



**LUÍS FILIPE
ROCHA TRIGO**

**Estudo e Propostas de Melhoria na preparação de
kits na Bosch Termotecnologia.**



**LUÍS FILIPE
ROCHA TRIGO**

**Estudo e Propostas de Melhoria na preparação de
kits na Bosch Termotecnologia.**

Relatório de projecto apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais, Orlando Trigo e Marcelina Rocha por todo o apoio e oportunidades que sempre me facultaram.

o júri

presidente

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor António Ernesto da Silva Carvalho Brito
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço aos meus pais que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões ao longo do meu trajecto académico, dando-me suporte, apoio e incentivando-me nos momentos mais difíceis.

Agradeço também, à Prof. Doutora Helena Alvelos que sempre se mostrou prestável no sentido de me apoiar na elaboração deste trabalho.

Gostava também de agradecer a todos os colaboradores da Bosch Termotecnologia que directa ou indirectamente me ajudaram na elaboração deste trabalho, em especial ao Eng. Luís Pacheco e ao Eng. Eurico Couto.

Agradeço também a todos os colegas, com quem partilhei bons e menos bons momentos nesta Universidade, aos quais deixo aqui o meu obrigado.

palavras-chave

Lean Production, Bosch Production System, Eliminação de Desperdícios, Preparação de Kits, Poka-Yoke, Ferramentas da Qualidade.

resumo

O presente trabalho resulta de um estágio curricular desenvolvido na Bosch Termotecnologia.

O objectivo deste trabalho é o estudo da preparação de kits numa área específica da Bosch Termotecnologia, baseando-se no modelo de gestão Bosch Production System, os seus princípios e elementos.

Foram particularmente considerados os princípios de melhoria contínua, a metodologia 5S, os dispositivos Poka-Yoke e as ferramentas básicas da Qualidade.

O conjunto de acções de melhoria propostas visam diminuir o número de falhas e eliminar os desperdícios no processo de preparação de kits na célula S871 da Bosch Termotecnologia.

keywords

Lean Production, Bosch Production System, Wastefulness's elimination, Kits preparation , Poka-Yoke, Quality tools.

abstract

The present work results from a curricular internship developed at Bosch Termotecnologia.

The purpose of the work is the study of preparation kits into a specific organization area.

By taking the Bosch Production System management model, its principles and elements, specifically the continuous improvement and perfect quality principles as well as the 5S, Poka-Yoke devices and Q-tools elements, propose a set of improvements that aim at a decrease of failures and wastefulness's elimination throughout the kit preparation process in S871 cell at Bosch Termotecnologia.

Índice

Índice de Figuras	iii
Índice de Tabelas	v
Gráficos	vii
Lista de Abreviaturas.....	ix
1. Introdução.....	1
1.1. Objectivos	2
1.2. Organização do projecto	2
2. Enquadramento Teórico	3
2.1. Lean Production.....	3
2.2. Actividades de Valor Acrescentado.....	4
2.3. Fontes de Desperdício.....	5
2.4. Bosch Production System (BPS)	7
2.4.1. Sistema BPS	7
2.4.2. Princípios Bosch Production System.....	8
2.5. Metodologia 5S.....	12
2.6. Inspeção na fonte e sistemas Poka-Yoke	13
2.6.1.1. Métodos e Dispositivos Poka-Yoke.....	15
2.7. Repercussão dos custos de defeito.....	18
2.8. Ferramentas da Qualidade, Q-Tools	20
2.9. Teoria da preparação de kits	23
2.9.1. Benefícios da preparação de kits	23
2.9.2. Limitações das preparações de kits.....	24
2.9.3. Onde fazer a preparação de kits.....	25
2.9.4. Como preparar um kit.....	27
2.9.5. Quem faz a preparação de kits.....	29
2.9.6. Sistemas de informação para a preparação de kits.	30
2.9.7. Entender os erros humanos na preparação de kits	32

2.9.8. .Operador e Tecnologias.....	34
2.9.9. .Condições de trabalho	35
2.9.10. Armazenamento de Componentes e Recipientes	36
2.9.11. Identificação dos Componentes	37
2.9.12. Articulação da Preparação de Kits com ambientes Lean.....	38
3. Preparação de kits na secção s871 da BT.....	41
3.1. Grupo Bosch.....	41
3.2. Bosch Termotecnologia.....	41
3.3. Estrutura da Bosch Termotecnologia	42
3.4. Contexto do Trabalho	43
3.5. Metodologia.....	45
3.6. Definição do Problema	47
3.6.1. .Registo do Problema	47
3.6.2. .Definição de Inputs e Outputs do processo	48
3.7. Avaliação / Mapeamento do Processo.....	49
3.7.1. .Recolha de informações do processo	49
3.7.2. .Análise do Processo.....	62
3.7.2.1. Cenário 1	69
3.7.2.2. Cenário 2.....	73
4. Conclusão.....	77
5. Bibliografia	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Triângulo BPS (Bosch 1, 2007).	8
Figura 2 – Princípios BPS (Bosch 2, 2005).	10
Figura 3 – Relação entre os princípios e os elementos BPS (Bosch 3, 2004).	11
Figura 4 – Classificação dos Sistemas Poka-Yoke (Ghinato, 1998).	16
Figura 5 – Cenário óptimo nas organizações (Ganhão, 2001).	19
Figura 6 – Custos de Defeito (Ghinato, 1998).	19
Figura 7 – Preparação de kits centralizada.	26
Figura 8 – Preparação de kits descentralizada.	26
Figura 9 – Preparação de kits em uma grande área.	28
Figura 10 – Preparação de kits em uma zona progressiva.	28
Figura 11 – Preparação de kits em uma zona sincronizada.	29
Figura 12 - Desenho animado 1 (Piasecki, 2003).	32
Figura 13 - Desenho animado 2 (Piasecki, 2003).	37
Figura 14 – Localização da secção S871 na Bosch Termotecnologia.	44
Figura 15 – Mapa pormenor da secção S871.	45
Figura 16 – Configuração da secção de preparação de kits S871.	50
Figura 17 – Banca de Montagem de acessórios.	51
Figura 18 – SI – Computador + Impressora.	51
Figura 19 – Secção de preparação de acessórios S871.	51
Figura 20 – Exemplo de CA produzido na secção S871.	52
Figura 21 – Fluxograma Geral do processo de criação de CA na secção S871.	53
Figura 22 – Fluxograma do processo de inserção de referência no SI.	54
Figura 23 – Exemplo de lista de CA impressa.	56
Figura 24 – Fluxograma do processo de criação do CA.	57
Figura 25 – Carro Logístico.	58
Figura 26 – Caixas standard utilizadas na Bosch Termotecnologia.	60
Figura 27 – Exemplo de referência.	61
Figura 28 – Diagrama de causa-efeito.	62
Figura 29- Cartão Kanban com código de barras.	64

Figura 30 – Leitor de código de barras.	64
Figura 31- Exemplo da dificuldade de picking.	65
Figura 32 – Estantes actuais na secção S871.	65
Figura 33 – Protótipo de estante com banca de montagem integrada, vista de lado.....	66
Figura 34 - Protótipo de estante com banca de montagem integrada, vista de frente.....	67
Figura 35 – Novas estantes propostas para picking de componentes.	68
Figura 36- Balança Metter Toledo	70
Figura 37 – Exemplo mostrador <i>Picking-to-light</i>	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Metodologia adaptada utilizada.....	47
Tabela 2 – Quantidades dos diferentes tipos de caixas na secção S817.....	60
Tabela 3 – Componentes, CA 7-701-331-700.....	70
Tabela 4 - Componentes, CA 7-701-331-607.	71
Tabela 5 - Componentes, CA 7-701-331-639.	71
Tabela 6 – Pesos dos CA para os 3 modelos.	71
Tabela 7 – Tratamento estatístico dos dados.	72

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Falhas auditadas no ano de 2008.....	48
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

BPS – Bosch Production System

BT – Bosch Termotecnologia

CA – Conjunto de Acessórios

QMM – Quality Management and methods

NC – Não conforme

SI- Sistema informático

1. INTRODUÇÃO

No mundo competitivo de hoje, em que cada vez mais o cliente pretende produtos feitos à sua medida as organizações tendem a fabricar diversos produtos dentro da mesma gama de bens, aumentando o número de componentes com que têm de lidar. Tendo sempre a preocupação em aumentar a satisfação dos seus clientes através da melhoria contínua, mantendo a qualidade no seu melhor nível.

Para além disso as organizações precisam manter os seus custos de produção e preços tão baixos quanto possível, para poder competir com os outros, tentando aumentar a sua rentabilidade.

Para alcançar este objectivo, uma organização deve ter um bom controlo sobre os seus sistemas de produção e procurar sempre melhorias.

As organizações devem ter bem definida uma ideia clara dos seus objectivos para estabelecer um sistema de produção eficaz, e é neste contexto que muitas organizações têm vindo a adoptar diferentes estratégias. Algumas destas estratégias mostraram-se tão eficazes que outras organizações as reconheceram e passaram a adoptar.

Uma destas estratégias conhecida pela sua eficiência em todo o mundo é a filosofia LEAN.

A Bosch Termotecnologia (BT) instituiu o seu próprio modelo de gestão inspirada na filosofia Lean chamado de BPS “Bosch Production System”.

Este modelo tem como um dos principais objectivos maximizar o valor acrescentado de todas as actividades eliminando todos os recursos desnecessários, desperdícios, por elas utilizadas tornando os processos mais claros e eficientes.

É neste contexto que surgem as zonas dedicadas à preparação de kits ou conjunto de acessórios que não são mais que zonas em que se efectua o *kitting*¹, permitindo libertar as linhas de produção de um conjunto de actividades que não acrescentam valor ao produto final, contudo necessárias, exercendo um melhor controlo sobre o trabalho realizado nas linhas de produção, reduzindo desperdícios.

¹¹ Kitting – termo inglês que significa o acto de entregar componentes e/ou subconjuntos em quantidades predeterminadas colocadas juntamente num recipiente específico.

Contudo, embora o uso de zonas dedicadas a preparação de kits tragam consigo benefícios para toda a organização, estas devem ser correctamente desenhadas com vista a não tornar os benefícios em limitações.

1.1. Objectivos

Este projecto tem como objectivo fazer propostas de melhoria dos processos de forma a reduzir desperdícios na secção de preparação de kits ou conjunto de acessórios S871 da BT.

Pretendem-se reduzir desperdícios por produção defeituosa, entendendo por produção defeituosa a troca ou falta de componentes para a constituição dos conjuntos de acessórios (CA), pretendendo-se também reduzir os desperdícios de movimentos, reduzindo as deslocações, tempo de procura e recolha de componentes por parte dos operadores.

1.2. Organização do projecto

Este projecto está organizado segundo quatro capítulos. O *primeiro capítulo* é o capítulo introdutório, onde se expõem os vários temas que irão ser abordados no decorrer do projecto. No *segundo capítulo* abordam-se todos os conceitos teóricos pesquisados e necessários para o desenvolvimento do projecto, que vão desde a filosofia Lean Production passando pelo sistema Bosch Production System seus princípios e elementos, como a metodologia 5S, sistemas Poka-Yoke e Ferramentas da Qualidade, para na fase final reflectir sobre a teoria da preparação de Kits. No *terceiro capítulo* é abordado o desenvolvimento do projecto, onde é apresentada a metodologia utilizada e estudado o problema a luz das várias fases dessa mesma metodologia, dentro da qual será explicitada e analisada a situação actual, e serão propostas melhorias pontuais e cenários possíveis para as diferentes fases do processo com vista a obter uma melhoria sobre todo o processo de preparação de kits na célula de preparação de kits S871, No *quarto e último capítulo* são apresentadas as conclusões finais onde se reflectirá sobre o projecto desenvolvido.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Lean Production

Lean Production também conhecido como *Toyota Production System* significa fazer mais com menos tempo, espaço, esforço humano, maquinaria e material mas ainda assim oferecendo aos clientes aquilo que eles esperam. (Dennis, 2002)

O seu grande objectivo é fazer com que os produtos produzidos vão ao encontro das expectativas do cliente, o que implica, fornecer produtos de alta qualidade.

Pretende-se produzir estes produtos com os menores custos e menor tempo de fabricação possíveis, para tal a filosofia *Lean* pretende introduzir um conjunto de melhorias através da identificação e gradual eliminação de desperdício ou práticas improdutivas por parte de todos os colaboradores desde os operadores aos gestores. (Dennis (2002) citado em Corakci, (2008))

Estes desperdícios podem ser relacionados com a utilização de recursos desnecessários, de acordo com Krajewski (2007) citado em Carlsson, Hensvold (2007) a essência da filosofia *Lean* é maximizar o valor acrescentado de todas as actividades dentro da organização eliminando todos os recursos desnecessários por elas utilizados. Devendo todas as organizações esforçar-se por melhorar, continuamente, o rácio das actividades de valor acrescentado sobre as actividades de valor não acrescentado, isto consegue-se prevenindo e reduzindo desperdícios.

2.2. Actividades de Valor Acrescentado

Valor acrescentado é o conceito em como todas as actividades e elementos do sistema como sejam, materiais, colaboradores, tempo, espaço, e energia, devem acrescentar valor ao produto final, como tal este conceito fornece uma perspectiva que permite determinar o que necessita de melhorias no processo fabril. (Nicholas, 1998)

Combinar certos materiais para formar um produto ou alguma actividade relacionada que torne o cliente feliz é um exemplo de uma actividade de valor acrescentado, esta actividade adiciona directamente valor ao produto final.

Em contraste uma tarefa como processar uma ordem de compra é uma actividade de valor não acrescentado, muito embora seja uma actividade necessária para as actividades de valor acrescentado subsequentes.

O conceito de valor acrescentado classifica as actividades como de valor acrescentado ou de valor não acrescentado e dentro destas só as estritamente necessárias devem ser mantidas devendo todas as outras ser eliminadas (Nicholas, 1998), no entanto distinguir actividades necessárias de não necessárias, aquelas que causam desperdício em uma organização, é difícil porque as actividades não necessárias frequentemente parecem necessárias.

De acordo com Nicholas (1998), voltando ao exemplo anterior, processar uma ordem de compra é uma tarefa necessária porque esta tem como fim obter o material necessário pelas actividades de valor acrescentado para transformação no produto final.

Actividades como inspecionar materiais recepcionados ou contar material em stock também parecem necessárias, porém embora a inspecção previna que possíveis defeitos se manifestem na produção e a contagem assegure que o stock se mantenha a níveis correctos, convém não ser confundidas com actividades de valor não acrescentado necessárias, uma vez que pretendendo atingir propósitos valoráveis, existem métodos mais eficientes de controlar tais situações.

Como por exemplo exigindo aos fornecedores o fornecimento de componentes com zero defeitos, evitando a inspecção de materiais a chegada assim como utilizando procedimentos na produção que limitem os níveis de stock, a necessidade de contagens também deixa de ser necessária.

Pode-se então concluir que muitas actividades que visam atingir propósitos valoráveis, podem ser conseguidas sem ter necessariamente que preservar actividades de valor não acrescentado.

Resumidamente devemos apenas preservar as actividades que produzem valor acrescentado e dentro das que o não produzem manter só as estritamente fundamentais, sendo este o nosso alvo permanente de melhoria contínua. (Nicholas, 1998)

2.3. Fontes de Desperdício

Uma contribuição da Toyota para as organizações modernas foi e é o forte e dedicado esforço para combater todas as formas de desperdício como estratégia para a melhoria contínua.

A Toyota define o desperdício como tudo aquilo que não seja a mínima quantidade de material, equipamento, componentes, espaço, ou tempo essenciais para acrescentar valor ao produto final. Embora os desperdícios gerados variem mediante o tipo de organização, estes podem ser agrupados em um número de grupos restrito.

A seguir ver-se-ão as sete fontes de desperdício mencionadas por Taiichi Ohno e que são transversais a todas as organizações. (Ohno 1978 citado por Nicholas, (1998))

Desperdício por produção defeituosa

O *desperdício por produção* defeituosa representa todos os produtos sem qualidade ou defeituosos produzidos, representando um dos principais desperdícios que as organizações pretendem eliminar, significando que todos os recursos quer materiais quer humanos gastos na concepção de produtos finais não são traduzidos em retorno constituindo meramente desperdício.

Desperdício no transporte

O *transporte* é o responsável pelo fluxo de materiais, podendo significar uma actividade que não gera nenhum valor acrescentado caso esta função não seja otimizada,

pretende-se, então, não a eliminação do transporte mas a optimização de todas as operações de transporte, minimizando todos os custos associados.

Desperdício de stock

O *desperdício de stock* representa todo o material sobre qual não está a ser adicionado qualquer tipo de valor causando múltiplos problemas, desde ocupação de espaço, custos de transporte e armazenamento, a deterioração e risco de inutilização.

Desperdício por produção exagerada

O *desperdício por produção* exagerada ocorre quando se produz mais do que as ordens de encomenda existentes, significando isto, produz-se mais do que os clientes esperam o que faz aumentar o stock correspondendo a um aumento do espaço físico de armazenamento.

Desperdício de tempos de espera

O *desperdício de tempo de espera* é todo o tempo em que se espera quer por materiais, partes resultantes de outros processos, reparação de máquinas entre outros e também o tempo que os operadores esperam a chegada de materiais significando um tempo de inactividade onde não é acrescentado qualquer valor ao produto final constituindo uma fonte de desperdício.

Desperdício no processamento

O *desperdício de processamento* ocorre quando são efectuadas operações desnecessárias, como operações de contagem ou listagem de componentes, retrabalhos ou *repacking*.²

² Repacking – Palavra inglesa que significa, voltar a colocar em diferentes recipientes.

Desperdício de movimentos

O *desperdício de movimentos* ocorre sempre que é efectuado um movimento que não acrescente valor ao produto final ou caso não acrescente qualquer valor não seja estritamente necessário, toda a movimentação não necessária para efectuar trabalho é considerada desperdício.

A eliminação deste tipo de desperdício passa por um estudo e desenho dos postos de trabalho de forma a permitir ao operador um acesso fácil e rápido a todas as ferramentas e peças que intervêm no processo produtivo por cada posto.

2.4. Bosch Production System (BPS)

2.4.1. Sistema BPS

A *Bosch* é uma companhia multinacional estabelecida por todo o Mundo, em vários sectores de actividade desde o fabrico de componentes automóveis a aparelhos domésticos, tendo em cada sector de actividade de responder as oportunidades e ameaças do respectivo ramo.

A *Bosch* prima pela Inovação, mas esta só pode ser realmente percebida pelo cliente se for traduzida por novos produtos ou produtos diferenciados oferecendo assim maiores benefícios, combinando uma boa relação de custo eficiência, o que se consegue com uma produção em larga escala e com máxima precisão e qualidade.

Para atingir este objectivo a *Bosch* possui o seu próprio modelo de gestão chamado “*BPS – Bosch Production System*” inspirado na filosofia Lean, e que pretende integrar inovação constante com capacidade de produção.

Actualmente este método encontra-se implementado na BT em Aveiro mas é intenção implementá-lo em todas as 250 empresas do grupo independentemente do sector de actividade.

O grande objectivo do BPS é aumentar a satisfação do cliente através de uma melhoria geral sobre a Qualidade, Fornecimento e Custos.



Figura 1 – Triângulo BPS.

A modelo de gestão *Bosch Production System* não pretende apenas identificar as melhores práticas e levá-las a todas as empresas do grupo, mas também criar um conjunto de princípios comuns que permitam criar sinergias entre as fábricas fornecendo assim os mesmos métodos de trabalho, este modelo de gestão além de trazer convergência para as práticas do grupo que inclui milhares de mercados, clientes e fornecedores, pretende também simplificar as operações.

Uma das características por detrás da metodologia BPS é o baixo investimento, o qual é conseguido através do aproveitamento das boas práticas das várias empresas do grupo implementando assim constantes melhorias de qualidade.

A prioridade da metodologia BPS é então dirigir todas as empresas do grupo baseando-se em factores de desempenho que assegurem eficiência e que aliem a esta um produto final de qualidade.

Este modelo de gestão assenta em oito princípios gerais.

2.4.2. Princípios Bosch Production System.

- **Orientação do Processo** – Todos os colaboradores agem coordenadamente vendo o processo como um todo, esta ideia está por detrás do processo geral, com o objectivo de simplificar e acelerar todo o processo produtivo beneficiando o cliente interno e externo;
- **Sistema a Puxar** – Produzir e fornecer apenas o que o cliente exige, minimizando os tempos de produção e quantidades de stock através da

sincronização da produção e logística bem como através da existência de um ciclo de produção orientado, o qual é definido pela procura do cliente;

- ***Qualidade Perfeita*** – Pretende-se uma produção sem falhas, zero erros é o objectivo, a prevenção de falhas sobrepõe-se a descoberta das mesmas;
- ***Flexibilidade*** – Estar preparado para uma adaptação rápida às encomendas dos clientes, adaptando a mão-de-obra, horários e máquinas;
- ***Normalização*** - Adoptando o conhecimento existente, a vários níveis, recorrendo a processos e métodos já comprovados e equipamento de confiança aplicando-os ao caso em concreto através da aplicação de normas, assim como trabalhando constantemente na melhoria dos processos, afinal de contas a normalização é um pré-requisito importante para a obtenção de processos de confiança e ao mesmo tempo flexíveis;
- ***Eliminação de Desperdícios e Melhoria Contínua*** - As normas já implementadas formam a base para um desenvolvimento futuro, isto permite evitar, eficazmente, desperdício e estabelecer sequências de processos fáceis de dominar em todas as situações;
- ***Transparência*** - Os processos são descomplicados e directos, esta é a maneira de atingir uma verdadeira melhoria contínua. Transparência cria clareza o que revela directamente desvios no processo produtivo caso existam. Isto revela que todos os colaboradores estão conscientes das suas tarefas e objectivos o que proporciona uma visão abrangente para uma optimização orientada em todas as áreas;
- ***Envolvimento colectivo e responsabilidade*** - Todos os colaboradores têm a tarefa de contribuir para o sucesso dos processos de produção com responsabilidade individual. Pretende-se que os colaboradores utilizem a sua

criatividade e conhecimentos e os ponham ao dispor de toda a organização, trabalhando em equipa mas respeitando a liberdade e ideias pessoais.

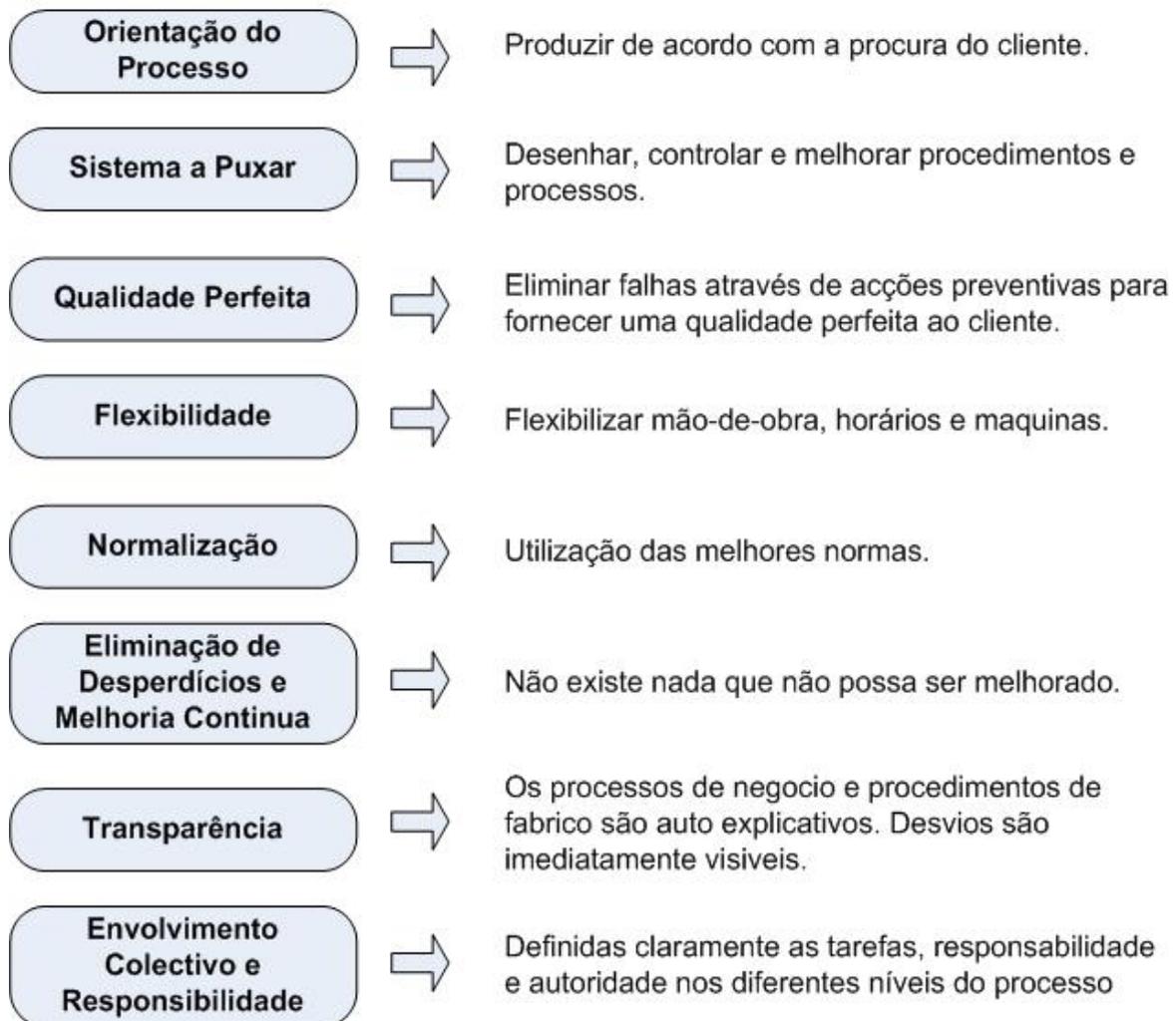


Figura 2 – Princípios BPS.

Através da utilização destes princípios é possível colocar no mercado o produto correcto, na quantidade correcta no local correcto no tempo correcto e a um preço correcto.

No desenvolvimento deste projecto dá-se ênfase, principalmente, a dois deles que são a qualidade perfeita e eliminação de desperdícios e melhoria contínua.

Para a aplicação destes princípios à realidade de cada organização é necessário o recurso a diferentes ferramentas que são consideradas os elementos do BPS.

Na imagem seguinte pode ver-se de que forma estes elementos BPS se relacionam com os princípios BPS.

Princípios BPS		Orientação do Processo	Sistema a puxar	Qualidade Perfeita	Flexibilidade	Normalização	Melhoria Contínua	Tranparência
Elementos BPS	Visual Management	x					x	x
	BPS-metrics						x	x
	5S			x		x	x	x
	TPM			x		x	x	
	Quick Changeover		x	x	x			
	Value Stream Design	x	x		x		x	x
	Poka Yoke			x			x	
	Q-Tools			x			x	x
	Policy Deployment	x					x	x
	TOP						x	x
	Pull System (Kanban)		x		x		x	x
	Lean Line Design (LLG)	x	x				x	x
	Standardized Work	x		x		x		x
	Ship to Line	x	x		x			x
	Quick Response System	x		x		x	x	
	Supplier Development	x	x	x	x			
	Planning Guide	x	x	x	x	x	x	x
	Flow Orientated Layout	x	x					x
	Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)			x	x			
	Product Life Cycle Planning (PLCP)	x			x			
Supplier Intregation	x			x				

Figura 3 – Relação entre os princípios e os elementos BPS.

De todas as ferramentas BPS apresentadas vão-se utilizar aquelas que são usadas dentro dos princípios BPS anteriormente mencionados, "Qualidade Perfeita e Eliminação de Desperdício e Melhoria Contínua", assim utilizar-se-ão as marcadas a cor verde, como sejam a ferramenta "Metodologia 5S", a ferramenta "Sistemas Poka Yoke" e as ferramentas da Qualidade "Q-Tools".

2.5. Metodologia 5S

Em muitas organizações podemos observar que as instalações se encontram sujas e desorganizadas, sendo isto contraproducente e tornando o trabalho mais difícil, resultando frequentemente em trabalhos de má qualidade. Esta atitude mostra desleixo relativamente a organização dos postos de trabalho encorajando os próprios operadores a adoptarem o mesmo tipo de atitude que se pode manifestar num produto final sem a qualidade pretendida. Por esta razão torna-se essencial a adopção de metodologias que façam prevalecer a organização e limpeza das instalações.

É neste contexto que surge a *metodologia 5S*, de acordo com Krajewski (2007) citado em Carlsson, Hensvold, (2007) trata-se de uma maneira de organizar e gerir o espaço de trabalho com o propósito de melhorar a eficiência e o bem-estar do colaborador. A sua principal contribuição é a redução de desperdício de materiais, de tempo e de espaço, tendo sido desenvolvida por Kaoru Ishikawa, no Japão após a segunda guerra mundial.

5S é uma referência a uma série de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra “S” e que designam cada um dos princípios a serem adoptados, e de acordo com Imai, (1986) significam:

- **Seiri: Senso de utilização** – Consiste em fazer uma diferenciação entre o necessário e o não necessário, descartando assim o que não é necessário;
- **Seiton: Senso de organização** – Os materiais e ferramentas devem ser conservados ordenadamente estando sempre prontos para uso.
Deve estabelecer-se um lugar para cada material e ferramenta, identificando-o e organizando-o conforme a frequência do uso. Se utilizado frequentemente o material ou ferramenta deve ficar perto do operador, caso contrário deve ser armazenado em um local mais afastado, para não prejudicar as tarefas rotineiras;

- **Seisou: Senso de limpeza** – Consiste em manter os ambientes de trabalho limpos e em ótimas condições operacionais. Este princípio diz que melhor que limpar é não sujar;
- **Seiketsu: Senso de saúde ou melhoria contínua** – Este princípio pode ser interpretado de duas formas. Na aplicação de acções que visam a manutenção da melhoria da saúde do trabalhador e nas condições sanitárias e ambientais do trabalho. Como melhoria contínua, melhorando e padronizando os processos;
- **Shitsuke: Senso de autodisciplina** – Autodisciplina é um estágio avançado de comprometimento das pessoas, que seguem os princípios independentemente de supervisão. Para atingir este nível é necessário ter atendido satisfatoriamente os quatro princípios anteriores do 5S. Deve seguir-se sempre os procedimentos e normas implementadas.

2.6. Inspeção na fonte e sistemas Poka-Yoke

Shingo (1985) citado em Nicholas (1998) afirma que a tradicional inspeção é orientada para descobrir problemas, quer estes sejam nas partes resultantes de determinado processo, materiais e/ou produtos finais. Este tipo de inspeção apenas serve para reparar defeitos existentes ou restabelecer parâmetros de determinado processo, mas não tem como objectivo prevenir a ocorrência de defeitos ou alterações no processo.

Shingo (1985) citado em (Nicholas 1998) constatou porém que todos os defeitos ou alterações no processo têm uma causa ou uma fonte, e que a única maneira para conseguir obter zero defeitos é descobrindo as condições que levam à existência de tais defeitos ou alterações e eliminá-las, sendo esta a definição de “*source inspection*” segundo Shingo (1990) citado em Nicholas (1998).

Frequentemente ocorrem defeitos devido às seguintes situações:

1. Processos de trabalho inapropriados;
2. Variação excessiva nos processos;
3. Uso de materiais defeituosos ou danificados;
4. Erros cometidos, inadvertidamente, pelos operadores;

Geralmente as três primeiras situações mencionadas podem ser resolvidas respectivamente através de:

1. Melhoramentos dos processos de trabalho e procedimentos utilizando rotinas e normas nas operações;
2. Conservar os espaços limpos, organizados com manutenção preventiva frequente e constante monitorização do equipamento;
3. Trabalhar estritamente com os fornecedores para assegurar um fornecimento livre de materiais defeituosos.

Contudo, mesmo tomando todas estas medidas defeitos continuaram a ocorrer devido à situação descrita no ponto 4, erros cometidos inadvertidamente, obviamente estes defeitos poderão ser detectados a posteriori mas estas inspecções não vão fazer com que futuros defeitos não venham a ocorrer, tendo um forte impacto no tempo dispendido e os custos inerentes.

É fundamental reconhecer que os defeitos existem e que estes são causados pelo trabalho e que todas as inspecções podem apenas descobrir esses defeitos. É aqui que se deve aplicar o conceito de dispositivos Poka-Yoke, desenvolvido por Shigeo Shingo o qual desenvolveu o conceito no sentido de o tornar em uma ferramenta para conseguir uma produção livre de defeitos “zero defeitos” e evitar o quanto possível as inspecções de

controlo de qualidade no final das linhas de montagem. Shingo (1990) citado em Nicholas (1998).

A ideia por detrás dos dispositivos Poka-Yoke é o respeito pela inteligência do trabalhador, estando estes sujeitos a tarefas repetitivas dependem muito da sua concentração e memória.

Os dispositivos Poka-Yoka visam libertar o tempo de trabalho e a mente dos operadores para fins mais criativos e para actividades que produzam valor acrescentado impedindo que cometam erros e que estes se manifestem no fabrico de peças e/ou produtos defeituosos, reduzindo os custos de produção, já que em um ambiente industrial existem muitas probabilidades de se cometerem erros que podem resultar no fabrico de partes defeituosas, o que se torna um grave desperdício e que em último caso, se não descobertos, irão desapontar as expectativas do cliente (Hirano, 1988).

Por detrás do conceito dos dispositivos Poka-Yoke está a convicção de que não é aceitável produzir mesmo que com uma pequena percentagem de produtos defeituosos, assim todos os sistemas ou mecanismos que previnam os defeitos de acontecer podem ser chamados de Poka-Yoke. (Hirano, 1988)

2.6.1.1. Métodos e Dispositivos Poka-Yoke.

O conceito de Poka-Yoke foi criado por Shingo, verificando que as características de controlo de determinado produto eram fundamentalmente conduzidas através de três diferentes técnicas, *inspecção por amostragem*, *inspecção informativa* e *inspecção na fonte*. (Shingo, 1990)

Na *inspecção por amostra*, através da recolha de uma amostra é feita uma inspecção e são detectados os produtos com defeito, sendo posteriormente separados dos produtos sem defeito, isto é feito no final do processamento revelando alguns defeitos antes da entrega, mas não diminuindo o índice de defeitos verificados (Ghinato, 1998).

Esta inspecção por amostragem é direccionada exclusivamente na detecção de defeitos nos produtos em vez de ser direccionada para a detecção de erros durante o processo.

Foca-se a atenção essencialmente nos efeitos dos defeitos em vez de se procurarem as causas dos mesmos. (Calarge & Davanso, 2004)

Na *inspecção informativa*, quando um defeito é detectado, é colectada informação relativa a esse defeito e transmitida para a pessoa encarregada do processo sendo tomadas medidas correctivas imediatas, para isso investigam-se as causas dos defeitos sendo essas informações transmitidas aos encarregados dos processos em que os mesmos ocorrem a fim de serem tomadas medidas para os reduzir. Contudo, com muita frequência, essas informações demoram a chegar à origem do problema, têm um tempo de feedback elevado, o que faz com que os defeitos continuem a ser produzidos. (Ghinato, 1998)

Esta inspecção é direccionada para a redução dos defeitos.

A *inspecção na fonte* trabalha na origem do processo, dando um feedback imediato e evitando que os erros se transformem em defeitos. Este tipo de inspecção é feito durante o tempo do processo, ou logo depois do mesmo, de maneira que, com essa inspecção, os erros possam ser corrigidos antes de se transformarem em defeitos. (Calarge & Davanso, 2004)

Para prevenir a ocorrência de erros na fonte os dispositivos Poka-Yoke, também denominados de mecanismos de prevenção de erros, ou a prova de falha, possuem um papel preponderante.

Um dispositivo Poka-Yoke numa organização tem como funções básicas a paralisação de um sistema produtivo (linha, equipamento, máquina); o controlo de características preestabelecidas do produto e/ou processo e a sinalização quando da detecção de anormalidades.

Estas funções são utilizadas para prevenir um defeito, impedindo-o ou detectando-o após a sua ocorrência, podendo ser classificados segundo (Ghinato, 1998), de acordo com o seu propósito e de acordo com a técnica utilizada.



Figura 4 – Classificação dos Sistemas Poka-Yoke (Ghinato, 1998).

- **Método do Controle:** Pára a linha ou a máquina para que a acção correctiva seja imediatamente implementada;
- **Método da Advertência:** Detecta a anormalidade e sinaliza a ocorrência através de sinais sonoros e/ou luminosos para atrair a atenção dos responsáveis;
- **Método do Contacto:** Detecta a anormalidade na forma ou dimensão através de dispositivos que se mantêm em contacto com o produto;
- **Método do Conjunto:** Utilizado em operações executadas em sequência de movimentos ou passos pré-estabelecidos, garantindo que nenhum dos passos seja esquecido;
- **Método das Etapas:** Evita que o operador realize, por engano, uma etapa que não faz parte da operação.

Os dispositivos Poka-Yoke são uma componente fundamental das práticas do controlo de qualidade zero defeitos que visa a eliminação total de defeitos através da identificação e bloqueio das suas causas, os erros. (Ghinato, 1998)

Os sistemas Poka-Yoke têm como principais vantagens:

- Eliminação de acções que possam conduzir ao erro.
- Prevenção de danos no produto e o seu conseqüente defeito.
- Alivia a carga de trabalho dos operadores, tornando o colaborador um elemento mais fiável na realização de uma tarefa.
- Redução dos custos pela redução de desperdício.
- Envolvimento de toda a estrutura hierárquica.
- Melhoria contínua.
- Normalmente são dispositivos simples com um custo reduzido.
- Pode ser usado para confirmação de processo.

2.7. Repercussão dos custos de defeito

Os custos totais da qualidade reflectem dois dos elementos que integram o conceito de qualidade, as características do produto e a ausência de defeitos. (Capricho & Lopes, 2007)

De acordo com Capricho & Lopes (2007) cada um destes elementos correspondem a dois tipos de custos:

- **O custo da qualidade** o qual resulta do custo da melhoria das características do produto.
- **O custo da não qualidade** o qual resulta da correcção dos defeitos detectados.

Os custos totais da qualidade resultam da soma destes dois tipos de custo, influenciando o preço final do produto. O grande objectivo das organizações deverá ser ter um número de defeitos mais baixo possível, reflectindo-se em custos mais baixos da não qualidade e conseqüentemente em preços dos produtos fornecidos mais baixos. (Capricho & Lopes 2007)

Segundo Ganhão (2001), grande parte dos custos totais da qualidade resultam da execução incorrecta das actividades e tarefas nas diferentes fases do processo, tendo grande impacto nos resultados na produtividade e competitividade das organizações.

Isto deve-se muito ao facto de as organizações serem insensíveis relativamente aos custos da não qualidade através do enraizamento de ideias como, é normal produzir com uma percentagem de defeitos em qualquer processo de produção, ou é normal existirem desperdícios, falhas e desvios. (Ganhão, 2001).

Existindo uma cultura permissiva quanto ao desperdício, ignorando os sinais de que algo no processo não está bem, desculpabilizando-se com o conceito “errar é humano”, levando este modo de pensar a criar resistências à mudança, levando a reacção tardia o que pode provocar perda de competitividade pondo em risco a sobrevivência das organizações.

A redução de desperdícios tem impacto imediato na redução dos custos de produção, existindo uma relação directa entre desperdícios, custos e lucros. A diminuição do desperdício baixa o custo de produção e aumenta a produtividade. (Capricho & Lopes 2007).



Figura 5 – Cenário ótimo nas organizações (Ganhão, 2001).

Para produzir com qualidade, controlar o produto, melhorar a sua performance, identificar e corrigir atempadamente uma não conformidade, deve-se implementar um sistema de prevenção de defeitos, a figura 6, mostra a importância da detecção de defeitos na fonte para a redução dos custos da não qualidade.

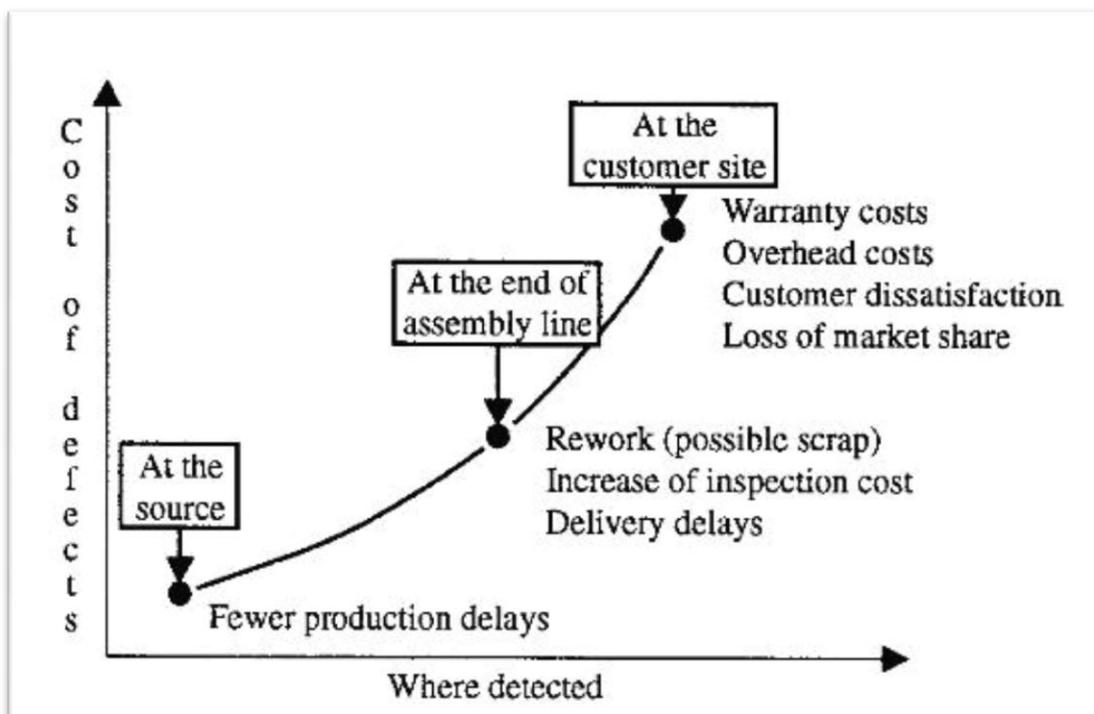


Figura 6 – Custos de Defeito (Ghinato, 1998).

Observa-se que quanto mais cedo forem detectadas os defeitos e que se estes forem detectados na fonte não chegando a ser defeitos mas sim erros, conseguem-se reduzir os custos associados à presença de defeitos sendo estes de diferente natureza consoante a altura em que são detectados assim:

- **Defeitos detectados na fonte:** Custos associados a pequenos atrasos na produção.
- **Defeitos detectados no final da linha de montagem:** Custos associados com retrabalhos, podendo existir sucata, aumento das inspecções e atrasos no fornecimento.
- **Defeitos detectados no consumidor:** Custos com garantias e outros custos indirectos como insatisfação do cliente e perda de percentagem de mercado.

Quanto mais tarde forem detectados defeitos inerentes à produção mais encargos financeiros a organização terá para os colmatar, o que interferirá directamente com a sua competitividade.

2.8. Ferramentas da Qualidade, Q-Tools

Nas empresas as decisões devem ser tomadas com base na análise de factos e dados. Para aproveitar melhor estas informações, algumas técnicas e ferramentas podem ser aproveitadas, o objectivo principal é identificar os maiores problemas de um processo, produto ou serviço e, com a análise, encontrar a melhor solução.

As ferramentas da qualidade são ferramentas de uso consagrado para a melhoria da qualidade de produtos, serviços e processos, desempenhando um papel fundamental na gestão da qualidade e da produtividade.

Na BT utilizam-se fundamentalmente 7 ferramentas com o propósito de detectar o problema, recolher dados, analisá-lo e solucioná-lo, sendo elas:

- **Fluxogramas** - Os fluxogramas são uma ferramenta que se destina a ilustrar as várias etapas de um processo, ordenadas de modo sequencial, permitindo clarificar, definir, estruturar e documentar processos.

São o primeiro passo na identificação e compreensão de processos com vista a sua simplificação e optimização.

Para tal é importante efectuar alterações sucessivas, eliminando etapas sem valor acrescentado.

A sua representação é feita recorrendo a um conjunto de símbolos, o fluxograma seguinte apresenta as fases principais de um processo. (Saraiva e Orey, 1999)

- **Análise 5W** – O termo 5W provém do inglês e consiste em perguntar o porquê de um problema previamente detectado cinco vezes, sempre questionando a resposta ao porquê obtido anteriormente, é um processo interactivo. O seu objectivo é chegar à causa raiz de um determinado problema detectado.

Esta ferramenta deve ser utilizada em grupo, uma vez que provavelmente pessoas diferentes chegarão a causas raiz diferentes, é importante que exista um debate em torno do problema detectado.

- **Histogramas** – Os histogramas mostram o comportamento de uma determinada variável, nomeadamente em termos de tendência central, dispersão e simetria. (Saraiva & Orey, 1999)

O histograma é a forma gráfica mais corrente de representar a distribuição de variáveis discretas ou contínuas, podendo ser relativos às frequências absolutas ou às relativas (Gama, 2001 Ferramentas da Qualidade).

A partir de um histograma obtém-se informação útil sobre a distribuição dos valores de uma dada população.

Segundo Saraiva e Orey (1999), os histogramas permitem:

- Analisar de forma a saber se um processo está a ser capaz de corresponder aos requisitos de um cliente.
 - Verificar se existem mudanças significativas no processo em diferentes períodos de tempo, linhas de fabrico, procedimentos adoptados entre outros aspectos.
 - Caracterizar o tipo de curva de distribuição de probabilidade que obedeça a determinados parâmetros, entradas ou saídas de um processo.
- **Diagrama de Pareto** – É um gráfico de barras ordenadas, da mais frequente para a menos frequente, complementado com uma curva cumulativa, no qual, se representa, para cada causa, sob a forma de uma barra, a respectiva ocorrência (nº defeito, custo, tempo ...).

Tem como objectivo representar, por ordem de importância, a contribuição das várias causas para o efeito global. (Saraiva & Orey, 1999)

Segundo Saraiva & Orey (1999) diagrama de Pareto torna-se útil:

- Na identificação de problemas a resolver e identificação da ordem de resolução dos problemas identificados.
 - Na identificação das principais causas que estão por detrás de uma grande parte dos problemas que ocorrem.
 - Avaliação do impacto de modificações
-
- **Diagrama de causa-efeito (Ishikawa)** – O diagrama de causa-efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou Espinha-de-Peixe, permite ajudar a encontrar, de forma estruturada, as origens de um determinado problema ou fenómeno. Procura, portanto, dar resposta ao *porquê* das coisas. (Saraiva & Orey, 1999)

O seu objectivo é relacionar as causas com os efeitos, enquadrando-se as causas em 5 categorias diferentes: *Método de Trabalho, Materiais, Máquinas, Meio Ambiente, Mão-de-obra*. (Saraiva & Orey, 1999)

Este diagrama não apresenta respostas às questões mas permite entender o problema com detalhe, apresentando e organizando hipóteses para as possíveis causas do problema. (Saraiva & Orey, 1999)

- **Mind Mapping** – Representa um diagrama usado para representar palavras, ideias ou tarefas em torno de uma ideia ou palavra-chave, sendo úteis para resumir informações, consolidar informação proveniente de diferentes fontes, pensar sobre problemas complexos. Esta ferramenta deve ser usada em grupo.
- **Matriz de decisões** – Esta ferramenta utiliza tarefas, questões ou acções possíveis a empreender e periodiza-as baseando-se em critérios conhecidos e avaliados. Pode ser utilizada sempre que existam, pelo menos, três critérios que a equipa necessite de considerar antes de tomar uma decisão. (Gama 2001).

2.9. Teoria da preparação de kits

Nos sistemas de fabrico, a prática de fornecer componentes e subconjuntos em quantidades predefinidas colocados juntos em recipientes específicos é geralmente conhecida como *kitting*.

De acordo com Bozer and McGinnis, (1992) citado por Carlsson, Hensvold (2008) existem principalmente dois tipos de operações de preparação de kits. *Preparação de kits para o cliente* e *preparação de kits para a fábrica*, significando que a fábrica envia o produto final em forma de kit para o cliente ou fornece as partes requeridas juntas em um recipiente para posteriormente serem utilizadas em operações de montagem ou fabrico, respectivamente.

Para entender o processo de preparação de kits algumas definições têm de ser tidas em conta; Bozer and McGinnis (1992) têm as seguintes definições:

- Um produto final é definido como um resultado de uma série de operações de montagem, as quais não requerem nenhuma outra operação na área de fabrico específica.
- Um componente é definido como uma parte fabricada ou comprada que não pode ser dividida em constituintes distintos.
- Um kit é definido como sendo um conjunto específico de componentes e/ou subconjuntos que juntos, no mesmo recipiente, vão posteriormente incorporar outro processo de montagem.
- Um subconjunto é definido como a agregação de dois ou mais componentes e/ou outros subconjuntos através de um processo de montagem.
- O número e tipo de componentes requerido para cada kit são dados através de uma estrutura de kit, presente numa lista de recolha.

2.9.1. Benefícios da preparação de kits

Os benefícios a seguir apresentados foram enunciados por diversos autores e encontrados em teoria. (citado por Carlsson, Hensvold (2008))

1. Reduzem o número de operadores, o número de movimentos e tempos de procura (Johansson, 1991; Schwind, 1992)
2. Reduzem e facilitam a entrega de material para as estações de trabalho através da eliminação da necessidade de entrega de componentes individuais (Bozer & McGinnis, 1992; Ding & Balakrishnan, 1990; Medbo, 2003)
3. Economizam espaço de montagem (Bozer & McGinnis, 1992; Medbo, 2003)
4. Aumentam potencialmente a qualidade do produto, devido à possibilidade de haver um controlo de qualidade mais cedo na cadeia de valor e a possibilidade de redução de componentes trocados, ou em falta no produto final (Bozer & McGinnis, 1992; Schwind, 1992; Seller & Nof, 1989)
5. Fornecem melhor controlo e visibilidade para os componentes caros e frágeis e pré montagens (Bozer & McGinnis, 1992; Schwind, 1992)
6. Automatizando as áreas de preparação de kits permite controlar de forma extremamente exacta a quantidade, posição e tipo das diferentes partes constituintes de um kit específico (Bozer & McGinnis, 1992)
7. Reduzindo o tempo de procura e desenhando os kits de forma bem estruturada, a preparação de kits torna-se fácil bem como a formação de novos colaboradores para o desempenho da tarefa (Ding & Balakrishnan, 1990)

2.9.2. Limitações das preparações de kits

A maior limitação na preparação de kits prende-se com o facto de que um mau processo de preparação pode provocar com que aconteça com elevada frequência uma troca de componentes bem como componentes em falta, o que conduz a uma redução da qualidade do produto final em vez de um aumento, como o pretendido. (citado por Carlsson, Hensvold (2008))

Além desta evidente limitação outras são de referir:

1. A preparação de kits consome tempo e esforço que vai produzir pouco ou nenhum valor acrescentado ao produto final (Bozer & McGinnis, 1992)
2. Exige um planeamento adicional para determinar que componentes ou sub montagens fazem parte do kit especialmente quando os kits são preparados com avanço (Bozer & McGinnis, 1992)

3. Partes defeituosas que foram inadvertidamente usadas em certos kits irão conduzir a uma falta de componentes nos postos de trabalho seguintes, kits que contêm peças defeituosas devem ser retrabalhados (Bozer & McGinnis, 1992)
4. É necessário um aumento da capacidade de armazenamento especialmente quando os kits são preparados com avanço (Bozer & McGinnis, 1992)
5. O processo de preparação de kits é monótono, a longo prazo se este não estiver bem desenhado leva a perdas de produtividade e desmotivação por parte dos operadores (Chirstmansson et al., 2002)

Quando é necessária a implementação de um processo de preparação de kits, o seu planeamento deve ser rigorosamente cuidado, para isso devem ser respondidas as seguintes questões: Onde fazer a preparação de kits? Quem faz a preparação? Como fazer uma preparação?

2.9.3. Onde fazer a preparação de kits.

De acordo com Brynzer and Johansson (1995) citado por Carlsson, Hensvold (2008) a escolha do design para a zona de preparação de kits envolve decisões respeitantes ao tipo de trabalho da organização e a localização geográfica do processo de preparação. Ele diz também que a preparação de kits pode estar localizada centralmente em uma grande zona de recolha de acessórios, ou descentralizadas e perto dos postos de montagem posteriores, na figura 7 e figura 8 respectivamente, pode ver-se como funcionam respectivamente estes dois diferentes princípios.

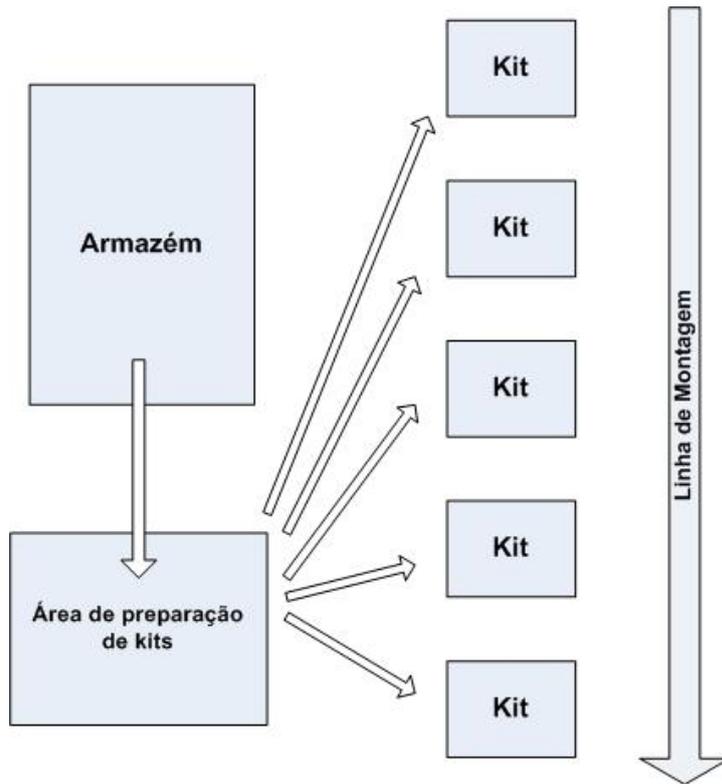


Figura 7 – Preparação de kits centralizada.

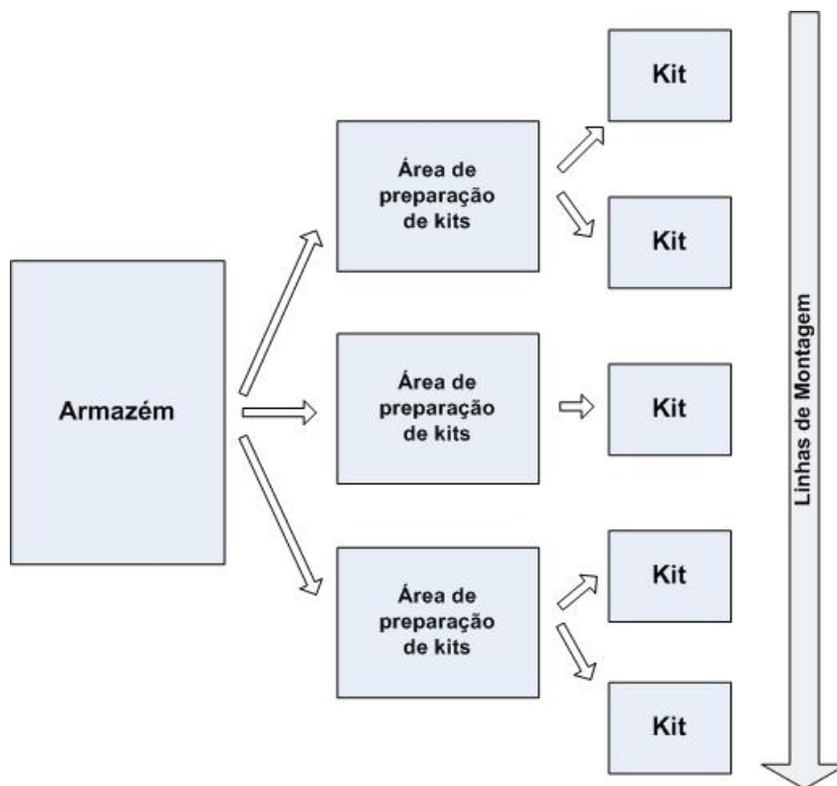


Figura 8 – Preparação de kits descentralizada.

Estando a zona de preparação de kits localizada centralmente pode beneficiar-se em termos de integração com o armazém principal uma vez que se reduz o tempo de abastecimento à zona de preparação no entanto, vai-se criar outro tipo de problema que é a dificuldade de comunicação com as células a abastecer pelos respectivos kits devido à localização geográfica.

Os benefícios das zonas de preparação de kits descentralizadas prende-se com o facto de estas se localizarem relativamente perto das células que visam abastecer, contudo é comum não existir espaço suficiente ou este ser muito escasso.

2.9.4. Como preparar um kit.

Deve-se dividir a preparação de kits em três partes, como colocar as partes correctas no kit correcto, como enviar o kit para a célula correcta, como criar as zonas de preparação.

Bozer e McGinnis (1992) citado por Carlsson, Hensvold (2008) definem montagem de kits como uma operação na qual todos os componentes ou montagens requeridas para um determinado tipo de kit são colocadas no respectivo recipiente de kit, eles chegam também à conclusão que, conceptualmente, o termo preparação de kits significa efectuar uma recolha de componentes.

De acordo com Brynzer e Johansson (1995) uma maneira de classificar a recolha de componentes é saber se o operador tem de efectuar alguma deslocação para colher os componentes (operador - componente), ou se os componentes são trazidos ao operador sem que este se tenha de deslocar (componente – operador).

O método mais utilizado na indústria é o método operador – componente; o método componente – operador é descrito por Christmansson (2002) como um método moderno de efectuar a preparação de kits.

Bozer and McGinnis (1992) observaram que na maior dos casos, desde que exista uma ordem de preparação de kits com bastantes componentes ou montagens, é bastante usual efectuar várias preparações de kits do mesmo tipo consecutivamente.

Relativamente ao desenho das zonas de preparação de kits, esta pode ser uma grande área ou dividida por zonas. Se tivermos uma grande área efectuamos uma ordem de recolha de cada vez, em uma volta de recolha, Figura 9.

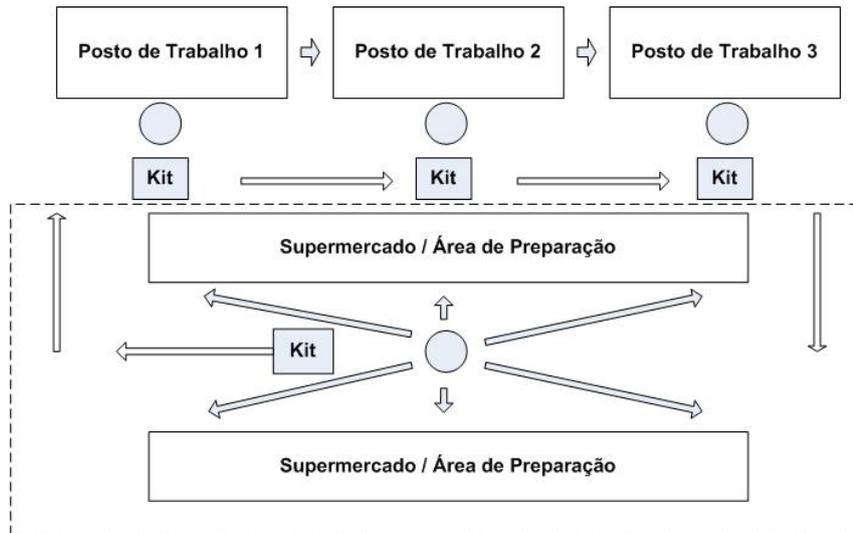


Figura 9 – Preparação de kits em uma grande área.

Ou como afirma Brynzer, 1995 citado por Carlsson, Hensvold (2008) se tivermos uma zona de preparação de kits dividida por zonas é também chamada de zona progressiva, é processada cada ordem por zona e segue para a zona seguinte até o processo de preparação estar completo, figura 10.

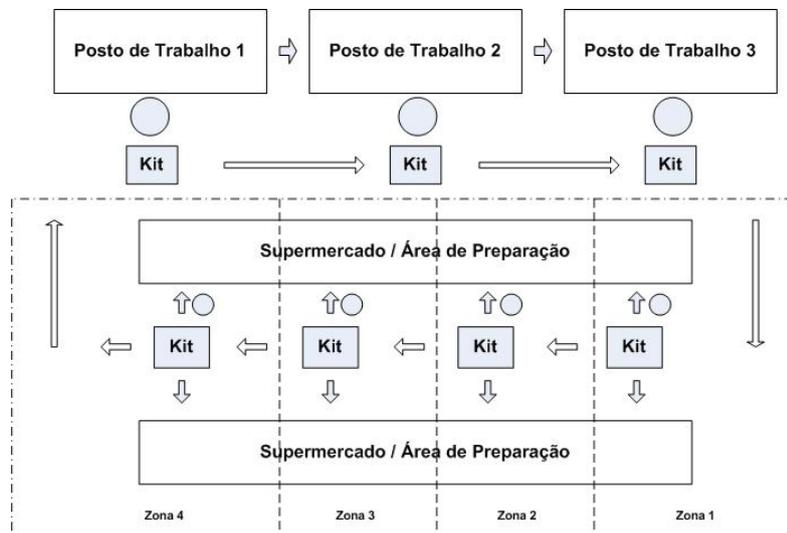


Figura 10 – Preparação de kits em uma zona progressiva.

Para além destas, existem também as zonas sincronizadas, isto acontece quando todas as zonas de preparação funcionam em simultâneo no cumprimento da mesma ordem de preparação, ou seja cada zona produz parte do kit que no final vai ser junto e formar então o kit completo, figura 11.

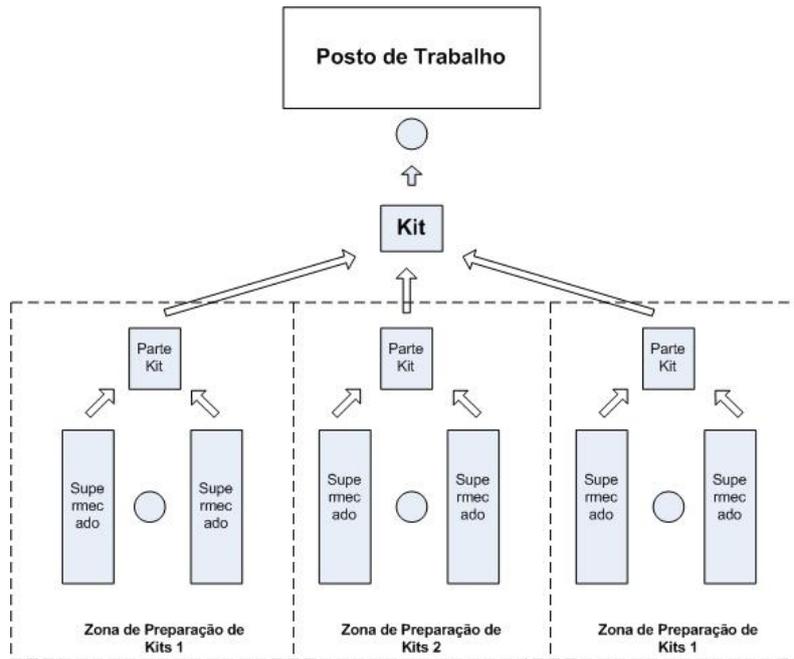


Figura 11 – Preparação de kits em uma zona sincronizada.

De acordo com Brynzer (1995) a estruturação das zonas de preparação de kits assume um papel fundamental no que toca à eficiência de recolha, produtividade e a maneira como os colaboradores interiorizam os métodos de recolha.

2.9.5. Quem faz a preparação de kits.

A preparação de kits pode ser dividida em preparação pelo operador ou pela máquina ou em conjunto. Contudo, focando-nos na preparação através do operador e de acordo com Brynzer e Johansson (1995) citado por Carlsson, Hensvold (2008) a preparação de kits tanto pode ser feita por operadores treinados para efectuar montagens de componentes como por operadores direccionados para fazerem a recolha de componentes. No entanto, é normal existirem os dois tipos de operadores a trabalhar na mesma equipa, isto vai permitir que os operadores incumbidos de efectuar a montagem se concentrem a 100% na sua tarefa e não percam tempo com tarefas de valor não acrescentado como sejam andar para efectuar a recolha de componentes, sendo esta da responsabilidade de outro tipo de operadores, tentando evitar assim ao máximo o erro humano.

2.9.6. Sistemas de informação para a preparação de kits.

Brynzer e Johansson (1995) citado por Carlsson, Hensvold (2008) identificaram cinco formas de organizar todo o sistema de informação de uma zona de preparação de kits, no qual os operadores recebem e assimilam a informação relativa a que componente recolher e para que ordem de kit.

As diferentes formas bem como alguns dos seus benefícios e limitações são:

- **O sistema de recolha tradicional**, em que a informação chega ao operador na forma de uma lista de recolha para a preparação de determinado kit, especificando a sua identificação, número, localização. O principal problema deste sistema é que devido ao facto de alguns dos operadores possuírem alguma experiência, esta lista é muitas vezes negligenciada pelos mesmos, fazendo a recolha utilizando apenas a sua experiência, ou seja este sistema é um sistema que se torna bastante bom para operadores recentes e inexperientes causando problemas principalmente quando alterações são feitas na organização da zona, bem como quando são acrescentados novos componentes. O principal benefício deste sistema reside no facto de o investimento associado a sua implementação ser baixo.

- **Sistemas usando ecrãs nas zonas de preparação mostrando o que recolher**, exemplo disto é a existência de lâmpadas que acendem quando um componente específico deve ser recolhido, bem como é mostrada a informação de quantos são precisos. Este sistema é conhecido por “picking-to-light”, muitas das vezes existe também um botão que deve ser pressionado pelo operador assim que este efectuar a recolha da peça, isto vai impedir que o kit seja enviado a menos que todos os botões referentes aos componentes tenham sido pressionados. Erros de recolha neste tipo de sistemas são raros, no entanto requerem um elevado investimento tanto em software como em maquinaria.

- **Sistemas usando ecrãs no carrinho de recolha**, estes ecrãs fornecem ao operador toda a informação relativa acerca de onde e quantos componentes devem

ser colhidos. Este sistema requer um investimento médio tanto em software como hardware.

- **Sistemas especificando apenas o produto final**, o operador recebe apenas informações acerca do produto final e a partir daí por experiência e uso de listas sabe que componentes recolher. Beneficiando da sua simplicidade e baixo investimento, exige operadores experientes e poucas variações e tipos de produtos finais.

- **Sistema utilizando cores**, os componentes encontram-se identificados por cor, ou seja são constituintes de um determinado kit componentes de uma determinada cor, o operador recebe indicação relativamente à cor a recolher e percorre toda a célula de preparação de kits, recolhendo os componentes identificados com a mesma cor. Este sistema beneficia da simplicidade e baixo investimento, no entanto requer manutenção física constante quando um novo componente é acrescentado ou alterado, bem como se existirem muitos componentes ou estes forem utilizados em muitos kits torna-se um sistema confuso e pouco eficiente.

2.9.7. Entender os erros humanos na preparação de kits



Figura 12 - Desenho animado 1 (Piasecki, 2003).

Entender a natureza dos erros é essencial para aplicar a solução apropriada para os erros encontrados. (Piasecki 2003)

Existem dois grandes grupos de erros, aqueles *causados por falta de conhecimento* e aqueles *causados por falta de concentração*. (Piasecki 2003)

1. Erros causados pela falta de conhecimento geralmente incluem:

- Erros feitos quando o operador não se apercebe que tipo de parte está a manusear, se apenas um componente, ou algum componente que carece de pré montagem.
- Erros efectuados devido a falta de informação ou informação não totalmente clara, nas listas de recolha.

2. Erros causados pela falta de concentração incluem:

- Recolha de uma quantidade errada de determinado componente
- Recolher o componente errado
- Não recolher um componente presente nas listas de recolha
- Inserir a referência de kit errada no sistema informático

Os erros causados por falta de conhecimento embora usualmente sejam mais complexos também são mais fáceis de prevenir do que os erros por falta de concentração.

A formação dos operadores, bem como ligeiras alterações no processo de preparação, como por exemplo alterar a forma de identificar os componentes podem facilmente resolver os erros associados à falta de conhecimento. Contudo os erros relacionados com a falta de concentração são muito mais difíceis de controlar. Estes erros são usualmente reconhecidos como “erros estúpidos” porque não parece existir qualquer razão racional para os mesmos, o operador entende plenamente o que é necessário fazer mas não efectua todo o processo correctamente, embora seja improvável eliminá-los na totalidade podem ser substancialmente reduzidos através de alterações no processo, formação e aplicação de tecnologias. (Piasecki 2003)

Mas primeiro vai-se tentar entender porque é que estes erros de concentração acontecem.

Os operadores cometem, inadvertidamente, este tipo de erros frequentemente, mesmo que os processos associados estejam devidamente desenhados. Piasecki (2003) constatou que alterando toda uma organização de zonas de preparação, passando de um sistema em que os componentes eram armazenados segundo uma sequência de referências as quais eram distribuídas segundo o tipo de componente o que levava a armazenar componentes similares juntos, existiam situações como componentes similares classificados com as referências XYZ321654, XYZ321645 e XZZ321645 armazenados na mesma prateleira levando a que erros de troca de componentes fossem muito frequentes.

Contudo depois da alteração na organização, o que significou colocar estes componentes similares em diferentes áreas do supermercado, os operadores continuaram a efectuar o mesmo tipo de erros, ou seja continuou a ocorrer a troca de componentes durante a fase de recolha.

Segundo Piasecki (2003) isto acontece porque na organização de supermercado inicial os operadores precisavam de se focar estritamente na referência do componente,

para efectuar a recolha no entanto eles esperavam encontrar componentes similares na mesma área, logo estariam mais alerta para este facto.

Com o novo sistema de organização da zona de preparação os operadores esperavam ver componentes completamente diferentes lado a lado, o que levava, os mesmos, a criar hábitos como fazerem a recolha focando-se menos na referência dos componentes e mais na descrição dos mesmos ou localização, ou apenas através da visualização, ignorando de certa forma a sua referência ou só olhando para os primeiros caracteres.

David J. Piasecki (2003) concluiu então que embora se tenham obtido alguns ganhos de eficácia, de maneira geral estes não foram significativos.

2.9.8. Operador e Tecnologias

Segundo David J. Piasecki (2002) quando um operador processa dados existem bastantes momentos em que um erro pode ocorrer.

Primeiramente o operador recebe a informação, usualmente, na forma audível ou visual a qual é interpretada em pensamento, o pensamento vai para a memória a qual é posteriormente utilizada para executar determinada acção.

Esta acção pode ir desde a introdução de dados no sistema informático à recolha de um componente específico ou uma certa quantidade. É importante perceber que o erro pode ocorrer em qualquer parte deste processo, isto porque quando um operador lê uma lista de recolha de componentes e efectua posteriormente a sua recolha, mesmo que este processo seja uma questão de segundos, o operador tem de utilizar a sua memória logo podem existir problemas relacionados com a mesma.

Este tipo de problemas deve-se ao facto de as tarefas a que os operadores estão sujeitos serem muito repetitivas.

De acordo com Piasecki (2002) realizar uma tarefa uma vez e concretizá-la correctamente é fácil, contudo se efectuarmos a mesma tarefa repetidamente é mais difícil concretizarmo-la de forma acertada.

No processamento de informação, usando meios informáticos este tipo de problemas não se põem, uma vez que a informação se encontra em bases de dados hierarquizadas, e o operador utilizando critérios de selecção como sejam a referência do kit obtém sempre o mesmo resultado mesmo que repetido milhares de vezes.

Mesmo que muitas vezes existam bugs no sistema informático a informação obtida, embora possa não corresponder a realidade, continua a ser consistente. Embora existam problemas de processamento de informação por parte dos operadores, estes possuem uma enorme vantagem sobre as tecnologias, mais concretamente os computadores, podem tomar uma decisão baseada em vários critérios de decisão bem como da própria experiência. Já um computador requer uma relação pré definida entre os dados para assim poder fornecer informação consistente, o operador pode encontrar uma situação nova e mesmo assim tomar uma decisão baseada nas circunstâncias do momento e na sua experiência.

Outro aspecto importante é que os sistemas informáticos requerem que os dados introduzidos sejam completos ou de acordo com o esperado, uma vez que se não o forem o sistema pura e simplesmente colapsa ou não fornece qualquer informação.

Conclui-se então que o processo de preparação de kits ideal é aquele que entendendo os pontos fortes e fracos dos operadores e tecnologias consiga utilizar as forças de cada um, evitando assim as suas fraquezas.

2.9.9. Condições de trabalho

Segundo Piasecki (2002) um factor que não deve ser descurado para entender o que leva à existência de erros, são as condições de trabalho, como a iluminação, ruído, temperatura e manutenção.

Deficiente iluminação pode afectar a precisão de diferentes maneiras, luz inadequada torna difícil a leitura de documentos, visualização de informação via monitores, leitura de etiquetas dos componentes, aumentando assim a possibilidade de cometer erros. Excesso de ruído afecta a concentração dos operadores tendo impactos na sua eficiência. A temperatura também pode condicionar a produtividade dos operadores assim tanto temperaturas baixas como altas não são as condições ideais de trabalho uma vez que estas têm efeito sobre a eficiência dos operadores e alguns equipamentos como por exemplo balanças que são feitas para pesar e contar materiais dentro de determinados intervalos de temperatura.

A manutenção dos espaços de trabalho, limpeza e organização, é também muito importante uma vez que ter por exemplo recipientes de componentes danificados tanto

armazenados em prateleiras como empilhados sobre o solo pode resultar em perdas de componentes.

Permitindo a existência de componentes fora de uso, ou qualquer outro tipo de desperdícios cria-se também mais uma oportunidade para a ocorrência de falhas, bem como permitindo a existência de componentes de forma desorganizada, armazenados de qualquer forma ou em qualquer lugar, torna difícil determinar o que é para utilizar logo também contribui significativamente para o aumento do número de erros.

Ambientes desordenados e sujos afectam o ânimo dos operadores e consequentemente podem afectar a eficiência dos mesmos, transmitindo a mensagem que as chefias não se preocupam, e se as chefias não se preocupam os operadores serão as últimas pessoas a preocupar-se, e neste âmbito que se deve aplicar a metodologia 5S.

2.9.10. Armazenamento de Componentes e Recipientes

Os recipientes nos quais os componentes são armazenados têm também um papel importante para o aumento da produtividade e diminuição de erros.

Estes não servem apenas para armazenar os componentes, mas também para os proteger e transportar.

O armazenamento deve estar decomposto em poucos grupos de componentes, cada componente deve ser armazenado em recipientes standard com quantidades standard.

Todos os componentes devem ser recebidos em quantidades certas, bem como produzidos e enviados em quantidades standard indo ao encontro das práticas JIT³ que promove o uso de recipientes standard a fim de eliminar o desperdício como seja a contagem de componentes, *repacking*, reenvio e danificação de componentes. (Piasecki 2002)

³ JIT – Termo inglês que significa Just-in-Time que é uma das actividades da filosofia LEAN e segue quatro práticas essenciais, não produzir nada que o cliente não tenha pedido, maximizar ao máximo a flexibilidade dos operadores e máquinas, ligar todos os fluxos de matérias entre processos através de um sistema visual Kanban, Nivelar a procura para que o trabalho possa fluir suavemente sobre toda a organização.

2.9.11. Identificação dos Componentes



Figura 13 - Desenho animado 2 (Piasecki, 2003).

A identificação dos componentes presentes no supermercado bem como das ordens de pedido de kits tem uma grande relevância para a futura existência ou não de erros relativos à introdução da ordem bem como relativos à própria recolha de componentes.

O método de identificação pode ser através de uma referência numérica, ou alfanumérica. Embora através da utilização de referências meramente numéricas se consiga obter uma maior rapidez na entrada de dados também este método é mais propenso a erros de inserção. Uma combinação aleatória de números e letras contudo torna de difícil legibilidade e introdução a referência (exemplo 7GH234W83), porém se combinarmos letras e números agrupadamente (como por exemplo referências começadas por três caracteres alfabéticos e quatro caracteres numéricos, exemplo BCK8321) torna-se mais fácil a sua leitura e reduz os problemas de inserção.

A grande desvantagem deste método de classificação é a rapidez de inserção, uma vez que com a presença do teclado numérico localizado na parte direita da maior parte dos teclados este processo se torna bem mais moroso.

É também importante reflectir sobre o número de caracteres que uma referência deve ter, que deve ter em conta o número de componentes existentes e o crescimento potencial dos mesmos. Tendo em conta que referências longas são mais difíceis de ler e de inserir no sistema informático e por conseguinte mais propensas a erros de entrada de dados, no entanto têm a vantagem de não se confundirem com a referência de outro componente existente a quando da entrada de dados, sendo maior a probabilidade de o sistema reportar erro.

O importante a reter é conseguir um bom compromisso entre o stock existente, o crescimento potencial e o número de caracteres a escolher para a sua identificação. Não é aconselhado introduzir caracteres especiais como espaços, hífenes, pontos finais, vírgulas separando os vários caracteres das referências. Para tornar as referências mais legíveis nas listas e etiquetas deve-se programar o computador para automaticamente inserir esse tipo de caracteres em posições específicas. (Piasecki. 2002)

2.9.12. Articulação da Preparação de Kits com ambientes Lean

Implementando zonas específicas para a preparação de kits pretende-se mover um conjunto de actividades que não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto final, no entanto necessárias, como sejam o deslocamento intenso e recolha de componentes das linhas de produção a jusante, para estas áreas específicas denominadas zonas de preparação de kits.

Pretende-se através da sua introdução criar os kits de forma mais precisa e eficiente optimizando assim estes processos, para isto os operadores que nelas trabalham têm como principal função a recolha e montagem de componentes deixando os operadores a jusante, nas linhas de produção, livres desta função e focados exclusivamente na montagem de grandes componentes e incorporação dos kits previamente montados, isto porque estas linhas não estão exclusivamente optimizadas para o processo de recolha ao contrário das zonas de preparação, logo através desta metodologia de trabalho consegue-se reduzir os movimentos de desperdício.

Embora possa parecer que a utilização destas zonas de preparação de kits só faça com que haja uma deslocação dos desperdícios associados a actividades de valor não acrescentado, não exercendo qualquer redução nos mesmos, o uso destas zonas é muito útil, na medida em que grande parte das indústrias têm os seus maiores problemas nas

linhas de produção, assim deslocando esta actividade vamos aumentar toda a capacidade e desempenho dos processos de produção associados.

De acordo com a teoria defendida por Bozer e McGinnis (1992) usando zonas específicas para a preparação de kits podemos reduzir e ter um melhor controlo sobre o trabalho em processamento nas linhas de produção removendo actividades de desperdício sobre elas, indo ao encontro da teoria Lean que diz que inventário a mais, não é só desperdício como também encobre outros tipos de problemas e torna mais difícil a descoberta de soluções.

Introduzindo processos de preparação de kits conseguem-se tornar os processos mais simples e claros melhorando o controlo sobre as linhas de produção, evitando os cenários tradicionais em que temos presentes todos os componentes em torno das linhas de produção,

Para isto muito ajuda o uso da metodologia Lean eliminando inventário não utilizado e enviando o material em recipientes devidamente desenhados facilitando o processo de preparação de kits a ordenação e arrumação dos locais de trabalho.

Um dos aspectos fundamentais da metodologia Lean é esforçar-se para conseguir obter um sistema Pull⁴ de materiais, isto também se aplica dentro das organizações no fluxo de materiais internos.

Através do uso de zonas de preparação de kits conseguimos ter recipientes de kits para renovação, quer isto dizer, com um sistema destes podemos ter menos quantidades de recipientes do que aqueles requeridos no fornecimento contínuo, isto porque quando os recipientes vão para as linhas de montagem são utilizados e voltam sequencialmente para as zonas de preparação para serem reutilizados, conseguindo-se assim ter menos unidades para manusear melhorando a visibilidade.

⁴ Pull – Palavra inglesa cujo significado é puxar, este sistema destina-se a otimizar o fluxo de materiais no processo produtivo garantindo a sincronização entre produção e logística, pretendendo, como objectivo, produzir a quantidade exacta no momento certo e com a qualidade desejada.

3. PREPARAÇÃO DE KITS NA SECÇÃO S871 DA BT.

3.1. Grupo Bosch

Fundada em 1886 por Robert Bosch, a Robert Bosch começou por ser uma oficina electrotécnica e mecânica de precisão transformando-se num dos maiores e mais poderosos grupos internacionais desde 1964.

Actualmente o grupo Bosch tem actividades em diferentes ramos de negócio, o que se reflecte no grande número de produtos existentes no mercado com a marca Bosch, que vão desde componentes para automóveis, ferramentas eléctricas, equipamentos hidráulicos e pneumáticos, electrodomésticos, esquentadores...

O grupo Bosch é líder mundial no fornecimento de tecnologia e serviços, estando dividido em três grandes áreas:

- Tecnologia Automóvel.
- Tecnologia Industrial e Bens de Consumo.
- Tecnologia de Construção.

Sendo o grande factor de sucesso do grupo a Qualidade dos produtos fornecidos, “Sempre foi um pensamento insuportável para mim, que alguém possa inspeccionar alguns dos meus produtos e achá-los inferiores em algum ponto. Por essa razão tenho constantemente produzido produtos que suportem a mais minuciosa análise – produtos que se provam a “si mesmos” superiores, a todos os respeito.” (Robert Bosch, 1918).

3.2. Bosch Termotecnologia

Sob a designação da Vulcano Termodomésticos SA, a Bosch Termotecnologia iniciou a sua actividade em Cacia, Aveiro, no ano de 1977, com base num contrato de licenciamento com a Robert Bosch para a transferência da Tecnologia utilizada pela empresa alemã no fabrico de esquentadores

A qualidade dos aparelhos produzidos, a estratégia de vendas e assistência pós venda permitiram-lhe uma rápida e sólida liderança do mercado nacional de esquentadores.

Em 1988, a empresa foi adquirida pelo Grupo Bosch, que transferiu para Portugal competências e equipamentos, iniciando um processo de especialização dentro do Grupo.

Líder do mercado europeu desde 1992, e terceiro produtor mundial de esquentadores, à Bosch Termotecnologia é hoje o centro de competência da Robert Bosch para este produto, competindo-lhe a concepção e o desenvolvimento de novos aparelhos bem como a sua produção e comercialização.

Beneficiando de sinergias no desenvolvimento de aparelhos de queima a gás, a BT iniciou em 1995 a produção de caldeiras murais a gás e em Março de 2007, iniciou a produção de painéis solares térmicos, possuindo actualmente uma carteira de clientes em cinquenta e cinco países por todo o mundo.

A BT no final do ano de 2008 tinha a colaboração de 1200 trabalhadores e um volume de facturação na ordem dos 235 milhões de euros.

3.3. Estrutura da Bosch Termotecnologia

A estrutura da BT é composta por três áreas principais, *área financeira*, *área de vendas* e *área técnica*. Este projecto desenvolve-se dentro da área técnica que controla todo o processo produtivo e desenvolve actividades e projectos de optimização de processos. Dentro desta área encontram-se vários departamentos tais como Qualidade, Desenvolvimento, Logística, Gestão de Projectos, etc.

É dentro do departamento de Qualidade que se integra o corrente projecto.

O departamento de Qualidade tem como designação de origem “Quality Management and Methods” e está dividido em vários sub-departamentos.

- **QMM1** – Garantia da Qualidade do Produto e Processo.

Este departamento gere e assegura todo o sistema de gestão de qualidade dos produtos da BT (esquentadores, caldeiras e componentes) a nível interno, apoiando-se e dividindo-se nas secções QMM11 – Esquentadores, Caldeiras e pré-montagens, QMM12 – Painéis Solares, QMM14 – Laboratório de Metrologia e QMM1-ZQ – Teste de Produtos, estando este subdividido na secção Q-Tests – Auditoria ao Produto e secção Z-Audit Tests – Laboratório de Fiabilidade.

- **QMM-C** – Gestão de Reclamações de clientes.

O QMM-C gere todas as reclamações de clientes que chegam à BT. Fazendo recolha da informação, tratamento de dados e aceitação da reclamação, para posteriormente definir acções imediatas, preventivas e correctivas de modo a serem evitadas futuras falhas/defeitos.

- **QMM-S** – Sistema de Gestão de Qualidade

O QMM-S é responsável pela integração e participação nos projectos do Sistema de Qualidade, garantindo a monitorização e a implementação efectiva de uma abordagem por processos à luz das normas ISO e também da focalização nos clientes internos e externos. Assegura também que os procedimentos, documentos que descrevem de uma forma mais detalhada os passos que constituem os processos, são revistos e publicados de modo a que todos os possam conhecer e consultar.

Foi no sub-departamento QMM1 mais precisamente na secção QMM11 que é a secção responsável pela Qualidade dos produtos finais, esquentadores e caldeiras bem como dos produtos intermédios, que foi desenvolvido o projecto.

3.4. Contexto do Trabalho

Este projecto incide sobre uma área específica inserida na divisão S871 da BT, onde se localiza a secção de preparação de kits (S871 Prep.) e as células finais de produção nº1, nº2 nº3 e nº4, sobre as quais o QMM11 é responsável pelos problemas relativos à qualidade.

A secção de preparação de kits S871 é uma zona bem definida da fábrica onde se efectua a produção de kits ou como são vulgarmente conhecidos na organização por Conjuntos de Acessórios (CA) sobre uma área de 254 m², havendo dentro desta duas zonas distintas. Uma secção para a preparação de kits para as células nº1, nº2 e nº3 e outra para a célula nº 4.

O projecto incide na secção de preparação de Kits para as células nº1, nº2 e nº3 com uma área total de 75 m2.

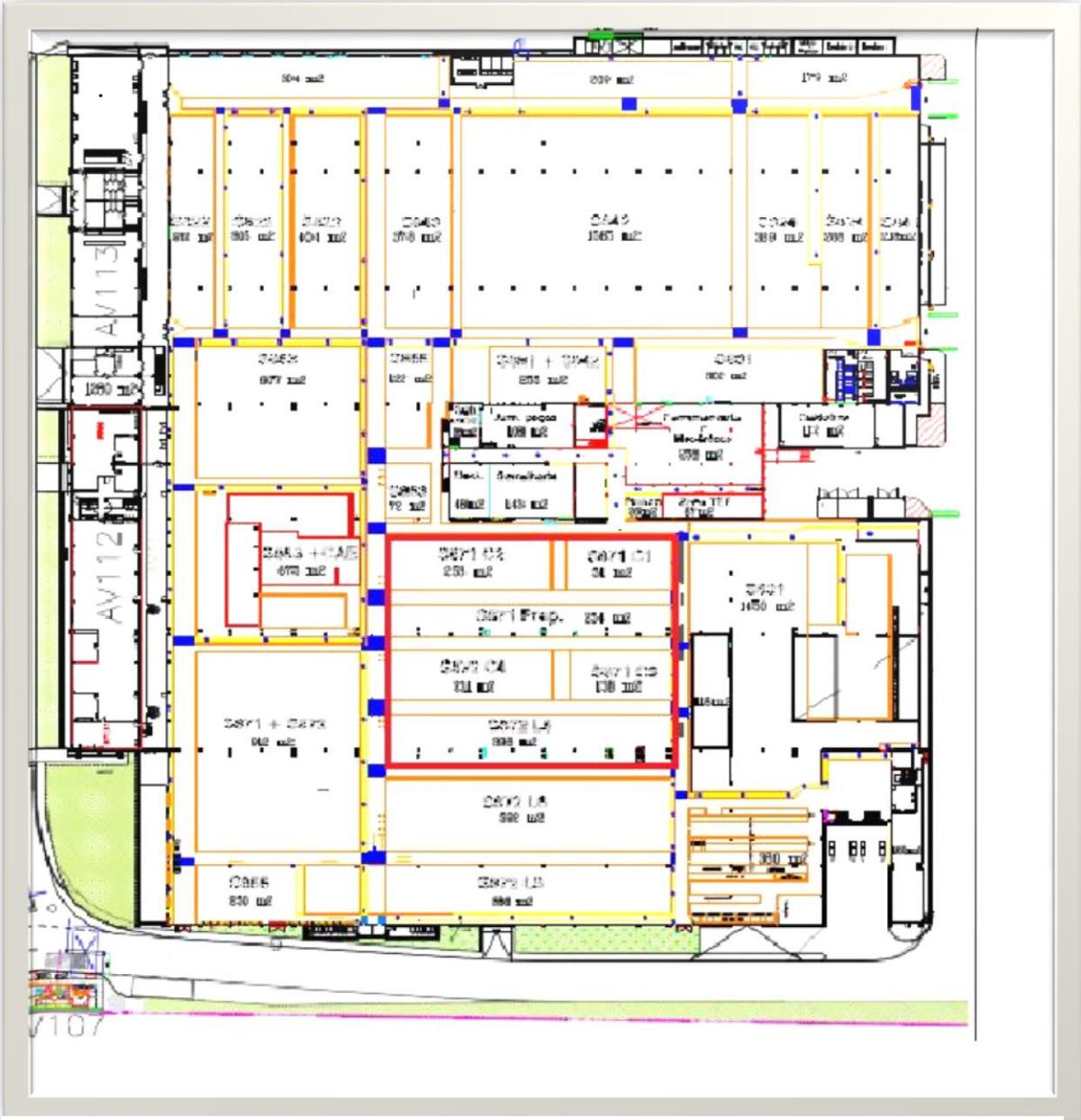


Figura 14 – Localização da secção S871 na Bosch Termotecnologia.

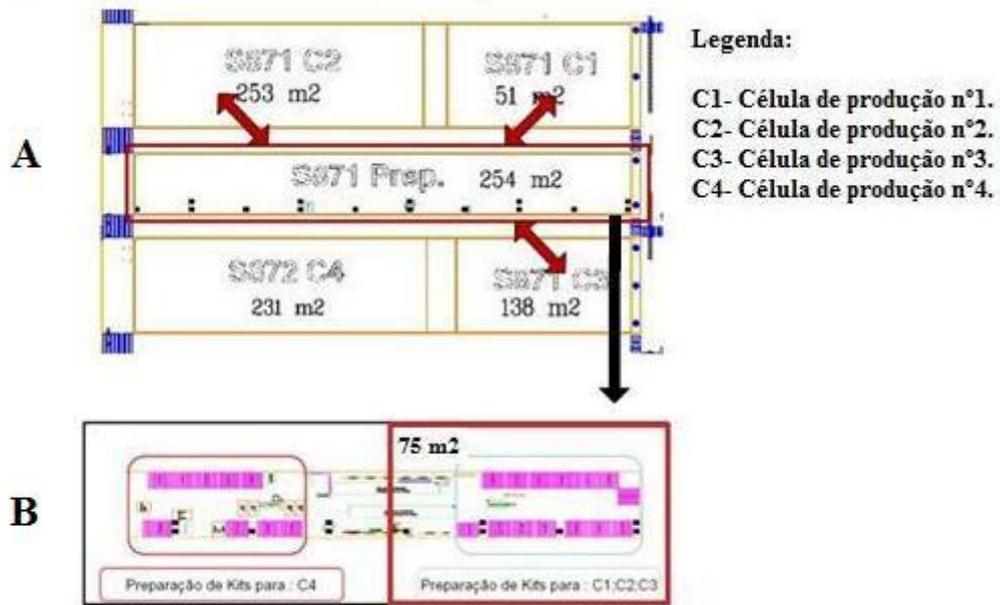


Figura 15 – Mapa pormenor da secção S871.

Pretende-se intervir nesta zona de preparação (S871) estudando o processo existente e propor acções de melhoria, optimizando o processo de criação de conjunto de acessórios (CA).

3.5. Metodologia

Este projecto tem como objectivo a melhoria do processo de criação de kits ou como vulgarmente são conhecidos na organização conjunto de acessórios (CA) na área da Qualidade, pretendendo que o n.º de erros efectuados durante a preparação de kits decresça e se aproxime o quanto possível do objectivo de zero defeitos.

Para tal utilizar-se-ão alguns dos princípios BPS baseados nos fundamentos teóricos Lean, como sejam a eliminação de desperdícios e melhoria contínua e a qualidade perfeita, apoiados em diferentes ferramentas BPS como os Sistemas Poka-Yoke, os 5S, e ferramentas da qualidade “*Q-tools*”.

Na tabela seguinte apresenta-se uma metodologia adaptada, retirada de “*Teaching Lean Production in na MBA Curriculum*” de Pohebe Sharkey (2009) conhecida por *DMAIC*⁵ que será usada neste projecto.

Fases	Descrição	Ferramentas
Definição do problema.	<ul style="list-style-type: none"> - Registo do Problema - Definição de inputs e outputs do processo. 	Gráfico de Pareto.
Avaliação /Mapeamento do Processo.	<ul style="list-style-type: none"> - Recolha das informações do processo. - Criação de um mapa do processo na situação inicial. -Fotografias. 	Mapa de fluxo de processo.
Análise do processo.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do desperdício, do valor e das actividades sem valor acrescentado. - Encontrar causas e não sintomas. - Identificar, organizar, e definir prioridades. - Seleccionar e verificar as causas dos problemas. - Definir possíveis informações adicionais. 	Diagrama de Ishikawa.
Implementação de acções.	<ul style="list-style-type: none"> - Enumeração de todas as possíveis soluções - Classificação das soluções e selecção da melhor - Criação de um registo sobre a solução definida - Desenvolvimento de métricas de performance - Comunicação e implementação da solução - Medição dos resultados - Determinação do tempo necessário de acompanhamento. 	Brainstorming. Análise de impacto. Folha de registo de acções. Actualização, progresso, problemas, planos. 5S

⁵ DMAIC- Metodologia que serve para melhorar processos de trabalho, eliminando defeitos, e que consiste em 5 etapas, definição, medição, análise, melhoria e controle.

Avaliação e revisão.	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação dos resultados das modificações - Compilação das lições aprendidas - Desenvolver a melhoria contínua no processo - Estandarização das modificações 	Plano de acções correctivas. Gráfico de Pareto. Folha de registo de acções.
-----------------------------	---	---

Tabela 1 – Metodologia adaptada utilizada.

Esta metodologia encontra-se adaptada ao projecto em causa no entanto as duas últimas fases, implementação de acções e avaliação e revisão, não serão abordadas uma vez que não chegou a ser implementada qualquer solução.

3.6. Definição do Problema

3.6.1. Registo do Problema

A sub-secção Q-Test da secção QMM-ZQ, como responsável pela inspecção no final da linha de produção depois de o aparelho estar embalado e selado, procede à recolha de uma amostra de um esquentador por cada cem, a fim de verificar se este se encontra sem qualquer tipo de falhas.

São verificadas a presença de impressos, etiquetas do aparelho, acessórios, etiquetas de embalagem e efectuados testes de pressão do queimador, fuga de água, caudais de água, funcionamento não-conforme (NC), significando que não cumpre requisitos especificados, momentos de aperto NC e comportamento do aparelho e circuitos entre outros.

Foi feito um levantamento de todas as falhas verificadas no ano de 2008 referentes a esquentadores do tipo Confort, cujos CA são preparados na célula S871, o qual pode ser visualizado através do diagrama de Pareto, abaixo representado.

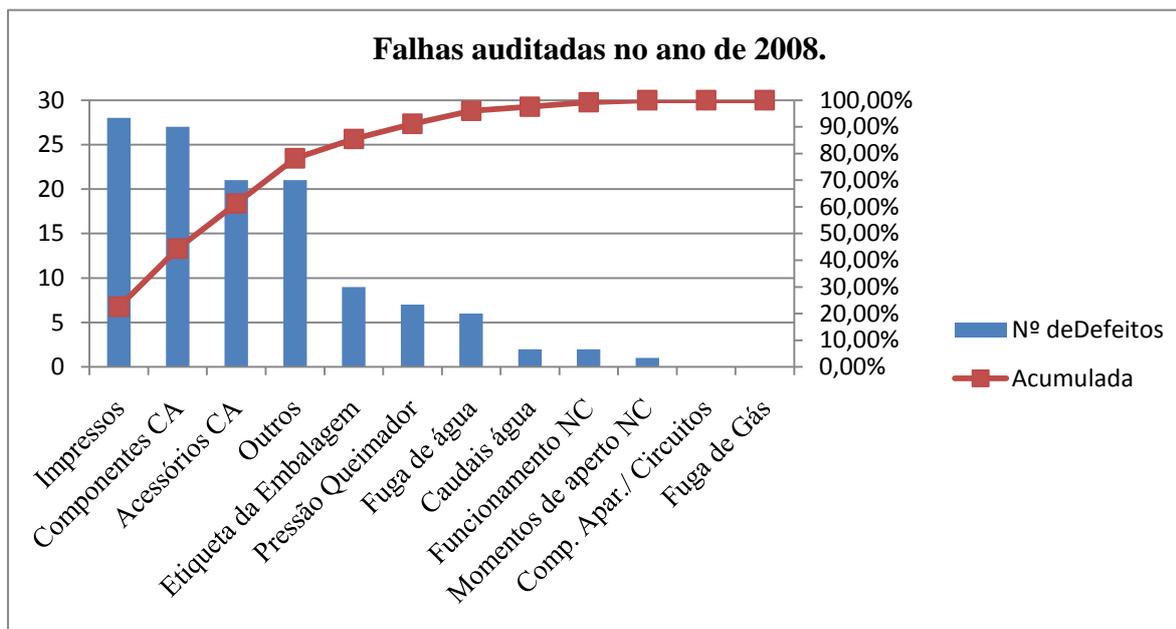


Gráfico 1 – Falhas auditadas no ano de 2008.

Foram detectadas várias falhas: desde falhas nos impressos, componentes do CA e acessórios do CA, o que pode significar a sua ausência ou troca. Entre outras falhas, verifica-se também que foram nos impressos, nos componentes e acessórios que foram encontradas o maior número de falhas e é sobre estas que se pretende intervir reduzindo-as.

É objectivo deste projecto intervir na zona de preparação de kits S871 onde são efectuadas operações com impressos, acessórios e componentes, três maiores falhas, 23%, 22% e 17% respectivamente, detectadas pela auditoria, estudando o processo existente tentando perceber “o porquê” destas falhas e propor acções de melhoria.

3.6.2. Definição de Inputs e Outputs do processo

A secção de preparação de kits é abastecida (Input) pelo armazém A01, uma vez que a grande maioria dos componentes que compõem os kits são componentes de compra produzidos por fornecedores externos, com a excepção dos Acessórios montados na própria célula resultado da assemblagem de dois ou mais componentes vindos de fornecedores externos e Impressos, que são impressos na fábrica mediante a referência do esquentador a produzir.

Os clientes da secção (Output) são as células finais de produção nº1, nº2 e nº3 (figura 15).

3.7. Avaliação / Mapeamento do Processo

3.7.1. Recolha de informações do processo

A secção de preparação de kits S871 é apenas uma das existentes em toda a planta, onde é feita a preparação de kits que vão posteriormente seguir para os clientes da secção.

Esta secção organiza-se segundo a estrutura de uma grande área de recolha de componentes e montagem de subconjuntos vulgarmente chamados de Acessórios na organização, (figura 8).

Este modelo de organização presente na secção de preparação de kits S871 tem como principal vantagem o facto de a célula se encontrar perto das células a fornecer e como principal desvantagem o espaço disponível ser muito limitado.

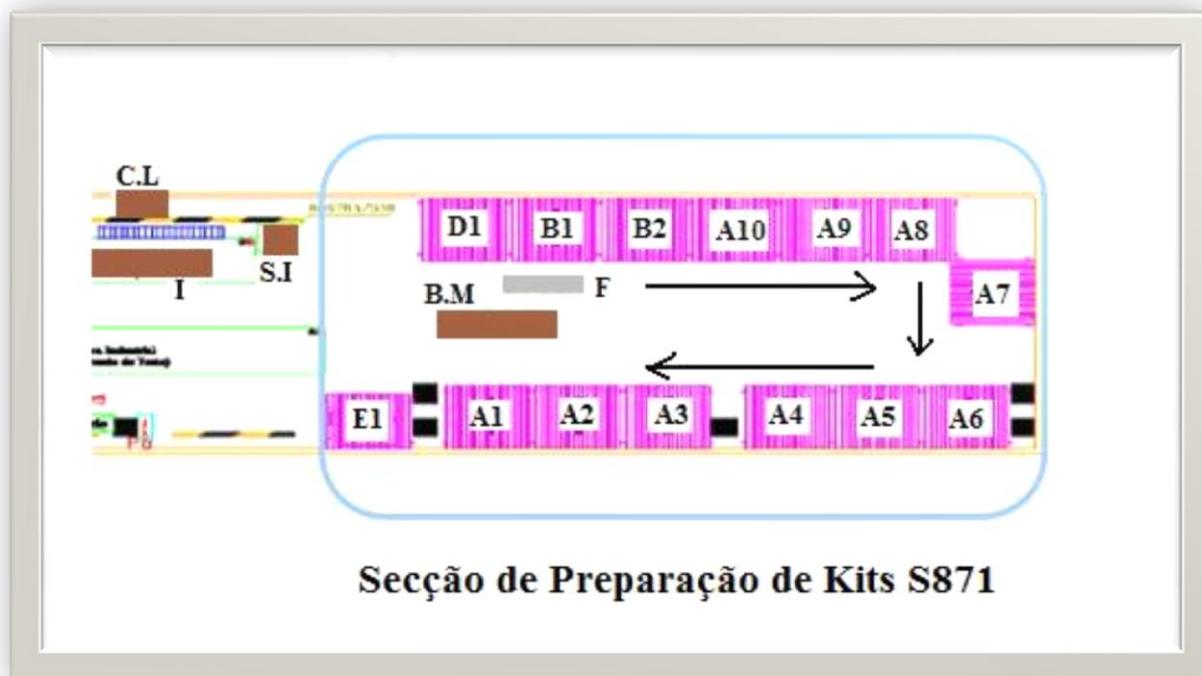


Figura 16 – Configuração da secção de preparação de kits S871.

Legenda:

- A1, A2, ..., A10** - Estantes para picking de componentes.
- B1, B2** - Estantes para picking de componentes para montagem de acessórios.
- D1** - Bordo de linha para colocação de kits preparados.
- E1** - Estantes para colocação de caixas vazias.
- B.M** - Banca de Montagem.
- F** - Carros Logístico.
- C.L** - Caixa Logística.
- S.I** - Sistema de Informação constituído por Computador + Impressora.
- I** - Impressora para impressão de Impressos.

Actualmente esta secção é constituída por:

- 12 Estantes com 5 níveis de altura, cada uma, (A1, ..., A10; B1,B2).
- 1 Estante que funciona como bordo de linha, (D1).
- 1 Estante que funciona armazenamento de caixas vazias, (E1).
- 1 Computador, (S.I).

- 1 Impressora, (S.I).
- 1 Mesa para a montagem de acessórios, (B.M).
- 2 Carros logísticos, (F).
- 1 Leitor de código de barras, (não utilizado)
- 1 Prensa para fecho dos sacos de acessórios (B.M).
- 1 Impressora para impressão de Impressos. (I)



Figura 18 – SI – Computador + Impressora.



Figura 17 – Banca de Montagem de acessórios.



Figura 19 – Secção de preparação de acessórios S871.

Nesta secção de preparação existem dois grandes grupos de componentes, que vão ser consumidos tal qual são fornecidos:

- Etiquetas.
- Manípulos.

- Válvulas.
- Anilhas/Porcas/Tubos.
- Casquilhos.
- Pilhas

Além destes existem componentes que vão sofrer uma montagem para chegar a produto acabado conhecidos por Acessórios que são subconjuntos, todos estes componentes vão integrar posteriormente o CA.

Estes componentes estão distribuídos pelos cinco diferentes níveis das estantes, estando os componentes que vão ser consumidos tal como são fornecidos em uma zona da secção, ocupando 10 estantes, e os componentes que vão sofrer montagem nas restantes duas estantes mais próximas da mesa de montagem de acessórios onde se efectua a sua montagem, no entanto não existe qualquer outro critério para a ordenação dos componentes.



Figura 20 – Exemplo de CA produzido na secção S871.

Existem também Impressos, que são impressos na altura consoante o CA a produzir.

Para a produção de kits é necessário levar a cabo várias tarefas. A primeira é a introdução de dados no SI, seguindo-se a tarefa em que o operador vai produzir o kit e finalizando o processo com a colocação do kit em caixas standard e o seu encaminhamento para os respectiva zona do bordo de linha, visto que este se encontra dividido em três zonas, zona C1, C2 e C3 de acordo com a célula de produção a abastecer.

Na figura 21 vê-se o fluxograma geral do processo no qual constam estas tarefas e o seu sequenciamento.

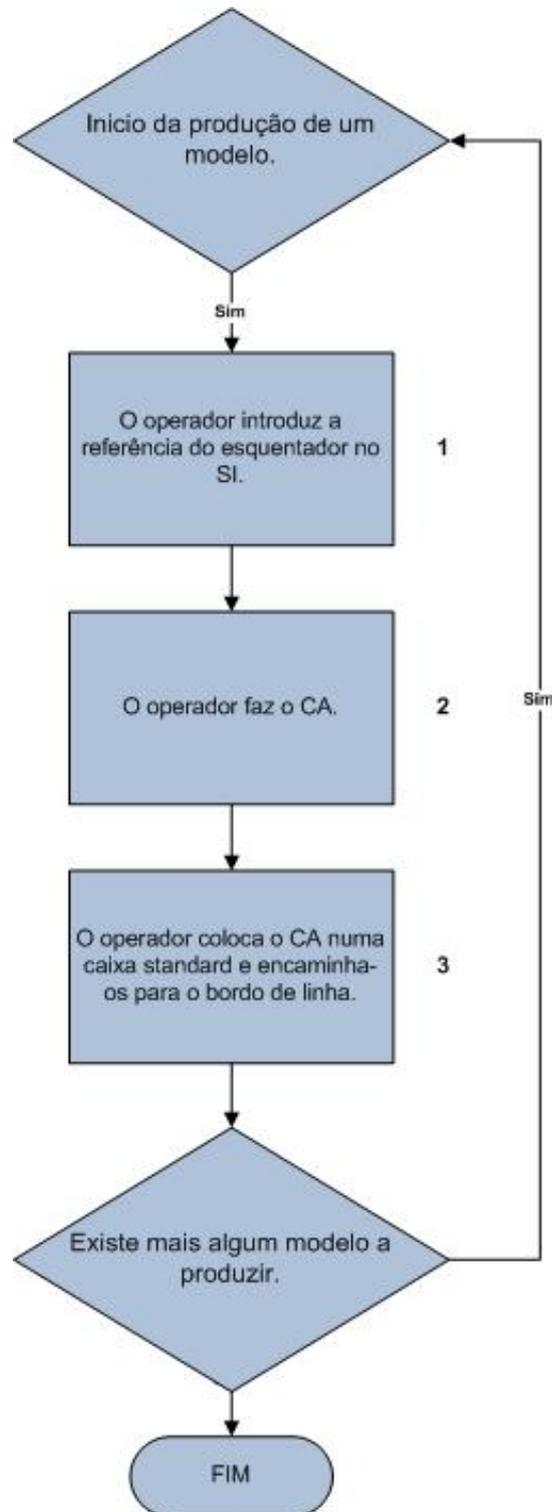


Figura 21 – Fluxograma Geral do processo de criação de CA na secção S871.

Detalhando a primeira fase do processo, (1), na qual o operador introduz dados no SI obtêm-se o seguinte fluxograma apresentado na figura 22:

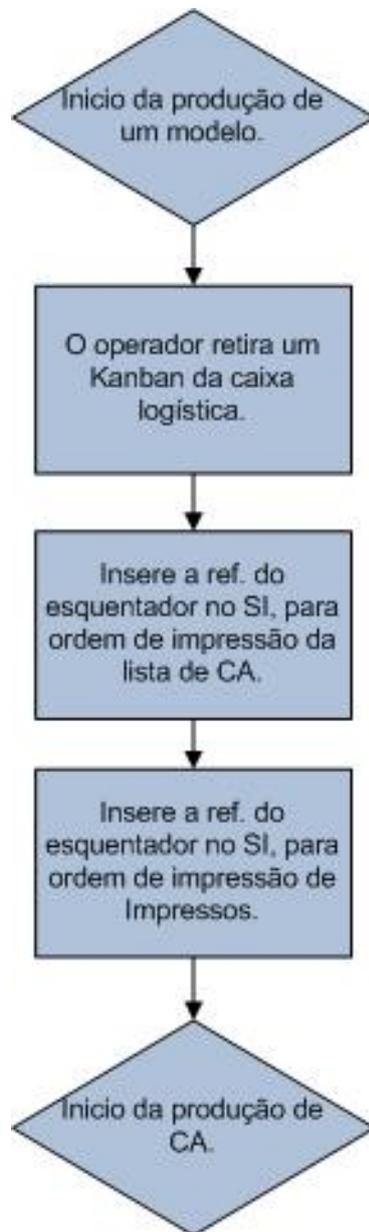


Figura 22 – Fluxograma do processo de inserção de referência no SI.

Através da observação do fluxograma constata-se que o operador efectua um conjunto de tarefas. Realiza uma deslocação até à caixa logística (CL) para retirar um

cartão Kanban⁶ onde tem a referência do modelo de esquentador a ser produzido, seguidamente efectua a introdução dessa referência no SI para obter uma lista de *picking*, ou lista de CA como é vulgarmente chamada na organização, e efectua outra introdução da mesma referência, em um outro programa, para dar ordem de impressão dos impressos referentes a esse modelo, de salientar que estas introduções de dados são totalmente manuais utilizando o teclado numérico.

Com a obtenção da lista de *picking*, o operador tem acesso a um conjunto de informações relevantes para a produção dos diferentes kits, uma vez que desta lista fazem parte informações relativas aos vários componentes que vão formar o kit final assim como o seu nome, a sua referência e a zona da sua localização na secção de preparação de kits S871, (figura 23).

⁶ Cartão Kanban – Sistema visual que permite controlar todo o fluxo de materiais dentro de uma organização

Bosch Termotecnologia SA		Quantidade Total 16	
LINHA DE MONTAGEM FINAL - 871			
Modelo	7-701-431-607	WRD11-2 B31 S2895 (MTG - GWT ; COMP ; COMPbet ; 10 Litros)	
Quantidade	16		
Linha	C1		
		LOCAL	POSTO . Tp.
Supermercado de KITS			
6-720-807-589	IMPRESSOS	Printing online	J
7-709-003-226	ACESSÓRIO NR.1021	K07-03-01	0 J
8-701-135-987	ETIQUETA	K12-04-05	1 J
8-701-145-596	ETIQUETA AUTOCOLANTE	K11-03-07	0 J
8-702-000-294	MANIPULO DE ÁGUA SKIN	K06-04-02	0 J
8-702-000-295	MANIPULO DE GÁS SKIN	K06-04-02	0 J
8-709-918-202	CONJUNTO DE FIXAÇÃO	K06-03-01	0 J
8-709-918-680	Pilha Alcalina 1,5V LR20	K06-01-01	0 J
8-709-918-851	Acessório de instalação		0 J
Supermercado Secções			
8-700-703-129	LIGAÇÃO DE MANGUEIRA COMPL.		0 J
8-705-402-183	COSTAS 10L		1 J
8-705-406-414	CÂMARA DE COMBUSTÃO		0 J
8-705-431-056	Fr.P.W250 compact junkers skin s/ajp	17	1 J
8-705-605-559	CHAMINÉ		0 J
8-707-008-386	AUT.DE ÁGUA W275 COMPL.	02 - 03 - 02	1 J
8-707-021-199	Aut.de Gás WRB GPL compact opt.	1, 2	0 J
8-708-105-712	QUEIMADOR PILOTO COMPL.		0 J
8-708-120-005	GRUPO ESQ.DO QUEIMADOR W250 B		0 J
8-708-120-006	GRUPO DIR.DO QUEIMADOR W 250 B.		0 J
Supermercado Material de Compra			
2-910-612-405	Parafuso para chapa DIN7981 2,9X9,5	09-05-06	0 J
8-701-300-015	CLIP	09-05-07	0 J
8-701-300-016	CLIP COSTAS	09-04-09	0 J
8-704-401-306	CABO DE IGNIÇÃO	01-03-05	0 J
8-705-506-743	ESPELHO SKIN C/ SERIGRAFIA	03-04-01	1 J
8-707-208-423	SENSOR DE TEMPERATURA 140°C	05-05-08	0 J
8-718-944-431	ABRAÇADEIRA DE PLÁSTICO	09-03-10	0 J
Supermercado Embalagem			
6-720-002-438	ESFEROVITE INFERIOR 11L	E1-01-01	0 J
6-720-002-439	ESFEROVITE SUPERIOR 11L	E1-01-02	0 J
6-720-002-600	CAIXA DE CARTÃO	E2-01-01	0 J
6-720-007-190	PALETE DE ENVIO ÚNICO		0 J

Figura 23 – Exemplo de lista de CA impressa.

Na segunda fase do processo, (2), do fluxograma geral, em que os operadores fazem o CA, são também efectuadas um conjunto de tarefas, as quais se descrevem em pormenor na Figura 24.

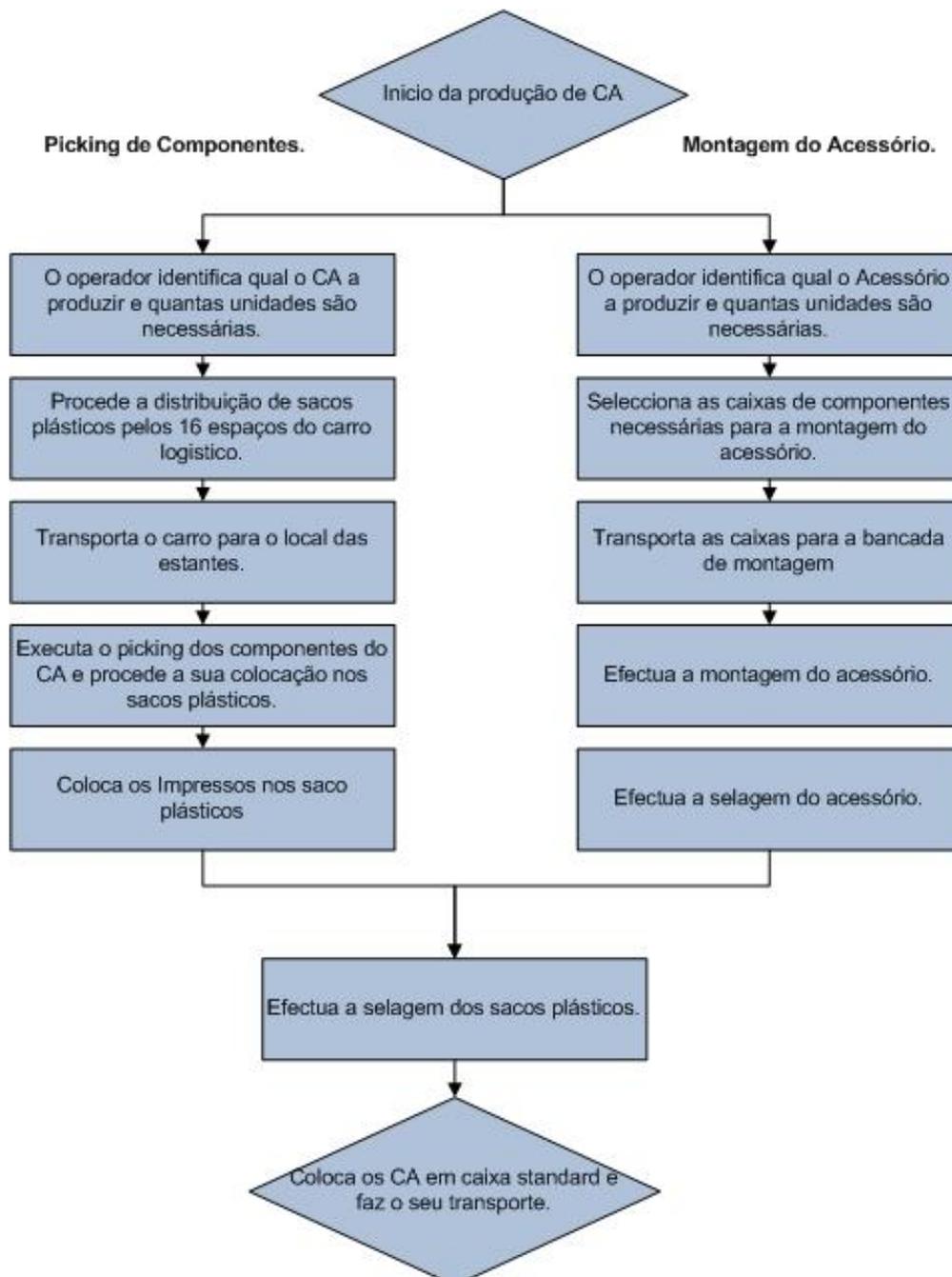


Figura 24 – Fluxograma do processo de criação do CA.

Nesta parte do processo de produção dos CA existem duas fases distintas, o *processo de picking de componentes* e o *processo de montagem de acessórios*, sendo ambos completamente manuais.

No *processo de picking* de componentes o operador segue um conjunto de tarefas que começam pela identificação do CA a produzir e quantas unidades do mesmo são necessárias sendo que no mínimo são produzidos 16 CA, para de seguida proceder à distribuição de sacos plásticos pelos 16 espaços do carro logístico nos quais os CA vão ser depositados e vai percorrendo com o carro logístico todas as dez estantes onde os componentes que não necessitam montagem são armazenados, da esquerda para direita, começando na estante A10 e acabando na A1 junto a banca de montagem executando o *picking* dos diferentes componentes, sendo esta recolha inteiramente manual recorrendo apenas a informação presente na lista de kit anteriormente impressa, (figura 23).

No final, o operador desloca-se à impressora onde são impressos os Impressos e transporta-os até ao carro logístico onde os vai colocar juntamente com os componentes já recolhidos.



Figura 25 – Carro Logístico.

Para a produção do Acessório, como é conhecido na organização, que não é mais que um subconjunto, o processo é ligeiramente diferente, passa inicialmente pela identificação de qual o acessório a montar, para isso o operador recorre mais uma vez a lista de CA impressa, onde consta a referência do Acessório. Fazendo uso da sua experiência ou inserindo essa referência em um programa existente (VUL) que permite ver como é constituído determinado componente ou produto final, o operador fica a saber que

componentes recolher para a montagem do mesmo e desloca-se até às estantes onde as caixas de componentes para montagem de acessórios estão armazenadas (B1 e B2), e transporta-as para a banca de montagem onde efectua a preparação do subconjunto (Acessório) e depois a sua selagem.

Estes dois processos descritos de picking de componentes e produção do Acessório funcionam em paralelo, ou seja ao mesmo tempo, e no final vão ser integrados nos mesmos sacos plásticos onde já estavam os componentes e o Impresso e selados para depois serem colocados em caixas standard e encaminhados para a respectiva zona do bordo de linha.

Nesta secção de preparação de kits trabalham dois a três colaboradores não estando o trabalho totalmente normalizado. O trabalho é organizado em dois turnos, o turno da manhã Turno 1 e o turno da tarde, Turno 2. No turno da manhã é alocada uma tarefa a cada operador, ou seja um operador fica incumbido de Imprimir a lista de CA e de efectuar a ordem de impressão de Impressos, (figura 22), outro fica encarregue do processo de montagem de acessórios, (montagem de acessórios, figura 24), e o outro encarregue do processo de *picking* de componentes, (*picking* de componentes, figura 24), efectua-se uma ordem de produção de kits de cada vez.

O turno da tarde, turno 2, trabalha só com dois operadores e associa a cada operador uma célula a abastecer, ou seja vai haver um operador a efectuar todo o processo para cada uma das três células a abastecer e outro operador para outra, passando o processo a ser sequencial, o processo retratado na figura 24 passa de paralelo a sequencial, efectuando-se duas ordens de produção de kits ao mesmo tempo.

Armazenamento de componentes

Quatro tipos de caixas standard, de diferentes dimensões, são utilizadas para o armazenamento de todos os componentes presentes na zona de preparação sendo designadas de caixa BB, B, KP, GP; as quantidades nelas armazenadas são também standard de acordo com o componente armazenado, indo ao encontro das práticas JIT mencionadas.



Figura 26 – Caixas standard utilizadas na Bosch Termotecnologia.

No contexto deste projecto foi feito o levantamento da distribuição dos diferentes tipos de caixa pela secção S871, concluindo-se que existe um total de 251 caixas nesta secção, estando distribuídas da seguinte forma:

Tipo de caixa	Quantidade
BB	73
B	62
KP	106
GP	10
Total	251

Tabela 2 – Quantidades dos diferentes tipos de caixas na secção S817.

No entanto, é importante referir que as duas estantes contendo caixas com componentes para montagem de acessórios, só possuem caixas do tipo BB, B, KP.

Identificação dos Componentes

Todas estas caixas, contendo diferentes componentes, estão respectivamente armazenadas em diferentes localizações dependendo do grupo em que se inserem, existindo no mínimo uma caixa e no máximo quatro de cada componente, obedecendo a regra FIFO⁷, existindo um lado para a recepção de materiais e o lado oposto utilizado para o picking.

Todos estes componentes estão identificados com uma referência unívoca por sua vez associada a determinado CA e este associado a determinado aparelho, o que permite aos operadores recorrerem a uma aplicação informática que indica os componentes a incluir em determinado CA bem como a sua localização na zona de preparação.

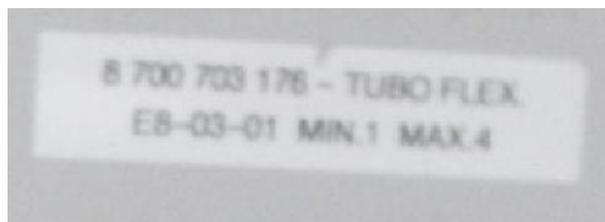


Figura 27 – Exemplo de referência.

⁷ FIFO – termo inglês que significa First in First Out, quer isto dizer que a primeira caixa a ser colocada nas estantes vai ser a primeira a ser ‘consumida’ e assim sucessivamente.

3.7.2. Análise do Processo

Para analisar este problema recorreu-se a uma ferramenta da Qualidade muito útil, no sentido de analisar todas as possíveis causas para esta troca e/ou falta de componentes, fazendo-se então um diagrama de Ishikawa.

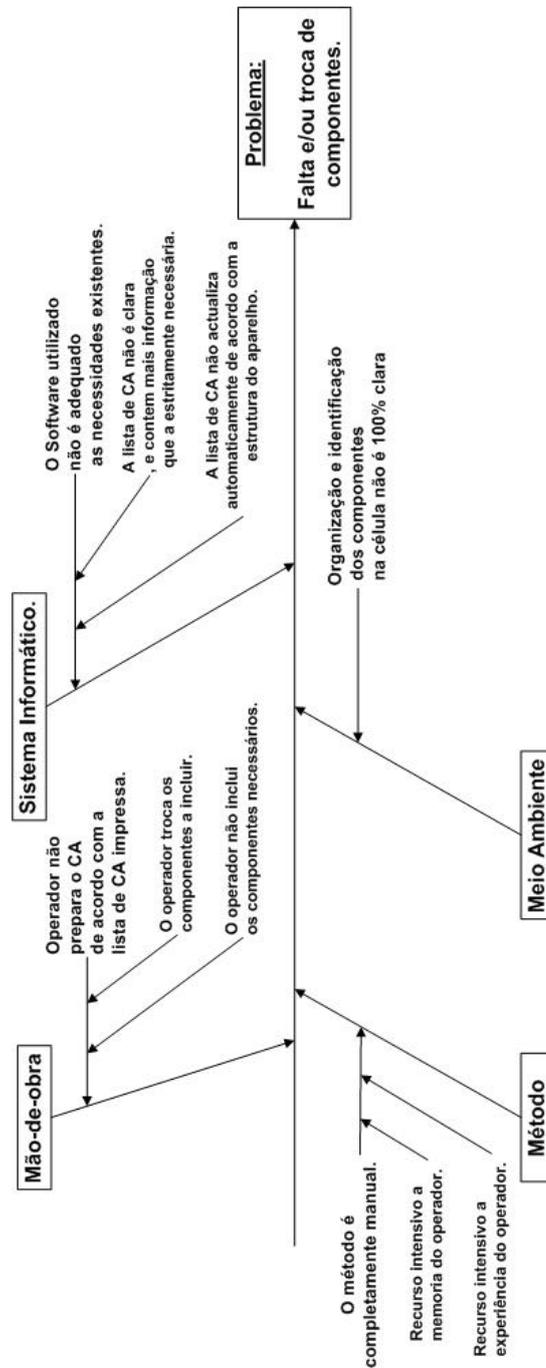


Figura 28 – Diagrama de causa-efeito.

As possíveis causas detectadas para o problema podem ser de quatro tipos: *mão-de-obra, sistema informático (SI), método e meio ambiente*.

Recorrendo ao fluxograma da figura 22 observa-se que o operador efectua duas operações de inserção da mesma referência no SI manualmente, através do teclado numérico, proporcionando o aparecimento de erros de inserção o que representa uma fonte de desperdício devido à utilização de um sistema informático desajustado, representando também uma actividade duplicada sem qualquer valor acrescentado e desnecessária, logo possível de ser eliminada.

Também a lista de CA obtida (figura 23) não discrimina detalhadamente todos os componentes a incorporar no CA a produzir, isto porque esta lista apenas faz menção ao acessório de instalação. No entanto como este acessório é um subconjunto que sofre montagem, sendo formado por vários componentes que são recolhidos para posterior montagem, logo deveria ser feita uma discriminação detalhada de todos os componentes a incorporar bem como a sua referência e localização, e deverá ainda ser feita uma redução da informação contida na lista, uma vez que actualmente esta lista contém informação a mais e que não é necessária para a preparação de kits, como seja a informação relativa a Supermercado Secções, Supermercado Material e Compra e Supermercado Embalagem, (figura 23).

No actual cenário o operador tem que recorrer à sua experiência e memória, o que pode levar à ocorrência de erros relacionados com a memória.

É possível tornar este processo muito mais eficiente, simplificando a tarefa de inserção de dados, para tal propõe-se uma revisão geral do SI, recorrendo a sistemas automáticos para a inserção da referência como seja o uso de um leitor de código de barras, utilizando o código de barras existente em todos os cartões Kanban (proposta 1). Diminuindo a dependência do homem e evitando assim os erros de inserção que podem causar quer a impressão de listas de CA erradas, o que se propagará a todo o processo a jusante resultando num *picking* de componentes também errado, quer evitando ordens erradas de impressão de Impressos.

Propõe-se também a revisão das relações entre componentes, a fim de todos estes aparecerem na lista de CA impressas como a sua referência e local de armazenamento bem como a eliminação de informação não necessária (proposta 2). É fundamental a estruturação do SI com vista à introdução da referência do CA a produzir uma única vez

(proposta 3) conseguindo-se reduzir o número de tarefas necessárias durante este processo, uma vez que a inserção de dados para impressão da lista de CA e impressão de Impressos será feita de uma só vez.

Fazendo referência ao diagrama de causa-efeito combater-se-ão causas como:

- O software utilizado não é adequado as necessidades existentes
- A lista de CA não é clara e contem mais informação que a estritamente necessária
- A lista de CA não actualiza automaticamente de acordo com a estrutura do aparelho.



Figura 29- Cartão Kanban com código de barras.



Figura 30 – Leitor de código de barras.

Com a implementação destas três propostas referidas pretende-se que o processo de inserção da referência do esquentador no SI se torne mais eficiente proporcionando uma redução das causas de erro.

No entanto outras fases do processo geral podem ser melhoradas, como a fase em que o operador faz os CA.

Tendo sido feitas as propostas relativas à primeira parte do processo, inserção da referência do esquentador no SI (1), seguidamente analisa-se o processo de criação do CA (2), apresentando as correspondentes propostas de melhoria.

Recorrendo a figura 24 observa-se que tanto o processo de *picking* de componentes como o processo de montagem de acessórios são completamente manuais, não havendo

uma normalização do trabalho. Propõe-se a adopção da organização do trabalho do turno 1, turno da manhã, ao turno 2, turno da tarde, (proposta 4), isto porque a secção de preparação de kits S871 está organizada segundo uma grande área de recolha de componentes, sendo para estas áreas mais adequado adoptar um sistema em que se efectua uma ordem de preparação de cada vez, mas uma vez que envolvem bastantes componentes, várias preparações do mesmo tipo de kit de cada vez. Isto deve-se também ao facto do espaço disponível para deslocação dos operadores para efectuar o *picking* ser reduzido, bem como reduzida é a dimensão da mesa de montagem, além de que o trabalho em equipa é mais produtivo permitindo ter operadores devidamente treinados para cada uma das tarefas, aumentando assim a sua concentração e eficiência.

Outra situação susceptível de ser alterada diz respeito às estantes actuais onde se encontram os componentes armazenados, já que estas se mostram ergonomicamente desajustadas, isto porque o nível inferior das mesmas se encontra muito próximo do solo, obrigando os operadores a inclinarem-se constantemente, e em todos os níveis o espaço para efectuar o *picking* é muito reduzido. Junta-se a isto o facto de algumas das caixas a transportar para a bancada de montagem, para processo de preparação de acessórios, serem bastante pesadas devido ao peso e número de componentes nelas contidas o que prejudica a eficiência da tarefa.



Figura 32 – Estantes actuais na secção S871.



Figura 31- Exemplo da dificuldade de picking.

Constata-se que o processo de criação do CA (2) está longe de ser perfeito sendo susceptível de melhorias que tenham como principal objectivo eliminar desperdícios, como movimentações desnecessárias e produção de kits com componentes trocados ou em falta.

Propõe-se melhorar as condições de trabalho através da introdução de novas estantes, ergonomicamente, adaptadas ao processo que visam suportar.

Estas estantes devem ser de dois tipos diferentes mediante se trate *do processo de picking de componentes* ou *do processo de montagem de componentes*.

As estantes contendo os componentes para montagem de acessórios serão desenhadas de modo a que estas sejam directamente integradas com a banca de montagem (proposta 5), assim o abastecimento será feito directamente pelo operador logístico evitando desperdício de movimentos (figura 33, figura 34).

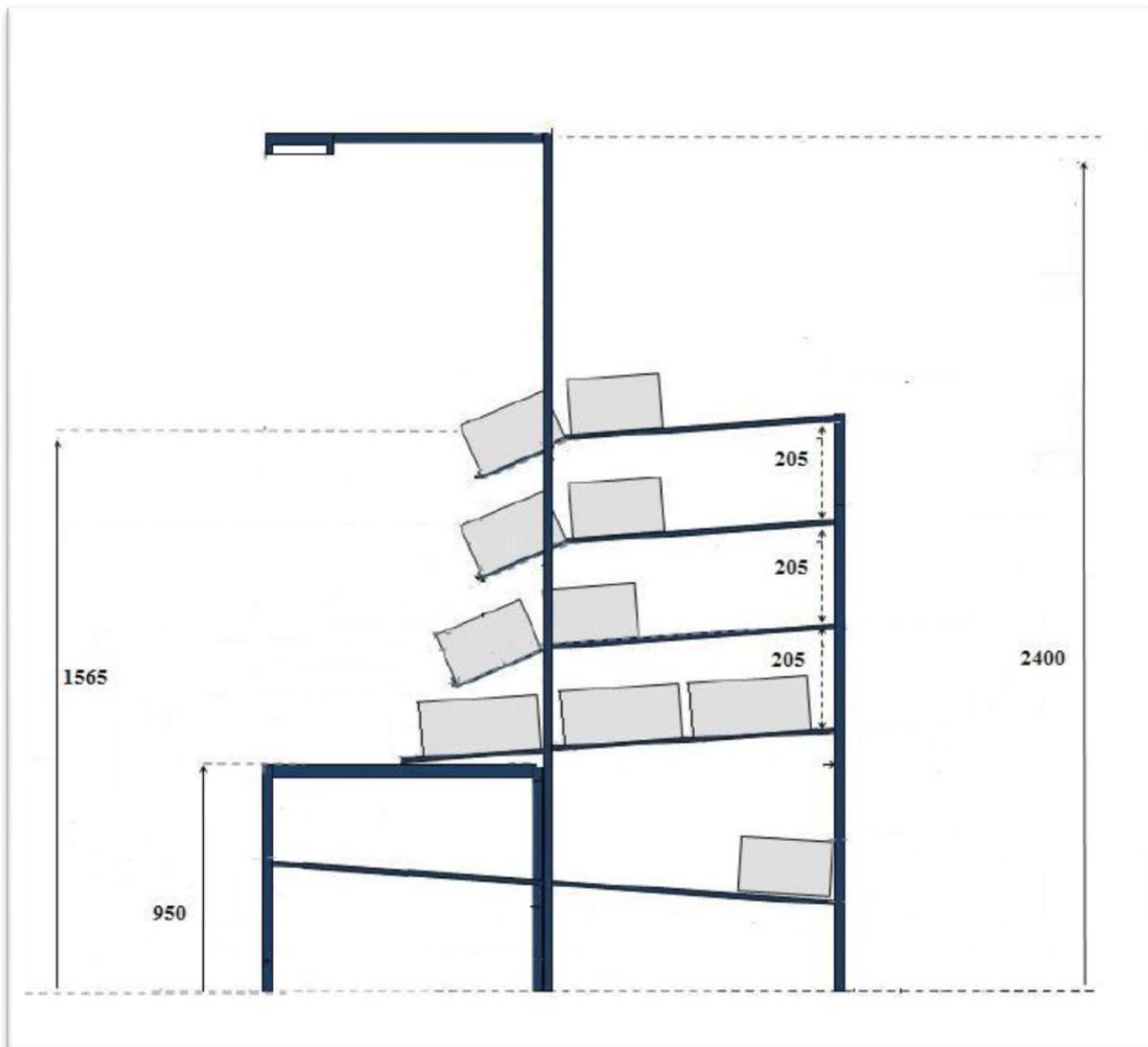


Figura 33 – Protótipo de estante com banca de montagem integrada, vista de lado.



Figura 34 - Protótipo de estante com banca de montagem integrada, vista de frente.

Com a implementação destas estantes, em detrimento das existentes, perde-se em capacidade de armazenamento de stock, mas ganha-se em ergonomia e rapidez de trabalho, tornando possível fazer o *picking* de componentes para montagem de acessórios directamente para a banca de montagem, assim como se elimina a necessidade de deslocação do operador para colocar as caixas vazias na estante existente para esse efeito (C1, figura 16), a qual deverá ser eliminada. Eliminando assim desperdícios de movimentos que não têm qualquer valor acrescentado.

Estas estantes contam com quatro rampas onde vão ser colocadas as caixas com os acessórios e uma rampa onde será feito o retorno de caixas vazias.

Na primeira rampa de caixas com componentes serão colocadas as caixas do tipo KP e em todas as outras podem ser colocadas caixas dos outros dois tipos B e BB.

Um factor que deve ser tido em conta é a altura das estantes desenhadas no protótipo (figura 33), que é um pouco alta 1565mm, isto deve-se ao facto de tentar manter os níveis de stock o mais próximo do existente actualmente, no entanto esta situação pode combater-se recorrendo a trabalhadores mais altos e/ou aumentando a frequência de abastecimento de material a secção, e assim poder-se-á mesmo reduzir para apenas três rampas contendo componentes, significando isto uma altura máxima da estante de 1360mm, o que não trará nenhum tipo de problemas relacionados com a altura dos operadores.

Propõe-se que as estantes contendo componentes para *picking* e colocação no carro logístico sejam também elas trocadas por estantes ergonomicamente mais adaptas (proposta 6).

Estas estantes iram incluir:

- Rampas para o *picking* de componentes.
- Elevação da altura mínima do nível inferior das estantes.
- Disposição dos níveis das estantes em escada.



Figura 35 – Novas estantes propostas para picking de componentes.

Com estas novas estantes o operador incumbido de efectuar o *picking* de componentes terá a tarefa simplificada uma vez que o acesso às caixas de componentes é mais fácil, não existindo complicações com o espaço disponível para o *picking*. Contudo a

capacidade de armazenamento de stock destas estantes é inferior, sendo necessária a inclusão de mais 2 estantes e efectuar alguns ajustes para suportar o stock actualmente existente.

Propõe-se também a inclusão de fotografias mostrando o conteúdo das diferentes caixas além da referência já existente para a identificação dos componentes (proposta 7).

Através da adopção destas medidas de melhoria ergonómica do processo e das condições de trabalho embora não se reduzam desperdícios relacionados com o movimento, reduzir-se-ão os desperdícios por produção defeituosa, uma vez que com a sua adopção se pretenderá diminuir o número de troca/falta de componentes.

No entanto outras medidas devem ser implementadas com vista a atingir um processo mais próximo de “zero falhas”. Propõe-se, desta forma, a introdução de dispositivos Poka-Yoke para auxílio na preparação de kits, de acordo com dois cenários possíveis.

Dois cenários vão ser equacionados, partindo de um cenário mais simples que não carece de tanto investimento e mudanças de processo (cenário 1) até um cenário mais radical que implica um investimento mais avultado (cenário 2).

Como qualquer estudo deve ser sempre avaliado em termos de custo – benefício, este não foge a regra, ainda mais perante a situação de crise mundial em que nos encontramos em que todos os recursos financeiros são escassos e o seu gasto deve ser ponderadamente avaliado.

3.7.2.1. Cenário 1

Este cenário tem em vista a introdução de um dispositivo Poka-Yoke. Este dispositivo será introduzido no final do processo de preparação do kit antes da selagem final do saco plástico.

O dispositivo consiste em uma balança Metter Toledo SB Precision Balance que será ligada a um S.I, que de acordo com a pesagem do Kit previamente preparado verifica se de facto o peso está dentro do especificado para o Kit em questão e acciona automaticamente a prensa eléctrica emitindo um aviso visual, e em caso contrário não o accione emitindo um aviso visual.



Figura 36- Balança Metter Toledo

Actualmente são produzidos nesta célula de preparação 225 kits diferentes, vulgo conjunto de acessórios. Este estudo pretende incidir sobre os kits dos três modelos de esquentadores mais produzidos, para tal foi feito um levantamento dos três esquentadores mais produzidos na BT para saber que kits incorporam respectivamente.

Assim os três esquentadores mais produzidos são o modelo 7 701 331 700, 7 701 331 607 e o modelo 7 701 331 639, sendo constituídos pelos seguintes componentes:

<u>Modelo</u>	<u>Componentes</u>
7 701 331 700	SACO
	Acessório de Instalação
	Conjunto Fixação
	Manípulo + curto
	Manípulo + longo
	Pilhas 1,5V LR20
	Manual N19E

Tabela 3 – Componentes, CA 7-701-331-700.

<u>Modelo</u>	<u>Componentes</u>
7 701 331 607	SACO
	Acessório de Instalação
	Acessório NR 1021

	Conjunto Fixação
	Pilhas 1,5V LR20
	Manipulo Gr.
	Manual WRD11
	Manipulo Peq.

Tabela 4 - Componentes, CA 7-701-331-607.

<u>Modelo</u>	<u>Componentes</u>
7 701 331 639	SACO
	Acessório de
	Instalação
	Conjunto Fixação
	Manual WR 10/13/15
	Manipulo Gr.

Tabela 5 - Componentes, CA 7-701-331-639.

Foram retirados da célula de preparação S871, cinco conjuntos de acessórios de cada um dos modelos e pesados individualmente, obtendo-se os seguintes resultados:

<u>Modelo</u>	<u>Conjuntos</u>	<u>Peso (g)</u>
7 701 331 700	1	527,8
	2	526,6
	3	526,2
	4	527,8
	5	526,2
7 701 331 607	1	607,6
	2	607,4
	3	607,8
	4	607,6
	5	609,7
7 701 331 639	1	248,4
	2	248,4
	3	248,8
	4	248,4
	5	248,2

Tabela 6 – Pesos dos CA para os 3 modelos.

E seguidamente foi feito algum tratamento estatístico:

Modelo	Média (g)	DMA (g)	Intervalo (g)
7 701 331 700	527	0,704	526-528
7 701 331 607	608	0,672	607-609
7 701 331 639	248	0,144	248-249

Tabela 7 – Tratamento estatístico dos dados.

Concluiu-se que as amostras recolhidas dentro de cada um dos modelos têm pesos muito idênticos, tendo desvios médios amostrais “DMA” inferiores a um grama, inserindo-se todos eles em intervalos bem definidos sem sobreposição e bastante espaçados, o que torna possível a implementação deste sistema como um dispositivo Poka-Yoke para o controlo dos três modelos mais produzidos, no entanto embora este cenário traga alguns benéficos tem algumas limitações.

Principais limitações:

- Apenas possível para controlo de parte da produção de kits, os três modelos mais produzidos, uma vez que em 225 nem todos vão ter intervalos sem sobreposição porque as diferenças entre alguns deles são muito ligeiras.
- Com a manutenção de todo o processo, vai-se acrescentar uma etapa no final da cadeia ao processo já existente, aumentando o tempo de produção.

Principais vantagens:

- Solução que exige um baixo investimento, até porque os aparelhos envolvidos, como a balança e o computador, já existem na empresa.
- Possibilidade de controlar a produção dos três kits mais produzidos

3.7.2.2. Cenário 2

Este novo cenário tem como objectivo a adopção de sistemas que auxiliem os operadores quer nas suas tarefas de *picking* quer na montagem de acessórios ao longo de todo o processo.

Assim o processo de montagem de acessórios funcionará com um operador dedicado, utilizando um posto de montagem com estantes integradas, situação descrita anteriormente, porém as estantes serão modificadas no sentido de incluir um sistema *picking-to-light*, sistema Poka-Yoke de equipamento com uma função de regulação segundo o método de advertência, isto permitirá auxiliar os operadores na tarefa de *picking* minimizando a frequência de erros cometidos, otimizando assim o processo.

O processo de *picking* de componentes será também modificado, utilizando as novas estantes ergonomicamente projectadas, que incluirão também um sistema *picking-to-light* à semelhança das anteriores.



Figura 37 – Exemplo mostrador *Picking-to-light*.

O sistema consiste numa rede de mostradores luminosos e teclas de validação que permitem visualizar mensagens numéricas, e que estão instalados na parte dianteira das estantes abaixo de cada *rack*⁸ nas estantes presente na secção, os mostradores digitais acendem em cada posição indicando o local e o número de unidades que devem ser

⁸ Rack - Local específico de uma estante para depósito e levantamento de material.

recolhidas, tendo os operadores que validar posteriormente a sua operação pressionando o botão correspondente.

Este sistema funcionará directamente com o software existente permitindo o funcionamento sincronizado e um stock actualizado e exacto.

Este sistema tem como principais vantagens:

- Controlo da produtividade individual de cada operador.
- Fácil e rápida adaptação.
- Baixo custo de manutenção.
- Sistema livre de papéis evitando os erros próprios do trabalho manual.
- Permite um inventário actualizado e exacto
- Maior agilidade na separação de pedidos.
- Facilita a informação e a organização

A principal desvantagem deste sistema são os custos associados à instalação e que são relativamente elevados, contudo através do uso deste sistema como método de detecção e impedimento de erros por parte do operador estes custos serão esbatidos com a diminuição da repercussão dos custos de defeito.

Com a implementação deste cenário o processo de produção de CA torna-se mais eficiente alcançando-se uma redução das causas de erro.

Fazendo uma vez mais referência ao diagrama de causa-efeito combater-se-ão causas como:

- *O operador não prepara o CA de acordo com a lista de CA impressa.*

Esta lista deixará de ter de ser impressa, uma vez que o sistema a implementar é um sistema “*paperless*”, ou seja, a informação é apresentada aos operadores de forma electrónica e actualizada constantemente como descrito anteriormente.

- *O método é completamente manual.*

Com este sistema conciliar-se-á o que de melhor pode oferecer a tecnologia com o que de melhor o operador oferece, utilizando as forças de cada um

evitando as suas fraquezas, não se recorrerá ininterruptamente à memória e experiência dos operadores.

- *Organização e identificação dos componentes não é 100% clara.*

Adoptando estas novas estantes, ergonomicamente mais adequadas, bem como o dispositivo Poka-Yoke *picking-to-light*, descrito, em estreita sintonia com a aplicação da metodologia 5S e acrescentando figuras de todos os componentes presentes, conseguir-se-á uma organização e identificação de componentes muito mais clara para benefício de todo o processo.

4. CONCLUSÃO

As soluções apresentadas visam colmatar vários problemas identificados e apresentados no diagrama de Ishikawa, sendo de diversa ordem, desde problemas relacionados com a mão-de-obra, problemas relacionados com o S.I até problemas relacionados com o método utilizado, ao longo das diferentes fases do processo de preparação de kits.

É feita uma clara separação do processo geral em dois processos, *inserção da referência do esquentador no SI* e *preparação dos CA*. Sendo este dividido em dois sub-processos, *picking* de componentes e montagem de acessórios

Para o processo de preparação dos CA são equacionados dois diferentes cenários com um aspecto em comum, a troca das estantes, sendo tanto os custos como os benéficos muito diferentes e devendo ser analisados.

Analisando o processo relacionado com a inserção da referência do esquentador no SI, as melhorias apresentadas só fazem sentido se forem as únicas implementadas em todo o processo geral ou em conjunto com o cenário 1 do processo de preparação dos CA, isto porque com a introdução do cenário 2, ou seja, o sistema Poka-Yoke *picking-to-light*, o uso de listas deixa de fazer sentido.

Este projecto teve em conta o cenário de crise actual em que a BT não está disposta a fazer investimentos avultados, sendo um projecto de aplicação flexível e de forma faseada, permitindo assim um maior controlo sobre a implementação de acções e avaliação e revisão do processo, bem como um maior controlo sobre os custos.

Assim propõe-se numa primeira fase a melhoria do processo de inserção da referência do esquentador no SI segundo as melhorias apresentadas e posterior avaliação e revisão do sub-processo. Seguidamente deverão ser implementadas as melhorias descritas e referentes ao processo de preparação de CA através da introdução das melhorias relacionadas com a alteração das estantes e da banca de montagem, e aplicação como teste piloto do sistema Poka-Yoke apresentado no cenário 1 e posterior avaliação e revisão do processo.

Por fim se a avaliação dos modelos anteriormente implementados não for satisfatória para reduzir significativamente as falhas no processo, propõe-se a

implementação do cenário 2 do sub-processo de criação dos CA, o qual não vai exigir uma reestruturação completa da zona de preparação mas sim um upgrade de processo, incluindo o novo sistema Poka-Yoke descrito e executando pequenas alterações do software existente.

Toda esta estratégia de implementação das diferentes soluções tem por base o factor custo – benefício, partindo de custos crescentes mediante a implementação temporal das diferentes soluções e através da avaliação do processo realizado *a posteriori* tentando encontrar a melhor relação entre estes factores.

Para poder saber mais acerca das soluções apresentadas era importante concluir a aplicação da metodologia adoptada através da implementação das soluções apresentadas e a sua avaliação e revisão.

Através da adopção das alterações nas estantes, conseguir-se-ão reduzir directamente desperdícios relacionados com os movimentos dos operadores o que irá aumentar a produtividade dos mesmos e conseguir-se-ão reduzir indirectamente os desperdícios por produção defeituosa isto porque melhorar-se-á as condições ergonómicas do trabalho, melhorando a visibilidade, manuseamento e ordenação dos diversos componentes, o que influirá directamente sobre a forma de trabalhar do operador.

Contudo para que esta eliminação de desperdício surta efeito tem de ser acompanhada das outras medidas enunciadas, como seja a alteração do processo de inserção da referência do modelo de esquentador no SI, eliminando etapas não necessárias devido às redundâncias do software existente bem como a introdução de meios tecnológicos como o leitor de código de barras conseguindo-se assim reduzir os desperdícios por produção defeituosa.

Finalmente adoptando o cenário 2 conseguir-se-ão reduzir, de uma só vez, os desperdícios de movimentos e os desperdícios por produção defeituosa sendo, contudo, os custos inerentes a esta solução mais avultados. Desta forma, é importante a avaliação das soluções anteriores.

5. BIBLIOGRAFIA

Bozer, Y & McGinnis L. (1992). Kitting versus line stocking: A conceptual Framework and a descriptive model. *International Journal of Production Economics* 28, pp. 1-19.

Calarge, F & Davanso, J. (2004). The concept of mistake proofing devices employed in zero defects target in manufacturing processes. *Revista de Ciência e Tecnologia*, v.11 n°21, pp. 7-18.

Carlsson Oskar & Hensvold Bjorn (2008). *Kitting in a Hight Variation Assembly Line*. Tese de mestrado em Gestão Industrial. Lulea Universidade.

Capricho, L. & Lopes, A. (2007). *Manual da gestão da qualidade*. Lisboa: Editora RH.

Corakci, M. Alper. (2008). *An Evalution of Kitting Systems in Lean Production*, Tese de mestrado em Gestão Industrial. Boras Universidade.

Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified*. New York: Productivity Press.

Evans, J.R., Lindsay, W. R. (2001). *The Management and Control of Quality*. Australia: South Western.

Gama, P. (2001). *Ferramentas da Qualidade*. Lisboa: IPQ.

Ganhão, F. (2001). *Custos da Qualidade*. Lisboa: IPQ.

Ghinato, P. (1998). Quality Control methods: Towards modern approaches through well established principles. *Total Quality Management*, v.9, No.6, pp.463-477.

Hirano, H. (1988). *Poka-Yoke*. New York: Productivity Press.

Imai, Masaaki (1986). *Kaizen: the Key to Japan's competitive success*. New York: McGraw-Hill.

Made in Europe Magazine. *Innovating Production, the Bosch production system*. Retirado da internet em 02 de Junho de 2009, de <http://newsweaver.ie/madeineurope/> .

Nicholas, J. M. (1998). *Competitive Manufacturing Management: continuous improvement, lean production, and customer-focused quality*. Boston (MA): Irwin.

Piasecki, D. (2003). *Inventory Accuracy People Processes & Techonolgy*. U.S.A: Ops Publishing.

Saraiva, P. M. & Orey, Y. (1999). *Inovação e Qualidade*. Sociedade Portuguesa de Inovação. (disponível em <https://www.spi.pt/documents/books/inovint>)

Sharkey, P. (2009). “*Teaching Lean Production in an MBA Curriculum*”. (disponível em <http://lean.mit.edu>).

Shingo, S. (1990). *Shigeo Shingo zero quality control: source inspection and the poka-yoke system*. Portland, OR: Productivity, Inc.