clip	6	5000	4200	± 8 horas
Terminal de Espiral Reto	5	1500	1200	2 horas
Terminal de Espiral Curvo	2	3000	1200	2 horas
Terminal de Cabo	1	14000	4800	8 horas
Exceção do Grupo de Terminal de Espiral Clip	1	2000	2400	4 horas

A quantidade por caixa teve em conta a elaboração de uma frequência de abastecimento (ver equação 1) múltipla de duas horas. Esta foi calculada com base no consumo máximo da linha que são 600 peças por hora para todos os componentes. É importante referir que as frequências de abastecimento são diferentes por grupo pois, como o contentor utilizado é o mesmo, dependendo do tipo de tamanho e volume da peça, vão caber mais ou menos componentes na caixa *standard* utilizada.

$$\text{Frequência de Abastecimento} = \frac{\text{Quantidade nova por caixa}}{\text{Consumo Máximo por Hora}} \quad (1)$$

O facto de ter existido a necessidade de negociar com os fornecedores fez com que a implementação do supermercado não fosse possível antes do término do meu projeto ficando como proposta que foi devidamente validada pela Empresa.

Estando definidas as quantidades a colocar de cada componente no contentor escolhido é necessário saber quantas caixas de componentes é necessário colocar no supermercado de forma a que esteja assegurado que não existem roturas de material nas linhas de montagem por falta de componentes.

Kanban 2bin-system

Para dimensionar a quantidade de caixas a ter no supermercado foi necessário delinear como é que o reabastecimento às linhas de montagem seria realizado. Assim, adotou-se o conceito de utilização do *Kanban* na modalidade *2bin-system*. Este *Kanban*, intitulado também de sistema de 2 caixas, constitui uma ordem de reposição interna em que, para cada componente, existem duas caixas no bordo de linha. Na situação inicial com apenas uma caixa por componente no bordo de linha não era possível implementar este tipo de sistema de reabastecimento.

Com a implementação desta solução o *stock* máximo, por cada componente, no bordo de linha é de 2 caixas. Podemos concluir que não ocorrerão roturas no abastecimento às linhas de montagem, se detetada pelo abastecedor uma caixa vazia dum qualquer componente, no bordo de linha, este assegurar o reabastecimento desse componente, em caixa cheia, no tempo de esvaziamento do contentor em utilização.

Um ciclo de reabastecimento corresponde à frequência de abastecimento definida para cada grupo de componentes na tabela 7.

Na figura seguinte representa-se um esquema do funcionamento do *Kanban 2bin-system*. No anexo H pode ver-se o esquema aplicado num quadro visual das linhas.

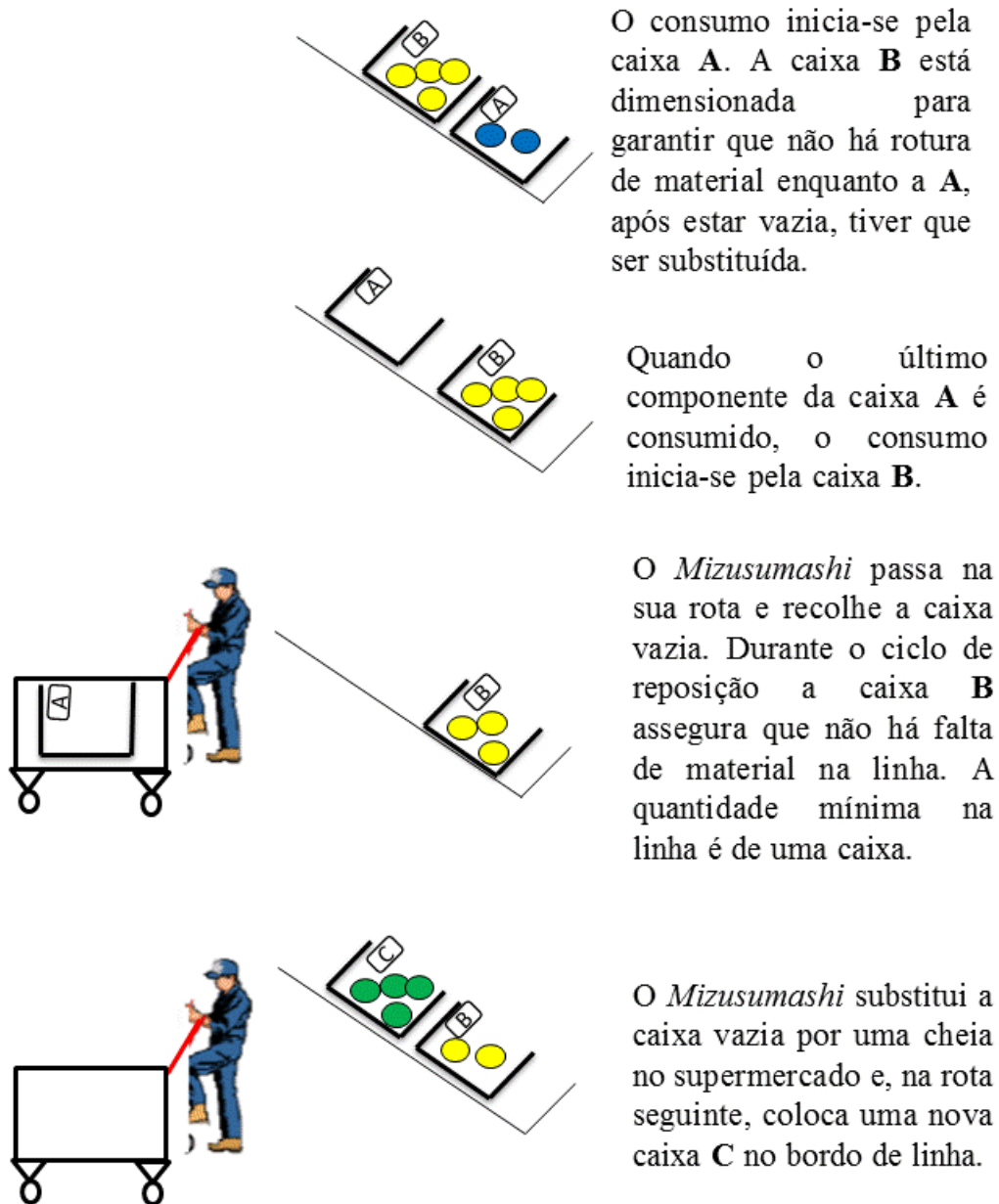


Figura 30: Esquema do Funcionamento do *Kanban 2bin-system*.

Para um correto dimensionamento do supermercado de componentes devemos considerar que a capacidade deverá ser a adequada para suprir as necessidades da produção no reabastecimento dos bordos de linha.

Ao implementar no bordo de linha o sistema de duas caixas considerou-se que o supermercado de componentes também deve funcionar nesse sistema. Assim, o nº de caixas de cada componente presente nesta estrutura de armazenamento dinâmica, deve ser no mínimo, duas. Isto para que, o abastecedor quando recolhe uma caixa vazia de dado componente no bordo de linha a possa trocar por uma cheia no supermercado. Esta conclusão pode ser apresentada nas equações seguintes:

$$\text{Stok mínimo no supermercado por artigo } i = \text{Quantidade } i \text{ do nível de reposição} \times 2 \quad (2)$$

Na equação (2) o nível de reposição do bordo de linha para cada componente é quando este apresenta a quantidade correspondente a uma caixa.

Desta equação se deduz que, tendo na linha uma caixa com uma dada quantidade, utilizando o sistema de duas caixas, o *stock* mínimo a ter em supermercado é dupla da quantidade que está na linha aquando do pedido de reposição.

Em termos de nº de caixas, por componentes, divide-se a quantidade do *stock* mínimo desse componente a ter no supermercado, pela quantidade prédefinida na caixa cheia.

$$\text{Nº de caixas no supermercado por componente} = \frac{\text{Stock mínimo}}{\text{Quantidade por caixa}} \quad (3)$$

Embora se tenha definido a quantidade por caixa de cada componente e a quantidade a ter no supermercado encontrou-se um constrangimento. Este tipo de supermercado obrigaria a ter um funcionário no armazém disponível para fazer a operação de *decanting* de caixas de cartão que chegam do fornecedor para as caixas de plástico utilizadas no supermercado. A Empresa não conseguiu disponibilizar, de imediato, um operador de armazém para realizar essa tarefa. Assim, a proposta foi validada mas, no supermercado, estariam todos os componentes que chegam ao armazém e, na mesma, em caixas de cartão.

A Empresa também não se mostrou disponível para adquirir um conjunto de caixas, de acordo com as dimensões já definidas neste projeto, e com esse recurso logístico implementar um sistema de fornecimentos que disponibilizaria aos fornecedores de componentes as caixas de plástico da Empresa eliminando a operação de *decanting* e não condicionando a vantagem do *Kanban 2bin-system* no supermercado e no reabastecimento dos bordos de linha.

A Empresa admitiu que esta proposta de transporte de caixas vazias e caixas cheias entre o supermercado e o bordo de linha é uma medida a adotar, considerando-a implementável.

Nesta fase a solução possível é utilizar o *Kanban 2bin-system* de uma forma parcial e só nos bordos de linha. Existem aí as duas caixas para cada componente mas, o abastecedor quando deteta a caixa vazia do bordo de linha não a retira, mas vai ao supermercado, recolhe uma caixa de cartão dessa referência na quantidade especificada no *Kanban* e transporta-a para a linha, despejando essa quantidade na caixa vazia localizada no bordo de linha.

Tipo de supermercado

O supermercado estaria localizado no armazém e seria do tipo dinâmico. Assim, para cada componente, é reservado um local devidamente identificado. Este supermercado é construído a partir do chão preservando e facilitando o manuseamento dos materiais. Esta estrutura dinâmica teria rolos em cada entrada, sendo que cada entrada estaria levemente inclinada. Esta inclinação, com a ajuda da gravidade, permite que quando se retira uma caixa, a que está imediatamente a seguir ocupe o primeiro lugar.

Esta estante dinâmica assegura o princípio *FIFO*, em que a primeira caixa que se coloca no supermercado é a primeira a ser retirada para o bordo de linha na produção. Para que este princípio seja cumprido, a gestão visual é muito importante. Pequenas indicações de sinal proibido podem ser colocadas na parte da frente do supermercado para que ninguém abasteça por esta via. Na figura seguinte mostra-se este exemplo:



Figura 31: Exemplos de aplicação do princípio FIFO no supermercado.

As alterações e constrangimentos apresentados, anteriormente, mantiveram-se até ao final do projeto em Empresa e por isso o supermercado encontra-se na fase inicial de implementação. Uma condicionante encontrada foi também a libertação de espaço em armazém para a construção desta estrutura dinâmica de armazenamento. Não obstante, na figura da página seguinte, mostra-se o desenho de construção do supermercado projetado com algumas considerações (para mais informação sobre cotas e outras vistas, consultar anexo I).

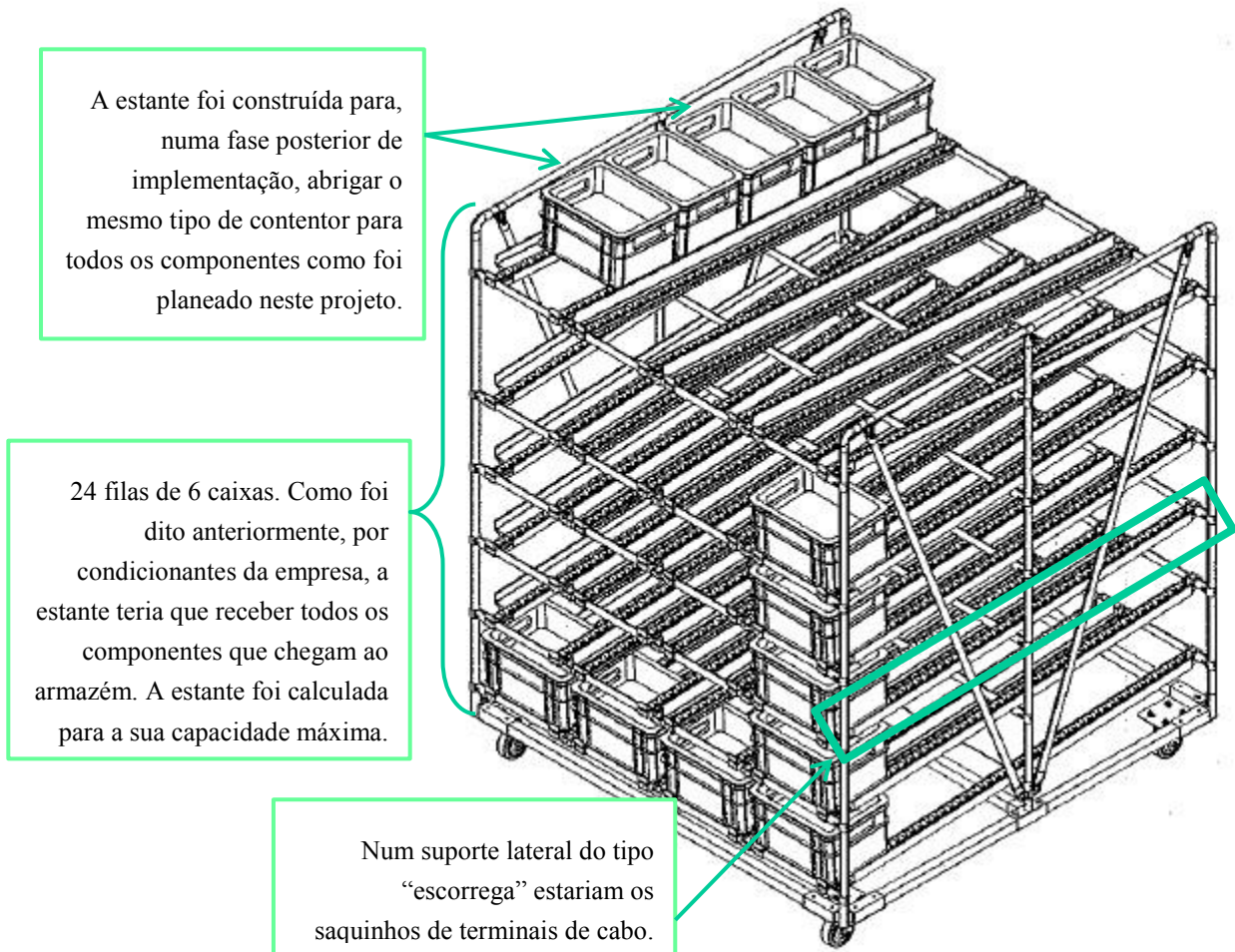


Figura 32: Desenho de construção do supermercado.

Savings

Com a projeção do supermercado de abastecimento de componentes de compras às linhas de montagem do Centro de Trabalho GM Portas, deixou de haver a necessidade de manter os *racks* junto às linhas de montagem com material parado. Desta forma, o nível de *stock* junto às linhas diminuiu bastante e o espaço era liberto para ocupação futura de algo que fosse necessário.

Não obstante esta melhoria no nível de *stock*, com a preparação do abastecimento em supermercado, o abastecedor passaria a abastecer o bordo de linha somente quando necessário sem ter de responder a pedidos aleatórios das operadoras ou pedidos SOS. O abastecimento seria direto ao bordo de linha.

Na tabela 8 evidenciam-se os ganhos em minutos, na eliminação de tarefas sem valor do abastecedor, com a conseqüente redução de custo para a Empresa.

No gráfico seguinte apresenta-se a diminuição prevista de *stock* junto às linhas com a eliminação dos *racks* de *stock* intermédio (para mais pormenor ver anexo J).

Tabela 8: Savings pela eliminação da tarefa de abastecimento em dois passos.

Tarefa de VNA	Minutos ganhos por dia de trabalho pela eliminação da tarefa de VNA	Valor investido que deixa de suportar o abastecimento em dois passos	
		Mês	Ano
Abastecer racks junto às linhas e só depois os bordos de linha	120	264€	3168€

Se o abastecedor custar à empresa 1000€, ¼ desse é investido em atividades de valor acrescentado.

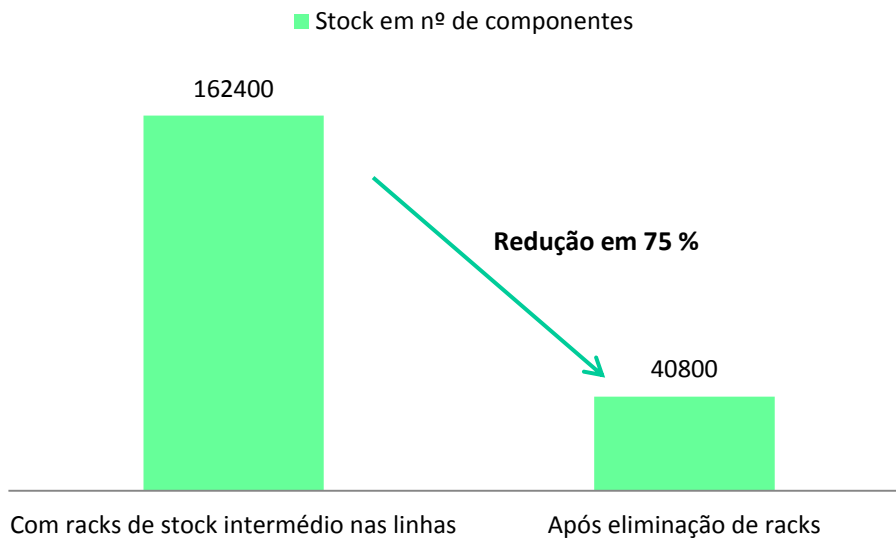


Gráfico 2: Savings em Stock de componentes junto às linhas com eliminação de stock intermédio.

5.4 Mizusumashi

Na criação de fluxo na logística interna é imprescindível um recurso que transporte as caixas de componentes entre o supermercado e os bordos de linha, o *Mizusumashi*.

No Capítulo 3 apresentamos e justificamos a finalidade deste operador logístico que é disponibilizar o material aos operadores na quantidade necessária e quando necessário.

O *Mizusumashi* não é mais do que um comboio logístico que, através da normalização da sua rota, assegura ciclos de reabastecimento dos bordos de linha permitindo que a produção se concentre nas atividades e tarefas dos processos que acrescentam valor ao produto.

Com este projeto foi desenvolvida uma proposta para melhorar a interação da produção com a logística interna reformulando o conceito do reabastecimento das linhas de montagem com a intervenção do *Mizusumashi*.

A proposta *Mizusumashi* tem as seguintes características:

- As paragens são no supermercado de componentes e nos bordos de linha;
- É operado pelo abastecedor mas sempre segundo um ciclo predefinido;
- Os recursos transportados são as caixas com componentes ou caixas vazias.

O abastecedor, os bordos de linha e o supermercado são elementos essenciais para garantir o bom funcionamento do *Mizusumashi* assegurando uma reposição fácil e precisa dos materiais.

No contexto atual da Empresa não foi possível implementar um comboio logístico já que a proposta desenvolvida não podia ser implementada em todas as linhas de montagem.

O espaço fábrica apresenta vários constrangimentos com corredores que não têm largura suficiente para a passagem do comboio logístico. Porém, o conceito de normalização do trabalho do abastecedor, estabelecendo uma rota para este foi aplicado, daí a aplicação do conceito de *Mizusumashi*. A única diferença é que o comboio é substituído por um carrinho que a empresa possui e a rota é só entre as 4 linhas do Centro de Trabalho em estudo.

Com a criação do supermercado eliminou-se um constrangimento identificado no círculo, apresentado na secção 4.1.3, e intitulado de *Rack de stock* intermédio.

Com a implementação dos bordos de linha, nenhuma operadora abastece o seu posto a partir de caixas no chão, eliminando outro constrangimento do abastecimento no mesmo círculo, apresentado na secção 4.1.3. O abastecimento é agora direto e realizado somente pelo abastecedor entre o supermercado no armazém e os bordos de linha.

Calculou-se, numa primeira fase, o ciclo de operação *Mizusumashi*. O ciclo foi calculado com base no tempo necessário à realização das várias atividades somando o tempo perdido na deslocação entre os vários pontos. Assim, concluiu-se que o ciclo seria de 1 hora. Na figura a seguir apresenta-se um carrinho plataforma de transporte de materiais que a empresa adotou para realizar o transporte de materiais entre as linhas e o supermercado.



Figura 33: Carrinho utilizado pelo *Mizusumashi*.

Este carrinho transporta os componentes para a linha de montagem. Como meio de transporte, o porta-paletes pode ser comparado a um táxi, que passeia de um lado para o outro, sem rotas, sem horários e quase sempre vazio. Por outro lado, este carrinho é como um metro, que tem uma rota definida e é bem mais acessível que o porta-paletes. De forma sintética, as principais funções do *Mizusumashi* serão:

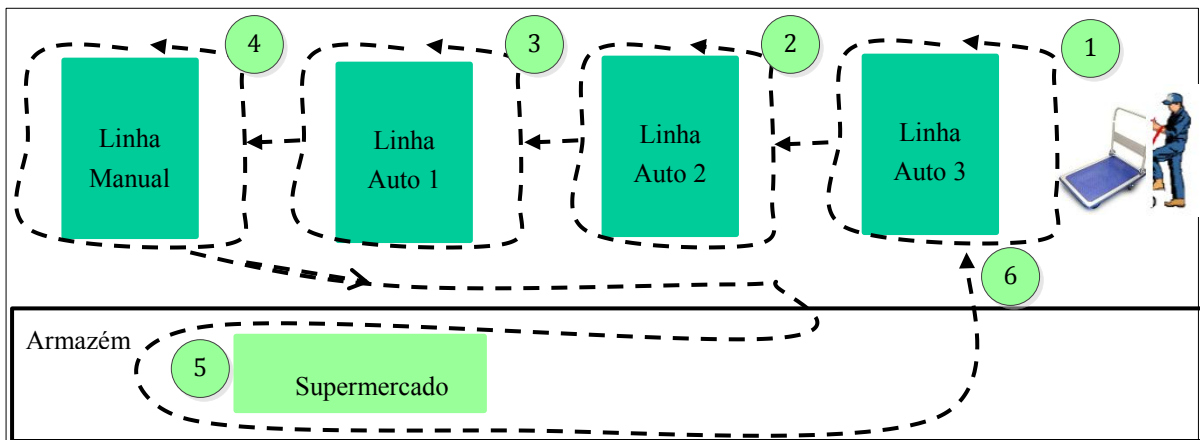
- Satisfazer os pedidos de recolha baseado no *Kanban 2bin-system*.
- Recolher as caixas vazias das linhas (nesta fase só os *Kanbans*).
- Deslocar-se ao supermercado e trocar a caixa vazia por uma cheia (nesta fase recolhe a quantidade a repor no bordo de linha de acordo com o *Kanban*).

- Voltar a repor os componentes no bordo de linha (nesta fase encher caixa vazia e repor *Kanban*).

De notar que, as função supracitadas foram projetadas para o caso do supermercado conter as caixas de plástico. A Empresa aprovou estas funções considerando-as para o futuro. A limitação atual, explicado anteriormente, determina que o abastecedor para não ter que fixar os componentes a abastecer ou para evitar lapsos de memória deverá transportar os *Kanbans* desses componentes entre os bordos de linha e o supermercado.

Na tabela seguinte apresenta-se uma folha de trabalho, normalizada e com ajuda visual, para implementação do conceito *Mizusumashi* operando sem falhas. Uma ressalva a fazer é que quando a Auto 1 funciona a Auto 2 está parada e vice-versa. Assim o *Mizusumashi* faz a operação 2 ou 3.

Tabela 9: *Mizusumashi Standard Work Sheet*



<i>Mizusumashi Standard Work Sheet</i>			Ficocables Lda.		
Área: Centro de Trabalho GM Portas			Nome: Rossana		
Produtos: Componentes de Compra			Ciclo: 60 minutos		
N ^o	Operação	Tempo		<i>Barra Temporal</i> 5 12 19 33 56 60	
		Oper.	Transp.		
1	Recolher caixas vazias Auto 3.	5	2		
2	Recolher caixas vazias Auto 2 OU Auto 1.	5	2		
4	Recolher caixas vazias Manual.	5	4		
5	Substituir caixas vazias pelas cheias no supermercado.	10	4		
6	Voltar aos bordos de linha e abastecê-los.	19	4		

Sinalização para mudança de referência: ANDON

Ao estabelecer a rota do *Mizusumashi* analisou-se também a situação de mudança de produção na linha e como sinalizá-la de modo a ser perceptível para o abastecedor, centrado no reabastecimento e suprimento dos pedidos baseado no *Kanban 2bin-system*.

Na situação inicial tal mudança era enquadrada por SOS da chefe de linha ao abastecedor. Desta forma, surgiu a ideia de adotar para esse efeito um dispositivo de gestão visual, sinalizador de 4 luzes (ver figura seguinte). O *ANDON*, já existente nas linhas de montagem mas não utilizado como recurso para a situação de mudança de produção na linha.

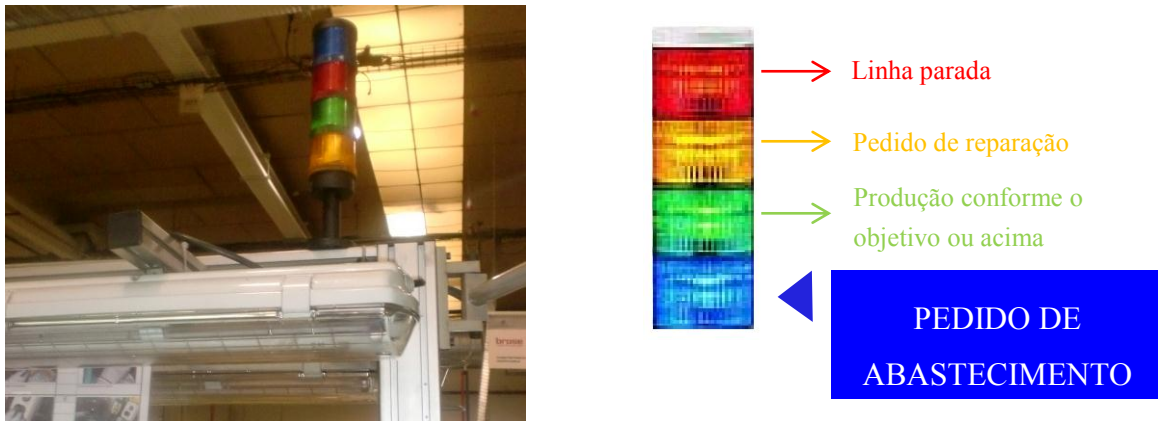


Figura 34: Sinalização ANDON para mudança de referência na produção (à esquerda numa linha)

No que diz respeito ao cumprimento das necessidades de abastecimento, este aparelho semelhante a um “semáforo”, é utilizado para fazer o acompanhamento da necessidade de alterar o processo de abastecimento. Ou seja, quando a luz azul acende, cerca de 30 minutos antes da alteração de referência de produção, o abastecedor terá que se dirigir à Chefe da Linha, que lhe comunicará as alterações de referência, recolher caixas não necessárias na produção seguinte e identificar os componentes que terá de encontrar no supermercado e que transportará para o bordo de linha desocupado.

Atualmente este sistema está a ser implementado em toda a fábrica inclusive nas 4 linhas do Centro de Trabalho GM Portas, em que o acompanhamento é feito linha a linha. As vantagens assinaladas para a sinalização *ANDON* são as seguintes:

- Apresentação imediata de problemas;
- Transferência mais eficaz da informação;
- Ações de abastecimento imediatas;
- Visualização da situação atual de cada linha;
- Redução do tempo de espera.

Indicador On Time Supply – OTS

Para avaliar a eficácia do *Mizusumashi* no abastecimento às linhas de montagem, propôs-se um novo indicador. Este indicador teria como objetivo demonstrar em percentagem o grau de cumprimento do abastecimento baseado no *Kanban 2bin-system*. Como o próprio nome indica, o indicador OTS – *On Time Supply* mediria se o abastecimento está a ser feito somente quando necessário.

Recuando um pouco para a situação inicial das linhas de montagem do Centro de Trabalho em estudo, o abastecimento era realizado pela intuição do abastecedor ou *SOS* das chefes de linha. Assim, este tinha o poder de realizá-lo como lhe aprouvesse. Quando o operador logístico se deparava com caixas meias vazias, um quarto vazias ou até mesmo um terço vazias, este enchia essas caixas mesmo não havendo uma ordem de reabastecimento. Desta forma, o abastecimento não estava a ser feito somente quando necessário mas sim, quando o abastecedor achava que era melhor. Com este método de abastecimento, diferentes lotes eram misturados e nunca se sabia a quantidade exata de componentes que eram depositados nessas caixas.

Assim, este indicador pode ser calculado da seguinte forma:

$$OTS = \text{frequência de abastecimento real} \div \text{frequência de abastecimento necessária} \quad (4)$$

A título de exemplo, imaginemos que existe na linha uma caixa com capacidade para 8 horas. Se o abastecedor a encher quando esta está dois terços vazia, a frequência de abastecimento real é de 320 minutos e a necessária é só quando as 8 horas de componentes fossem consumidas. Assim, o OTS será de 66%. À medida que o abastecimento é realizado com a caixa mais vazia, o OTS vai aumentando. No limite e na situação mais indicada, o abastecimento é realizado quando a caixa se encontra totalmente vazia. Nesta situação o abastecimento é realizado só quando necessário e o indicador seria de 100%.

Operando o reabastecimento no sistema *Kanban 2bin-system* o *Mizusumashi* só abastece as linhas de montagem quando encontra caixas vazias nas linhas. No gráfico seguinte apresenta-se o OTS para uma amostra retirada de um turno de observação do *Mizusumashi* antes e previsão de após a aplicação do *Kanban 2bin-system* (não foi possível encontrar um turno em que se repusessem exatamente as mesmas referências após a implementação deste sistema).

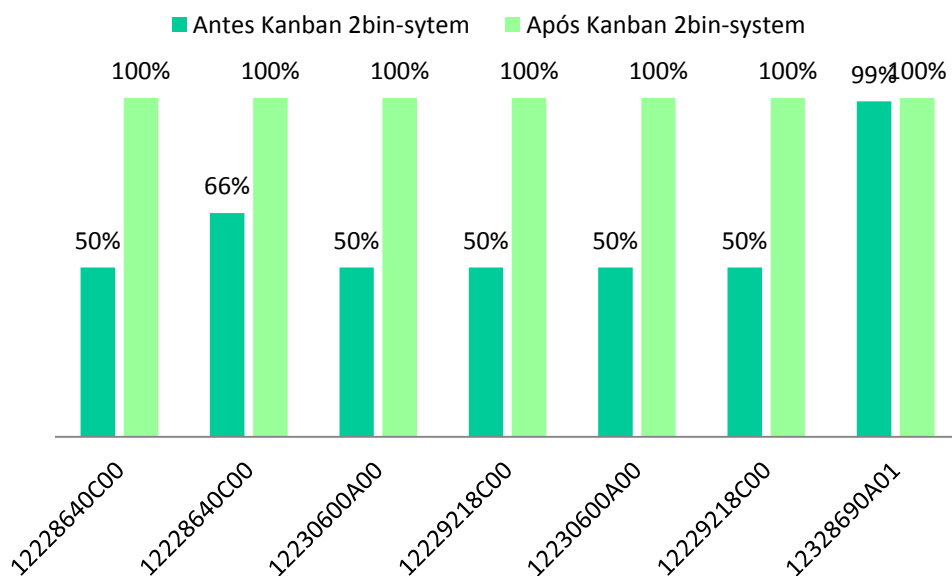


Gráfico 3: OTS para uma amostra de um turno antes e após aplicação do *Kanban 2bin-system*.

6. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

A crise económica fez-se sentir na indústria automóvel. As vendas da Ficocables Lda. desceram em 2011 e a previsão para as vendas de 2012 aponta uma nova descida. Com este cenário, a Empresa sentiu a necessidade de recorrer a mentes novas e jovens, não bloqueadas pelos problemas que uma fábrica apresenta, para tentar desenvolver projetos inovadores na empresa. O modelo utilizado neste projeto, *Total Flow Management*, orientado para a eliminação do desperdício com melhoria contínua, possibilita o aperfeiçoamento de processos com soluções não complexas mas eficazes cujo custo de implementação é significativamente inferior ao valor em *savings* que oferece.

Este modelo, aplicado na Logística Interna, contém um conjunto de ferramentas que, quando utilizadas de forma sensata e com determinação, permitem questionar e quebrar velhos paradigmas.

Palavras como mudança e inovação são fáceis de dizer mas muito difíceis de implementar quando as rotinas e paradigmas sem sentido prevalecem no dia a dia. Na instalação fabril da Maia, estas palavras não se ouviam muito. A resistência à mudança e a perseverança em velhos paradigmas faziam-se sentir nesta Empresa, fazendo com que a segurança nas atitudes e medidas da Gestão estivesse presa no hábito e rotina de tarefas.

Por esta ser uma altura difícil para todas as empresas da indústria automóvel era também a altura ideal para implementar as melhorias apresentadas ao longo desta dissertação, de forma a que, quando o mercado estiver em retoma, a Empresa possa ser mais competitiva.

O trabalho desenvolvido permitiu criar um sistema de abastecimento normalizado em que o *Mizusumashi* passou a abastecer somente quando necessário e nas quantidades necessárias.

A redução de *stock* junto às linhas de montagem, a eliminação de tarefas de abastecimento pelas operadoras e o valor que deixa de ser gasto em tarefas sem valor para o produto, são resultados que falam por si. Apesar de não ter sido possível concluir todo o trabalho aqui apresentado, expôs-se o caminho a seguir.

As soluções desenvolvidas permitiram também despertar na Direção da Empresa a importância que um sistema de abastecimento normalizado pode ter para tornar a empresa vencedora nos próximos anos. No futuro, este trabalho de melhoria poderá ser aplicado a todos os Centros de Trabalho na Empresa, criando áreas de armazenamento dinâmico no armazém e estendendo o *Mizusumashi* a toda a fábrica.

Além da Direção despertar para a importância destas soluções, com o tempo, as operadoras e Chefes de Equipa foram se apercebendo nas melhorias que o projeto podia causar nas suas rotinas de trabalho. De início, as mudanças foram vistas como fracasso certo e causadoras de mais problemas no dia-a-dia.

Nas longas e repetidas conversas com as pessoas no *gemba*, algumas dessas ideias foram rebatidas. Afinal para ver se algo resulta é necessário ir ao terreno e experimentar. Assim foi possível implementar os bordos de linha naquele Centro de Trabalho e o *Kanban 2bin-system* como novas rotinas do abastecimento.

Atualmente, muito trabalho ainda está por fazer e a mentalidade de melhoria contínua deverá ser uma desafio permanente. A Empresa começa a despertar para o novo paradigma em que, melhorando alguma coisa todos os dias é o primeiro passo se tornar vencedora.

7. Referências

- Baudin, Michel. 2004. *Lean Logistics*. Edited by Productivity Press.
- Coimbra, Euclides A. 2009. *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. 1st ed: Kaizen Institute.
- Community, Lean Thinking. 2012. Criação de Valor. http://www.leanthinkingcommunity.org/livros_recursos/criacao_valor.pdf.
- Emde, S., and N. Boysen. 2012. "Optimally routing and scheduling tow trains for JIT-supply of mixed-model assembly lines." *European Journal of Operational Research* no. 217 (2):287-299.
- Ficocables, Lda. 2006. Manual de Acolhimento.
- Forum, Kaizen. 22 de Agosto de 2008. "O KMS - Kaizen Management System." *Vida Económica*.
- Ichikawa, Hidetaka. 2009. Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly. Paper read at 2009 Winter Simulation Conference, WSC 2009, December 13, 2009 - December 16, 2009, at Austin, TX, United states.
- International, Ficos. 2010. Lean Thinking & Pull System.
- Kaizen, Instituto. 2012a. Available from <http://pt.kaizen.com/faq.html>.
- . 2012b. Webinar "Fluxo na Logística Interna". Paper read at Instituto Kaizen.
- Monden, Yasuhiro. 1988. *El Sistema de Producción Toyota*. Edited by S.A. Editorial CDN Ciencias de la Direccion. 3ª ed.
- Muchiri, P, and L. Pintelon. 2006. "Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion." *International Journal of Production Research* no. 46.
- Pena, Rui. 2000. *Metodologia da Árvore de Problemas*. Edited by AEP - Associação Empresarial de Portugal: PRONACI - Programa Nacional de Formação de Chefias Intermédias.
- Pinto, João Paulo. 2009. *Pensamento LEAN, A filosofia das organizações vencedoras*. Edited by lda Lidel - edições técnicas. 2ª ed. Vol. Biblioteca Indústria & Serviços: Lidel.
- Schey, John A. 2000. *Introduction to Manufacturing Processes*. Edited by MacGraw - Hill.
- Suzaki, Kiyoshi. 2010. *Gestão de Operações LEAN, Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. 1ª ed: LeanOp Press. Original edition, The New Manufacturing Challenge.

ANEXO A: Kanban de Transporte Interno

Kanban loop 3: Transport Internal Kanban

Kanban loop 3 is explained in Figures A7 to A9.

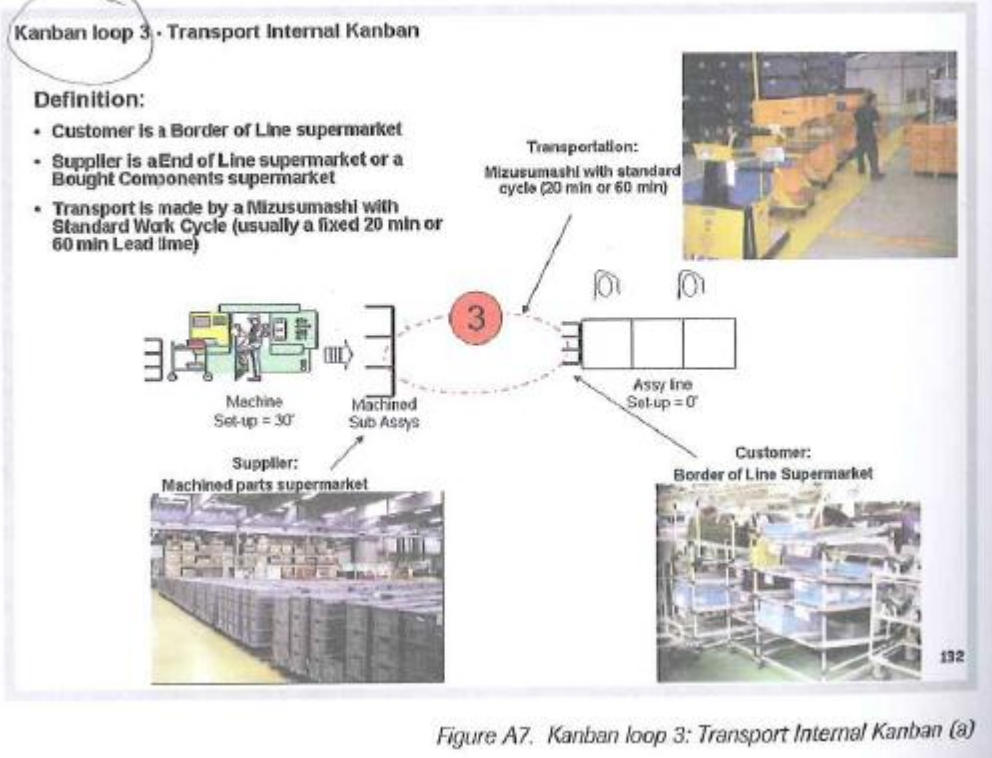
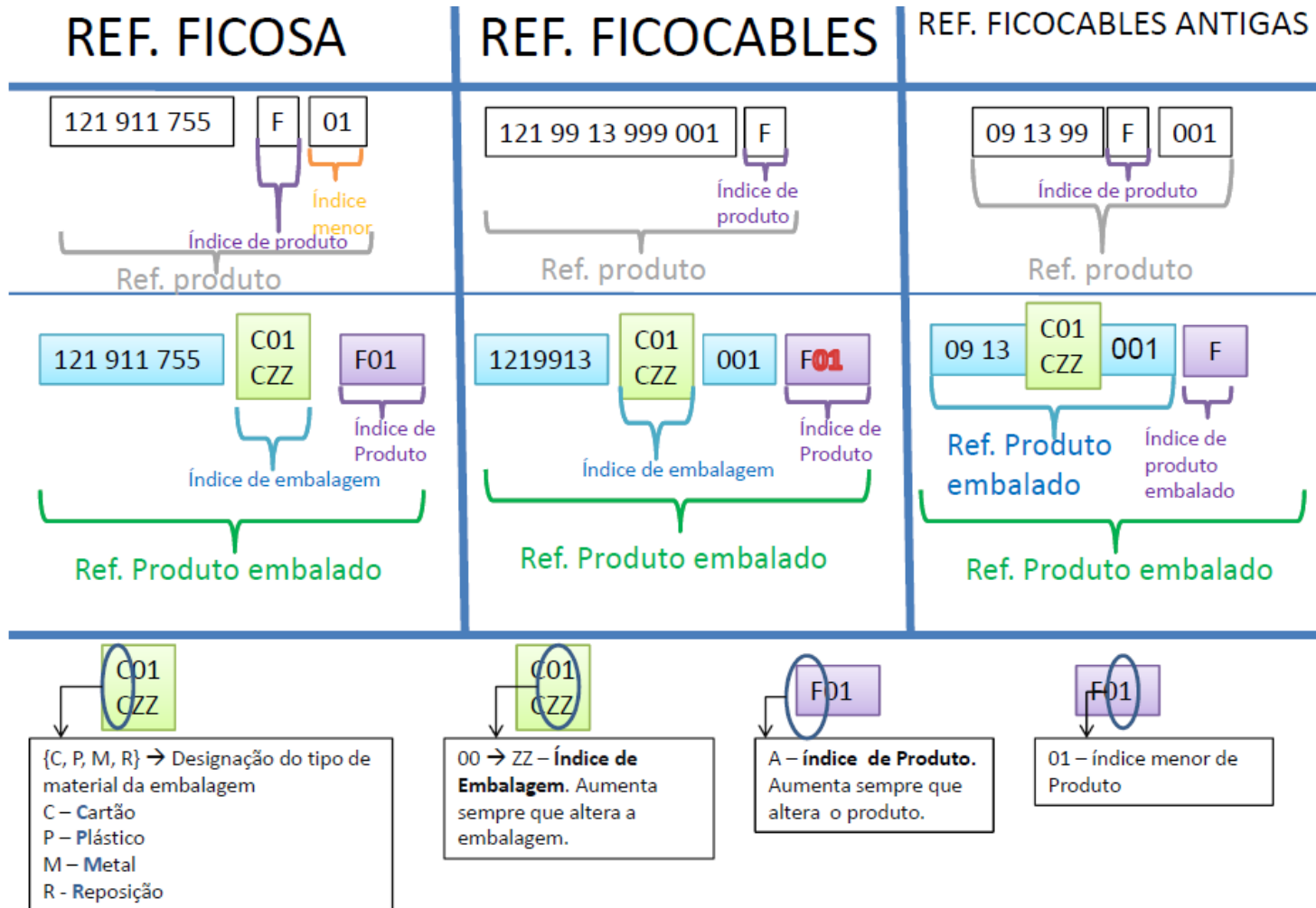


Figure A7. Kanban loop 3: Transport Internal Kanban (a)

ANEXO B: Codificação de Referências de produto final utilizada na empresa









26-10-2010

Carla Martins

1







ANEXO C: Folha Registo de Fluxo / Controlo de Valor Acrescentado do posto 2

LEAN / KAIZEN	REGISTO DE FLUXO / CONTROLO DO VALOR ACRESCENTADO					Nº 1 / 2012	
	Participantes	Rossana Rocha		Data	2012.03.21		
	PROCESSO	Abastecimento pela Operadora 'as is' e após melhoria		LOCAL	Posto 2 GM Manual		
	PRODUTO	Cabo Porta		LOTE	-		
SIMBOLOGIA							
	▶	Preparação	Operação	Controlo	Inspeção	Espera	Transporte

Abastecimento realizado pela operadora 'as is' por dia														
Fase	P	O	C	I	E	T	S	CVA	SVA	TEMPO (h/m/s)		OPERADOR	OPERAÇÃO	CONSTRANGIMENTO
1	X								X	9,6'	9,6'	Operadora posto 2	Abastecer da caixa verde para a de metal do lado direito da operadora. Abastecimento de 16 vezes durante um turno. 0,2'x16vezesx3turnos	Operadora tem que se baixar para abastecer da caixa verde que se encontra no chão para a de metal. Caixa de metal tem que ser abastecida de 30 em 30 minutos.
2	X								X	9,6'	19,2'		Abastecer da caixa verde para a de metal do lado esquerdo da operadora. Abastecimento de 16 vezes durante um turno. 0,2'x16vezesx3turnos	Operadora tem que se baixar para abastecer da caixa verde que se encontra no chão para a de metal. Caixa de metal tem que ser abastecida de 30 em 30 minutos.
h = horas / m = minutos(') / s = segundos('')										(T)	CVA = Com Valor Acrescentado			
Tempo: Total (T) / ∑ Parcial ▶										19,2'	19,2'	0%	◀CVA	
Elaborou	Rossana Rocha								▲	SVA ▶		19,2'	100%	
Rubrica									100 %	SVA = Sem Valor Acrescentado				

Abastecimento realizado pela operadora depois de ter o suporte bordo de linha por turno por dia														
Fase	P	O	C	I	E	T	S	CVA	SVA	TEMPO (h/m/s)		OPERADOR	OPERAÇÃO	GANHO
1	X								X	19,2'	19,2'	Operadora posto 2	Operadora deixa de ter que abastecer tanto do lado esquerdo como do direito.	Implementação de carrinho de suporte para a caixa, fazendo com que a operadora tenha acesso direto ao material.
h = horas / m = minutos(') / s = segundos('')										(T)	CVA = Com Valor Acrescentado			
Tempo: Total (T) / ∑ Parcial ▶										19,2'	19,2'	100%	◀CVA	
Elaborou	Rossana Rocha								▲	SVA ▶		0'	0%	
Rubrica									100 %	SVA = Sem Valor Acrescentado				

ANEXO D: Folha Registo de Fluxo / Controlo de Valor Acrescentado do posto 4

LEAN / KAIZEN	REGISTO DE FLUXO / CONTROLO DO VALOR ACRESCENTADO					Nº 1 / 2012	
	Participantes	Rossana Rocha		Data	2012.03.21	Pág. 1 / 1	
	PROCESSO	Abastecimento pela Operadora 'as is' e após melhoria		LOCAL	Posto 4 GM Manual		
	PRODUTO	Cabo Porta		LOTE	-		
SIMBOLOGIA							
	▶	Preparação	Operação	Controlo	Inspecção	Espera	Transporte

Abastecimento realizado pela operadora 'as is' por dia													
Fase	P	O	C	I	E	T	S	CVA	SVA	TEMPO (h/m/s)	OPERADOR	OPERAÇÃO	CONSTRANGIMENTO
1	X								X	72' 1440'	Operadora posto 4	Abastecer da caixa de cartão para a de metal Abastecimento de 6 vezes durante uma hora, 48 vezes num turno. Por dia=0,5'x48vezesx3turnos	Operadora tem que se baixar para abastecer da caixa de cartão que se encontra no chão para a de metal. Caixa de metal tem que ser abastecida de 10 em 10 minutos. Muitos terminais são perdidos devido ao movimento da caixa do chão para a de metal.
h = horas / m = minutos(') / s = segundos('')										(T)	CVA = Com Valor Acrescentado		
Tempo: Total (T) / ∑ Parcial ▶										1440'	1368'	95 %	◀CVA
Elaborou	Rossana Rocha								▲	SVA ▶	72'	5%	
Notas	Considera-se que à parte de a operadora fazer a fase1 está sempre a trabalhar								100 %	SVA = Sem Valor Acrescentado			

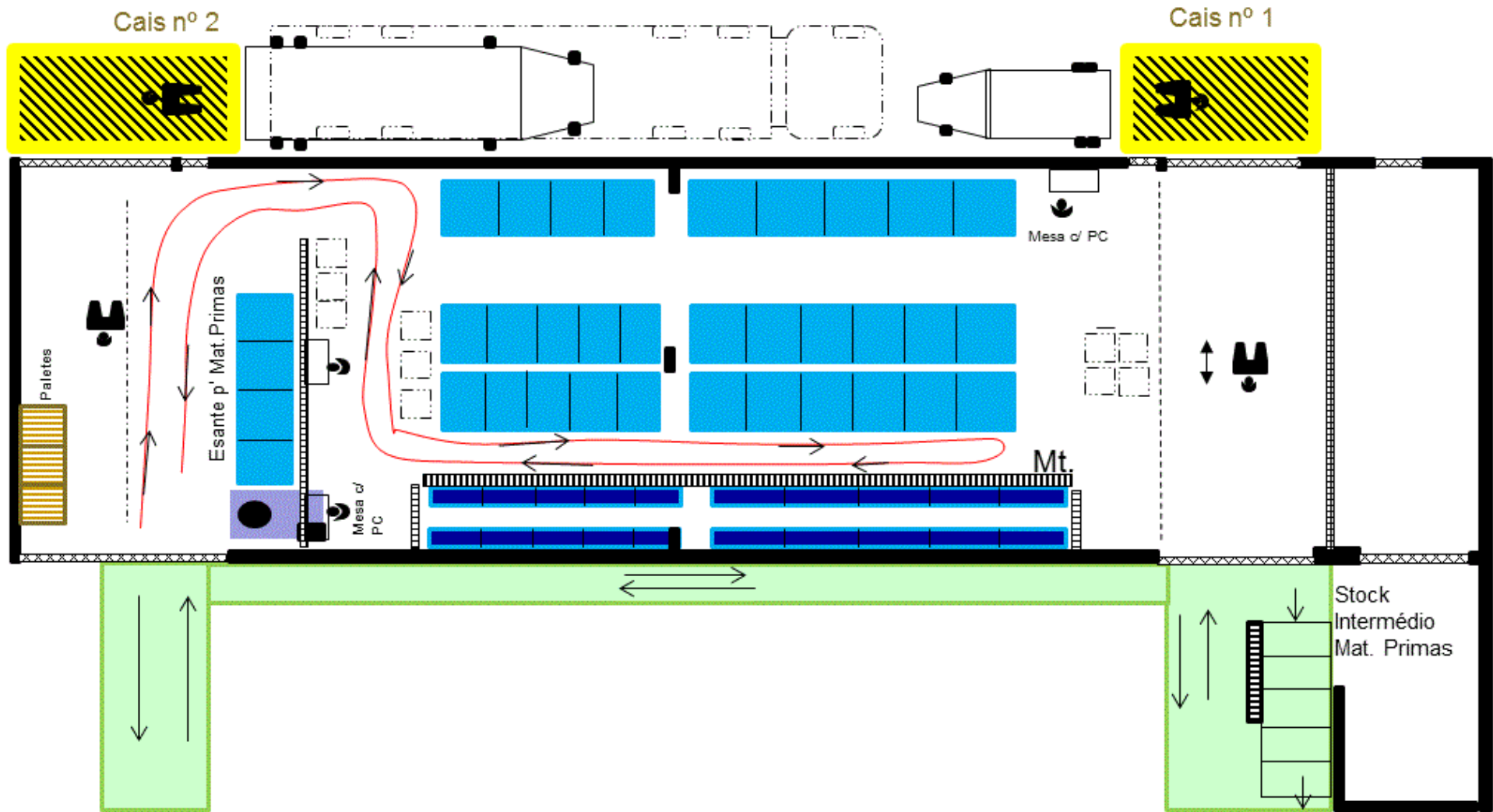
Abastecimento realizado pela operadora só uma vez por dia (implementação de bordo de linha e terminais em sacos de plástico)													
Fase	P	O	C	I	E	T	S	CVA	SVA	TEMPO (h/m/s)	OPERADOR	OPERAÇÃO	GANHO
1	X								X	1,5' 1440'	Operadora posto 2	Operadora passa a abastecer 1 vez por turno Por dia = 0,5 * 3 turnos	Diminuição da quantidade por caixa e embalagens de terminais em saquinhos. Um saco dá para um turno. Com os terminais em sacos, a perda destes é excluída.
h = horas / m = minutos(') / s = segundos('')										(T)	CVA = Com Valor Acrescentado		
Tempo: Total (T) / ∑ Parcial ▶										1440'	1438,5'	99%	◀CVA
Elaborou	Rossana Rocha								▲	SVA ▶	1,5'	0,1%	
Notas	Considera-se que à parte de a operadora fazer a fase1 está sempre a trabalhar								100 %	SVA = Sem Valor Acrescentado			

ANEXO E: Folha Registo de Fluxo / Controlo de Valor Acrescentado do abastecimento

LEAN / KAIZEN	REGISTO DE FLUXO / CONTROLO DO VALOR ACRESCENTADO				Nº 2 / 2012		
	Participantes	Rossana Rocha		Data	2012.03.21	Pág. 1 / 1	
	PROCESSO	Abastecimento		LOCAL	Plataforma/Armaz. Maia		
	PRODUTO	Terminal Espiral Clip		LOTE	Reciplas		
SIMBOLOGIA							
	▶	Preparação	Operação	Controlo	Inspeção	Espera	Transporte

Fase	P	O	C	I	E	T	S	CVA	SVA	TEMPO (h/m/s)	OPERADOR	OPERAÇÃO	CONSTRANGIMENTO	
1		X						X		5' 5'	Aprovisionador ^a no da armazém plataforma logística	Receber mercadoria	Localização da plataforma logística	
2		X						X		7' 12'		Dar entrada do material	-	
3						X			X	1' 13'		Transporte para zona de caixas no chão (porta- paletes)	20 metros	
4						X			X	1' 14'		Transporte para zona de expedição (porta- paletes)	30 metros	
5						X			X	5' 19'		Transporte de caixas para camião (porta-paletes)	10 metros	
6						X			X	30' 49'	Motorista	Percurso para armazém da Maia	1000 metros	
7		X						X		5' 54'	Aprovisionador no da armazém produção	Receber peças do camião e retirá-las com o empilhador	2º controlo de receção 2ª armazenagem antes da entrega à produção sem supermercado por não utilizar o pedido por <i>Kanban Pull</i> pelas linhas de montagem	
8		X						X		5' 59'		Colocar peças em estantes		
9		X						X		8' 67'	Abastecedor das Linhas de Montagem	Retirar caixas das estantes e colocá-las no porta- paletes		
10						X				5' 72'		Transportar caixas para as linhas de montagem	40 metros	
11									X	5' 77'		Abastecer rack 1 e 2: rasgar as caixas de papel e despejar para as de plástico verde	Evidencia: (1) não utilização de <i>Kanbans</i> e; (2) abastecimento ao bordo de linha sem preparação em supermercado	
12									X	8' 85'		Abastecer bordos de linha		
h = horas / m = minutos(') / s = segundos('')										(T)	CVA = Com Valor Acrescentado			
Tempo: Total (T) / ∑ Parcial ▶										85'	30'	35%	◀CVA	
Elaborou	Rossana Rocha									▲	SVA ▶		55'	65%
Rubrica										100 %	SVA = Sem Valor Acrescentado			

ANEXO F: Novo layout do armazém da fábrica



ANEXO G: Proposta de alteração da quantidade por caixa

Tipo term.	Ref. Repres.	Ref.	CH	Local	Fornecedor	Caixa Fornecedor Atual			Capacidade caixa plástico da Ficocables	Proposta de alteração da quantidade de peças de caixa do fornecedor	Feedback dos Fornecedores	Data implemen.	Embalagem de plástico do Supermercado						Freq. Abast.	dias stock	Observações quanto à alteração da embalagem do fornecedor	
						Dimensões							Capacidade caixa cartão	Dimensões(mm)			Tipo	Origem				Código
						P	L	A						P	L	A						
Dip	12228638C00	12228635C00	600	Supermercado	Reciplas	400	300	200	5000	4500	4200	OK, vai mudar p/ VP	03-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	7,00	0,29	Diminuir tamanho caixa
		12228636C00	600	Supermercado	Reciplas	400	300	200	5000	4500	4200	OK, vai mudar p/ VP	02-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	7,00	0,29	Diminuir tamanho caixa
		12228637C00	600	Supermercado	Reciplas	400	300	200	5000	4500	4200	pedido 13/06 5000	24-07-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	7,00	0,29	Diminuir tamanho caixa
		12228638C00	600	Supermercado	Reciplas	400	300	200	5000	4500	4200	OK, vai mudar p/ VP	24-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	7,00	0,29	Diminuir tamanho caixa
		12228639C00	600	Supermercado	Reciplas	400	300	200	5000	4500	4200	pedido 11/06 5000	n sei	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	7,00	0,29	Diminuir tamanho caixa
		12228640C00	600	Supermercado	Reciplas	400	300	200	5000	4500	4200	OK, vai mudar p/ VP	10-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	7,00	0,29	Diminuir tamanho caixa
		12230600A00	600	Supermercado	Viana Plasticos	300	300	190	2000	4500	2400	OK, vai mudar p/ VP	01-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	4,00	0,17	Aumentar tamanho caixa
Curvo	12228642C00	12228641C00	600	Supermercado	Plastife	600	400	300	3000	2000	1200	MUDA SEMANA 24	12-06-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	2,00	0,08	Diminuir tamanho caixa
		12231143C00	600	Supermercado	Plastife	600	400	300	3000	2000	1200	MUDA SEMANA 24	12-06-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	2,00	0,08	Diminuir tamanho caixa
Reto	12228643C00	12228643C00	600	Supermercado	Viana Plasticos	300	300	190	1500	2000	1200	OK	10-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	2,00	0,08	Diminuir tamanho caixa
		12228544C00	600	Supermercado	Viana Plasticos	300	300	190	1500	2000	1200	OK	10-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	2,00	0,08	Diminuir tamanho caixa
		12229218C00	600	Supermercado	Viana Plasticos	300	300	190	1500	2000	1200	OK	10-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	2,00	0,08	Diminuir tamanho caixa
		12230413A00	600	Supermercado	Viana Plasticos	300	300	190	1500	2000	1200	OK	10-05-2012	260	355	185	P	Fico	UADGAL4322	2,00	0,08	Diminuir tamanho caixa
Cabo	12328690A01	12328690A01	600	Supermercado	Industrias Meel				14000	n.s.	4800	OK	15-05-2012	262	160	90	C	Forn	UADGAL4322	8,00	0,33	Colocar na caixa dois sacos de 4800 terminais cada (cada saco é para um turno)

ANEXO H: Ajuda visual para o abastecedor realizar o seu trabalho de forma normalizada exposto num quadro das linhas de montagem.

FIDORRA
Pneúmatica, Lda

Instruções Kanban "duas caixas"
CT GM Portas - 240408

100 2500-01
1998 2500-01
1998 2500-01

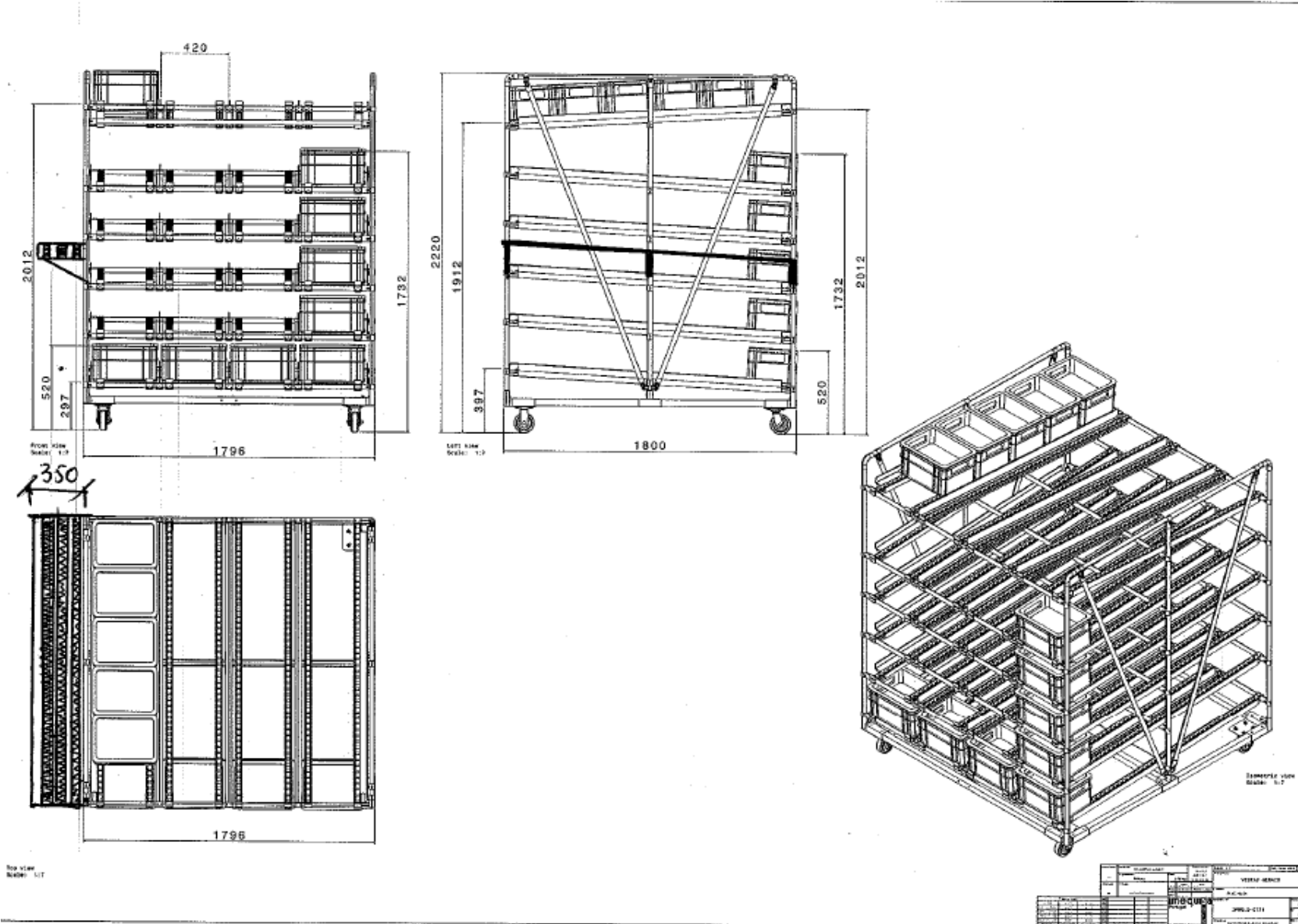
O consumo inicia-se pela caixa A. A caixa B está dimensionada para garantir que não há ruptura de material enquanto a A, após estar vazia, tiver que ser substituída.

Quando o último componente da caixa A é consumido, o consumo inicia-se pela caixa B.

O *Mitsuomachi* passa na sua rota e esche a caixa vazia a partir de uma de cartão. Durante o ciclo de reposição a caixa B assegura que não há falta de material nas linhas. A quantidade mínima na linha é de uma caixa.

Data: 12/06/2017 Coordenador: _____ Assinatura: [assinatura]

ANEXO I: Desenho de construção do supermercado



ANEXO J: Stock em número de componentes antes e após a eliminação dos racks de stock intermédio das linhas de montagem.

			Stock em nº de componentes		
			Local	Com racks	Após eliminação de racks
Clip	2228638C0	12228635C00	Rack 1	10000	0
		12228635C00	BL2 / Aut 2	4500	8400
		12228636C00	Rack 1	10000	0
		12228637C00	Rack 1	10000	0
		12228638C00	Rack 1	10000	0
		12228638C00	BL4 / Aut 3	1000	4200
		12228638C00	BL4 / Aut 3 (ce)	4500	4200
		12228639C00	Rack 1	10000	0
		12228640C00	Rack 2	10000	0
		12230600A00	Rack 1	4000	0
Curvo	2228642C0	12228641C00	Rack 2	6000	0
		12228641C00	BL4 / Aut 3	400	1200
		12228641C00	BL4 / Aut 3 (ce)	2000	1200
		12228642C00	BL3 / Man	6000	2400
Reto	2228643C0	12228643C00	Rack 2	6000	0
		12228643C00	BL2 / Aut 2	2000	2400
		12228644C00	Rack 2	6000	0
		12229218C00	Rack 2	6000	0
		12230413A00	Rack 2	6000	0
		12229133A00	BL3 / Man	6000	2400
Cabo	2328690A0	12328690A01	BL2 / Aut 2	14000	4800
		12328690A01	BL3 / Man	14000	4800
		12328690A01	BL4 / Aut 3	14000	4800
			TOTAL	162400	40800

ANEXO K: Plano de Ações desenvolvido para o Centro de Trabalho GM Portas

1 - Summary - Open Issues List - OIL (Do)							
Nº	PROBLEMA	ACÇÃO	RESP	DATA		Status	Check
				Prevista	Real		
1	Utilização de caixas verdes nas linhas com muito stock	Propor nova quantidade por caixa aos fornecedores	RR-FT -SA	24-4-12	11-5-12	100%	100%
1		Utilizar caixas amarelas médias nas linhas	RR-FT	27-4-12		100%	100%
1		Alterar layout BL	RR-HF	4-5-12		100%	100%
2	A quantidade de abastecimento, em cada caixa verde, não corresponde a uma necessidade prévia de fornecimento. Ausência de informação visual solicitando o reabastecimento	Abastecimento Kanban "2 bin system" às linhas: abastecimentos mais frequentes contudo mais rápidos e seguros	RR-FT	4-5-12		100%	100%
2		Preparação do abastecimento em supermercado no armazém	RR-FT	4-5-12		20%	20%
2		Decanting no armazém	RR	4-5-12			
3	Dois racks nas linhas com stock em excesso para as necessidades diárias	Retirar racks das linhas de montagem	RR-FT	4-5-12		90%	90%
4	As linhas são abastecidas pelo rack	Abastecimento direto aos bordos de linha	RR-FT	4-5-12		100%	100%
5	Abastecedor realiza o abastecimento segundo a sua intuição, não possuindo uma rota pré-definida	Estabelecer frequências de abastecimento	RR-FT	20-4-12	20-4-12	100%	100%
5		Estabelecer rota de abastecimento iniciada no supermercado e passando	RR-FT	4-5-12		100%	100%
5		Ficha de <i>Standard Work</i> para o Abastecedor	RR-FT	4-5-12		100%	100%
6	Ausência de preparação do abastecimento para mudança de referência	Repor <i>ANDON</i> e usar sinalização "azul" para informar o abastecedor que	RR-FT	4-5-12		100%	100%

Resultados

Total de Ações
12
Ações Fechadas
9
Status
75%

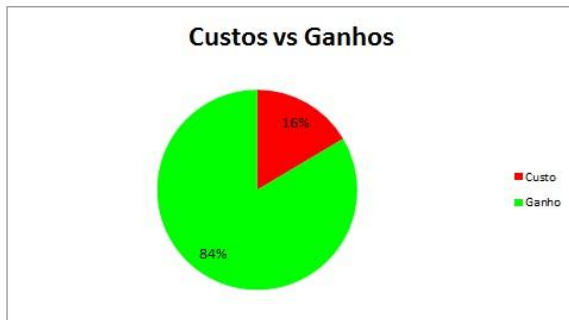
Equipa

RR-R. Rocha
FT-F. Teixeira
SA-S. Alexandra
HF-Henrique Fiães

ANEXO L: Análise Custo Benefício da Alteração do Layout de Bordos de Linha e dos Fornecedores que aumentar o custo das suas peças.

Sumário Custos vs Benefícios		
	Custo	Ganho
1,00	220,00	5.417,28 €
2,00	1.261,88 €	2.092,27
	1.481,88	7.509,55 €
		6.027,67

1. Análise Custo Benefício de alteração do 'layout' dos bordos de linha
2. Análise Económica dos Fornecedores que aumentaram o preço das peças



Ação	Custo	Benefício		
		Horas/mês	€/mês	€/ano
1.1 Eliminação de tempos e movimentos das operadoras à procura de artigos nos racks	200,00 €	2,20	13,20 €	158,40
1.2 Eliminação de tempos e movimentos das operadoras a abastecer da caixa verde para o suporte de metal.		7,04	42,24 €	506,88
1.3 Abastecedor abastece diretamente os bordos de linha		44,00	264,00 €	3.168,00
1.4 Eliminação do abastecimento da caixa de metal do posto 4	20,00	26,40	132,00 €	1.584,00
	220,00 €			5.417,28 €

	Fornecedor Mael		Fornecedor Plastifa	
	'as is'	'to be'	'as is'	'to be'
Qtd/ano	6.126.453,00	6.126.453,00	2.857.613,00	2.857.613,00
Qtd/sem	117.816,40	117.816,40	54.954,10	54.954,10
Nº caixas/sem.	9,00	13,00	19,00	46,00
Stock médio/sem.	126.000,00	124.800,00	57.000,00	55.200,00
Poupança peças/sem	-	1.200,00	-	1.800,00

Poupança **555,36000 € ano** **1.536,91200 € ano**

Qtd atual Mael	14.000,00	unid
Qtd futura Mael	9.600,00	unid
Custo atual Mael	0,02450 €	
Custo futuro Mael	0,02465 €	

Qtd atual Plastifa	3.000,00	unid
Qtd futura Plastifa	1.200,00	unid
Custo atual Plastifa	0,02010 €	
Custo futuro Plastifa	0,02022 €	