



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Vânia Carina Rodrigues Cerqueira

Implementação de técnicas e princípios de  
produção lean no processo de pré-confeção  
de uma indústria de cablagens





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Vânia Carina Rodrigues Cerqueira

Implementação de técnicas e princípios de  
produção lean no processo de pré-confeção  
de uma indústria de cablagens

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação do  
Professor Doutor José Dinis Carvalho

## DECLARAÇÃO

Nome: Vânia Carina Rodrigues Cerqueira

Endereço eletrónico: pg24058@alunos.uminho.pt

Telefone: 967443797

Número do Bilhete de Identidade: 12131358

Título da dissertação: Implementação de técnicas e princípios de produção *lean* no processo de pré-confeção de uma indústria de cablagens

Orientador: Professor Doutor José Dinis Carvalho

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, 27/11/2015

Assinatura:

## **AGRADECIMENTOS**

A presente dissertação resulta da combinação de motivações positivas e intensas, minhas e de várias pessoas que encontrei pelo caminho.

Um agradecimento em especial, a nível profissional, ao Sr. António Peixoto pelo seu acompanhamento extremamente rico, desafiante e visto por mim como modelo, na indústria onde decorreu este trabalho.

Ao meu orientador, o Professor Doutor José Dinis Carvalho que aliado a uma forma peculiar de lidar, procurou tornar cada reunião uma verdadeira aprendizagem, rica e eficiente, ausente de qualquer “desperdício”.

Aos meus, mãe, pai, tia, primos e amiga pela mão segura e disponível, que tantas vezes precisei.

Aos maiores, marido e filha, dado que ao lado deles tudo se tornou mais fácil e possível.

“Aqueles que passam por nós não vão sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”

Antoine de Saint-Exupéry



## RESUMO

O presente trabalho incide num estudo sobre a indústria de cablagens, a qual se insere, tal como as demais indústrias, num mercado cada vez mais competitivo. Assim sendo, esta empresa tem vindo a reduzir os seus custos, quer através da eliminação de eventuais desperdícios ao longo dos seus processos produtivos, como no aumento da sua produtividade. Este trabalho debruça-se sobre um componente de cablagens, o MultiCore, tendo sido o seu objetivo o aumento da eficiência da linha na qual este semiacabado é produzido. Através da implementação de técnicas e princípios associadas à filosofia *lean*, pretende-se que se consiga uma maior redução de desperdícios e um aumento de produtividade do sistema produtivo MultiCore.

Primeiramente, fez-se uma análise e um diagnóstico do sistema produtivo do MultiCore recorrendo a ferramentas de identificação e análise de desperdícios *Value Stream Map* e *Waste Identification Diagram*. De seguida, procede-se ao estudo e implementação de ferramentas como 5S, *standard work* e gestão visual que permitem o melhoramento dos processos envolvidos, o fluxo do MultiCore ao longo do sistema, bem como a eliminação/redução dos desperdícios identificados.

A implementação das propostas de melhoria conduziram a reduções efetivas dos desperdícios, podendo afirmar-se que parte dos objetivos foi alcançada, esperando-se que outros se cumpram até ao final do presente ano, como o aumento da produtividade.

## PALAVRAS-CHAVE

*Lean Production*, produtividade, desperdícios, balanceamento



## ABSTRACT

This project focuses on a study about the cabling industry, which is inserted, as well as the other industries, in an increasingly competitive market. Therefore, this company has been reducing its costs, both by eliminating occasional wastes over its production processes and by increasing its productivity. This study tackles a cabling component, the MultiCore, and its goal was the increase of the efficiency in the line where this semi-finished product is produced. By implementing techniques and principles associated to lean philosophy, the aim is to increase waste reduction and to increase the productivity of the MultiCore productive system.

First, an analysis and diagnosis of the MultiCore productive system is made using identification tools and waste analysis *Value Stream Map* and *Waste Identification Diagram*. Then, a study and tools implementation, such as *5S*, *standard work* or *visual management*, is made, which allow the improvement of the involved processes.

Implementing improvement proposals led to effective waste reduction, allowing to affirm that the objectives were partially achieved, being expected that others can be fulfilled until the end of the current year, such as the increase of productivity.

## KEYWORDS

*Lean Production*, productivity, wastes, balancing



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo .....	vii
Abstract .....	ix
Índice de Figuras .....	xv
Índice de Tabelas .....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação.....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica.....	5
2.1 A indústria automóvel.....	5
2.2 <i>Kaizen</i> : Melhoria contínua.....	5
2.3 <i>Toyota production system</i> e a filosofia <i>lean production</i> .....	6
2.4 <i>Lean production</i> .....	7
2.4.1 Princípios <i>Lean Production</i> .....	8
2.4.2 Os sete desperdícios.....	10
2.4.3 <i>Just in Time</i> .....	13
2.5 Ferramentas <i>lean</i> .....	13
2.5.1 Mapeamento do Fluxo de Valor ( <i>Value Stream Mapping</i> ).....	13
2.5.2 Metodologia 5S.....	15
2.5.3 <i>Standard Work</i> .....	16
2.5.4 Gestão Visual.....	17
2.5.5 <i>Waste Identification Diagram</i> .....	17
2.6 Vantagens e constrangimentos de uma abordagem <i>lean</i> .....	19
2.7 <i>Layouts</i> de Sistemas Produtivos.....	21
3. Descrição da empresa.....	23
3.1 Identificação e Localização.....	23
3.2 Estrutura organizacional.....	23

3.3	Visão, Missão e valores.....	24
3.4	Mercado .....	24
3.5	Família de produtos.....	25
3.6	<i>Layout</i> da seção de pré-confeção .....	26
4.	Descrição e análise crítica da situação atual .....	27
4.1	Sistema produtivo do MultiCore (MC).....	27
4.1.1	O processo produtivo do MC .....	27
4.1.2	Caracterização da procura.....	29
4.1.3	Diversidade de referências .....	29
4.1.4	<i>Layout</i> da linha.....	31
4.1.5	Fluxo do MC ao longo do sistema.....	32
4.2	Análise da situação atual.....	32
4.2.1	Tempo de trabalho disponível.....	33
4.2.2	Produtividade.....	33
4.2.3	<i>WIP</i> contabilizado .....	33
4.2.4	Análise do <i>VSM</i> .....	34
4.2.5	Análise da linha do MC com recurso à ferramenta <i>WID</i> .....	37
4.2.6	Análise crítica da situação atual e desperdícios identificados.....	39
4.2.7	Desperdícios identificados .....	39
4.2.8	Síntese dos problemas identificados .....	43
5.	Ações/Propostas de melhoria .....	45
5.1	Alteração do <i>layout</i> da linha: duplicação de um posto de trabalho.....	46
5.2	Balanceamento dos postos de trabalho .....	46
5.3	Redução do lote .....	46
5.4	Padronização das operações por posto .....	46
5.5	Aplicação do 5S nos postos de trabalho e <i>Workshop</i> sobre 5S.....	47
5.6	Abastecimento dos postos de trabalho.....	48
5.7	Colocação de um posto de controlo de produção no último posto da linha. 48	
5.8	Quadro de monitorização do planeamento e da produção .....	48
5.9	Planeamento detalhado e repartido.....	49
5.10	Desempenho da linha após propostas/ações de melhoria .....	49
5.10.1	Alteração do <i>layout</i> da linha: duplicação do posto de trabalho.....	49

5.10.2	Balanceamento dos postos de trabalho.....	49
5.10.3	Redução do lote.....	49
5.10.4	Vantagens na padronização das operações por posto e aplicação 5S 50	
5.10.5	Abastecimento, posto de controlo, quadro de monitorização e planeamento .....	51
6.	Conclusões .....	53
6.1	Considerações finais .....	53
6.2	Trabalho futuro .....	54
	Referências Bibliográficas .....	57
	Anexo 1 – Layout da seção Pré confeção .....	60
	Anexo 2 – Listagem da diversidade de referências da procura do Multicore.....	61
	Anexo 3 – <i>WID</i> .....	64
	Anexo 4 – Representação <i>WID</i> , referência 721/C9060 da linha do MC .....	67
	Anexo 5 – Instruções de trabalho .....	68
	Anexo 6 – Proposta de base de dados.....	1



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do processo de Action-Research (O'Brien, 1998) .....	3
Figura 2 - Kaizen Umbrella (Imai, 1986).....	5
Figura 3 - Princípios Lean Production.....	8
Figura 4 - Benefícios da eliminação do desperdício (Werkema, 2006) .....	9
Figura 5 - Os sete tipos de desperdícios (Lima, 2009) .....	10
Figura 6 - Desperdícios inerentes à existência de inventários numa empresa (adaptado de Carvalho, 2000) .....	11
Figura 7 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor (Rother & Shook, adaptado por Pereira, 2009).....	14
Figura 8 - Exemplo do VSM atual (Rother & Shook, 2003) .....	15
Figura 9 - Ícones do diagrama WID (adaptado de Sá et al., 2011).....	18
Figura 10 - Vantagens da filosofia Lean Production (adaptado de Melton, 2005) ....	19
Figura 11 - As forças do Lean Manufacturing (adaptado de Melton, 2005) .....	20
Figura 12 - Vantagens para as empresas com a implementação de uma abordagem lean.....	21
Figura 13 - Exemplo de aplicação de uma cablagem.....	23
Figura 14 - Estrutura do segmento 1, seção pré-confeção da empresa.....	24
Figura 15 - Produtos dos clientes AGCO e JCB.....	25
Figura 16 - Exemplos de produtos produzidos na empresa .....	25
Figura 17 - Exemplos de MultiCore produzidos na fábrica .....	26
Figura 18 - Layout da linha do MC .....	26
Figura 19 - Exemplo de um transportador da linha, com dois MC.....	28
Figura 20 - Procura semanal, produto final MultiCore .....	29
Figura 21 - Diversidade Referências de MultiCore, por semana .....	30
Figura 22 - Layout da linha do MultiCore.....	31
Figura 23 - Esquema da linha do MC .....	32
Figura 24 - VSM do estado atual da cablagem 721/C9060 .....	36
Figura 25 - Gráfico resumo dos resultados obtidos nas observações .....	37
Figura 26 - Representação WID da referência 721/C9060 da linha do MC.....	38
Figura 27 - Tempos por estação, de três referências .....	39
Figura 28 – Exemplos de mesas de trabalho da linha do MC .....	42

Figura 29 - Diagrama de causa-efeito dos desperdícios identificados .....	43
Figura 30 - Exemplo de ajuda visual, para o posto 3.....	47
Figura 32 - Gráfico resumo, após ações de melhoria .....	51

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Operações realizadas no MC ao longo da linha, por posto .....	27
Tabela 2 - Contagem da diversidade de referências .....	30
Tabela 3 - Exemplos de quantidades a produzir de 4 referências, por posto .....	31
Tabela 4 - WIP observado entre postos .....	34
Tabela 5 - Tabela resumo de propostas de melhoria .....	45
Tabela 6 - WIP observado entre postos após ações de melhoria .....	50
Tabela 7 - Tabela de observação de uma operadora da linha do MC .....	65
Tabela 8 - Resultados obtidos após observação das 7 operadoras da linha do MC	66
Tabela 9 - Resultados obtidos, em percentagem .....	66



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

*TPS* *Toyota Production System*

*WIP* *Work In Process*

*WID* *Waste Identification Diagram*

*MC* *MultiCore*

*JIT* *Just In Time*

*VSM* *Value Stream Map*

*TT* *Tack Time*

*TC* *Tempo de ciclo*

*QE* *Quantidade de encomenda*

*SMED* *Single minute exchange of die*



## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve o trabalho realizado no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial. Este trabalho desenvolve-se numa empresa de cablagens, mais precisamente na secção de pré-confeção dessa empresa, na linha do MultiCore, onde se pretendem aplicar técnicas e princípios de produção *lean*, de forma a melhorar o seu desempenho. Neste capítulo é apresentado um enquadramento do projeto, os seus objetivos, a metodologia utilizada para a sua concretização e a estrutura definida para a dissertação.

### 1.1 Enquadramento

A empresa de cablagens elétricas para veículos encontra-se inserida num mercado altamente competitivo e como tal tem necessariamente de reduzir continuamente os seus custos. Tomando como exemplo de melhorias consideráveis apresentadas pela Toyota reconhecidas após a publicação do livro “*The machine that changed the world*” (Womack et al., 1990), no qual surge o termo *lean production*. Identificado por Womack & Jones (2003) como um sistema de produção que utiliza menos recursos, quer físicos, quer monetários, a grande maioria das empresas procurou explorar este caminho, através da redução e/ou eliminação de desperdício, aumentando os seus lucros e, conseqüentemente, a sua competitividade a nível mundial. A filosofia *lean production*, identificada por Womack, Jones and Ross (1990) como realidade de produção liderada pela *Toyota*, assenta nos seguintes cinco princípios: especificar valor, identificar cadeia de valor, criar fluxo de valor, implementar produção puxada (*pull*) e a busca da perfeição.

A empresa onde se desenvolveu este trabalho adotou esta filosofia há já algum tempo, tendo sofrido reestruturações várias nos seus diversos departamentos, assim como procurou criar uma atitude de melhoria contínua nos mesmos. Inserido neste quadro de reorganização e reestruturação, surge o presente trabalho na secção de pré-confeção de uma indústria de cablagens, mais concretamente na linha de produção do MultiCore (MC) ou *Schirm*.

## 1.2 Objetivos

Este projeto tem como objetivo principal melhorar o desempenho da linha do MultiCore (MC) com a aplicação dos princípios e técnicas *lean* na seção de pré-confeção de uma empresa de cablagens. Este objetivo geral é alcançado pelo cumprimento dos seguintes objetivos parciais:

- Balanceamento dos postos de trabalho e ajustamento de capacidade, adequando a produção à procura;
- Elaboração de documentação com vista a normalização das operações, por posto.
- Eliminação de todos os desperdícios (transportes, movimentações, esperas, sobreprodução e elevado *stock*).

Após a concretização de todos os objetivos parciais e do objetivo geral, pretendeu-se:

- Reduzir o *Work-In-Process (WIP)* e o *stock* de produto acabado;
- Reduzir o *lead time*;
- Aumentar a produtividade da linha.

## 1.3 Metodologia de investigação

A primeira fase da realização deste trabalho assentará numa pesquisa bibliográfica por diversas fontes, de forma a desenvolver uma compressão mais completa e fundamentada do tema. A metodologia utilizada foi a *Action-Research*, (O'Brien, 1998), que consiste em “aprender fazendo”: todos os envolvidos no projeto identificam os problemas, tomam ações com vista à resolução dos mesmos e, enquanto não atingem os resultados pretendidos, procede-se à repetição do ciclo, como se pode observar na figura 1. Este tipo de metodologia distingue-se das demais através da importância que atribuí ao conhecimento científico, dado que todas as ações devem ser fundamentadas pela teoria subjacente. O investigador despende a maioria do seu tempo na procura de considerações teóricas que fundamentem as possíveis soluções encontradas e na recolha, análise e sistematização de dados, numa ótica cíclica de aprendizagem e intervenção.



Figura 1 - Fases do processo de Action-Research (O'Brien, 1998)

A execução deste projeto percorrerá as cinco etapas de investigação a seguir descritas. Na fase de diagnóstico identificar-se-á e definir-se-á o problema em estudo: baixa produtividade, fluxo intermitente do MC e a existência de vários tipos de desperdícios. Para a elaboração do diagnóstico proceder-se-á à identificação da família de produtos a produzir, à caracterização da procura, à observação do processo produtivo da linha e ao conhecimento do fluxo do produto. Com os dados recolhidos e posteriormente à sua análise, identificar-se-ão os problemas do sistema produtivo e procurar-se-á avaliar algumas medidas de desempenho: nível de *WIP*, *lead time*, produtividade e as distâncias percorridas pelas operadoras. Na fase de planeamento serão consideradas as alternativas ao funcionamento do sistema atual, tendo sido apresentadas como propostas de melhoria a alteração do *layout* da linha, a redução do lote e o recurso a outras ferramentas *lean*.

Na fase seguinte da metodologia *Action Research*, a fase de atuação, serão executadas algumas das propostas de melhoria.

Posteriormente, na fase de avaliação, será necessário proceder a uma análise e discussão dos resultados, de forma a comparar as medidas de desempenho após as melhorias com as medidas de desempenho iniciais, de forma a concluir sobre os ganhos obtidos, as eventuais perdas resultantes e qual a estratégia a delinear para trabalho futuro.

Por último, na fase da aprendizagem identificar-se-ão os principais resultados obtidos e as propostas para trabalho futuro. Todo este procedimento repetir-se-á, de forma cíclica, permitindo ajustes sucessivos tendo em vista a melhoria contínua.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. No primeiro, a introdução concretiza-se num enquadramento, nos objetivos e na metodologia de investigação escolhida. No segundo procede-se a uma revisão bibliográfica que fundamenta o conhecimento teórico necessário ao trabalho desenvolvido. No terceiro é contextualizada a empresa onde foi desenvolvido o trabalho, a sua estrutura organizacional, a sua visão, missão e valores, o mercado no qual se insere, a caracterização da família de produtos que a empresa produz e o *layout* da secção de pré-confeção. No capítulo quatro é apresentada a descrição e análise crítica da situação atual, nomeadamente o sistema produtivo do MC, o desempenho atual da linha, sendo que no capítulo seguinte são apresentadas ações/propostas de melhoria. Por último, no capítulo sexto encontram-se as conclusões deste estudo, procedendo-se a algumas considerações finais e indicações sobre o trabalho futuro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A indústria automóvel

O automóvel, veículo primordial de mobilidade, colocou a indústria automóvel, desenvolvida mundialmente, como elemento central do desenvolvimento das indústrias. No círculo das indústrias automóveis é possível identificar a era do progresso da indústria, desde a produção em massa à produção *lean*, passando por práticas de gestão como a Gestão da Qualidade Total.

A indústria automóvel encontra-se inserida num mercado altamente competitivo onde conceitos de produtividade, inovação e qualidade são potenciadores do seu crescimento, contribuindo para o desenvolvimento da União Europeia. Desta forma, esta indústria assume extrema importância ao nível da empregabilidade de pessoal qualificado e não qualificado.

### 2.2 *Kaizen*: Melhoria contínua

*Kaizen* é um conceito japonês que significa melhoria contínua. Algumas iniciativas de melhoria contínua iniciaram com a *produção lean* e Seis Sigma nas indústrias e organizações orientadas para os serviços, pelo mundo inteiro (Voss, 2005). *Kaizen* é um conceito guarda-chuva que aglutina várias práticas japonesas que vingaram na década de 80, reunidos como exemplo na figura 2.



Figura 2 - *Kaizen Umbrella* (Imai, 1986)

O conceito de melhoria contínua é definido por um processo, em toda a organização, que se caracteriza pela inovação incremental e contínua (Caffyn & Bessant, 1996). No âmbito da produção e da gestão da produção a melhoria contínua encontra expressão na grande maioria das empresas que pretende um aperfeiçoamento contínuo e sustentado dos seus processos produtivos. Muitos dos processos de melhoria procuram dar resposta aos problemas comuns que afetam qualquer organização ou até mesmo permitir atingir alguns indicadores. No entanto, a melhoria contínua pretende que a análise do processo seja sistemática e não apenas uma resposta momentânea a um problema. “A qualidade de um produto não significa necessariamente alta qualidade. Ela significa a melhoria contínua do processo de modo que o consumidor possa contar com a uniformidade de um produto e adquiri-lo a um custo baixo” (Deming, 1980). Segundo Intra & Zahn (2014), o conceito de melhoria contínua encontra-se subjacente a 5 princípios: propostas de melhoria devem estar ao nível de todos os colaboradores da organização; as melhorias (evoluções) devem ser concretizadas em espaços de tempo, sendo que as grandes mudanças devem ser obtidas através de um conjunto de pequenas e inteligentes mudanças; as melhorias devem ser incorporadas no dia-dia das operações e permitir a sua repetibilidade nos diferentes departamentos da empresa; esta implementação deve assegurar a implementação de um sistema *Lean* e por último garantir que todos os departamentos (não apenas os da produção e da logística) estejam envolvidos. Desta forma, a dinâmica da melhoria contínua implica necessariamente uma nova forma de pensar a gestão tradicional (do nível mais elevado para os níveis descendentes), dado que pretende reconhecer o conhecimento de todos os envolvidos no processo e encorajar a participação destes em descobrir formas melhores de o realizar, de forma a atingir o objetivo que a organização persegue (Anand, Ward, Tatikonda, & Schilling, 2009).

### **2.3 *Toyota production system e a filosofia lean production***

Nos dias de hoje as indústrias enfrentam um ambiente empresarial com condições bastante alteradas: seja a elevada exigência ao nível da qualidade, ciclos de vida de produtos muito curtos; prazos de entrega reduzidos e a necessidade de reduzir custos de produção. Uma das estratégias de maior sucesso assenta na implementação de um sistema *Lean Production* baseado no *Toyota Production System (TPS)*.

O conceito *Lean* tem origem na empresa Toyota entre 1950 e 1960, encontrando o seu sinónimo como “magro”, sem gordura (sem desperdícios). Subjacente a este conceito está necessariamente uma produção em que se pretende que todas as atividades desenvolvidas durante o processamento de um produto acrescentem valor. O objetivo primordial é a eliminação de toda e qualquer fonte de desperdício na cadeia de valor.

As ferramentas do *TPS* podem ser adaptadas a diferentes ambientes industriais, no entanto, as organizações destacar-se-ão não só pelo uso de determinada ferramenta em particular, mas sim pela compreensão de todo o *TPS* combinado com método fortemente estruturado de melhorar e aprender continuamente (Lander and Liker, 2007).

## 2.4 *Lean production*

O conceito *lean production* começa a generalizar-se, nos anos noventa após a publicação do livro “*The machine that changed the world*” (Womack et al., 1990), no qual se descrevia o sistema de produção desenvolvido pela Toyota.

Uma abordagem *lean* para além do foco na redução do desperdício procura também dar ênfase àquilo que é considerado valor para o cliente final. A implementação de um sistema *lean* é um enorme desafio para qualquer organização, dado que requer alterações profundas na liderança e na cultura da empresa (Intra & Zahn, 2014).

Uma empresa inserida em mercados competitivos necessita reduzir custos, identificar, reduzir e/ou eliminar a sua diversidade de atividades que não acrescentam valor ao produto e pelas quais o cliente não está disposto a pagar, classificadas como desperdícios (Ohno, 1988). Um dos meios para atingir estes objetivos passa por adotar princípios e práticas da produção *lean production*. Womack, Jones and Ross (1990) afirmam que este tipo de gestão numa organização implica “metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de engenharia para desenvolver um produto em metade do tempo. Além disso, requer menos de metade do *stock* necessário no local de trabalho” resultando numa produtividade maior, com menos defeitos e numa maior variedade de produtos. De acordo com Taj (2005) a maioria das empresas desperdiça

70% a 90% dos seus recursos, sendo que empresas consideradas como as melhores empresas *Lean* desperdiçam, possivelmente, 30% destes.

Pode assim dizer-se que esta filosofia se baseia num conjunto de práticas simples que visam otimizar os processos produtivos, baseados numa nova forma de “pensar” a gestão (Liker, 2004).

*Lean* pode ser entendido como uma abordagem sistemática de identificação e eliminação dos desperdícios, através da melhoria contínua, fazendo fluir o produto em resposta aos pedidos dos clientes (conceito *pull*) com o objetivo de alcançar a perfeição (NIST, 2000).

#### 2.4.1 Princípios *Lean Production*



Figura 3 - Princípios *lean production*

Os cinco princípios identificados na figura 3 e definidos por Womack & Jones (1996) são: especificar valor, identificar cadeia de valor, criar fluxo de valor, implementar produção puxada (*pull*) e a busca da perfeição.

**Especificar valor** – definir claramente o que é valor para o cliente e não para a empresa, ou seja, aquilo que o cliente valoriza. Passa obviamente por procurar agregar valor ao produto segundo a perspectiva do cliente, respondendo às suas expectativas e desejos. Tudo que não for de encontro aos requisitos do cliente, é assinalado como desperdício e deve ser eliminado.

**Cadeia de valor** – identificar o fluxo de valor, o que significa compreender todas as atividades necessárias para a produção de um produto, de forma a proceder-se à

separação destas atividades especificamente em três: aquelas que efetivamente geram valor; as que não geram valor, mas que são necessárias para efeitos de manutenção dos processos e de qualidade e, por último, as que não geram valor e devem ser imediatamente eliminadas ou minimizadas.

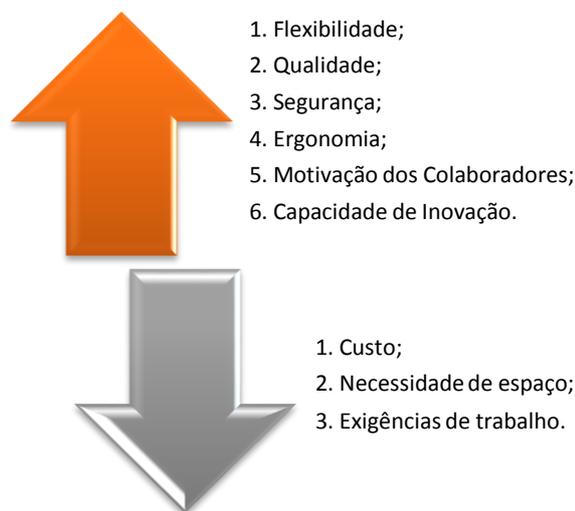


Figura 4 - Benefícios da eliminação do desperdício (Werkema, 2006)

**Fluxo de valor contínuo** – na vizinhança de atuação seguinte, garantir que as atividades que acrescentam valor se desenvolvem, num processo contínuo, ausente de interrupções. Isto significa que se devem realizar todas as operações, peça por peça, contrastando com a produção por lotes, em que o lote passa para a operação seguinte quando todas as peças tiverem realizado a operação a montante. Desta forma, é possível reduzir os tempos de processamento dos produtos, bem como os *stocks* e todos os demais desperdícios relacionados com produções intermitentes.

**Produção puxada (*pull*)** – quem desencadeia o processo de produção deixa de ser a empresa, passando a ser o cliente. Assim, apenas é produzido o que é necessário, quando é necessário, reduzindo os *stocks* de produto em curso (princípio subjacente à filosofia *just-in-time*).

**Perseguir a perfeição** – em consequência dos princípios anteriores, a organização deve procurar continuamente a perfeição na constante melhoria dos processos, através da eliminação de desperdícios e na criação de valor. Desta forma, as empresas devem procurar encontrar formas de melhorar os seus processos dia-a-dia.

## 2.4.2 Os sete desperdícios

A grande maioria dos autores classifica desperdício (*Muda* em japonês) como toda a atividade que não acrescenta valor aos produtos (Carvalho, 2009). A implementação de um sistema *lean* principia com a identificação dos sete tipos de desperdícios (figura 5): Sobreprodução; Inventários; Esperas; Transportes; Próprio Processamento; Movimentos; Produtos defeituosos.

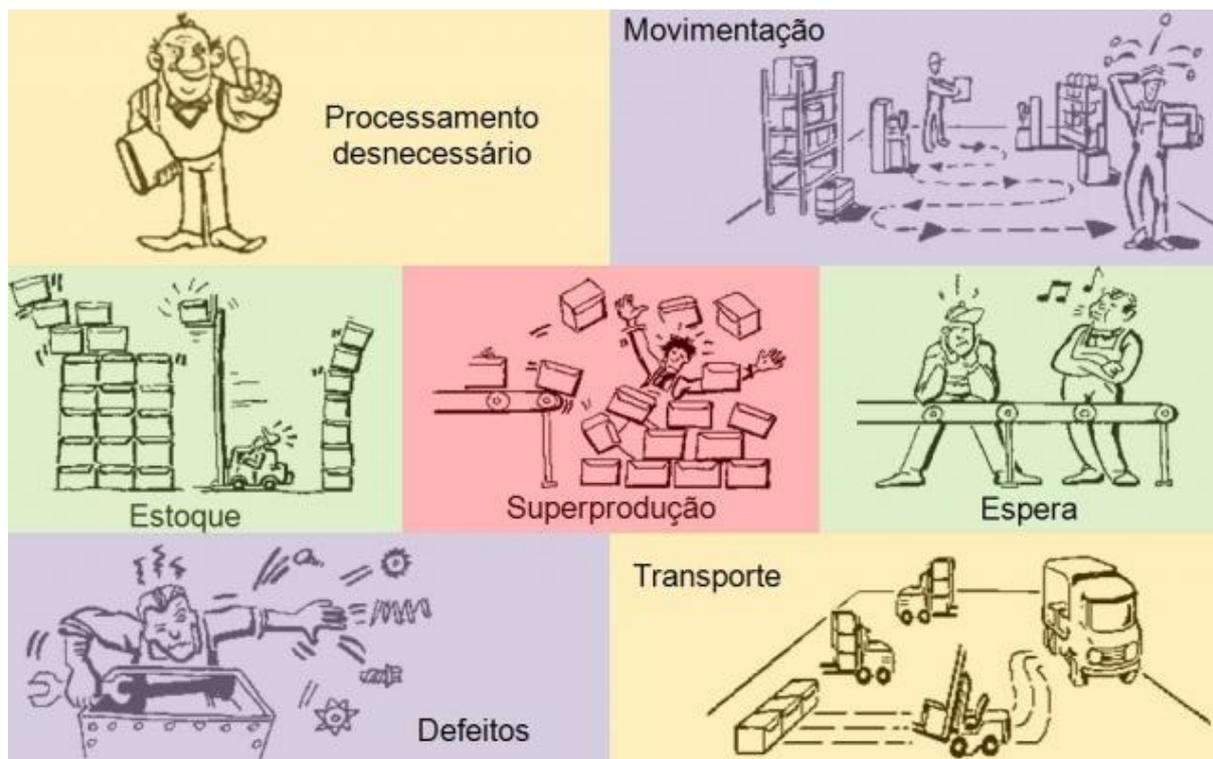


Figura 5 - Os sete tipos de desperdícios (Lima, 2009)

### Sobreprodução

Este tipo de desperdício ocorre quando se produz mais do que aquilo que o cliente pretende. A produção em excesso, tão comum na forma popular de “pensar” a produção é classificada por muitos autores como o pior dos desperdícios, dado que é gerador de outro desperdício, os inventários resultando em tempos de processamento e de armazenamento elevados. A produção em excesso que leva à constante ocupação de recursos (pessoas e equipamentos) transmite a ideia que nada pode ser melhorado, porque tanto máquinas como pessoas se encontram continuamente ocupados, escondendo uma grande quantidade de desperdícios.

## Inventários

Os inventários consistem na existência de matérias-primas, *WIP* e produtos acabados em excesso relativamente ao processo e às necessidades do cliente. Grandes quantidades de *stocks* implicam elevados custo de posse, resultando conseqüentemente, em perda de competitividade para a organização. Comumente os inventários existentes num sistema produtivo permitem que as pessoas envolvidas se encontrem descansadas, escondendo desta forma um grande desperdício como a perda de produtividade. Como se pode observar na figura 6 a existência de inventários está, necessariamente, relacionada com inúmeros desperdícios.

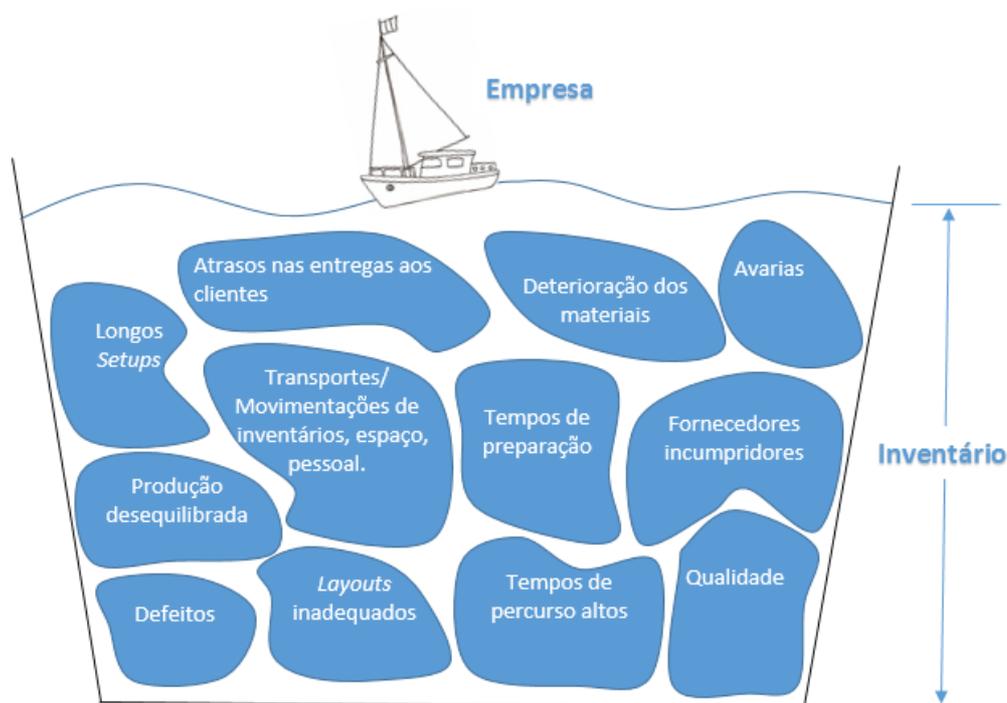


Figura 6 - Desperdícios inerentes à existência de inventários numa empresa (adaptado de Carvalho, 2000)

## Esperas

Este desperdício refere-se ao tempo em que pessoas e máquinas se encontram parados, devido à falta de matérias-primas ou recursos humanos, avarias, troca de ferramentas, manutenção, estrangulamentos entre postos de trabalho, falta de autonomia dos operadores, entre outras.

## Transportes

Movimentações desnecessárias de pessoas, matérias-primas, semiacabados e produtos – todos os produtos têm de ser transportados ao longo de todo o processo

produtivo originando desperdício em mão-de-obra, ausente de valor acrescentado ao produto. Este desperdício resulta, normalmente, de *layouts* inadequados, provocando consequentemente a existência de inventários (de forma a justificar um transporte de grandes distâncias, procura-se juntar quantidades criando *WIP*).

### **Próprio processamento**

Este desperdício resulta de métodos de trabalho operacionalizados de forma pouco eficaz e eficiente, originado por falta de formação dos operadores, utilização incorreta de ferramentas, falta de normalização de operações e processos de fabrico (Bell, 2005).

### **Movimentos**

Movimentos de pessoas ou máquinas que não resultam em valor acrescentado aos produtos, tais como: procura de pessoas (colegas ou chefe) para recolher informações; procura de materiais, documentos, croquis ou ferramentas; deslocações entre máquinas e secções da fábrica. Enfim, todos os movimentos que constituem parte integrante do dia-a-dia de uma organização. Resultam normalmente de implantações desajustadas, fluxo de materiais no processo pouco claros, deficiências ao nível da ergonomia dos postos de trabalho, falta de limpeza e métodos de trabalho pouco consistentes.

### **Produtos defeituosos**

Segundo a filosofia da *Toyota*, a ocorrência de defeitos deve desencadear ações *Kaizen*. A existência de defeitos originado por falta de controlo do processo resultará em desperdícios como tempo gasto em retrabalho, movimentações, transporte e custo de matérias-primas.

Muitos autores como por exemplo Womack and Jones (1996) referem ainda um outro desperdício para além dos desperdícios enunciados anteriormente, relacionado com o não aproveitamento em completo de todo o potencial das pessoas, e isso acontece na maioria das organizações. Desta forma e considerando uma abordagem *Lean*, o grande desafio que se coloca às organizações é a procura de soluções para a conjugação de duas premissas (Sugimori, 1977):

- Redução de custos pela eliminação dos desperdícios;
- Tratar os trabalhadores como seres humanos e com consideração.

Este desperdício está relacionado com a não inclusão, por parte da gestão de topo, dos operários e dos seus conhecimentos relativos aos processos de melhoria

no sistema produtivo, não os incluindo como vozes ativas nos processos. Isto leva a que sejam perdidas ideias e conhecimentos de pessoas que efetivamente trabalham e conhecem o sistema produtivo.

#### 2.4.3 *Just in Time*

A filosofia “*Just In Time*” (*JIT*) desenvolvida inicialmente pelas empresas japonesas, sobretudo pela *Toyota*, nos anos cinquenta, tendo ocorrido a sua expansão pelo mundo ocidental nos anos oitenta, assenta na diminuição de custos. Assim, “*não matar o urso antes de lhe ter vendido a pele*” (Courtois et al, 1998) é a base desta filosofia. *JIT* encerra em si uma filosofia, um método de gestão e um conjunto de técnicas (Carvalho, 2000). A produção *JIT* é uma filosofia de gestão que assenta no pressuposto de que cada processo deve ter início quando necessário e nas quantidades necessárias, com o intuito de eliminar todo o inventário da cadeia de valor, reduzir o *lead time* e eliminar os desperdícios (Shingo, 1996). O objetivo primordial da filosofia *JIT* é diminuir ao mínimo o nível de existências (matérias primas, semiacabados e produtos finais), sem colocar em causa o cumprimento de prazos de entrega aos clientes da empresa. Consequentemente uma empresa que implemente o *JIT* descobrirá capacidade de produção, que até então estaria escondida pelo desperdício. A esta filosofia encontram-se associados conceitos como nivelamento da produção e sistema *kanban*.

## 2.5 Ferramentas *lean*

A implementação de uma gestão *lean production* pode ser levada a cabo com o auxílio de diversas ferramentas, tais como o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*), Metodologia 5S; *Standard Work*; Ciclo PDCA; Gestão Visual; *Total Quality Management (TQM)*, *Waste Identification Diagram (WID)*. Estas ferramentas são implementadas nas organizações de forma a eliminar ou reduzir os desperdícios previamente identificados. De seguida encontram-se descritas as ferramentas que auxiliaram o desenvolvimento deste trabalho.

### 2.5.1 Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*)

Rother e Shook (2003) consideram o *Value Stream Mapping (VSM)* uma ferramenta essencial na operacionalização dos objetivos *lean production*, uma vez

que o seu objetivo primordial assenta na identificação de desperdícios ao longo da cadeia de valor, desde a matéria-prima entregue pelos fornecedores até à entrega do produto final ao cliente (Womack & Jones, 1996). De acordo com estes autores esta ferramenta é simples, eficaz e muito útil dado que permite mapear todos os processos utilizados para produzir e enviar um produto, entre os que acrescentam valor e os que não acrescentam valor.

Algumas vantagens desta ferramenta segundo Rother e Shook (2003):

- Melhora a perceção do fluxo de valor de toda a organização;
- Melhora a visualização da relação entre processos e fluxo de materiais e informação entre eles;
- Facilita a deteção de desperdícios e as suas causas;
- Distingue as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam;
- Facilita o encontro de oportunidades de melhoria.

Segundo Rother e Shook (2003), de forma a mapear o fluxo de um processo é necessário seguir as etapas da figura 7.

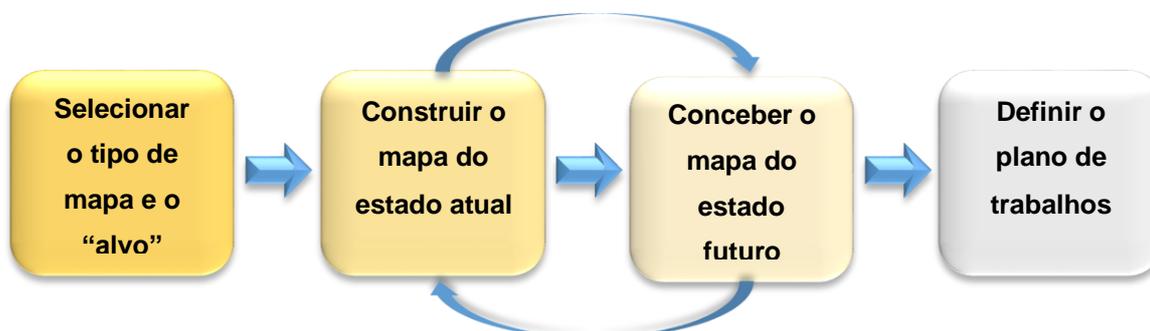


Figura 7 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor (Rother & Shook, adaptado por Pereira, 2009)

Sucintamente o *VSM* é um mapa no qual, através de símbolos simples e intuitivos se pode desenhar o estado atual da empresa, em particular do seu sistema produtivo, com o qual, através de discussão de ideias e um estudo aprofundado se poderá delinear as etapas necessárias para se implementar melhorias na empresa (Pinto, 2011; Rother & Shook, 2003). De seguida, na figura 8 um exemplo de um *VSM* atual.

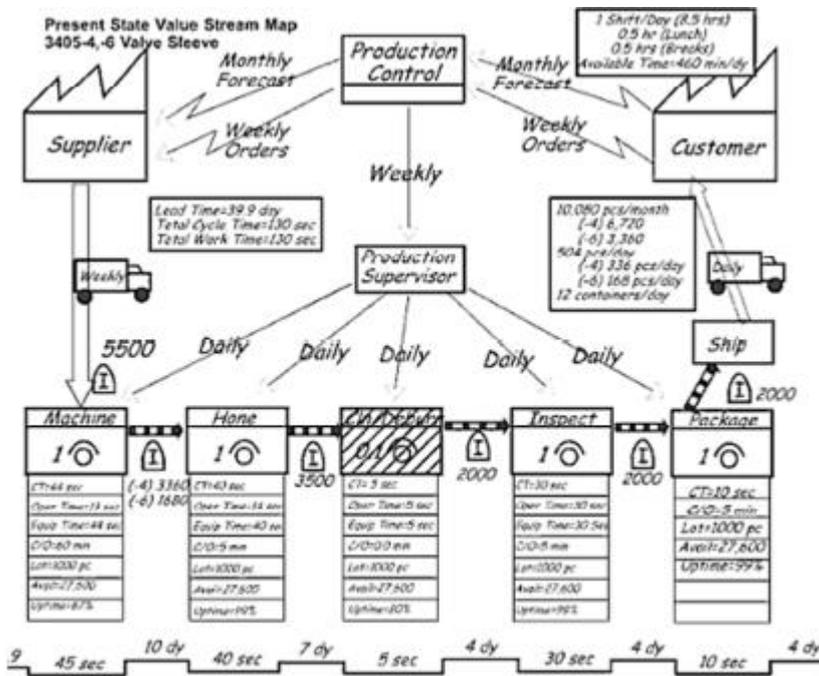
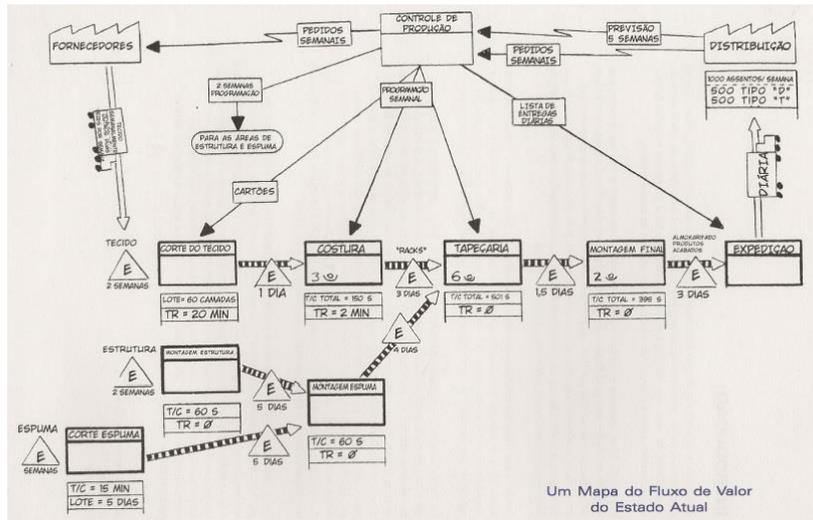


Figura 8 - Exemplo do VSM atual (Rother & Shook, 2003)

### 2.5.2 Metodologia 5S

A metodologia 5S surgiu no Japão, aquando da implementação do *lean production*. Esta ferramenta consiste num conjunto de práticas e técnicas que auxiliam a redução de diferentes desperdícios, visando um melhor desempenho dos operadores, através da criação de novas condições de trabalho. As cinco iniciais representam 5 palavras japonesas: *seiri* (utilização), *seiton* (organização), *seiso* (limpeza), *seiketsu* (normalização) e *shitsuke* (disciplina).

**Seiri (utilização)** – em cada posto de trabalho, separar o que é necessário do que é desnecessário, eliminando tudo o que não é necessário.

**Seiton (organização)** – definir os locais de todas as ferramentas e objetos, identificando todos os locais. Colocar as mais utilizadas nas proximidades do operador. Todas as identificações e localizações devem ser perceptíveis a qualquer utilizador do posto de trabalho.

**Seiso (limpeza)** – os materiais, ferramentas e locais de trabalho devem manter-se limpos. Portanto, é necessário a criação de rotinas de limpeza sistemática e diárias, pelo operador de cada posto de trabalho.

**Seiketsu (normalização)** – definir normas gerais de limpeza e arrumação, as quais devem ser preservadas e respeitadas de forma a manter continuamente os 3S anteriores.

**Shitsuke (disciplina)** – sistematizar as normas através do treino, empenho e disciplina. Pretende que os operadores cumpram as regras estabelecidas, de forma que a metodologia 5S seja operacionalizada a longo prazo.

A implementação desta técnica tem inúmeras vantagens (Silva, 2008), entre as quais:

- Otimização do espaço de trabalho;
- Obtenção de um ambiente limpo e seguro;
- Melhoria das condições de trabalho;
- Diminuição do tempo despendido à procura de ferramentas ou materiais.

### 2.5.3 Standard Work

Com o intuito de controlar a variabilidade associada aos processos produtivos alguns autores defendem que o trabalho normalizado constitui uma importante ferramenta na gestão de desperdícios (Liker & Morgan, 2006) e (Monden, 1998).

Segundo Ohno (1988), o trabalho padronizado é constituído por três elementos:

- Tempo de ciclo estabelecido de acordo com o *takt time*, ou seja, o tempo necessário para produzir uma peça, de acordo com a sua procura;
- Sequência de trabalho, ou seja, a ordem pela qual são realizadas as tarefas;
- O mínimo de *WIP* necessário entre processos, sem o qual não é possível prosseguir as operações.

Da padronização do trabalho esperam-se resultados ao nível da melhoria do processo produtivo, operações mais eficientes e seguras, adequada utilização dos

equipamentos, facilidade na resolução de problemas, controlo visual do posto de trabalho e balanceamento da linha de produção (Kasul e Motwani, 1997).

#### 2.5.4 Gestão Visual

Esta ferramenta caracteriza-se pela sua simplicidade de aplicação, dado o seu objetivo – apoiar os operadores nas funções que desempenham, tornando o processo mais simples para novos operadores pouco familiarizados com as operações envolvidas no processo produtivo (Pinto, 2009). A sua principal função é a de controlo e melhoria contínua. A gestão visual aglutina ferramentas muito simples, contribuindo para o foco nos processos e não nas pessoas, uma vez que permite que todas as pessoas que se encontram no mesmo posto de trabalho possam observar e compreender a mesma informação. Como estas informações visuais são colocadas em locais estratégicos, de fácil visualização, esta ferramenta contribui para ambientes produtivos onde existe autonomia dos colaboradores aquando da ocorrência de situações anómalas e que estas possam ser corrigidas pelos próprios (Hall, 1987). Para este autor, a gestão visual define-se como uma comunicação “*sem palavras, sem voz*”. Desta forma, esta ferramenta auxilia o aumento da eficácia e eficiência das operações envolvidas nos processos produtivos, considerando-se a sua maior vantagem o controlo dos processos produtivos de forma a evitar erros, assim como diminuir desperdícios. Alguns exemplos de aplicação de Gestão Visual são quadros informativos de qualidade; quadros com indicadores de desempenho e delimitação de espaços.

#### 2.5.5 *Waste Identification Diagram*

De forma a ultrapassar as limitações do *VSM*, identificadas por alguns autores, nomeadamente:

- dificuldade de aplicação em situações de baixo volume de produtos e elevada variedade (Braglia et al, 2006);
- esperas, sobreprodução e desperdícios com movimentações difíceis de observar, “escondidos” no mapa (Lovellette, 2001);
- ferramenta com comunicação pouco eficiente, especialmente para utilizadores pouco familiarizados com a sua representação visual (Gahagan, 2010);

o Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho desenvolveu a ferramenta *Waste Identification Diagram (WID)*. O seu principal objetivo é a descrição de uma unidade produtiva, reconhecendo os seus elementos fundamentais como fluxos, processos, produtos e desempenho, de forma fácil e clara. Assim, o *WID* constitui uma ferramenta visual que permite visualizar os desperdícios existentes em qualquer espaço fabril, como excesso de *WIP*, sobreprodução e transporte e conseqüentemente apoiar a gestão a alcançar melhorias ao longo de todo o fluxo produtivo (Sá, Carvalho & Sousa, 2011).

Através dos ícones da figura 9 os diagramas *WID* são de fácil interpretação, compostos por três ícones principais: blocos, setas e diagramas circulares.

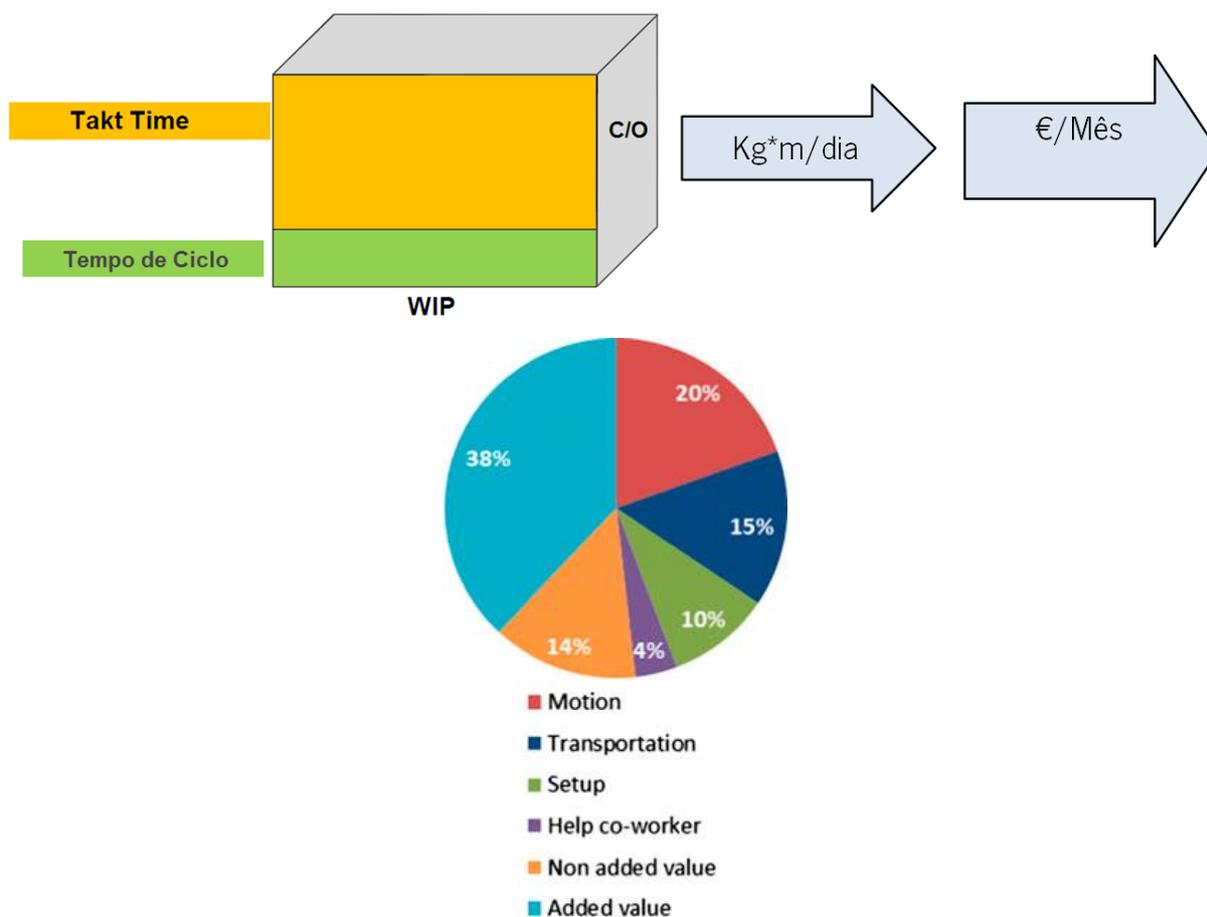


Figura 9 - Ícones do diagrama *WID* (adaptado de Sá et al., 2011)

Os blocos representam processos, tais como máquinas, conjuntos de máquinas ou estações de trabalho. As setas representam o esforço de transporte entre processos e os diagramas circulares demonstram como o tempo de trabalho é utilizado. As dimensões dos blocos são variáveis, dependendo de:

- *Takt time* (TT), instante de tempo em que o mercado necessita de uma unidade do produto e está relacionado com a altura do bloco;
- Tempo de ciclo (TC), ou tempo de estação, corresponde ao tempo necessário à produção de uma unidade do produto e à altura inferior do bloco;
- *WIP* – antes do processo e corresponde à largura do bloco;
- Tempo de *Setup*, o tempo de preparação da máquina para a produção de um produto diferente e corresponde à profundidade do bloco.

## 2.6 Vantagens e constrangimentos de uma abordagem *lean*

A implementação do *TPS* requerer uma preparação do terreno e uma verdadeira revolução em toda a produção, subjacente a um envolvimento desde a gestão de topo até aos operários. Esta implementação acontece após a sensibilização à criação de um ambiente ideal a toda esta mudança. Seguidamente técnicas e ferramentas *lean* adequadas permitirão à empresa identificar/eliminar desperdícios, alterar *layouts* e fluxos, identificar irregularidades, balancear e nivelar a produção. Na figura 10, é possível identificar os ganhos fundamentais, segundo Melton (2005) da filosofia *lean production*.

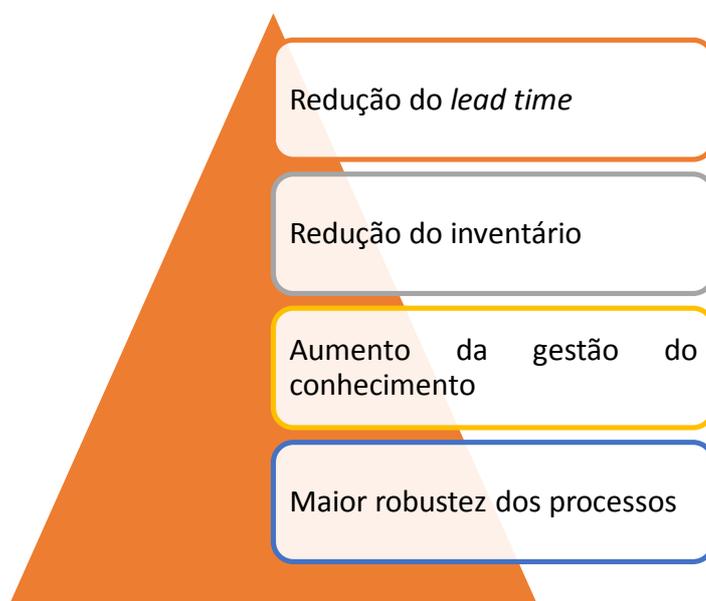


Figura 10 - Vantagens da filosofia *Lean Production* (adaptado de Melton, 2005)

Para além destas dificuldades, Melton (2005) refere ainda que, a resistência à implementação de uma filosofia *lean production* passa pela crença de que o processo

atual é eficiente e pela ausência de objetivos alcançáveis, completando esta ideia com a figura 11. Ora, este autor contrapõe afirmando que uma organização *lean* responde mais eficazmente e rapidamente às flutuações do mercado e que a maioria dos processos não é eficiente (apresenta eficiência aparente, inclusive na grande maioria das vezes, gargalos).



Figura 11 - As forças do Lean Manufacturing (adaptado de Melton, 2005)

A maioria dos gestores é capaz de compreender e identificar claramente os sete desperdícios (esperas, próprio processamento, movimentos, produtos defeituosos, sobreprodução, transportes, inventários). No entanto, na presença destes três últimos desperdícios - sobreprodução, transportes, inventários - muitos deles revelam dificuldades nas tomadas de decisão para a sua redução (quer com a redução das quantidades produzidas, ou mesmo peça-a-peça). As alterações para que uma organização implemente uma filosofia *lean*, usualmente são muito difíceis, necessitam do envolvimento de todos e, em particular, da gestão de topo. Esta filosofia requer que cada colaborador compreenda o seu papel no processo produtivo, que o seu desempenho seja monitorizado e conhecido por si, promovendo uma maior responsabilização, autonomia e polivalência. Desta forma, é importante que todos os gestores conheçam muito bem a filosofia *lean production*, que a reconheçam como uma filosofia que se aplica a qualquer empresa e que constitui uma condição

necessária para assegurar a competitividade da sua empresa, face a uma concorrência mundial bastante agressiva (Carvalho, 2010). Sumariamente, na figura 12 os ganhos de uma abordagem *lean*.

*“The root cause of regression in most organizations today is confusion about priorities at different levels of the organization compounded by the failure to make anyone responsible for the performance of important value streams as they flow horizontally across the enterprise”* (Womack, 2008).

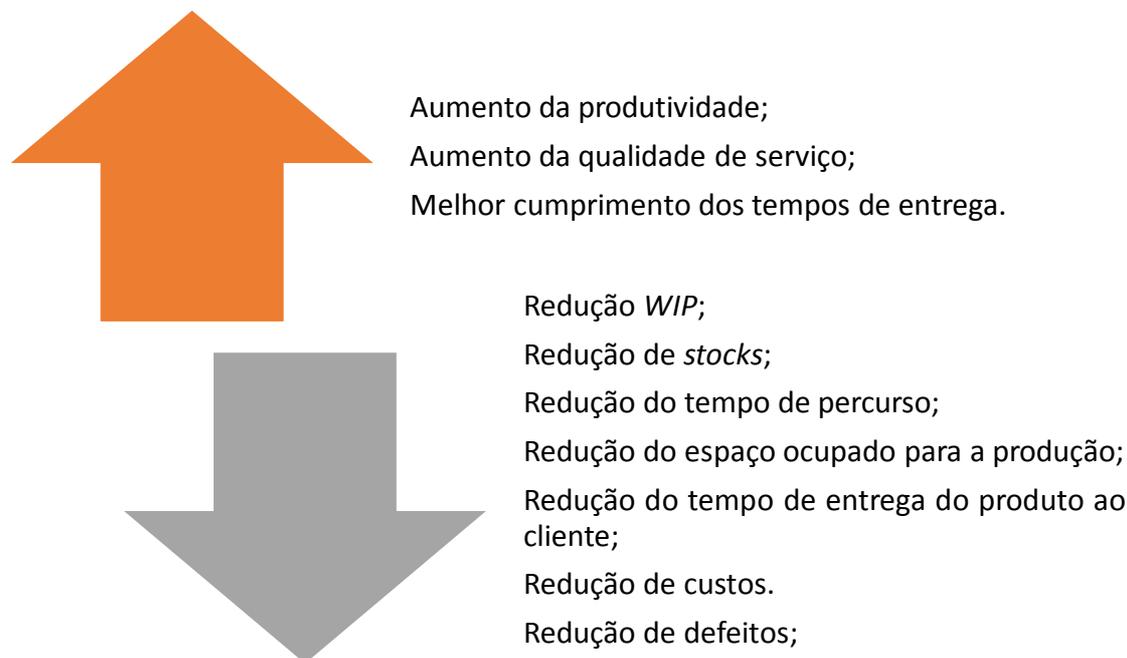


Figura 12 - Vantagens para as empresas com a implementação de uma abordagem *lean*

## 2.7 Layouts de Sistemas Produtivos

A configuração de sistemas produtivos assenta usualmente numa organização tradicional “*job-shop*”, ou “*flow-line*” ou em célula. A primeira caracteriza-se pela sua elevada flexibilidade, possibilitando a produção de uma gama alargada de variedade de produtos. Como aspetos negativos apresenta extenso tempo de atravessamento, elevado *WIP*, baixa produtividade (Heizer e Render, 2000), com dificuldade de programar acrescida (Baker, 1974). Por seu turno, a organização do processo produtivo através de “*flow-line*” é caracterizado por uma grande automatização dos processos, reduzida flexibilidade e conseqüentemente baixa variedade de produtos, reduzida polivalência e formação dos operadores. Não podendo relevar um bom balanceamento da linha de forma a evitar desequilíbrio dos tempos de processamento

dos postos de trabalho, para que não haja estrangulamentos que darão lugar a *stocks* intermédios.

A reconfiguração de um sistema produtivo numa produção celular torna-se vantajosa, sendo o mesmo referido na literatura por diferentes autores Wemmerlöv e Johnson (1997, 2000), Suresh e Kay (1998), Shayan Sobhanallahi (2002) e Hyer e Wemmerlöv (2002). Sendo que muitos autores reconhecem esta configuração do sistema produtivo como uma mais-valia aquando da implementação de uma filosofia *lean* (Pattanaik and Sharma, 2009; Vinodh et al., 2011; Panizzolo et al., 2012; Pullan et al., 2013). Estes autores reconhecem vantagens a este tipo de *layout* ao nível da redução de *WIP* e, conseqüentemente, do tempo de atravessamento e do espaço ocupado; aumento de produtividade e da qualidade dos produtos e dos processos envolvidos. Como os componentes são produzidos no interior da célula, ocorre uma redução da distância percorrida, devido à proximidade das máquinas. Por último, esta reorganização encontra-se interligada com um maior envolvimento e responsabilidade dos operadores perante a produção do componente resultante.

Na literatura é possível encontrar vários exemplos de organização de um sistema produtivo em células de produção, inseridos numa implementação *Lean*, tais como Pattanaik e Sharma (2009) e Bhat (2008). Os primeiros autores destacam os principais benefícios como: proximidade entre tempo de ciclo (TC) e *TT*; redução de operações que não acrescentam valor e aumento de flexibilidade. Por seu turno, Bhat (2008) refere a redução de custos e do tempo de atravessamento bem como um aumento da qualidade.

Em Portugal também é possível encontrar casos de sucesso na implementação de células de produção, como por exemplo Cardoso et al. (2008) e Loureiro (2012). Desta forma, a reorganização de um sistema produtivo através da implementação de células resulta num aumento de produtividade e redução de custos, como consequência da redução de desperdícios.

### 3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

#### 3.1 Identificação e Localização

A empresa na qual se desenvolve este trabalho encontra-se inserida na secção *de wiring systems* (sistemas de cablagens), desenvolvendo e produzindo cablagens (exemplo na figura 13) com conetores e componentes eletrónicos. Esta empresa caracteriza-se por produzir fios, cabos, sistemas de cablagens e produtos relacionados, oferecendo grande fiabilidade nas suas cablagens, o que permite estar em vantagem em relação aos países de Leste. A empresa produz um cabo num curto espaço de tempo, com qualidade assegurada, fruto de trabalho em equipa e interligação forte entre departamentos.



Figura 13 - Exemplo de aplicação de uma cablagem

Esta empresa localiza-se nas proximidades da cidade de Guimarães. Encontra-se envolvida por um moderno grupo de estradas que permite um acesso rápido à fábrica, assim como um acesso facilitado a destinos principais, tanto através de meios terrestres como de meios aéreos, dado que o aeroporto Francisco Sá Carneiro, Porto, se situa a cerca de cinquenta quilómetros.

#### 3.2 Estrutura organizacional

A empresa encontra-se dividida em oito departamentos, sendo a sua direcção composta por dois elementos. Este trabalho desenvolveu-se no departamento de produção, coordenado pelo diretor de produção e constituído pelos responsáveis do

segmento 1 – supervisores, engenheiro de processo, AO'S de qualidade e manutenção, tal como se pode observar na figura 14.



Figura 14 - Estrutura do segmento 1, seção pré-confeção da empresa

### 3.3 Visão, Missão e valores

Os principais valores da cultura da empresa são apostar no potencial humano aproveitando as suas capacidades e potencialidades; conseguir uma gestão participada e transparente através de uma organização dinâmica capaz de se adaptar flexivelmente às exigências provocadas pelas alterações do mercado; trabalhar continuamente na redução dos custos para se manter competitiva no mercado; apostar e desenvolver o seu *software* informático de forma a concretizar os objetivos anteriores.

### 3.4 Mercado

O mercado no qual se insere esta empresa é um mercado de grande crescimento: veículos automotores, comerciais e industriais, no qual a empresa procura compreender os requisitos dos clientes e oferecer uma solução que dê resposta a essas necessidades.

Desde a sua criação que a empresa adquiriu equipamento moderno e sofisticado adequado a este tipo de indústria, como linhas de soldadura automáticas, corte e cravação de terminais nos fios com controlo *on-line* de impressão dos fios ou da cravação e equipamento de *braiding* e de *splice* ultra-sónicos. Neste momento esta indústria apresenta cerca de 1000 referências ativas, aproximadamente 4000 componentes, cerca de 150 fornecedores e a média de mudança de ferramenta, por turno, é de cerca de 208, e cerca de 890768 de fios cortados por semana.

Esta empresa constitui um fornecedor global de fios, fibras óticas, cabos e sistemas de cabos e tem como características produtivas: baixo volume por referência; alta variedade de referências; cablagens com mais de 700 fios; elevado número de paragens para mudança de ferramentas (*setups*); elevado número de alterações técnicas. Esta empresa, ao longo dos anos, cresceu como uma companhia com um “*know-how*” de nível elevado, produzindo cablagens essencialmente para clientes como *AGCO* e *JCB* (figura 15).



Figura 15 - Produtos dos clientes *AGCO* e *JCB*

### 3.5 Família de produtos

Com um portfólio único de produtos, nomeadamente *wiring systems* (sistemas de cablagens), cablagens com conetores e componentes eletrónicos.

Uma das unidades especiais de negócio é a produção de *MultiCore* que incorporam as cablagens (figura 16 e 17).



Figura 16 - Exemplos de produtos produzidos na empresa

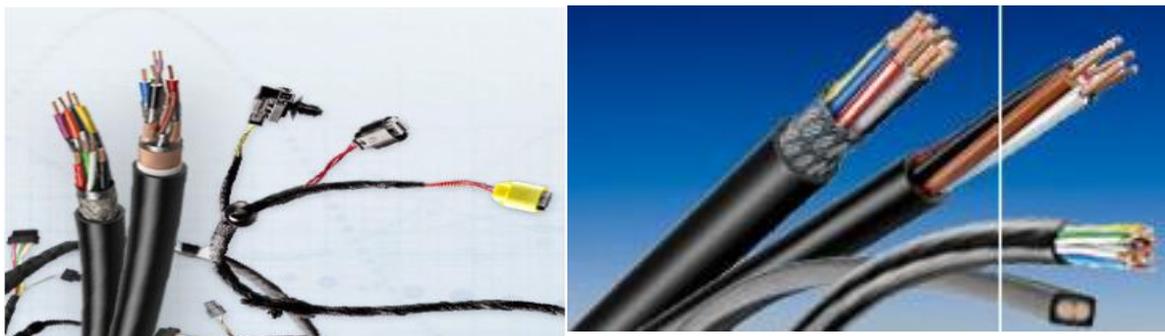


Figura 17 - Exemplos de MultiCore produzidos na fábrica

### 3.6 Layout da seção de pré-confeção

Dada a dimensão do *layout* (figura 18) o mesmo pode ser consultado no Anexo 1.

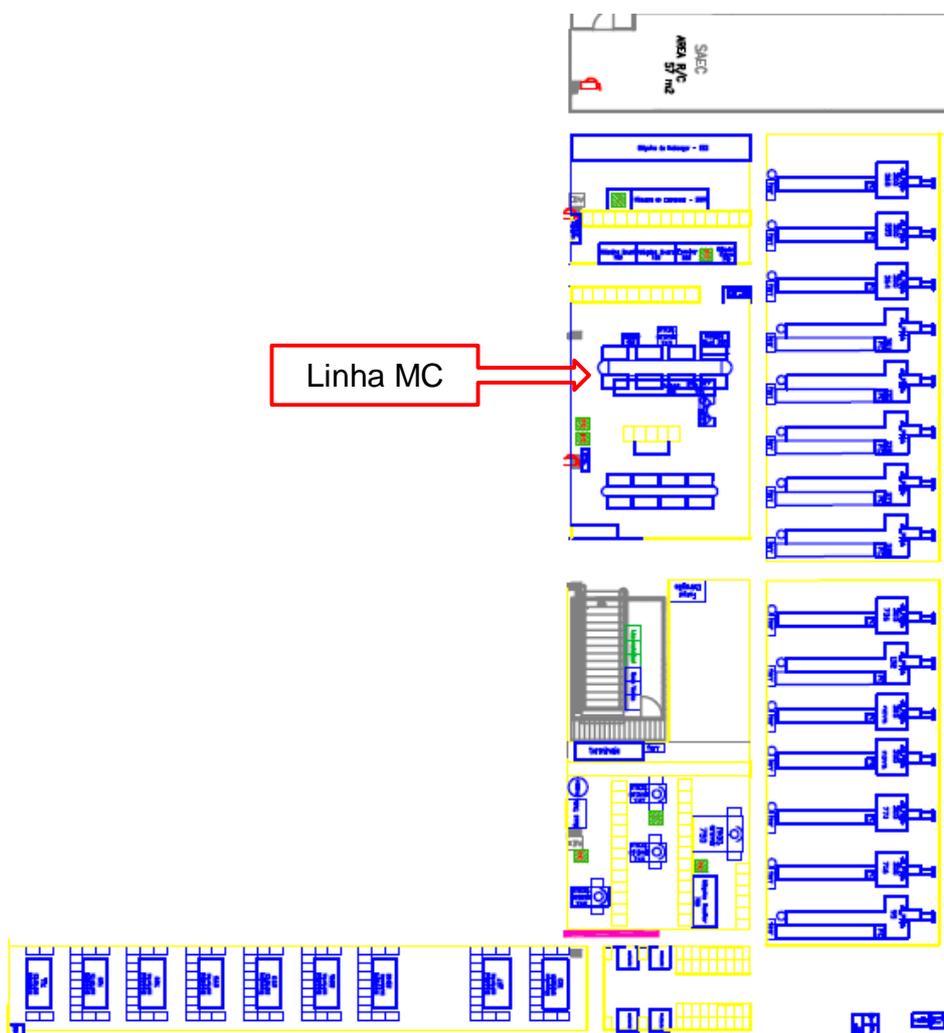


Figura 18 - Layout da linha do MC

## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

### 4.1 Sistema produtivo do MultiCore (MC)

Esta unidade produtiva é responsável pela preparação dos componentes *Schirme* ou MC, encontrando-se inserida no segmento 1 da seção de pré-confeção, da empresa no qual se desenvolve este trabalho. De seguida procede-se à caracterização da situação atual, a qual foi obtida através de observações sistemáticas à linha do MC, de forma a compreender pormenorizadamente o seu processo de produção.

#### 4.1.1 O processo produtivo do MC

Ao longo da linha o MC é manipulado nos diferentes postos de trabalho (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7). As diferentes operações realizadas em cada posto e no MC encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 - Operações realizadas no MC ao longo da linha, por posto

Posto de Trabalho	Operações
P1	Cola etiqueta
	Deita álcool na extremidade dos fios
	Tira a ponteira de um dos lados
	Tira a prata de um dos lados
	Corta os fios de enchimento de um lado
	Tira a ponteira do outro lado
	Retira a prata do outro lado
	Corta os fios de enchimento do outro lado
P2	No computador, abre o croqui
	Mata malha (1 lado)
	Mede os fios do lado 1 e corta os fios à medida
	Mede os fios do lado 2 e corta os fios à medida
	Insera 1 manga do lado 1
	Encolhe a manga do lado 1 (2MC de cada x)
	Insera 1 manga do lado 2
	Encolhe a manga do lado 2 (2MC de cada x)
	Coloca a fita de pano de no lado 1

Posto de Trabalho	Operações
P3	Ata lote de MC com abraçadeira
	Apara com um alicate as pontas dos fios
	Consulta no computador as distâncias a que tem de abrir as ponteiras
	Coloca as distâncias corretas na máquina de abrir ponteiras
	Abre as ponteiras
	Coloca vedantes
	Lê as cartas com o <i>joystick</i>
P4	No computador consulta os croquis e lê as cartas
	Procede ao <i>setup</i> (de ferramenta ou apenas de terminal)
	Procede à cravação dos terminais
P5	Coloca o MC nas prateleiras e fios
	No computador abre o programa de shunts
	Procede à união ultrassom dos MC
	Enrola o MC obtido
	Lê as cartas
P6	No computador consulta os croquis
	Procede ao <i>setup</i> (de ferramenta ou apenas de terminal)
	Preparação (colocação de fios e mangas no local de trabalho)
	Procede aos shunts mecânicos no MC
P7	Seca mangas
	Coloca o MC nas caixas

O MC movimenta-se entre postos, após cada operária realizar as operações referentes ao seu posto e colocar o MC num transportador (bandeja), como é possível observa na figura 19.



Figura 19 - Exemplo de um transportador da linha, com dois MC

#### 4.1.2 Caracterização da procura

Aquando da fase inicial da realização deste trabalho, os registos informáticos das necessidades do MC e da sua produção não eram claros – mais do que um registo era efetuado para a mesma ordem de produção. Desta forma, a procura deste semiacabado é efetuada através do planeamento efetuado para esta linha.

No que diz respeito às necessidades semanais de MC é possível constatar que a procura é bastante inconstante (figura 20), dificultando as previsões, conseqüentemente o planeamento e a afetação de mão-de-obra necessária à sua produção.

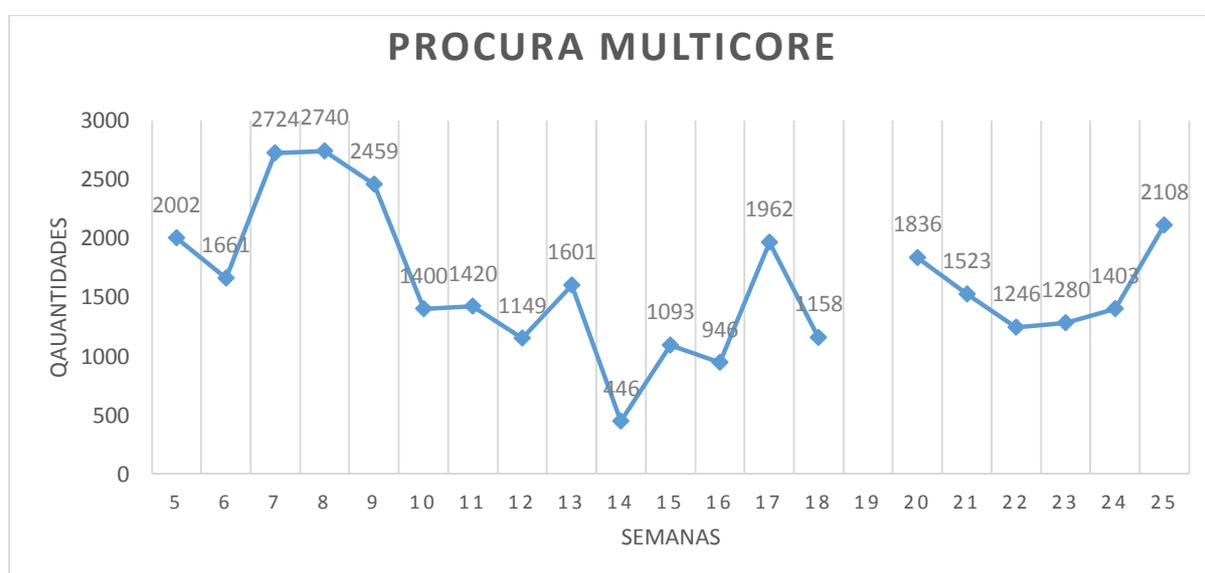


Figura 20 - Procura semanal, produto final MultiCore

#### 4.1.3 Diversidade de referências

A diversidade de referências produzidas por semana vem acrescentar complexidade à produção deste semiacabado. A contagem (tabela 2) levada a cabo e que a seguir se apresenta diz respeito ao número de semanas em que existem dados e no qual incidiu este estudo, uma vez que tal como mencionado anteriormente, não existem dados anteriores, que permitam conhecer a diversidade dos meses anteriores. Estes dados encontram-se reunidos na figura 21.

Tabela 2 - Contagem da diversidade de referências

Referências	Contagem de referências	Referências	Contagem de referências
15223681	13	334/v5554	7
721/C9060	13	333/T7527	7
320/09890	13	334/T5451	7
721/C9024	11	721/C5184	6
15223680	11	721/C9065	6
7112234M91	9	721/C9059	6
334/T4921	8	320/09891	6
721/E4529	8	4323226	6
721/E4527	8	7112232M91	6
333/w5754	8	334/V5570	5
334/T4918	8	3161c047	5
333/v8122	7	332/k9824	5
721/E4528	7	7112230M91	5
334/T5449	7	334/V5565	5
333/s1141	7	334/v6308	5

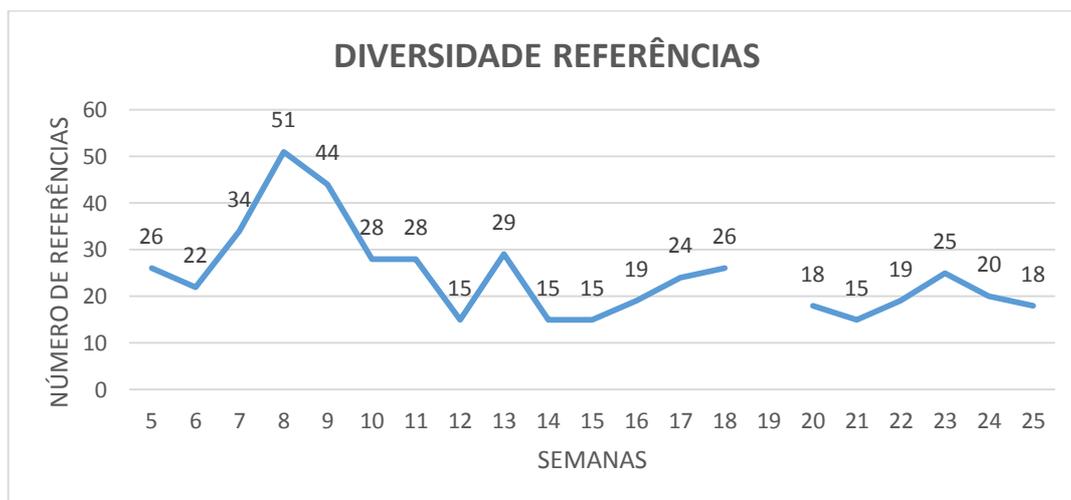


Figura 21 - Diversidade Referências de MultiCore, por semana

Esta diversidade acresce especial complexidade a esta linha dado que os 4 primeiros postos manipulam o MC ainda num aglomerado de um lote de 20, enquanto os 3 últimos manipulam o MC em unidades, que são previamente unidas no posto 5. Facto que torna a quantidade de encomenda (QE) e quantidade produzida esperada diferente nestes 3 primeiros postos, dos postos consecutivos, como é possível observar na tabela 3.

Referências	Nº MC p/ Cab.	Produto Final	QE	Postos de trabalho						
				1	2	3	4	5	6	7
721/H8113	2	1	150	300	300	300	0	150	150	150
721/E4527	8	1	50	400	400	400	50	50	50	50
721/C9062	6	1	125	750	750	750	125	125	125	125
334/T4918	14	2	40	560	560	560	120	80	80	80

Tabela 3 - Exemplos de quantidades a produzir de 4 referências, por posto

#### 4.1.4 Layout da linha

O *layout* da linha do MC pode ser observado na figura 22. Um esquema da linha pode ainda ser consultado na figura 23. Os multicores são transportados do corte para junto do posto 1 da linha, no qual dão entrada no processo. Este semiacabado é transportado por tabuleiros ao longo da linha, na qual os postos 1, 2 3 e 4 se opõem aos postos 5, 6 e 7.

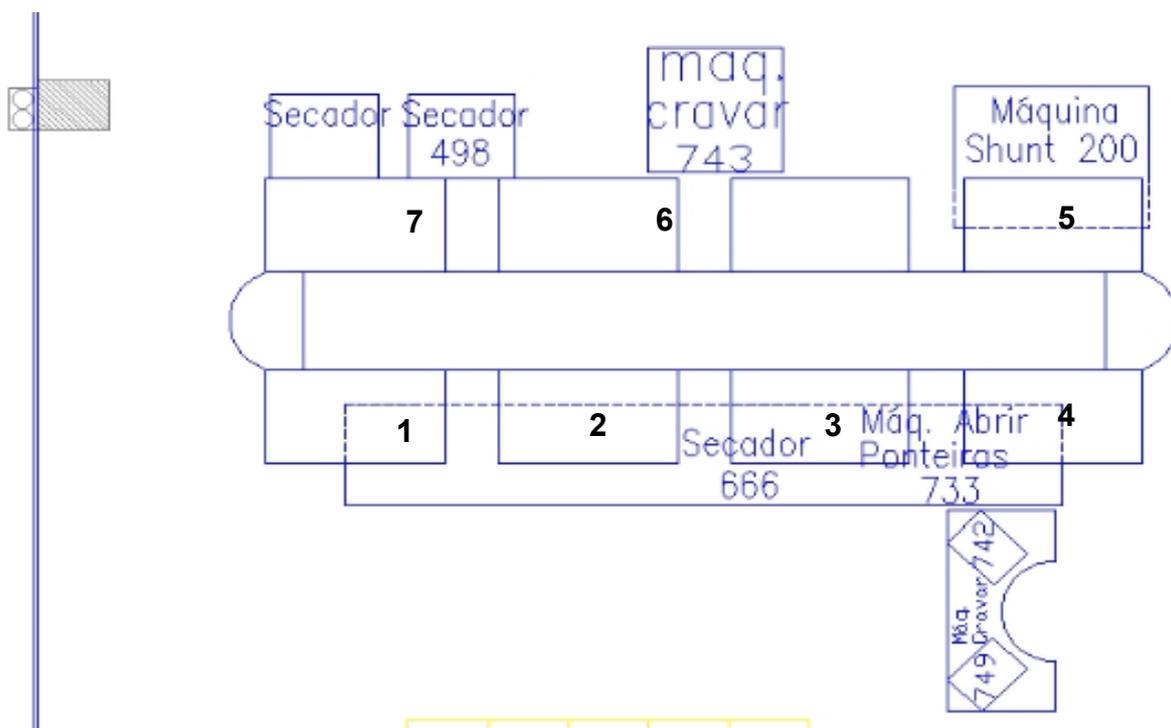


Figura 22 - Layout da linha do MultiCore

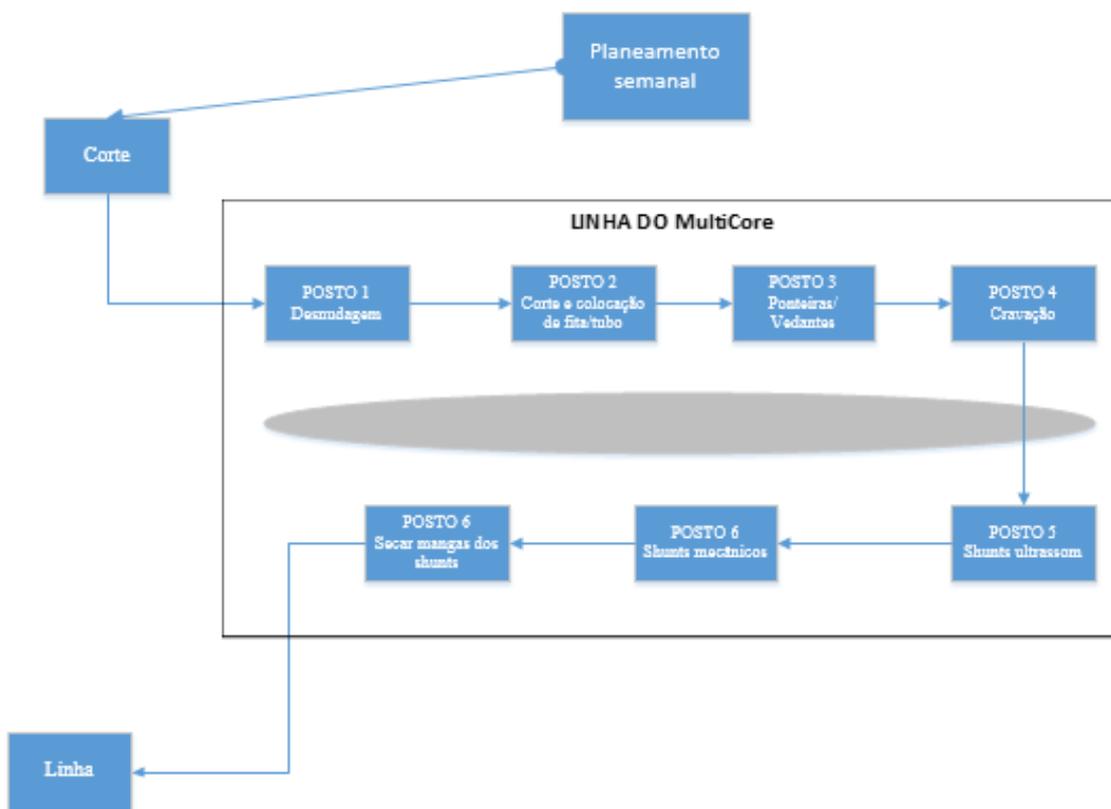


Figura 23 - Esquema da linha do MC

#### 4.1.5 Fluxo do MC ao longo do sistema

O produto final constitui um MC, resultado da união de várias MultiCores e fios. Cada referência quase sempre tem como resultado um produto final, com exceção para algumas referências que têm como resultado final dois MC. Como por exemplo a referência 334/T4918 em que os 14 MC que constituem esta referência são divididos em 2 subgrupos, que são unidos no posto 5, dando resultado a dois componentes. Este conhecimento encontra-se nos croquis do MC, mas não é conhecido aquando do planeamento semanal.

## 4.2 Análise da situação atual

Neste subcapítulo será caracterizado a situação atual da linha, nomeadamente o tempo de trabalho disponível, a produtividade, o *WIP* contabilizado, uma análise do *VSM*, os desperdícios identificados e um resumo dos problemas identificados.

#### 4.2.1 Tempo de trabalho disponível

Na linha em estudo o tempo de trabalho disponível é de oito horas diárias a que corresponde a 28800 segundos, num horário das seis horas às catorze horas e trinta minutos. As colaboradoras realizam duas pausas, a primeira de 10 minutos e a segunda de 20 minutos.

#### 4.2.2 Produtividade

A linha do MC é constituída por sete colaboradoras e uma abastecedora. A produtividade esperada é de 960 MC para os quatro primeiros postos, resultado de um valor médio encontrado pelos responsáveis. Quanto à produtividade real não é conhecida dado que não existe nenhum registo da quantidade produzida. Isto porque não há ninguém que proceda a esse registo e o último posto em que o MC é manuseado também não possui controlo de operação/produção. A inexistência de um posto de controlo de produção na última operação feita no MC (quase sempre posto 7), não permite mensurar a sua produção diária, podendo dizer-se que o MC que é planeado é produzido semanalmente, com recurso a um número de colaboradores, eventualmente, maior que 7, ou com duplicação de postos de trabalho, através da criação de 2º turno para os postos de trabalho que apresentam maior *stock*, numa gestão momentânea (como acontece neste momento). Por seu turno, a produtividade correspondente aos três últimos postos não é definida pelos responsáveis, dado não possuírem conhecimento sobre o sistema produtivo que lhes permita mensurá-la.

Importa salientar que cada operadora se encontra afeta ao seu único posto, havendo operadoras que nunca trabalharam nos outros postos. Desta forma, é possível depreender a reduzida polivalência das operadoras, condicionando a sua visão, que se pretende integradora do seu posto no processo global do MC.

#### 4.2.3 *WIP* contabilizado

Um dos grandes problemas da linha do MC é o elevado *WIP*, o qual variava muito ao longo do dia, assim como ao longo da semana. De forma a conhecer as quantidades existentes de *WIP* foram realizadas observações ao longo do dia e ao longo de vários dias, através da técnica de amostragem procurando-se registar as quantidades entre cada posto. A compilação dessas observações encontra-se na tabela 4.

Tabela 4 - *WIP observado entre postos*

Postos de trabalho		Média	Mínimo	Máximo	Variação
Posto a montante	Posto a jusante				
Corte	1	302	112	740	628
1	2	12	0	60	60
2	3	8	0	40	40
3	4	24	20	100	80
4	5	111	74	200	126
5	6	29	0	150	150
6	7	187	44	580	536

Relativamente ao *stock* de produto acabado, tal como referenciado anteriormente, este não é possível contabilizar dado que o posto 7 não possui monitorização da produção. Foi possível observar que após a sua conclusão, o MC é transportado pela operadora deste posto para outro local ou é movimentado por colaboradoras das linhas de montagem aquando das suas necessidades na linha. Como a encomenda de MC é produzida na sua totalidade, mas entra em linha apenas em pequenas quantidades é possível depreender que existe *stock* elevado de produto acabado.

#### 4.2.4 Análise do *VSM*

Com o intuito de tornar mais claro o estado atual da linha procedeu-se à construção de um *VSM*.

Esta ferramenta permitiu mapear o fluxo do MC ao longo do sistema, permitindo constatar que a soma dos tempos de todas as operações de um lote de 20 MC, por exemplo, da cablagem 721/C9060 é de aproximadamente 539 min, correspondendo a cerca de nove horas. De forma a conhecer o tempo de percurso desta referência, foi colocada uma etiqueta de cor no lote, no primeiro posto de trabalho e anotada essa hora. Posteriormente, verificou-se a hora à qual o lote foi finalizado no último posto - o posto 7 - obtendo-se como tempo de percurso 26h. Com este método foi possível verificar que o primeiro lote a entrar no sistema, não é necessariamente o primeiro lote a sair do sistema, como consequência da falta de fluxo do MC ou dos materiais necessários à sua produção em alguns postos (por exemplo, falta de fios nos posto 5

e 6). Comparando o tempo obtido anteriormente de 26 horas com a Lei de *Little*, (Little, 1992), em que:

$$WIP = Taxa\_de\_produção \times tempo\_de\_atravessamento$$

*Equação 1: Lei de Little*

Podemos aplicar a Lei de *Little*,

$$1160 = 300 \times tempo\_de\_atravessamento$$

Logo o tempo de atravessamento pode ser calculado como:

$$Tempo\_de\_atravessamento \cong 3,89 \text{ dias}$$

No entanto, quando questionados os responsáveis desta seção sobre quanto tempo um MC, ou uma encomenda de MC demora a sair do sistema, a resposta é 1 dia/1,5 dias. Desta forma, foi possível constatar algum desconhecimento sobre o tempo de atravessamento, que pode resultar numa resposta inadequada e expedita às solicitações do mercado.

O *VSM* evidencia fluxo produtivo descontínuo do MC, apesar do processo de produção se encontrar organizado através de uma linha. Esta falta de fluxo implica movimentações das operadoras entre postos de trabalhos e seções da pré-confeção.

A construção do *VSM* (figura 24) tornou a identificação das áreas de intervenção mais facilitada: redução de *stock*, melhorar o balanceamento da linha, melhoria do abastecimento dos materiais da linha e redução/eliminação dos desperdícios encontrados.

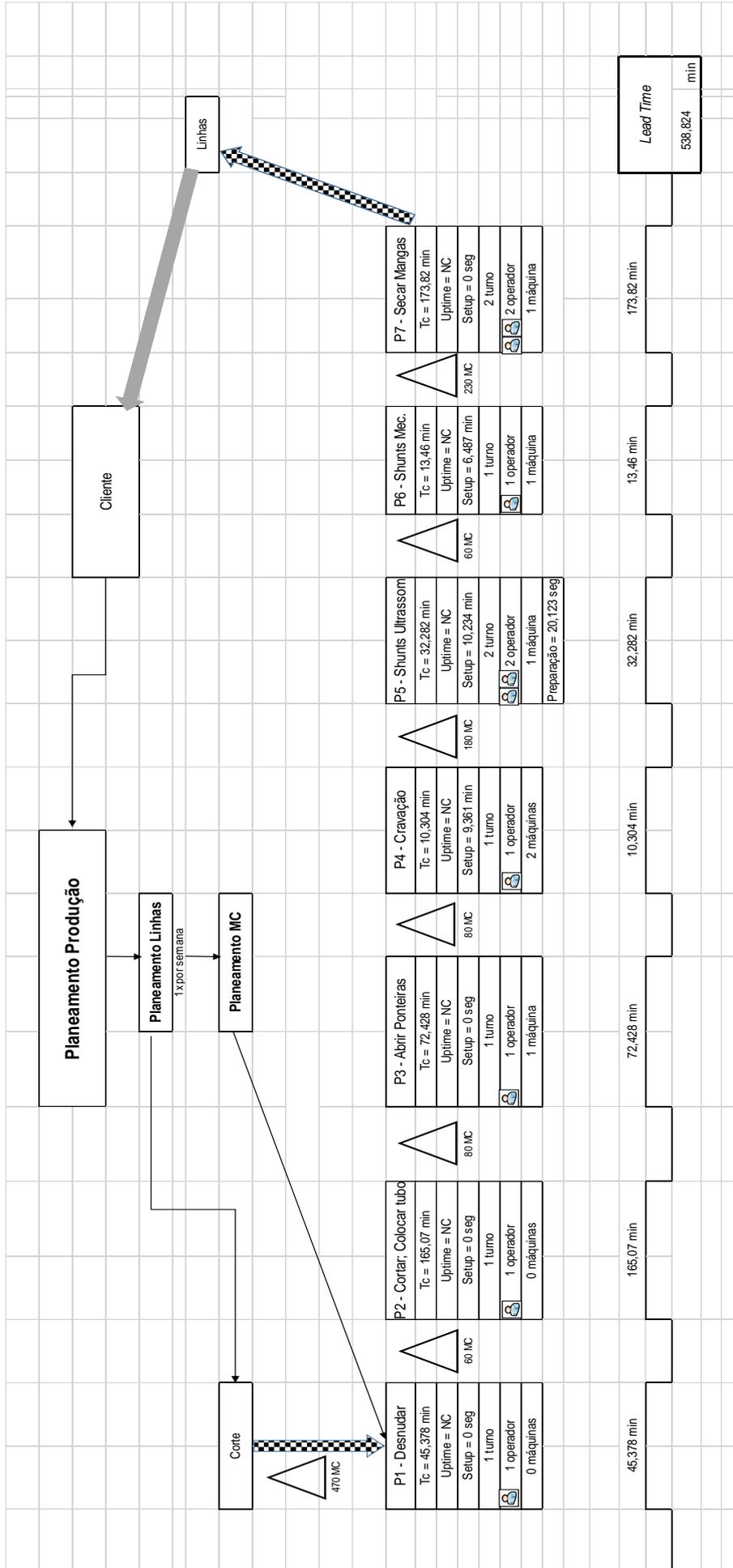


Figura 24 - VSM do estado atual da cablagem 721/C9060

#### 4.2.5 Análise da linha do MC com recurso à ferramenta *WID*

Para a construção do *WID* foi necessário proceder à recolha e tratamento de informação relativa *Takt Time*, tempo de ciclo das diferentes estações; tempo de preparação; quantidades de *WIP*, entre outras.

O cálculo do *TT* foi feito de acordo com a seguinte equação:

$$TT = \frac{\text{Tempo de produção por dia (minutos)}}{\text{Demanda diária do cliente (unidade)}}$$

*Equação 2 - Takt Time (Chen & Christy, 1998)*

$$TT = \frac{480 \times 60}{694} \cong 41,48 \text{ seg/MC}$$

*Equação 3 - Cálculo do Tack Time, quatro primeiros postos*

$$TT = \frac{480 \times 60}{325} \cong 88,57 \text{ seg/MC} \cong 1,48 \text{ min/MC}$$

*Equação 4 - Cálculo do Tack Time, três últimos postos*

A determinação dos tempos de ciclo de cada estação poderia ser efetuada através de cronometragem. No entanto, atendendo à diversidade de referências já mencionada anteriormente, esta situação não era viável, adotando-se a solução seguinte: cronometraram-se 3 referências representativas, de forma a compreender melhor os desequilíbrios dos tempos, por estação.

Com o intuito de medir o tempo que as operadoras despendem em operações de valor acrescentado; operações que não acrescentam valor: transporte, movimentações; esperas; manuseamento, entre outras realizou-se uma amostragem, a qual pode ser consultada pormenorizadamente no Anexo 3 e que teve como resultado o gráfico 25.

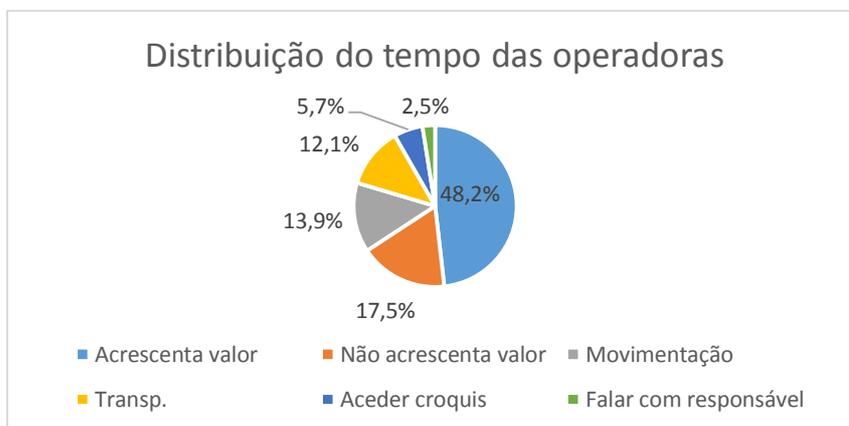


Figura 25 - Gráfico resumo dos resultados obtidos nas observações

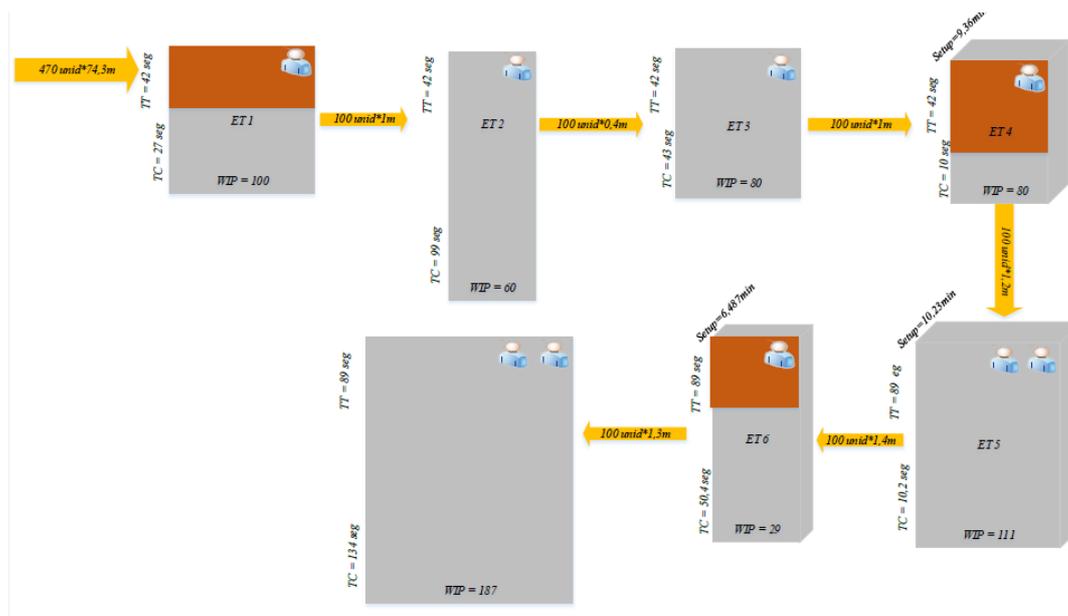


Figura 26 - Representação WID da referência 721/C9060 da linha do MC

Esta representação pode ser consultada pormenorizadamente no Anexo 4.

Do diagrama circular (figura 25) é possível constatar que mais de 50% do tempo das operadoras é despendido em operações que não acrescentam valor e que  $\frac{1}{5}$  do seu tempo é gasto em transportes e movimentações.

Da análise deste WID (figura 26) identifica-se o 1º, 4º e 6º posto com TC inferiores ao TT; desequilíbrios dos tempos de estação e o posto 7 como posto de estrangulamento dado o seu TC ser muito superior ao TT.

#### 4.2.6 Análise crítica da situação atual e desperdícios identificados

Após a observação, estudo e análise efetuados ao longo deste projeto, foi possível identificar como problema central o fluxo intermitente da linha do MC, que se traduz concretamente numa produção variável deste componente. Este fluxo descontínuo foi tentado registar através da cronometragem de três referências diferentes.

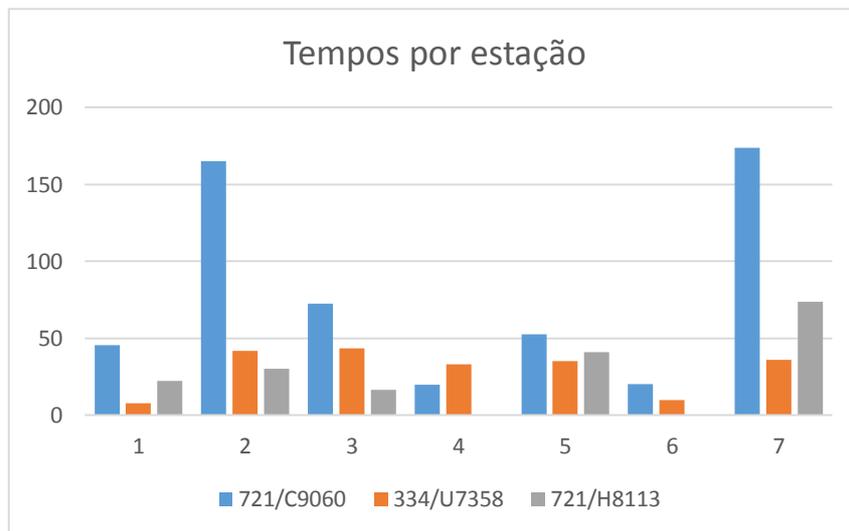


Figura 27 - Tempos por estação, de três referências

De forma a dar resposta a desequilíbrios de tempos de estação observáveis na figura 27, fruto da diversidade, variedade e operações respeitantes a cada posto e consequente ausência de fluxo contínuo de MC, as colaboradoras desta unidade produtiva ainda fazem trabalhos que se pretendem retirar desta secção (posto 4, 5, 6 e 7). A colaboradora do posto 6 não se encontra muito familiarizada com estas operações, como as demais operadoras.

A descontinuidade de fluxo desta linha é ainda agravada pela execução de componentes de outras famílias que não são ainda possíveis de planear. De referir que estes componentes são operados em apenas algumas estações de trabalho. Como por exemplo, o componente com referência 322 829 201 atravessa a linha apenas nos postos 3, 4 e 7.

#### 4.2.7 Desperdícios identificados

A ausência de fluxo contínuo de MC ao longo da linha origina desperdícios e inúmeras atividades de valor não acrescentado as quais foram identificadas no diagrama circular da figura 25, já apresentado.

### **Desequilíbrio dos tempos de estação**

As estações de trabalho apresentam TC bastante díspares. Relativamente aos 3 primeiros postos este desequilíbrio era resolvido pelas operadoras através da partilha de tarefas entre postos. No entanto, como as operadoras apresentavam falta de formação/experiência dos demais postos, realizavam essas operações com reduzida eficácia e eficiência.

### **TakTime versus Tempo de ciclo**

Relativamente ao *TT* e tomando como exemplo a referência documentada no *VSM* e no *WID*, assim como através das sistemáticas observações realizadas no chão de fábrica junto à linha do MC aquando da produção de outras referências, foi possível identificar os postos 5 e 7 como postos de estrangulamento e cujo TC não permite satisfazer a procura. Estes dois postos funcionam quase sempre com 2º turno. O posto 5 apresenta elevado tempo de preparação resultante de dois fatores: exige a primeira introdução do esquema de shunts ultrassom, no programa informático, a cada nova referência; como o processo foi alterado a operadora ainda se encontra pouco ágil com o novo processo. Como tal, este tempo futuramente será reduzido consideravelmente. No que concerne o posto 7, este problema exigirá a duplicação deste posto de trabalho, através da colocação de um secador manual ou automático.

### **Excesso de *WIP***

Ao longo dos dias em que a linha esteve em funcionamento foi evidente o acumular de *WIP* entre estações de trabalho e de *stock* de produto final. O elevado *WIP* resultava da ausência de fluxo da linha, fruto do desequilíbrio dos TC de estação, do tamanho do lote (20 MC) bem como pela falta de materiais necessários à execução das tarefas de cada posto de trabalho. Aquando da ocorrência desta situação cada colaboradora ia realizando outras tarefas, não havendo qualquer balanceamento das operações ou afetação de tarefas. Assim, na ausência de materiais necessários à produção de MC, as colaboradoras realizavam operações inerentes a componentes externos à linha ou, raras vezes, auxiliavam o posto ao lado do seu da linha do MC.

Na tabela 3 é possível conhecer o *WIP* entre os diferentes postos de trabalho, assim como verificar que este é muito variável, dado não existir balanceamento dos postos de trabalho, nem normalização de processos. Associando estas variações à

diversidade de referências, o *lead time* é também variável, sendo difícil prever a quantidade que se conseguia produzir diariamente. Conseqüentemente, face a estas variações e para responder às necessidades do mercado, muitas vezes, era necessário alocar outras operadoras da fábrica a esta linha, ou mesmo dar lugar a um 2º turno em alguns postos de trabalho (usualmente, postos 5 e 7).

#### **Abastecimento inadequado e ineficiente**

Esta linha é abastecida por uma operadora responsável pelo aprovisionamento quer de MC para o primeiro posto, quer pelos materiais necessários à produção deste componente ao longo de todos os postos da linha. Durante as observações realizadas foi possível constatar a falta de conhecimento desta operadora sobre todo o processo, bem como das operações associadas a cada posto. Desta forma, faltavam muitas vezes materiais (álcool, fitas-cola, abraçadeiras, caixas, tubos, vedantes, fios, borrachas). O abastecimento também era realizado, muitas vezes, de forma pouco eficiente e tardio.

#### **Baixa produtividade**

A inexistência de tempos das operações de cada posto e a falta de fluxo do MC não permitia o cálculo de medidas de desempenho. De qualquer forma, após a cronometragem de alguns tempos por posto e através das suas médias, foi possível aferir com os responsáveis da pré-confeção que a produtividade era baixa devido, essencialmente, a esperas resultantes de um balanceamento incorreto e de falta de materiais (que obrigavam à paragem da produção).

#### **Falta de organização e normalização**

No decorrer deste estudo foi possível observar bastante desorganização nos postos de trabalho (figura 28) tal como ausência de normalização de algumas operações (quais operações a fazer e quem as realiza).



Figura 28 – Exemplos de mesas de trabalho da linha do MC

Desta forma, ocorriam sistematicamente movimentações desnecessárias tanto das operadoras e de semiacabados (como por exemplo, esquecimento da leitura de cartas do MC; num lote havia um MC por operar, entre outras). Também se observou alguma desorientação das operadoras aquando de esperas pela ausência de trabalho.

### Elevadas distâncias percorridas

O MC percorre uma distância elevada desde o corte até à secção que o pré-confecciona (cerca de 74,3 m), os quais são percorridos pela abastecedora, obrigando a esforço de transporte de 7 caixas cheias de MC empilhadas.

O produto final desta linha é transportado quase sempre, pela operadora do posto 7, cerca de 20 m ao local destinado. Esta operadora procede a esta movimentação o número de vezes que entende por dia, com a quantidade de MC decidida por si.

#### 4.2.8 Síntese dos problemas identificados

De forma a sintetizar toda a informação resultante da análise da situação atual, procedeu-se à construção do diagrama causa-efeito da figura 29.

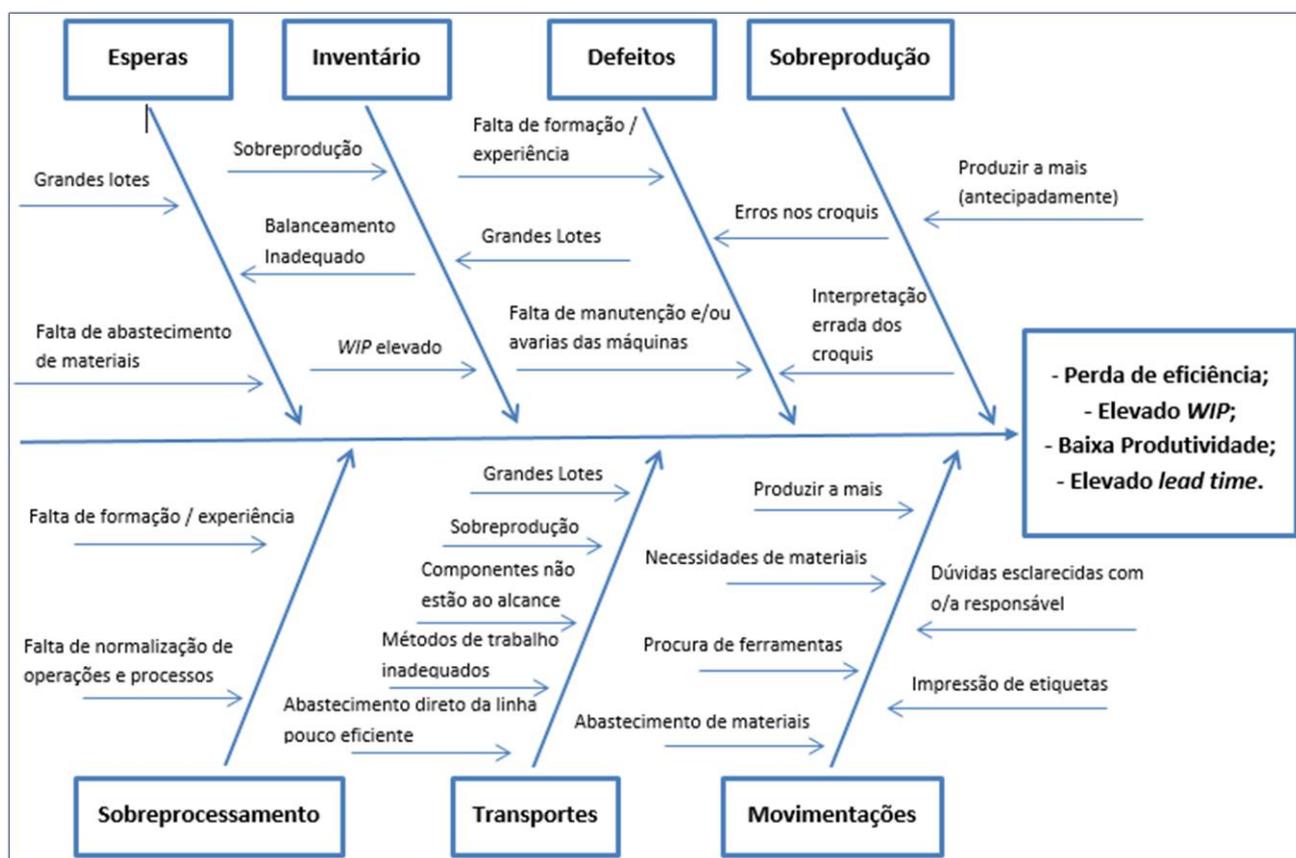


Figura 29 - Diagrama de causa-efeito dos desperdícios identificados



## 5. AÇÕES/PROPOSTAS DE MELHORIA

Ao longo deste capítulo serão apresentadas as ações de melhoria que permitiriam reduzir/eliminar os desperdícios identificados, tendo como base a análise crítica e identificação de problemas efetuada. Estas propostas encontram-se na Tabela 5, utilizando a técnica 5W2H.

Tabela 5 - Tabela resumo de propostas de melhoria

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Where</i>
<b>Alteração do <i>layout</i> da linha</b>	Posto de estrangulamento (posto 7)	Duplicação do posto de trabalho	Responsável manutenção	Maio/15	Linha MC
<b>Balanceamento dos postos de trabalho</b>	Desequilíbrios dos tempos de ciclo	Base de dados, com tempos <i>standard</i>	José Mota; Vânia Cerqueira	Julho/15	Linha MC
<b>Redução do lote</b>	Elevado <i>WIP</i> e <i>lead time</i>	Informação a transmitir ao corte	Eugénia Barros	Maio/15	Segmento pré-confeção
<b>Padronização das operações, por posto</b>	Falta de normalização das operações	Criação de folhas de normalização	José Mota; Vânia Cerqueira	Julho/15	Linha MC
<b>Gestão visual e Aplicação 5'S a cada posto</b>	Desorganização dos postos de trabalho; atividades de valor não acrescentado	Delimitação de locais para as ferramentas; ajudas visuais	José Mota; Vânia Cerqueira	Julho/15	Todos os postos da linha MC
<b>Abastecimento de materiais</b>	Regularmente alguns materiais encontram-se em falta	Formação da abastecedora e lista de materiais	José Mota; Vânia Cerqueira	Julho/15	Linha MC
<b>Colocação de um posto de controlo de produção</b>	Ausência de conhecimento da produção diária de MC	Inserir <i>software</i> , no último posto	José Avelino	Junho/15	Posto 7, da linha MC
<b>Quadro de monitorização da produção</b>	Falta de conhecimento pelas operadoras, quer da produção esperada, quer da realizada	Colocação de um monitor	Eugénia Pereira; Adriano	Julho/15	Linha MC
<b>Planeamento detalhado e repartido</b>	Elevado <i>stock</i> de produto acabado	Conhecimento do planeamento das linhas	Eugénia Pereira	Agosto/15	Segmento pré-confeção

### **5.1 Alteração do *layout* da linha: duplicação de um posto de trabalho**

Após a análise inicial, o posto 7 foi identificado como um posto de estrangulamento dado o TC deste posto ser superior ao *TT* e este posto ter grande quantidade de *WIP*. Assim, de forma a solucionar este constrangimento procedeu-se à duplicação deste posto de trabalho, com a colocação de um novo secador manual. Dado o tempo de ciclo reduzido do posto 6, foi proposto que a operadora deste posto partilhasse das tarefas do posto 7, sempre que o seu posto não apresentasse MC.

### **5.2 Balanceamento dos postos de trabalho**

O diagnóstico da situação atual da linha revelou problemas ao nível do balanceamento dos postos de trabalho, tal como referido anterior, sendo por isso necessário um novo balanceamento dos postos. Assim, de forma a dar resposta a esta dificuldade e atendendo à diversidade de referências procedeu-se à cronometragem das operações *standard*, por posto e, seguidamente construiu-se uma base de dados que permitirá uma estimativa dos tempos de ciclo, por referência, a qual pode ser consultada no Anexo 6. Esta proposta permitirá conhecer uma estimativa para o tempo de produção de cada referência, auxiliando também a responsável do segmento a definir o planeamento da produção.

Este novo balanceamento pretende uma distribuição mais equilibrada do trabalho a cada posto de forma a reduzir/minimizar as perdas de produção.

### **5.3 Redução do lote**

O diagnóstico inicial permitiu identificar elevado *WIP* e tempo de atravessamento. Estes dois problemas encontram uma possível diminuição através da redução do lote. Dado esta medida implicar um aumento de troca de ferramentas das duas máquinas do posto 4, foi sugerido a redução do lote de 20 MC para 10 MC, a qual após ponderação foi aceite.

### **5.4 Padronização das operações por posto**

Uma das propostas de implementação deste projeto foi a criação de documentos que permitem sustentar a padronização de todas as operações, por posto, ao longo de todo o processo do MC.

Os documentos criados consistem em instruções de trabalho que descrevem a ordem correta das operações a realizar em cada posto, acompanhando esta descrição de fotos facilitadoras da compreensão das mesmas, por qualquer operadora. Estas instruções são generalizadas para a maioria das referências, contendo as exceções nomeadamente nas operações a partilhar nos 3 primeiros postos aquando da ocorrência de desequilíbrios de tempos de diferentes referências (por exemplo, posto 2 e 3 quando realizam operações mais delicadas em determinados MC ou colocam vedantes).

Estes documentos pretendem padronizar as operações e a sua ordem por posto, visando a eliminação/redução de operações que não acrescentam valor na manipulação do MC, podendo consultar-se um exemplo no Anexo 5.

### 5.5 Aplicação do 5S nos postos de trabalho e *Workshop* sobre 5S

Conforme verificado no capítulo anterior, as ferramentas e os demais materiais necessários à confeção do MC encontram-se desorganizados (figura 30) e em falta nos postos de trabalho. Assim, sugeriu-se que cada ferramenta e material ocupassem um único lugar claramente identificado; que cada posto de trabalho possuísse todo o material necessário (evitando a partilha de ferramentas e materiais que dão origem a deslocamentos e esperas).

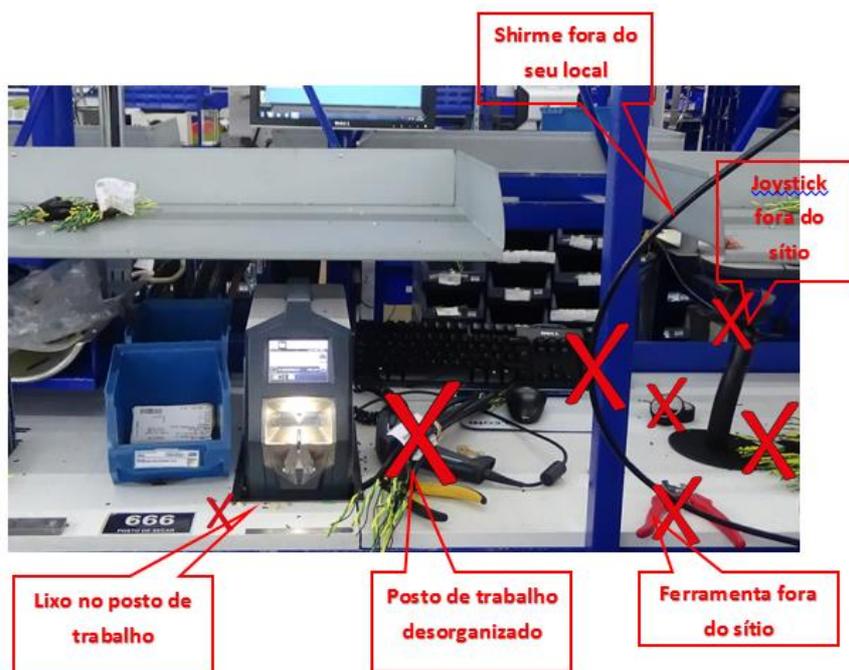


Figura 30 - Exemplo de ajuda visual, para o posto 3

Dado que foi possível constatar um conhecimento pouco claro das operadoras sobre a ferramenta 5S, de forma a aumentar e solidificar o seu conhecimento sobre esta ferramenta foi proposto um *workshop* subordinado a este tema, que decorrerá numa reunião mensal de equipa, quando a responsável entender oportuno.

Desta análise inicial também se identificou a reduzida polivalência das operadoras no que concerne às operações dos demais postos de trabalho da linha, comprometendo, na presença de algum absentismo, muitas vezes, a produção do MC e a sua visão integral de todo o processo. Posto isto, sugeriu-se a promoção, sempre que possível, da polivalência de cada operadora nas diferentes operações desta linha, através da troca de postos de trabalho, com formação prévia.

## **5.6 Abastecimento dos postos de trabalho**

Os desperdícios de movimentações de matérias-primas, bem como as esperas das operadoras por materiais conduziram à ação de melhoria do abastecimento dos postos de trabalho. De forma a dar resposta a esta situação sugeriu-se o aumento do conhecimento do processo de produção do MC e às suas funções no mesmo, pela abastecedora. Com o intuito de auxiliar o correto e eficiente abastecimento da linha sugeriu-se a elaboração de uma lista de materiais por referência, de todos os postos.

## **5.7 Colocação de um posto de controlo de produção no último posto da linha**

Dado não ser possível conhecer, de forma imediata e expedita a produção desta linha para um determinado dia ou espaço temporal, apresentou-se como sugestão a colocação de um posto de controlo de produção no posto 7.

## **5.8 Quadro de monitorização do planeamento e da produção**

Como identificado anteriormente as operadoras em cada jornada de trabalho desconheciam o planeamento da produção (quer quantidades, quer referências), bem como a produção esperada e a produção realizada. De forma a comprometer as operadoras com a produção pretendida e dar a conhecer a produção efetivamente realizada foi sugerida a colocação de um quadro (ou ecrã) com estas informações.

Estas alterações visam a promoção de uma maior responsabilização, autonomia e comprometimento de todas com os objetivos traçados pela gestão intermédia.

## 5.9 Planeamento detalhado e repartido

Ao longo da realização deste estudo, foi possível perceber que o planeamento para esta linha era realizado tendo por base a necessidade de materiais das linhas de cablagens. Ora este planeamento gerava como necessidade a encomenda total necessária à produção de cada cablagem, gerando elevado *stock* de produto acabado de MC. Assim, sugeriu-se conhecer mais detalhadamente o planeamento das linhas das cablagens, de forma a proceder a um planeamento de MC, por partes, reduzindo o *stock* de produto acabado de MC, adequando a produção ao conceito *JIT*.

## 5.10 Desempenho da linha após propostas/ações de melhoria

Nesta seção são analisados e discutidos os resultados das propostas apresentadas anteriormente.

### 5.10.1 Alteração do *layout* da linha: duplicação do posto de trabalho

Com a proposta apresentada não foi possível verificar alterações concretas. Apesar da duplicação do posto ter ocorrido através da colocação de um outro secador manual, nem sempre o segundo secador era utilizado por uma operadora no primeiro turno, e em caso afirmativo não era pela operadora do posto 6 (o qual possuía menor tempo de ciclo). Visualmente foi possível constatar uma pequena redução ao nível do *WIP* no posto 7 – Tabela 5 -, mas não foi possível observar melhorias ao nível do fluxo de MC ao longo do sistema.

### 5.10.2 Balanceamento dos postos de trabalho

A base de dados foi elaborada, mas devido ao tempo útil do projeto não foi possível apurar resultados concretos desta proposta de melhoria, dado não ter sido acompanhada a sua eventual implementação.

### 5.10.3 Redução do lote

Com esta melhoria verificou-se uma redução substancial do nível de *WIP* entre postos de trabalho (tabela 6), apesar das inúmeras reticências, quer das operárias,

quer das responsáveis - a repetição de operações em grande escala é sempre vista como um fator de rapidez. Independentemente do nível de *WIP* e produto acabado gerado. Verificou-se portanto uma melhoria significativa ao nível da redução de *WIP*, como se pode comprovar pela tabela. Esta melhoria não é visível, nem teve impacto considerável nos postos 4 e 5, dado que a redução do lote provocou um aumento na troca de ferramentas do posto 4 e a falta de materiais no posto 5 ainda não havia sido completamente resolvida.

Tabela 6 - *WIP* observado entre postos após ações de melhoria

Postos de trabalho		Média	Mínimo	Máximo	Variação
Posto a montante	Posto a jusante				
Corte	1	1108	350	1670	1320
1	2	5	0	20	20
2	3	4	0	20	20
3	4	15	0	70	70
4	5	158	0	350	350
5	6	15	0	80	80
6	7	203	0	324	324

#### 5.10.4 Vantagens na padronização das operações por posto e aplicação 5S

Estas propostas reproduziram melhorias confirmadas através do gráfico da figura 32, bem como confirmadas visualmente, quer pelas operárias, quer pelos responsáveis da secção. Assim, com a organização dos postos de trabalho cada operária sente-se mais confortável com o seu posto de trabalho, reduzindo operações de valor não acrescentado (esperas; procura de ferramentas e movimentações desnecessárias) e aumentado, também, a sua concentração no desenvolvimento das suas tarefas.

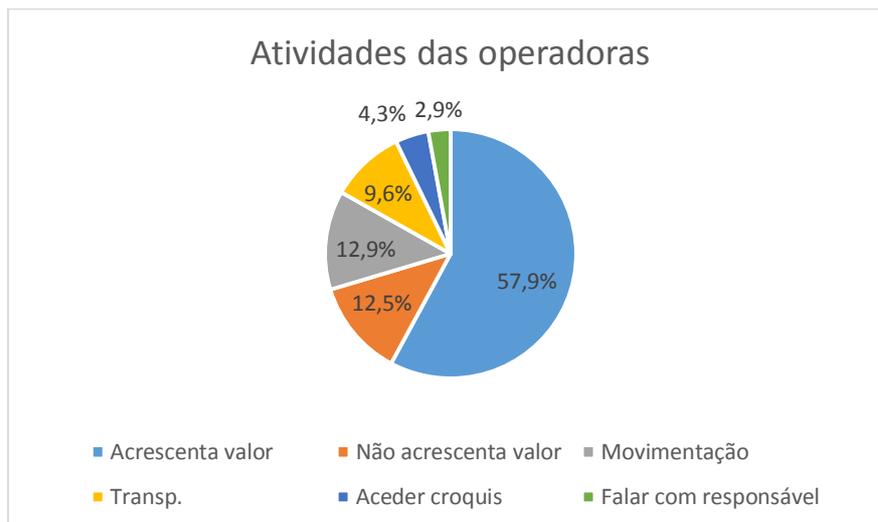


Figura 31 - Gráfico resumo, após ações de melhoria

A padronização das operações por posto permitiu que cada operária identificasse claramente quais as suas tarefas, aumentando a responsabilização perante as operações realizadas e também que uma nova operária alocada a essa tarefa conseguisse desempenhar as suas funções de forma mais eficiente e sem erros.

A ausência de um registo formal dos problemas e de medidas de desempenho anteriores a esta implementação, inviabilizam a comparação objetiva dos ganhos com a implementação destas propostas. No entanto, a perceção de todos (operárias e responsáveis) é de satisfação perante estas ações, demonstrando a viabilidade destas propostas.

#### 5.10.5 Abastecimento, posto de controlo, quadro de monitorização e planeamento

Todas estas propostas foram apresentadas aos responsáveis e reconhecidas como aspetos a desenvolver. No entanto, no decurso da realização deste projeto ainda não haviam sido implementadas, não sendo por isso possível aferir os seus resultados. Os responsáveis reconheceram que ambas iriam permitir melhorar o fluxo do MC ao longo do sistema (diminuindo paragens; movimentações e transportes), bem como aumentar o comprometimento das operárias face à produção esperada.



## 6. CONCLUSÕES

O presente capítulo contém as considerações finais do projeto desenvolvido, os objetivos atingidos e os que ficaram por alcançar, os obstáculos ao longo da sua realização bem como algumas sugestões de oportunidade para um possível trabalho futuro.

### 6.1 Considerações finais

O principal objetivo deste projeto foi o aumento da eficiência da linha do MultiCore através da implementação de princípios e ferramentas *Lean*. Desta forma foi realizada pesquisa bibliográfica sobre o tema, nomeadamente ferramentas e técnicas, tais como: *VSM*, Gestão Visual, *WIP*, *Standard Work* e 5S. Da análise crítica a esta linha resultou a identificação de um problema central – ausência de fluxo do MC - que resulta de inúmeros problemas: desequilíbrios de tempos de estação; excesso de *WIP*; abastecimento inadequado e ineficiente; baixa produtividade; desorganização e falta de normalização de processos de trabalho.

De forma a colmatar algumas das deficiências foram efetuadas diversas propostas de melhoria: alteração do *layout* da linha; balanceamento dos postos de trabalho; redução do lote; padronização das operações por posto; aplicação 5S a cada posto e gestão visual aos mesmos; abastecimento de materiais; colocação de um posto de controlo de produção; quadro de monitorização da produção e planeamento detalhado e repartido. As propostas de melhoria: redução do lote; padronização das operações por posto; gestão visual e aplicação 5S; foram implementadas com sucesso, tendo dado lugar a primeira à redução de *WIP* (valor máximo de 536 para 350); as seguintes ao aumento de operações de valor acrescentado (48,2% para 57,9%); à redução de desperdícios como operações que não acrescentam valor (17,5% para 12,5%); movimentação (13,9% para 12,9%); transporte (12,1% para 9,6%) e outras atividades (8,2% para 7,2%). A redução do *lead time* não foi possível medir, conhecendo-se, no entanto a sua diminuição dado a redução de *WIP* ter sido conseguida - algumas propostas de melhoria ainda se encontravam em fase de implementação aquando do término deste projeto, nomeadamente a utilização do posto duplicado, o posto 7, o qual continuava ainda a ser acionado no 2º turno. A implementação de Gestão Visual e aplicação de 5S permitiu a redução na indefinição quanto aos locais de colocação

de ferramentas e materiais melhorando consideravelmente a limpeza e organização de todos os postos. Em suma concretizou-se, parcialmente, o pretendido: redução do *WIP* e de *stock* de produto acabado melhorando a produtividade da linha.

No decorrer do trabalho desenvolvido foram surgindo inúmeros constrangimentos e obstáculos destacando-se a resistência, desconfiança e medo face à mudança, que foram sucessivamente tentados contornar com explicações dos benefícios das alterações implementadas. No entanto e apesar da resistência à mudança ter diminuído, continuou ainda a existir e a fazer-se sentir na obtenção de resultados mais concretos.

Globalmente, foram reconhecidas inúmeras vantagens com a implementação destas propostas tais como melhorias nas condições de trabalho, na motivação e na participação das operadoras.

Algumas propostas de melhoria apesar de terem sido aceites não foram implementadas, dado a indisponibilidade de recursos – quer humanos, materiais e de tempo.

Por último, este projeto constituiu numa mais-valia relevante para a autora, proporcionando-lhe um conhecimento e experiência muito importantes ao nível da gestão industrial, consolidando e aprofundando o seu conhecimento académico adquirido em ambiente universitário.

## 6.2 Trabalho futuro

Como trabalho futuro sugere-se a implementação das propostas que ainda não foram concretizadas.

No decorrer deste projeto surgiram algumas potenciais soluções que foram equacionadas, mas que não foram alvo de um estudo aprofundado e que poderão constituir trabalho futuro:

- Redução do lote (lote 5) ou aplicação de *one-piece-flow*, de forma a diminuir o *WIP*;
- Reformulação da ordem e quantidade de MC que transita de posto para posto (definir o posto 4 como o ponto decisor, de forma a criar fluxo entre os 3 primeiros postos e este).
- Análise e tratamento dos *setups* do posto 4 e 6, com recurso à metodologia *Single Minute Exchange of die (SMED)*.

Dado a forte resistência das operadoras ao seu novo paradigma de trabalho sugere-se a formação sobre o tema *Lean Production* e a filosofia *Kaizen*, quer em contexto de sala de formação, quer concretamente no seu posto de trabalho

Por último sugere-se o desenvolvimento de indicadores de desempenho que permitam monitorizar de forma expedita a eficiência desta linha, contribuindo para a eficácia da contínua implementação de propostas de melhoria.



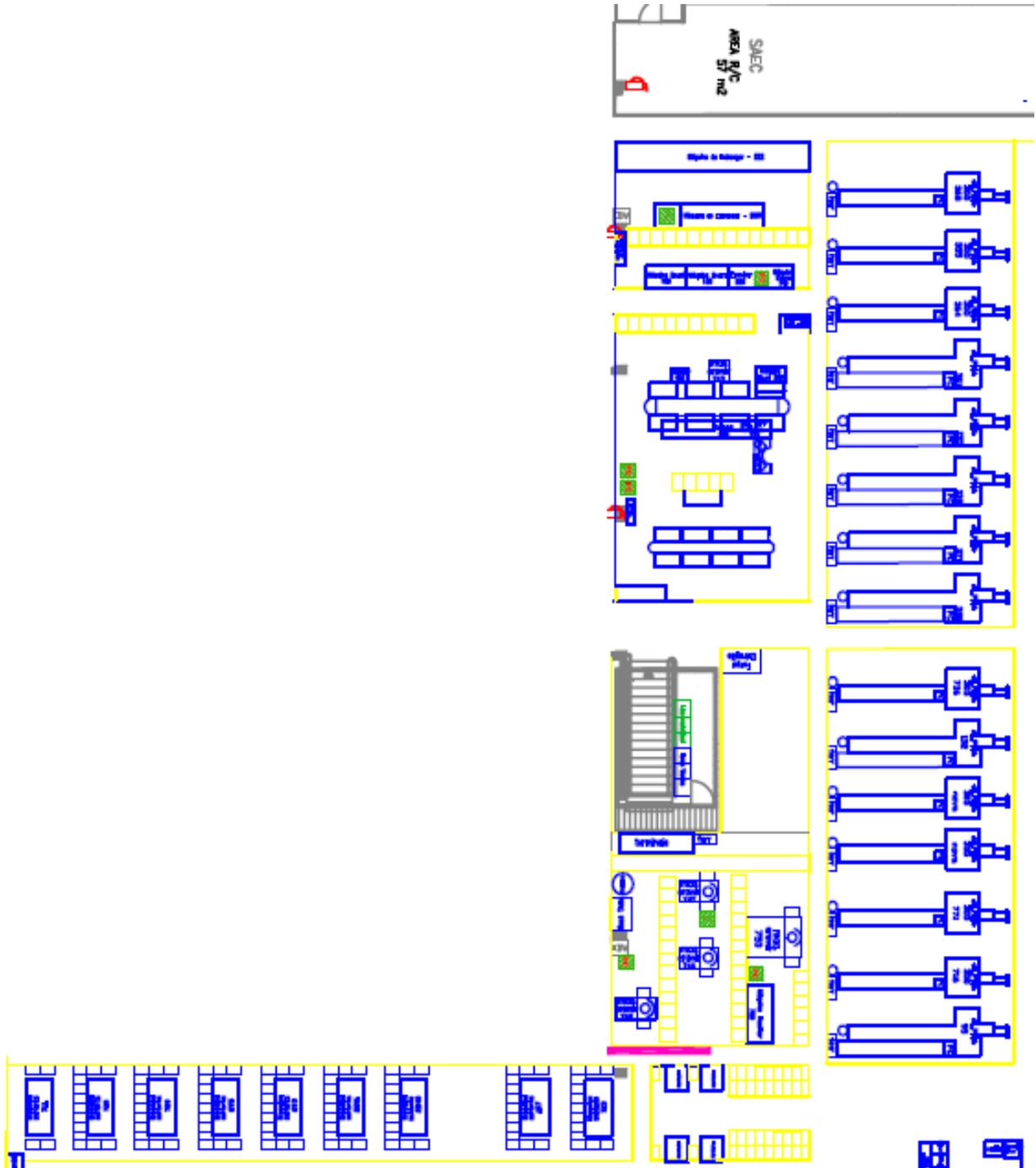
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anand, G., Ward, P. T., Tatikonda, M. V., & Schilling, D. a. (2009). Dynamic Capabilities Through Continuous Improvement Infrastructure. *Journal of Operations Management*, 27(6), 444–461.
- Bell, S. (2005). *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Systems*. Vasa. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 3929-3952.
- Bhat, S. (2008a). *Cellular manufacturing: the heart of Lean Manufacturing*. *Advances in Production Engineering & Management*, vol. 3, nº 4, pp. 171-180.
- CAFFYN, S., BESSANT, J. (1996). *A capability-based model for continuous improvement. Proceedings of 3th International Conference of the EUROMA*. London.
- Carvalho, J. D. (2014a). *Apontamentos das aulas da Unidade Curricular de Sistemas de Produção Lean*. Guimarães.
- Carvalho, J. D. (2014b). *Waste Identification Diagrams*. Guimarães: Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas.
- Carvalho, J. D., Moreira, F., Bragança, S., Costa, E., & Alves, A. (2014). Waste identification diagrams. *Production Planning & Control*, (March), 1–13.
- Cardoso, A., Arezes, P., Alves, A. C. & Silva, S. C., 2008. *Reconfiguração de Sistemas de Produção Orientados ao Produto: Estudo de um caso industrial*. Departamento de Produção e Sistemas - Universidade do Minho.
- Courtois A., Pillet M. e Martin C., Chen, J. C., and B. D. Christy. (1998). *A TQM Approach for Designing and Building Dedicated Machines and Equipment in-House*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 14 (8): 563–569. ISSN: 0268-3768.
- Gahagan, S. M. (Producer). (2007). *Adding Value to Value Stream Mapping: A Simulation Model Template for VSM*. Institute of Industrial Engineers. Retrieved from <http://www.iienet2.org/Details.aspx?id=7584>
- Hall, R. (1987). *Attaining Manufacturing Excellence – Just in Time. Total Quality, Total People Involvement*: Homewood: Dow Jones-Irwin.
- Hyer, N. and Wemmerlöv, U. (2002). *Reorganizing the factory: competing through cellular manufacturing*. Productivity Press, 2002.
- Heizer, J. and B. Render. (2000). *Operations Management. 6th edition ed*. Prentice Hall, ISBN 0-13-018604-X.
- Intra, C., & Zahn, T. (2014). *Transformation-waves – A Brick for a Powerful and Holistic Continuous Improvement Process of a Lean Production System*. *Procedia CIRP*, 17, 582–587.

- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). *The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way*. International Journal of Production Research, 45(16), 3681–3698.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*; McGraw Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 5-20.
- Little, J. D. C. (1992). Jto, ~Jib -, (February).
- Lima, F. (2009). *As sete categorias de desperdício (MUDA)*. 4-Agosto-2013, de Expresso GQ: <http://expressogq.blogspot.com/2009/11/as-sete-categorias-de-desperdicio-muda.html>
- Loureiro, A. (2012). *Implementação de células de montagem numa empresa de componentes eletrônicos*. Dissertação de mestrado na empresa GE Power Controls, Universidade do Minho, Portugal, 4-dezembro-2012, <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/22402>.
- Lovelle, J. 2001. *Mapping the Value Stream*. *lie Solutions* 33 (2): 26–33.
- Melton, T. (2005). *The Benefits of Lean Manufacturing*. *Chemical Engineering Research and Design*. 83(6), 662–673.
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. New York: Productivity Press.
- NIST. (2000). *Principles of Lean Manufacturing with Live Simulation: Manufacturing Extension Partnership*. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD.
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. Toronto: University of Toronto.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Panizzolo, R., Garengo, P., Sharma, M. K. and Gore, A. (2012). *Lean manufacturing in developing countries: evidence from Indian SMEs*. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 23:10-11, 769-788
- Pattanaik, L. N. and Sharma, B. P. (2009). *Implementing lean manufacturing with cellular layout: a case study*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 42, pp. 772–779
- Pullan, T. T., Bhasi, M. and Madhu, G. (2013). *Decision support tool for lean product and process development*. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 24:6, 449-464
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras*. Lisbon: Lidel.
- Pinto, J. (2011). *Lean Thinking–Criar Valor Eliminando Desperdício*. Publicações da Comunidade Lean Thinking. 1–8. Retrieved from <http://scholar.google.com>

- Radnor, Z. J., & Walley, P. (2008). *Learning to walk before we try to run: adapting Lean for the public sector*. Public Money & Management, 28, 13-20.
- Rother, M. e Shook, J. (2003). *Aprendendo a Enxergar – Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício*. São Paulo, Lean Institute.
- Sá, J., Carvalho, J., & Sousa, R. (2011). *Waste Identification Diagrams, A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade*. Paper presented at the 6º Congresso Luso – Moçambicano de Engenharia, Maputo, Moçambique.
- Shayan, E. and Sobhanallahi, A. (2002). *Productivity gains by cellular manufacturing*. Production Planning and Control, vol. 13, n.º 6, pp. 507-516, 2002.
- Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Bookman, Porto Alegre.
- Silva, D. (2008). *Desenvolvimentos Lean na Bosch termotecnologia s.a.* Universidade Aveiro, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Aveiro.
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). *Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system*. International Journal of Production Research, 15(6), 553–564.
- Suresh, N. C. and Kay, J. M. (1998). *Group Technology & Cellular Manufacturing: updated perspectives*. Kluwer Academic Publishers.
- Taj, S. (2005). *Applying lean assessment tools in Chinese hi-tech industries*, Management Decision. Volume 43, Number 4, 2005 , pp. 628-643(16).
- Tereso, A. (2014). *Slides das Aulas da Unidade Curricular de Metodologias de Investigação*. Guimarães: Departamento de Produção e Sistemas. Universidade do Minho.
- Vinodh, S., Gautham, S. G. and Ramiya, R. A. (2011). *Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves manufacturing organisation: a case study*. Production Planning & Control: The Management of Operations, 22:7, 708-722
- Voss, C. A. (2005). *Alternative paradigms for manufacturing strategy*. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 Iss 12 pp. 1211 - 1222
- Wemmerlöv, U. and Johnson, D. J. (1997). *Cellular Manufacturing at 46 user plants: implementation experiences and performances improvements*. International Journal of Production Research, vol.35, nº 1, 29-49.
- Womack, J., Jones, D. T. and Ross, D. (1990). *The Machine That Changed the World: the Story of Lean Production*. New York: Rawson Associate.
- Womack, J. P. and Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London: Touchstone Books.

## ANEXO 1 – LAYOUT DA SEÇÃO PRÉ CONFEÇÃO



## ANEXO 2 – LISTAGEM DA DIVERSIDADE DE REFERÊNCIAS DA PROCURA DO MULTICORE

Referências	Contagem de referências
15223681	13
721/C9060	13
320/09890	13
721/C9024	11
15223680	11
7112234M91	9
334/T4921	8
721/E4529	8
721/E4527	8
333/w5754	8
334/T4918	8
333/v8122	7
721/E4528	7
334/T5449	7
333/s1141	7
334/v5554	7
333/T7527	7
334/T5451	7
721/C5184	6
721/C9065	6
721/C9059	6
320/09891	6
4323226	6
7112232M91	6
334/V5570	5
3161c047	5
332/k9824	5
7112230M91	5
334/V5565	5
334/v6308	5
333/S8403	4
3161C044	4
320/09953	4
333/V8732	4
333/V8495	4
463-0094	4
CH12042	4

Referências	Contagem de referências
333/W3994	4
334/v4405	4
333/V8731	4
334/U7358	4
373-8767	4
721/C9030	3
463-0096	3
721/E4530	3
333/V8117	3
7112233M91	3
334/S0574	3
332/j6983	3
334/v4408	3
332/K9712	3
334/V6706	3
472-8683	3
334/V8495	3
333/H8770	3
335/H2168	3
721/C9034	3
335/H5001	3
721/C9062	3
335/H5002	3
721/H8113	3
375-7709	3
334/U9197	3
390-9420	3
697/193	3
333/V8733	2
332/K8903	2
347/23498	2
334/T2349	2
3161C041	2
389-1141	2
3161C038	2
322/D1852	2
335/G8834	2

Referências	Contagem de referências
320/09727	2
334/D4313	2
463-0097	2
347/23492	2
334/v5549	2
334/v6307	2
721/12030	2
457-1973	2
332/J3286	2
721/c9061	2
332/J4254	2
721/D1680	2
332/J2245	2
334/D3841	2
7112258M91	2
333/J3706	2
320/9890	2
333/R3991	2
721/11702	2
332/K9833	2
332/J4952	2
332/K9719	2
332/J6980	2
333/T9747	2
334/v6709	2
334/V2732	2
721/C9032	2
347/24010	2
334/D3838	2
335/B3691	2
721/10453	2
335/C7769	1
322/K9712	1
332/D1852	1
7112233M9	1
333/v4842	1
334/7358	1

Referências	Contagem de referências
335/G4769	1
332/J4257	1
3161C045	1
333/U7161	1
320/09986	1
7112263M91	1
320/09513	1
7112264M91	1
374-4756	1
333/u7169	1
33/V8117	1
721/11046	1
335/g3895	1
2880A028	1
180/C20274	1
334/s0320	1
332/J2885	1
335/G7066	1
7112231m	1
320/0927	1
3161c067	1
335/G9021	1
320/9891	1
335/H0481	1
333/J0044	1
332/J6981	1
335/G3896	1
3161C037	1
335/G4083	1
320/9892	1
347-23498	1
320/9893	1
332/C1012	1
332/K2309	1
332/J3254	1
344/T4921	1
152253681	1

Referências	Contagem de referências
721/E2623	1
334/V2739	1
721/E2633	1
389-1142	1
332/K2452	1
3161C049	1
347/20054	1
7112239M91	1
332/K8925	1
332/T0071	1
334/T5151	1
334/V2615	1
721/E5109	1
332/J3258	1
721/E5111	1
334/V554	1
721/E5113	1
332/K2461	1
721/E5119	1
335/G6434	1
721/E5122	1
463-0098	1
320-09890	1
390-9421	1
721-C9024	1
335/G3900	1
7112235M91	1
335/G3907	1
CH12043	1
3261C049	1
721/F3029	1
332-c1012	1
721/F3030	1
335-b3691	1
180-c20354	1
472-5521	1
320/A9817	1

Referências	Contagem de referências
374-4758	1
374-4785	1
375/7709	1

## ANEXO 3 – *WIP*

- A profundidade dos blocos relativos às estações de trabalho 1, 2 e 7 é 0, porque não existe tempo de preparação, dado que nestes postos se realizam operações manuais.
- A determinação dos tempos de ciclo das diferentes referências foi feita através de amostragem de 3 referências consideradas mais representativas atendendo às suas características de operações envolvidas.
- O cálculo de *WIP* foi efetuado através de observações ao longo do dia e ao longo de vários dias, através da técnica de amostragem procurando-se registar as quantidades entre cada posto e calculando-se, seguidamente, a sua média aritmética.
- O cálculo do *TT* foi efetuado tendo em consideração os meses em que decorreu este estudo e tendo como base o planeamento semanal elaborado pela responsável do segmento 1. Com estes dados calculou-se a média aritmética das semanas em estudo (semana 5 à semana 25), obtendo-se o seguinte resultado:

$$TT = \frac{\text{Tempo de produção por dia (minutos)}}{\text{Procura diária do cliente (unidade)}} = \frac{480}{769} \cong 0,625 \text{ minutos}$$

*Equação 5 - Cálculo do TT do MC, dos postos (1, 2, 3 e 4)*

Recorde-se que estes três postos operam o MC num lote de 20 MC e, quer os responsáveis da linha como as operadoras medem a sua produção pelo número de lotes produzido. Assim, calculou-se a procura para um lote de 20 MC:

$$\text{"Procura"} = \frac{\text{Tempo de produção por dia (minutos)}}{\text{Procura diária do cliente (unidade)}} = 20 \times \frac{480}{769} \cong 12,484 \text{ minutos}$$

*Equação 6 - Cálculo da procura de um lote de 20 MC, dos postos (1, 2, 3 e 4)*

De seguida, procedeu-se de forma semelhante para o cálculo do *TT* para os restantes postos (postos 5, 6 e 7).

$$TT = \frac{\text{Tempo de produção por dia (minutos)}}{\text{Demanda diária do cliente (unidade)}} = \frac{480}{322} \cong 1,491 \text{ minutos}$$

*Equação 7 - Cálculo do TT do MC, dos postos 5, 6 e 7*

De forma a recolher informações sobre as atividades desenvolvidas pelas operadoras da linha, procedeu-se à realização de uma amostragem, ao longo do seu dia de trabalho, ao longo de vários dias.

Tabela 7 - Tabela de observação de uma operadora da linha do MC

Obs.	Data	Hora	Acresc Valor	Não Acresc Valor	Movimentação	Transp.	Acéder croquis	Falar com resp
1	02-02-2015	08:50	x					
2	02-02-2015	09:55		x				
3	02-02-2015	10:53	x					
4	02-02-2015	11:47	x					
5	02-02-2015	12:30			x			
6	02-02-2015	13:25	x					
7	02-02-2015	14:15					x	
8	03-02-2015	08:10	x					
9	03-02-2015	09:05	x					
10	03-02-2015	10:12			x			
11	03-02-2015	11:05		x				
12	03-02-2015	11:55				x		
13	03-02-2015	12:32	x					
14	03-02-2015	13:26	x					
15	03-02-2015	14:19	x					
16	05-02-2015	08:26	x					
17	05-02-2015	09:15	x					
18	05-02-2015	10:46		x				
19	05-02-2015	11:35	x					
20	05-02-2015	12:55	x					
21	05-02-2015	13:50				x		
22	06-02-2015	08:20	x					
23	06-02-2015	09:10		x				
24	06-02-2015	10:06				x		
25	06-02-2015	11:38	x					
26	06-02-2015	12:30	x				x	
27	06-02-2015	13:05						
28	06-02-2015	13:55	x					
29	06-02-2015	14:20	x					
30	09-02-2015	08:36	x					
31	09-02-2015	09:15		x				
32	09-02-2015	10:10						x
33	09-02-2015	11:25	x					
34	09-02-2015	12:45			x			
35	09-02-2015	14:05	x					
36	12-02-2015	08:45		x				
37	12-02-2015	09:58			x			
38	12-02-2015	10:35	x					
39	12-02-2015	11:50	x					
40	12-02-2015	13:03	x					
Total			24	6	4	3	2	1

Todas as operadoras foram observadas tendo sido obtidos os resultados que se apresentam na tabela

7.

Tabela 8 - Resultados obtidos após observação das 7 operadoras da linha do MC

Atividade/Operadora	Acrescenta valor	Não acrescenta valor	Movimentação	Transp.	Acéder croquis	Falar com responsável
Operadora 1	24	6	4	3	2	1
Operadora 2	19	7	6	3	3	2
Operadora 3	18	8	4	5	4	1
Operadora 4	17	5	9	6	2	1
Operadora 5	18	8	6	5	1	2
Operadora 6	17	11	7	4	1	0
Operadora 7	22	4	5	8	0	1

Tabela 9 - Resultados obtidos, em percentagem

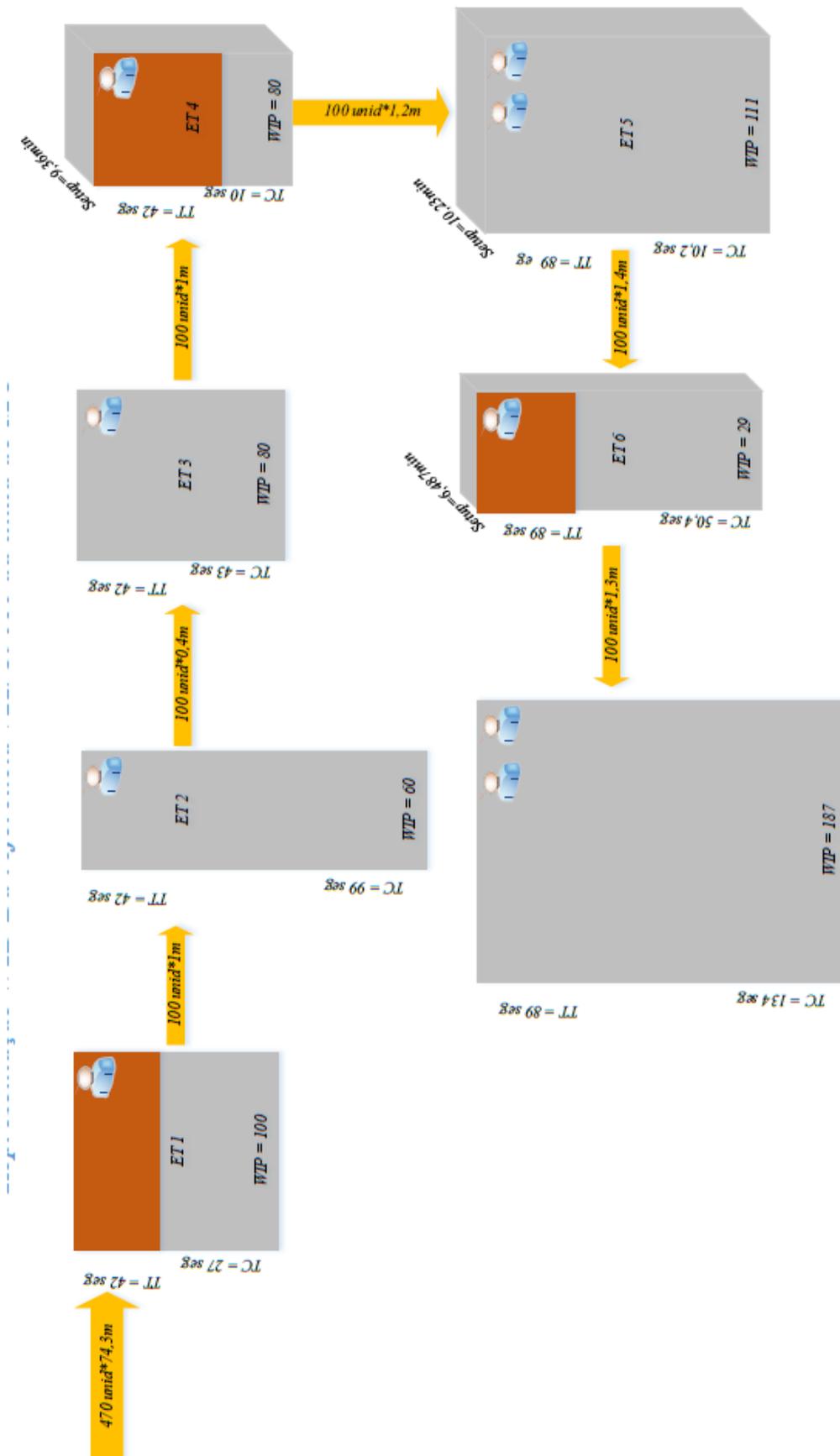
Atividade/Operador	Acrescenta valor	Não acrescenta valor	Movimentação	Transp.	Acéder croquis	Falar com responsável
Operadora 1	60,0%	15,0%	10,0%	7,5%	5,0%	2,5%
Operadora 2	47,5%	17,5%	15,0%	7,5%	7,5%	5,0%
Operadora 3	45,0%	20,0%	10,0%	12,5%	10,0%	2,5%
Operadora 4	42,5%	12,5%	22,5%	15,0%	5,0%	2,5%
Operadora 5	45,0%	20,0%	10,0%	12,5%	10,0%	2,5%
Operadora 6	42,5%	27,5%	17,5%	10,0%	2,5%	0,0%
Operadora 7	55,0%	10,0%	12,5%	20,0%	0,0%	2,5%
Média	48,2%	17,5%	13,9%	12,1%	5,7%	2,5%

Com estes resultados procedeu-se ao cálculo da média aritmética destas atividades para cada operadora da linha, tal como se pode constatar na equação 8.

$$\text{"Média, das atividades de valor acrescentado"} = \frac{60+47,5+45+42,5+45+42,5+55}{7} = 48,2\%$$

Equação 8 - Média, em percentagem, das atividades de valor acrescentado, das operadoras

## ANEXO 4 – REPRESENTAÇÃO *WID*, REFERÊNCIA 721/C9060 DA LINHA DO MC



## ANEXO 5 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO

SEÇÃO PRÉ-CONFEÇÃO LINHA MULTICORE	
POSTO 2	
Nº OPERAÇÃO	INSTRUÇÃO TRABALHO
1	Pegar no lote
2	Ir ao Computador
3	Inserir o fors para obter o croqui
4	Abrir o croqui
5	Matar malha lado 1
6	Medir o fio do lado 1 e cortar o fio à medida (1 fio)
7	Medir os fios do lado 1 e cortar os fios à medida (2 fios)
8	Matar malha lado 2
9	Medir o fio do lado 2 e cortar o fio à medida (1 fio)
10	Medir os fios do lado 2 e cortar os fios à medida (2 fios)
11	Inserir todas as mangas do lado 1
12	Encolher as mangas do lado 1 (2MC de cada x)
13	Inserir todas as mangas do lado 2
14	Encolher as mangas do lado 2 (2MC de cada x)
15	Se for o caso, colocar a fita de pano de um lado
16	Envolver o lote com uma abraçadeira
17	Colocar o lote no transportador
<p><b>OBS: A OP15 é realizada apenas nas referências de MC com vedantes.</b>  <b>Se notar irregularidades no processo ou no MC informe o responsável.</b>  <b>Mantenha o seu posto de trabalho limpo e organizado.</b></p>	
<p>Elaborado por: Vânia Cerqueira_____ Revisto por: _____, em _____</p>	

**ANEXO 6 – PROPOSTA DE BASE DE DADOS**

Postos de Trabalho	Operações	Tempos						Tmédio
P1	Cola etiqueta	0,227	0,217					0,22
	Deita álcool na extremidade dos fios	0,21						0,21
	Tira a ponteira de um dos lados	0,259	0,191	0,197				0,22
	Tira a prata de um dos lados	0,642	0,855	0,688	1,034	0,749		0,79
	Corta os fios de enchimento de um lado	0,761	0,844	0,787				0,80
	Tira a ponteira do outro lado	0,23	0,737					0,48
	Retira a prata do outro lado	0,805						0,81
	Corta os fios de enchimento de um lado	0,761	0,844	0,787				0,80
P2	Vai ao PC e abre croqui	0						0,00
	Matar malha (1 lado)	0,648	0,52	0,364				0,51
	Mede o fio de um lado e corta o fio à medida (1 fio)	0,59						0,59
	Mede os fios do lado 1 e corta os fios à medida (2 fios)	1,206	1,502					1,35
	Mede os fios do lado 2 e corta os fios à medida (2 fios)	1,105	0,868	0,811				0,93
	Insere 1 manga do lado 1	1,343	1,493	1,723	1,456	1,099		1,42
	Encolhe a manga (2MC de cada x)	0						0,00
	Insere 1 manga do lado 2	0,582	0,687	0,655	0,652			0,64
	Encolhe a manga (2MC de cada x)	0						0,00
	Coloca a fita de pano de um lado	0,635	0,557	0,456	0,455	0,445	0,596	0,52

## MATRIZ DO PROCESSO

POSTOS DE TRABALHO	721/C9060				
	MC12	MC2	MC3	MC6	MC8
<b>P1</b>					
Cola etiqueta	1	1	1	1	1
Deita álcool na extremidade dos fios	1	1	1	1	1
Tira a ponteira de um dos lados	1	1	1	1	1
Tira a prata de um dos lados	1	1	1	1	1
Corta os fios de enchimento de um lado	1	1	1	1	1
Tira a ponteira do outro lado	1	1	1	1	1
Retira a prata do outro lado	1	1	1	1	1
Corta os fios de enchimento de um lado	1	1	1	1	1
<b>P2</b>					
Vai ao PC e abre croqui	1	0	0	0	0
Matar malha (1 lado)	0	0	1	0	1
Mede o fio de um lado e corta o fio à medida (1 fio)	1	0	0	0	0
Mede os fios do lado 1 e corta os fios à medida (2 fios)	1	1	1	1	1
Mede os fios do lado 2 e corta os fios à medida (2 fios)	0	1	0	1	0
Insere 1 manga do lado 1	1	1	1	1	1
Encolhe a manga (2MC de cada x)	1	1	1	1	1
Insere 1 manga do lado 2	1	1	0	1	0
Encolhe a manga (2MC de cada x)	1	1	0	1	0
Coloca a fita de pano de um lado	0	0	0	0	0

## CÁLCULO DOS TEMPOS

POSTOS DE TRABALHO	REFERÊNCIAS				
	721/C9060				
P1	MC12	MC2	MC3	MC6	MC8
Cola etiqueta	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Deita álcool na extremidade dos fios	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Tira a ponteira de um dos lados	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Tira a prata de um dos lados	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Corta os fios de enchimento de um lado	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Tira a ponteira do outro lado	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Retira a prata do outro lado	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Corta os fios de enchimento de um lado	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3,53</b>	<b>3,53</b>	<b>3,53</b>	<b>3,53</b>	<b>3,53</b>
P2					
Vai ao PC e abre croqui	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Matar malha (1 lado)	0,00	0,00	0,51	0,00	0,51
Mede o fio de um lado e corta o fio à medida (1 fio)	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Mede os fios do lado 1 e corta os fios à medida (2 fios)	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Mede os fios do lado 2 e corta os fios à medida (2 fios)	0,00	0,93	0,00	0,93	0,00
Insera 1 manga do lado 1	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
Encolhe a manga (2MC de cada x)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Insera 1 manga do lado 2	0,64	0,64	0,00	0,64	0,00
Encolhe a manga (2MC de cada x)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coloca a fita de pano de um lado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00