



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Rui Miguel Bastos Pires Gonçalves

**Reconfiguração de um sistema de produção
tradicional num sistema de produção Lean**

Tese de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Julho de 2013



DECLARAÇÃO

Nome: Rui Miguel Bastos Pires Gonçalves

Endereço eletrónico: ruigoncalves89@gmail.com

Telefone: 913963130

Número do Bilhete de Identidade: 13468418

Título da dissertação:

Reconfiguração de um sistema de produção tradicional num sistema de produção Lean

Orientador(es): Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado:

Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia e Gestão 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, ___/___/_____

Assinatura:



AGRADECIMENTOS

Concluído o presente trabalho, importa recordar com uma estima especial um conjunto de pessoas que contribuíram para o sucesso na elaboração deste projeto, às quais pretendo apresentar o meu sincero e profundo agradecimento.

À Professora Doutora Anabela Alves, orientadora do projeto, pela forma construtiva e crítica com que acompanhou este projeto, sempre disposta a ajudar, o meu Muito Obrigado.

À *Gewiss Portugal* pela oportunidade dada, e que foi fundamental para a realização deste projeto.

Ao Engenheiro Pedro Monteiro, orientador do projeto na empresa, e responsável pelo Departamento de Desenvolvimento Industrial, pelo acompanhamento e ajuda no desenvolvimento do projeto, discussões construtivas, sugestões e conselhos, e também pelas conversas informais, o meu mais profundo agradecimento.

Ao Rui Barbosa, pelas ideias apresentadas e apoio no desenvolvimento do projeto, bem como pela fácil interação que me proporcionou com os diversos colaboradores da *Gewiss Portugal*, o meu muito obrigado.

Gostaria de agradecer também às operadoras do MT-HP e aos restantes elementos da equipa *Gewiss ON*, pela ajuda e disponibilidade demonstrada, bem como pelas diversas sugestões que se revelaram bastante muito úteis ao longo do projeto. Um agradecimento especial a todos.

Finalmente, gostaria de agradecer à minha família e amigos, que ao longo deste percurso iniciado em 2007, sempre me apoiaram e me permitiram atingir os meus objetivos.



RESUMO

Esta dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial descreve um projeto realizado em ambiente empresarial na empresa *Gewiss Portugal*. O objetivo deste projeto foi reconfigurar uma linha de produção tradicional de um dos produtos da empresa, atendendo a princípios de *Lean Production* para reduzir os desperdícios existentes e desta forma responder melhor à procura de mercado.

Para concretizar este objetivo foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a metodologia organizacional *Lean Production* e a cultura *Kaizen*. No âmbito desta revisão bibliográfica foi também apresentado o conceito de células de produção e foram apresentados alguns casos de implementação de sistemas Lean e de células de produção em empresas.

A metodologia de investigação *Action-Research* constituiu a força motora deste projeto, onde o autor/investigador diagnosticou os problemas, procurou soluções e implementou melhorias, através da interação com a gestão de topo, engenheiros e operadoras.

Para fazer o diagnóstico da empresa e identificar os problemas realizou-se uma descrição da empresa para perceber o seu funcionamento e, posteriormente, uma análise detalhada à linha de montagem e processo produtivo do produto selecionado para o projeto, o produto designado de MT-HP (tipo de disjuntor). A análise permitiu a identificação de diversos desperdícios e problemas no processo, como elevadas movimentações, muitas esperas e inexistência de padronização nos processos. Seguidamente, foram apresentadas propostas de melhoria para melhorar/eliminar estes problemas e selecionadas as propostas a implementar.

A proposta mais significativa implementada foi a reconfiguração da linha anterior numa célula de produção em conjunto com diversas ferramentas *Lean*, com vista a combater os desperdícios previamente assinalados. O resultado foi um aumento na eficiência das operadoras e da taxa de produção de 15 para 22,9 polos (principal componente do disjuntor ou dispositivo) por hora, diminuição do espaço ocupado pelo setor em 31%, diminuição dos defeitos dos dispositivos de 1,53% para 0,93%, redução das movimentações e deslocações em 85%, diminuição do tempo de percurso médio em 73,2% e a melhor organização dos postos de trabalho e do abastecimento de materiais. Estima-se que a poupança total conseguida seja de 4310€ anuais.

Palavras-chave: *Lean Production*; Reconfiguração; Células de Produção



ABSTRACT

This dissertation of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management describes a project carried out in a business environment in the company Gewiss Portugal. The objective of this project was to reconfigure a traditional production line of one of company products, given the principles of Lean Production to reduce the existing waste and thus better respond to market demand.

To achieve this goal, a literature review was conducted on the Lean Production organizational methodology and the Kaizen culture. Within this literature review also is presented the concept of production cells and has been explored the implementation cases of Lean systems and production cells in enterprises.

The research methodology Action-Research was the driving force of this dissertation, where the author/researcher diagnosed the problems, searched solutions and implemented improvements, through interaction with top management, engineers and operators.

To make the diagnosis of the company and identify problems, it was realized a full description of the company to understand its running and subsequently a detailed analysis of the assembly line and production process of the product selected for the project, the product designated as MT-HP (disconnecter type). The analysis allowed the identification of several waste and problems in the process, such as high movements, lots of waits and lack of standardization in processes. Thereafter, proposals were made for improvement to eliminate/improve these problems and to implement the selected proposals.

The most significant implemented proposal was the reconfiguration of the previous line in a production cell in conjunction with various Lean tools, to combat the waste previously reported. The result was an increase in the efficiency of operators and production rate of 15 to 22,9 poles per hour (principal component of the disconnecter), reduction of 31% of the space occupied by sector, reduction in defects of the devices from 1.53% to 0.93%, reduction of 85% in movements and displacements, reduction of 73,2% in the average throughput time and a better organization of workstations and the supply of materials. It is estimated that the total savings achieved is 4310 € per year.

Keywords: Lean Production; Reconfiguration; Production Cells.



ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GERAL.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xix
LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS	xxi
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 DA LITERATURA.....	5
2.1. Enquadramento histórico dos tipos de produção.....	5
2.1.1. Produção artesanal	5
2.1.2. A ascensão da produção em massa	6
2.1.3. Toyota Production System e Produção Lean	6
2.2. Lean Production.....	8
2.2.1. Princípios do Lean Thinking.....	8
2.2.2. Tipos de desperdício	9
2.2.3. Técnicas e Ferramentas.....	11
2.2.4. Vantagens de implementação do <i>Lean</i> Production	17
2.3. Células de produção.....	18
2.3.1. Classificação de sistemas produtivos.....	19
2.3.2. Vantagens e desvantagens das células de produção	20
2.3.3. Projeto detalhado de células de produção.....	20



2.3.4.	Dificuldades na implementação de células de produção	22
2.4.	Casos de implementação de sistemas Lean e de células de produção.....	22
3.	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	25
3.1.	Identificação e localização	25
3.2.	História e evolução da empresa.....	25
3.2.1.	Valores do grupo.....	26
3.2.2.	Certificação e normas de Qualidade e Ambiente	26
3.3.	A Gewiss em Portugal.....	27
3.3.1.	Projeto Gewiss ON	27
3.4.	Estrutura organizacional	28
3.5.	Produtos, mercado e receitas	28
3.6.	Descrição geral do sistema produtivo.....	30
3.6.1.	Linhas e células de montagem de produto final	31
3.6.2.	Linha de produção de bobinas	31
3.6.3.	Armazém.....	32
4.	DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL DA LINHA DO MT-HP.....	33
4.1.	Características do produto e do mercado.....	33
4.2.	Componentes do MT-HP.....	34
4.3.	Implantação e fluxo de materiais da linha	37
4.3.1.	Postos de trabalho	38
4.3.2.	Fluxo de materiais na linha	39
4.4.	Gestão da linha de montagem do MT-HP	44
4.5.	Abastecimento e transporte de materiais	45
4.5.1.	Abastecimento dos polos e etiquetas.....	45
4.5.2.	Abastecimento dos componentes	46
4.5.3.	Abastecimento dos bornes e kits	48
4.6.	Medidas de desempenho da linha	48
4.6.1.	Eficiência da linha.....	48



4.6.2.	Taxa de rejeição.....	49
4.6.3.	Tempo de percurso da linha MT-HP	50
4.7.	Análise crítica e identificação de problemas	51
4.7.1.	Identificação do dispositivo mais produzido – análise ABC	51
4.7.2.	Estudo de tempos e sequência operativa.....	52
4.7.3.	VSM do estado atual	53
4.7.4.	Tempos elevados dos testes.....	54
4.7.5.	Elevada taxa de rejeição.....	56
4.7.6.	Elevadas movimentações e deslocações.....	57
4.7.7.	Falta de sequência e documentação associada.....	57
4.7.8.	Utilização excessiva de recursos.....	58
4.7.9.	Falta de identificação e uniformização e desorganização geral	59
4.7.10.	Falhas no abastecimento	62
4.8.	Síntese de problemas identificados	62
5.	APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA	65
5.1.	Normalização das quantidades nos lotes de transferência.....	66
5.2.	Alteração dos procedimentos dos testes	66
5.2.1.	Teste Térmico	66
5.2.2.	Dispositivo de teste da continuidade	68
5.3.	Otimização e distribuição dos recursos existentes.....	68
5.4.	Uniformização das caixas exteriores.....	69
5.5.	Reconfiguração da linha em células de montagem.....	70
5.5.1.	Identificação de famílias de produtos.....	71
5.5.2.	Agrupamento de centros de trabalho, balanceamento e afetação de operadores	71
5.5.3.	Organização intracelular, fluxo de materiais e controlo da célula	74
5.5.4.	Integração e organização intercelular.....	83
5.6.	Aplicação do programa 5S e gestão visual	84
5.6.1.	Etiquetas de identificação dos contentores	86



5.6.2.	Criação e introdução de etiqueta de lote.....	87
6.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	89
6.1.	Novos procedimentos de teste.....	89
6.1.1.	Novo procedimento no Teste Térmico.....	89
6.1.2.	Novo dispositivo de teste de continuidade.....	91
6.2.	Ganhos com a uniformização das caixas exteriores	91
6.3.	Implementação da célula: comparação das medidas de desempenho iniciais com atuais.....	92
6.3.1.	Redução de área ocupada e das movimentações e deslocações efetuadas	92
6.3.2.	Evolução da eficiência.....	93
6.3.3.	Redução de taxa de rejeição e de sucata	94
6.4.	Medidas de desempenho da célula.....	95
6.5.	Síntese dos ganhos obtidos	97
7.	CONCLUSÕES.....	99
7.1.	Conclusão.....	99
7.2.	Trabalho Futuro	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	ANEXOS	105
	Anexo I – Análise ABC de Artigos	107
	Anexo II – Estudo de Tempos MT-HP 3P C100 da Situação Atual	111
	Anexo III – Taxa de rejeição da secção produtiva do MT-HP no ano de 2012.....	117
	Anexo IV – Correções ergonómicas variáveis dos PT.....	121
	Anexo V – Standard Operations Combination Chart	125
	Anexo VI – Instruções de Operador Célula MT-HP.....	131
	Anexo VII – Posição das tampografias	139
	Anexo VIII – Capacidade Máxima Teórica da Célula MT-HP	143
	Anexo IX – Medidas dos postos da célula MT-HP.....	147



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do processo de Action-Research.....	3
Figura 2 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2004)	7
Figura 3 – Os 5 Princípios do Lean Thinking.....	8
Figura 4 – Exemplo de ícones utilizados na construção de um VSM	12
Figura 5 – Etapas de mapeamento do fluxo de valor.....	13
Figura 6 – Exemplo de sinalização visual (Orgatex Lean Visual Management Tools, 2012).....	15
Figura 7 – Ciclo PDCA	17
Figura 8 – As forças do Lean Manufacturing (adaptado de Melton, 2005)	18
Figura 9 - Fachada da Gewiss Portugal	25
Figura 10 – Cronologia da evolução da Gewiss.....	25
Figura 11 – Logotipo do grupo Gewiss.....	26
Figura 12 – Logotipo do programa Gewiss ON.....	27
Figura 13 – Organigrama da estrutura da Gewiss Portugal.....	28
Figura 14 – Exemplo de dois produtos Gewiss: o RESTART e um interruptor diferencial	29
Figura 15 – Volume de receitas da Gewiss Portugal.....	30
Figura 16 - Layout da nave da Gewiss Portugal.....	30
Figura 17 – Exemplo das diversas secções produtivas (Secção do SD2 em destaque).....	31
Figura 18 – Linha de produção das bobinas.....	31
Figura 19 – Armazém e comboio logístico	32
Figura 20 – Exemplo de dois MT-HP: de 1 polo e de 3 polos	33
Figura 21 – Hierarquia e Distribuição das tipologias MT-HP	34
Figura 22 - Componentes montados na linha MT-HP	35
Figura 23 – Itens utilizados na embalagem	36
Figura 24 – Exemplos de tampografias 1, 2, 3 e 4 polos	36



Figura 25 - Linha produtiva do MT-HP	37
Figura 26 – Modelo 3D da secção produtiva do MT-HP.....	37
Figura 27 - Fluxo de materiais do MT-HP 1P.....	40
Figura 28 - Diagrama de análise de processo do MT-HP 1P	40
Figura 29 – Fluxo de materiais do MT-HP 2P.....	41
Figura 30 – Diagrama de processo do MT-HP 2P	41
Figura 31 – Fluxo de materiais do MT-HP 3P.....	42
Figura 32 – Diagrama de Processo do MT-HP 3P	42
Figura 33 – Exemplo das diversas fases da montagem de um MT-HP 3 Polos.....	43
Figura 34 – Outros fluxos de materiais na linha MT-HP.....	44
Figura 35 – Fluxo de informação dos LOP	45
Figura 36 – Localização do abastecimento dos polos na linha MT-HP	46
Figura 37 – Caixas de transporte dos polos MT-HP.....	46
Figura 38 – Ampliação da zona das prateleiras da linha MT-HP	47
Figura 39 – Os dois tipos de componentes: a) contentores standard e b) caixas de cartão	47
Figura 40 – Prateleiras de abastecimento do MT-HP.....	48
Figura 41 – Eficiência da linha MT-HP no mês de maio	48
Figura 42 – Taxa de rejeição mensal da linha MT-HP até maio de 2012	49
Figura 43 - Comparação das taxas de rejeição entre diversas secções produtivas da GP	50
Figura 44 – Tempo de percurso da linha MT-HP em maio	50
Figura 45 – Curva ABC da produção de MT-HP	51
Figura 46 - VSM da linha MT-HP.....	54
Figura 47 – Ventoinha de arrefecimento dos polos MT-HP	55
Figura 48 – Teste de continuidade usando um multímetro.....	56
Figura 49 – Análise de Pareto aos tipos de erros nos dispositivos MT-HP	56
Figura 50 – Máquina de cravação 1P/2P.....	58
Figura 51 – Máquina de cravação 3P/4P.....	58



Figura 52 – Excesso de kits montados	59
Figura 53 – Exemplos de problemas da Linha MT-HP	60
Figura 54 – Exemplo de componentes sem identificação visível	60
Figura 55 – Caixas de expedição atuais.....	61
Figura 56 – Diagrama de causa-efeito mostrando os desperdícios existentes na produção do MT-HP e os efeitos destes desperdícios.....	64
Figura 57 – Novo dispositivo de teste de continuidade.....	68
Figura 58 – Caixas de expedição utilizadas na Hipótese A	69
Figura 59 – Caixas de expedição utilizadas na Hipótese B	70
Figura 60 - Comparação do TC dos diversos PT na montagem do MT-HP 3P C100.....	73
Figura 61 – Balanceamento das operadoras.	74
Figura 62 – Modelo 2D do layout da célula MT-HP	75
Figura 63 - Layout da célula MT-HP (Vista 1)	76
Figura 64 – Divisão do trabalho pelas operadoras na célula.....	77
Figura 65 – A célula MT-HP	77
Figura 66 – Novo fluxo produtivo da célula MT-HP.....	78
Figura 67 – SOCC para o posto de Embalagem do MT-HP 3 Polos	79
Figura 68 – Exemplo de Plano de Controlo para o posto de acoplamento.....	80
Figura 69 – Detalhe do Posto de Embalagem.....	80
Figura 70 - Micro-Layout do posto de Acoplamento.....	81
Figura 71 - Micro-Layout do posto de Embalagem.....	81
Figura 72 – Prateleira de armazenamento das tampografias.....	82
Figura 73 – Identificação dos compartimentos	82
Figura 74 – Integração e organização intercelular.....	83
Figura 75 - Código de cores da Gewiss Portugal	84
Figura 76 – Exemplos de gestão visual na célula MT-HP.....	85
Figura 77 – Quadro de acompanhamento das métricas da produção.....	86



Figura 78 – Etiquetas de identificação dos contentores (esq.) e identificador da posição (dir.)	87
Figura 79 - Etiqueta de lote dos produtos MT-HP	87
Figura 80 – Etiquetas de lote dos tabuleiros MT-HP.....	88
Figura 81 – Vantagens e desvantagens das propostas	92
Figura 82 - Eficiência da secção produtiva do MT-HP ao longo do ano de 2012.....	93
Figura 83 – Taxa de rejeição na secção do MT-HP ao longo de 2012.....	94
Figura 84 - Valor da sucata semanal ao longo do ano 2012.....	95
Figura 85 – Tempo de Percurso Médio da Célula MT-HP em dezembro	96
Figura 86 – Estudo de tempos do Teste Magnético.....	113
Figura 87 – Estudo de tempos do Teste de Alta-Tensão.....	113
Figura 88 – Estudo de Tempos do Teste Térmico.....	113
Figura 89 – Estudo de Tempos do posto M2	113
Figura 90 – Estudo de tempos do posto M3	114
Figura 91 – Estudo de tempos do ajuste do parafuso no posto M5	114
Figura 92 – Estudo de tempos da montagem do veio e botões no posto M5	114
Figura 93 – Estudo de tempos da Pré-embalagem dos aparelhos no posto M6	114
Figura 94 – Estudo de tempos do posto de Embalagem	115
Figura 95 - Estudo de tempos da gravação a Laser.....	115
Figura 96 – Estudo de tempos da montagem dos kits no posto C1	115
Figura 97 – Estudo de tempos da montagem dos bornes no posto C2.....	115
Figura 98 – Tabela de conversão dos pontos: percentagem de correção de repouso correspondente ao total de pontos atribuídos (Adaptada de Organização Internacional do Trabalho, 1984)	123
Figura 99 – SOCC do posto TFT	127
Figura 100 – SOCC do posto AT	127
Figura 101 - SOCC do posto TMAG.....	128
Figura 102 - SOCC do posto ACO	128
Figura 103 - SOCC do posto BOR.....	129



Figura 104 - SOCC do posto EMB	129
Figura 105 - SOCC da inscrição a Laser	130
Figura 106 – Instrução de Operador Posto Posto TFT.....	133
Figura 107 - Instrução de Operador Posto Posto TMAG.....	134
Figura 108 - Instrução de Operador Posto Posto AT	135
Figura 109 - Instrução de Operador Posto Posto ACO para MTHP 3P.....	136
Figura 110 - Instrução de Operador Posto Posto BOR.....	137
Figura 111 - Instrução de Operador Posto Posto EMB.....	138
Figura 112 – Posto de montagem sentado.....	149
Figura 113 – Posto de montagem em pé	149
Figura 114 – Posto de embalagem.....	149



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Causas e Consequências do muda	10
Tabela 2 – Vantagens da implementação das células de produção	20
Tabela 3 - Componentes utilizados na montagem do MT-HP	35
Tabela 4 – Itens utilizados na embalagem do MT-HP	36
Tabela 5 – Legenda dos PT e das figuras da Figura 26.....	38
Tabela 6 – Posto de Trabalho (PT) do layout do MT-HP.....	38
Tabela 7 – Tabela resumo dos fluxos do MT-HP em número de atividades (N.º), tempo em minutos (min.) e distância em metros (m)	43
Tabela 8 – Artigos que constituem a classe A.....	52
Tabela 9 – Tempo de processamento em segundos (s) do MT-HP 3P 100C.....	53
Tabela 10 – Registo de deslocações e movimentos de materiais em minutos ao longo de 3 dias.....	57
Tabela 11 – Tempos da montagem dos Kits e PC	59
Tabela 12 – Síntese de problemas identificados	63
Tabela 13 – Plano de ações de melhoria efetuadas	65
Tabela 14 – Medição do tempo necessário para arrefecimento de várias amostras de polos MT-HP	67
Tabela 15 – Tempo de processamento das diversas tipologias MT-HP	71
Tabela 16 – Novos centros de trabalho da célula MT-HP	72
Tabela 17 - Determinação do número de operadoras.....	73
Tabela 18 – Atribuição dos PT por operadora	73
Tabela 19 – Matriz de competências das operadoras	74
Tabela 20 - Vantagens e desvantagens de cada um dos sistemas	82
Tabela 21 – TC das operações prévias ao Teste Térmico no antigo fluxo do MT-HP 3P 100C	89
Tabela 22 – Utilização do Teste Térmico quando testados aparelhos acoplados.....	90
Tabela 23 – Utilização do Teste Térmico quando testados polos individualmente	90
Tabela 24 – Compilação dos resultados de ambos os métodos	90



Tabela 25 – Comparação de tempos entre os dois métodos de teste	91
Tabela 26 – Comparação dos custos entre a configuração atual e as configurações propostas.....	91
Tabela 27 – Registo de deslocações e movimentos na célula MT-HP	93
Tabela 28 – Performance da célula MT-HP ao longo de Dezembro	96
Tabela 29 – Síntese dos ganhos obtidos.....	97
Tabela 30 – Artigos mais produzidos entre Abril de 2011 e Abril de 2012	109
Tabela 31 – Correções variáveis por operadoras: número de pontos.....	123
Tabela 32 – Posição de cada tipologia de tampografia na prateleira.....	141



LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS

CM – Células de Montagem

CMT – Capacidade Máxima Teórica

CP – Células de Produção

CT – Centro de Trabalho

ERP – *Enterprise Resource Planning*

GP – Gewiss Portugal

IO – Instrução de Operador

ISO - *International Organization for Standardization*

JIT – *Just-in-Time*

LOP – Lançamento das ordens de produção

LP – *Lean Production*

LT – *Lead Time*

MT-HP – *Magneto Thermical – High Performance*

OPL – *One Point Lesson*

PC – Porta Cartolina

PDCA – *Plan-Do-Act-Check*

PT – Posto de Trabalho

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

SOCC - *Standard Operations Combination Chart*

SPOF – Sistemas de Produção Orientados à Função

SPOP – Sistemas de Produção Orientados ao Produto

TC – Tempo de Ciclo

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*



TQM – *Total Quality Management*

VA – Valor Acrescentado

VNA – Valor Não Acrescentado

VSM – *Value Stream Mapping*

WB – *Working Balance*

WFA – *Weighted Factor Analysis*

WIP – *Work-In-Process*



1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o enquadramento atual em que está inserido o projeto e os objetivos a que se propõe alcançar. É também apresentada a metodologia de investigação utilizada no desenvolvimento deste projeto e a sua estrutura.

1.1. Enquadramento

A necessidade do aumento da competitividade das empresas portuguesas é discutida diariamente nos espaços de opinião e informação públicos. Este aumento de competitividade, que por vezes alguns “*opinion makers*” insistem que deve ser conseguido através da redução de salários para fazer face aos baixos salários dos países emergentes, pode e deve ser atingido através da adoção de técnicas e ferramentas que preparem as indústrias nacionais para os desafios e exigências do presente.

Tomando como válido que o principal objetivo de um negócio é a criação e a manutenção de um cliente (Drucker, 1954), a adoção de técnicas e ferramentas inovadoras que permitam responder às necessidades do cliente ao mais baixo custo, constitui uma das soluções para o aumento da competitividade de uma organização.

Uma dessas soluções é o modelo organizacional *Lean Production* (LP) (Womack et al., 1990), que inspirado no sistema produtivo da *Toyota* (Ohno, 1988) tornou a marca japonesa no maior fabricante mundial de automóveis. A produção *Lean* constitui um modelo de organização e de práticas de gestão focadas na satisfação do cliente ao mais baixo custo possível, através da eliminação de desperdícios que não acrescentam valor ao produto do ponto de vista do cliente (Womack et al., 1990).

Este modelo de produção *Lean* está atualmente a ser implementado na *Gewiss Portugal* (GP), empresa onde foi realizada este projeto, através da implementação de um conjunto de práticas de gestão LP e da reconfiguração gradual das suas secções de produção tradicionais em sistemas de produção *Lean*. Este projeto incidiu na linha de produção de um tipo de dispositivo de proteção e de corte elétrico designado de *Magneto Thermal High Performance* (MT-HP), que é um dos vários tipos de que a *Gewiss Portugal* fabrica.

A linha de produção existente para a montagem deste dispositivo apresentava-se desajustada às necessidades atuais da procura. Nesta linha trabalhava uma operadora que se tinha deslocar entre vários postos de trabalho para executar as operações necessárias para concluir a montagem do dispositivo. Não existia padronização do processo, os postos de trabalho encontravam-se desorganizados e sem uma sequência lógica, e o abastecimento de materiais era arcaico, sendo realizado pela própria operadora.



Este projeto teve como principal desafio a implementação de um novo layout que se adaptasse às práticas de gestão *Lean* já implementadas noutras secções de produção, bem como a familiarização e introdução dos colaboradores diretos do sistema produtivo aos benefícios e vantagens da produção *Lean*.

1.2. Objetivos

O objetivo principal deste projeto foi a reconfiguração da linha existente do MT-HP numa célula de produção que integrasse as práticas *Lean* já existentes na empresa. Para atingir este objetivo foi necessário:

- Identificar as operações dos processos;
- Simplificar os processos de produção;
- Identificar as famílias de produtos e o agrupamento dos postos de trabalho;
- Fazer o balanceamento dos postos de trabalho e definir capacidade da célula;
- Especificar o layout intracelular e intercelular;
- Elaborar documentação com vista à normalização do processo;
- Definir o abastecimento de materiais através de comboio logístico;
- Sensibilizar os colaboradores envolvidos na linha para os benefícios da melhoria contínua.

Algumas medidas de desempenho a melhorar durante este projeto foram:

- Reduzir o *Work-In-Process* (WIP);
- Reduzir o tempo de percurso médio do produto;
- Reduzir a área de ocupação da secção produtiva do MT-HP;
- Reduzir a taxa de rejeição;
- Reduzir ou eliminar as fontes de desperdício;
- Aumentar a taxa de produção por operador.

Para conseguir implementar este projeto foram usadas várias ferramentas e conceitos, nomeadamente, conceitos de produção celular e LP, programa 5S, construção de um *Value Stream Mapping* (VSM), análise ABC da produção e estudo de tempos, trabalho normalizado, entre outros.

1.3. Metodologia de Investigação

O sucesso de um projeto desta natureza é indissociável do planeamento e do método de pesquisa utilizados. Um bom planeamento inicial garante a idealização de uma *'big picture'* o mais cedo possível, bem como diferentes fases de controlo ao longo do projeto, que permitem avaliar se os sucessivos avanços corresponderam ao inicialmente previsto.



Estando o plano de trabalho elaborado, foi essencial proceder a um trabalho de pesquisa em torno de literatura e publicações relevantes na temática do LP e da produção celular. As principais fontes de informação utilizadas consistiram em livros e artigos científicos.

O desenvolvimento deste trabalho de pesquisa foi suportado pela metodologia de investigação *Action-Research*. O'Brien (1998) define a metodologia *Action-Research* como uma abordagem cujo foco é a transformação de todos os membros envolvidos em investigadores, através do 'aprender fazendo' – a identificação de um problema dá lugar à tomada de uma ação para o resolver, sendo posteriormente verificados os resultados, que caso não sejam satisfatórios, originam uma nova tentativa repetindo o mesmo processo.

A *Action-Research* possui uma dimensão social voltada para problemas reais e não apenas para objetivo pré-definido, encorajando a que todos os participantes partilhem os desvios que encontram no seu processo de aprendizagem (O'Brien, 1998). Comparativamente com outras técnicas de resolução de problemas distingue-se pela ênfase dada ao estudo científico. As intervenções devem ser sustentadas por considerações teóricas, constituindo a procura e o refinamento destas considerações grande parte do tempo despendido em torno do problema aprendizagem (O'Brien, 1998).

Adaptaram-se a este projeto as fases propostas por Susman (1983) para a divisão do processo de *Action-Research*, como apresentadas na Figura 1.



Figura 1 - Fases do processo de *Action-Research*

1. Diagnosticar – O diagnóstico foi realizado através da recolha de dados e indicadores como: WIP; taxa de rejeição; análise das tipologias mais produzidas; tempo despendido em movimentos e deslocações; tempos de processo;
2. Planear ações – através da compilação e análise dos dados recolhidos na fase anterior, dissecaram-se e projetaram-se as várias alternativas possíveis, escolhendo-se as opções mais adequadas e viáveis. Foi planeado um novo *layout*, e pensadas as técnicas *Lean* a implementar;
3. Atuar – Nesta fase foram implementadas as opções escolhidas na fase anterior, bem como todos os passos necessários;



4. Avaliar – Após a implementação do *layout* e das técnicas escolhidas, os resultados obtidos foram objeto de análise e discussão, sendo comparadas as medidas de desempenho entre a situação nova e a anterior. Nesta etapa tenta-se perceber os ganhos obtidos e futuras estratégias para melhorar estes resultados;
5. Especificar Aprendizagem – Identificaram-se os resultados obtidos, mas também, as vantagens das células de produção e das ferramentas *Lean*. Numa perspetiva de melhoria contínua apresentam-se ainda algumas ideias para trabalho futuro.

1.4. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está dividida em 7 capítulos, correspondendo a cada um, um tema/fase do projeto específica. O primeiro capítulo, onde se inclui esta secção, constitui a introdução da dissertação, onde se encontra o enquadramento, os objetivos e a metodologia de investigação utilizada.

No segundo capítulo encontra-se um resumo da revisão bibliográfica efetuada. Esta incidiu maioritariamente na filosofia LP e na implementação de células de produção. No que concerne a filosofia *Lean*, é descrita a sua origem e evolução, princípios e as principais ferramentas e técnicas utilizadas em ambientes *Lean*, bem como vantagens e desvantagens. Já dentro das células de produção a revisão incidiu nas suas vantagens e desvantagens, passos para a implementação e também uma comparação com outros sistemas produtivos. No segundo capítulo são também compilados alguns casos de implementação de sistemas *Lean*.

A apresentação da empresa é efetuada no terceiro capítulo. A história e evolução, a sua estrutura, os seus produtos e a descrição do seu sistema produtivo podem ser encontrados ao longo deste capítulo.

O quarto capítulo incide na descrição do estado atual do sistema produtivo do sector do MT-HP. São apresentadas as características e componentes do produto, o seu processo produtivo e são identificados os problemas encontrados na análise efetuada através de diversos estudos efetuados.

Identificados os problemas, no quinto capítulo são apresentadas propostas de melhoria com vista à resolução e eliminação dos problemas previamente encontrados. São apresentadas as várias etapas da formação de células e a implementação da célula, bem como uma série de medidas complementares com vista à redução de desperdícios e padronização dos processos, como o programa 5S.

No sexto capítulo são analisados os resultados obtidos, através da comparação de medidas de desempenho já existentes ou criadas para o efeito e na análise dos efeitos das propostas de melhoria. Finalmente, no sétimo e último capítulo são apresentadas conclusões e as propostas para trabalho futuro.



2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo faz-se uma revisão da principal literatura dos temas abordados nesta dissertação. Assim, inicialmente é realizado um enquadramento histórico da evolução dos tipos de produção ao longo dos últimos séculos, com especial foco no aparecimento do *Toyota Production System* (TPS). A abordagem ao TPS permite introduzir a filosofia LP, descrevendo os seus princípios, principais técnicas e ferramentas (como VSM, Programa 5S, Gestão Visual, trabalho normalizado, *Just-In-Time* (JIT) e *Kaizen*), a noção dos diferentes tipos de desperdício e as suas vantagens de implementação.

Neste capítulo é feito também um resumo aos diferentes sistemas produtivos existentes, com especial foco nas células de produção (CP). São apresentadas vantagens e desvantagens deste sistema e é explicado o processo de seleção do sistema produtivo mais indicado para um dado processo, sendo detalhado o projeto de uma célula de produção. Finalmente são indicadas dificuldades na implementação das CP e apresentam-se alguns casos de estudo de implementação de células de produção, a nível nacional e internacional.

2.1. Enquadramento histórico dos tipos de produção

Desde o aparecimento da revolução industrial em meados do século XVIII, que se pode constatar que a melhoria das condições de vida das populações está em parte dependente dos desenvolvimentos nos sistemas de produção. A diminuição dos custos produtivos traduz-se normalmente numa queda dos preços de venda, tornando acessíveis às classes mais baixas produtos ou bens que até aí eram apenas destinados aos mais afortunados. É também, um ponto-chave da difusão cultural – desde por exemplo a bíblia de Gutemberg até à impressão em massa de livros de bolso - e do avanço tecnológico: a disponibilização de tecnologias mais baratas permite desbloquear novas tecnologias que até aí seriam demasiado caras para desenvolver, e assim sucessivamente (Fang, 1997).

2.1.1. Produção artesanal

A produção artesanal, com ou sem a ajuda de ferramentas, constituiu desde o início dos tempos a forma natural de produção dos bens de consumo. Este tipo de produção caracterizava-se pelo trabalho de artesãos altamente especializados, que utilizando ferramentas e máquinas (introduzidas após a revolução industrial) simples, flexíveis e geralmente não especializadas, produziam exatamente o que era pedido pelo cliente, um item de cada vez (Womack et al., 1990).



Naturalmente, e apesar das vantagens a nível de flexibilidade em termos de design e características, os custos necessários para a sua produção devido à morosidade de processos e necessidade de trabalhadores qualificados impediam o acesso a estes bens à esmagadora maioria da população.

2.1.2. A ascensão da produção em massa

Em 1908, o lançamento do modelo T da Ford revolucionou para sempre a forma como os bens de consumo passariam a ser produzidos. Pela primeira vez, o preço de venda de um automóvel tornou-se acessível às famílias de classe-média, através do uso de novas técnicas de produção inovadoras.

O sistema produtivo do modelo T rompeu com a produção artesanal que era prática corrente até então. Caracterizou-se pelo uso de linhas de montagem operadas por um grande número de trabalhadores pouco especializados, manuseando máquinas dispendiosas e bastante inflexíveis, dedicadas normalmente a um tipo de operação específico. O objetivo, produzir na maior quantidade possível ao mais baixo custo, resultou na produção de bens mais baratos, sacrificando pelo caminho a variedade e a personalização.

Henry Ford entendeu as desvantagens da produção artesanal e, com o seu modelo T, atingiu o seu objetivo: um automóvel que podia ser fabricado facilmente devido ao uso de componentes normalizados e permutáveis, tornando-os facilmente montáveis numa linha operada por pessoas desqualificadas. Estas podiam assim também, ser facilmente substituídas, uma vez que na maioria das vezes, as suas responsabilidades consistiam apenas em montar a mesma peça vezes sem conta, durante a duração da jornada de trabalho (Womack et al., 1990).

2.1.3. Toyota Production System e Produção Lean

O termo LP, utilizado pela primeira vez por John Kafcik em 1988, apenas foi tornado popular a partir do início dos anos 90 com a publicação do livro 'The Machine That Changed the World', co-escrito por Womack, Daniel Jones e Daniel Roos em 1990 (Holweg, 2007). Este constituiu o primeiro *best-seller* que deu a conhecer ao mundo ocidental as práticas de gestão que tornavam os fabricantes de automóveis japoneses mais competitivos que os fabricantes norte-americanos e europeus.

O modelo *Lean* tem como principal objetivo a eliminação de desperdícios, e foi em grande parte inspirado pelo sistema de produção criado pela *Toyota – Toyota Production System* - que é considerada unanimemente pioneira neste conceito de produção (Monden, 1998; Womack et al., 1990).

O TPS foi desenvolvido na *Toyota* ao longo das décadas que se seguiram à Segunda Guerra Mundial como alternativa ao modelo de produção em massa desenvolvido por Henry Ford. O seu principal mentor foi Taichi Ohno, dando seguimento ao desejo de Kiichiro Toyoda, à altura presidente da *Toyota*, que ambicionava transformar a empresa de tecelagem criada pelo seu pai, Sakichi Toyoda, num fabricante de automóveis capaz de rivalizar com os automóveis provenientes do outro lado do Pacífico (Ohno, 1988).



Apesar de inicialmente inspirado no Fordismo, o TPS optou por uma filosofia de produção diferente. Devido a restrições de mercado no período pós-guerra, tendo por exemplo a baixa procura, era imposto aos fabricantes japoneses a produção de quantidades pequenas mas de muita variedade (Ohno, 1988). Tornou-se assim crucial para a *Toyota* o aumento da eficiência do seu sistema produtivo, através da total eliminação de desperdícios. Estas dificuldades iniciais viriam a revelar-se a base do sucesso do TPS, já que usando um fluxo produtivo similar ao desenvolvido por Ford, foi possível à *Toyota* suplantar a principal desvantagem da produção em massa – a possibilidade de fornecer uma gama diversificada de produtos a um custo equiparável ao da produção homogeneizada.

As ideias e os princípios do TPS foram resumidos num diagrama proposto por Liker (2004), que se reproduz em baixo de forma adaptada (Figura 2).

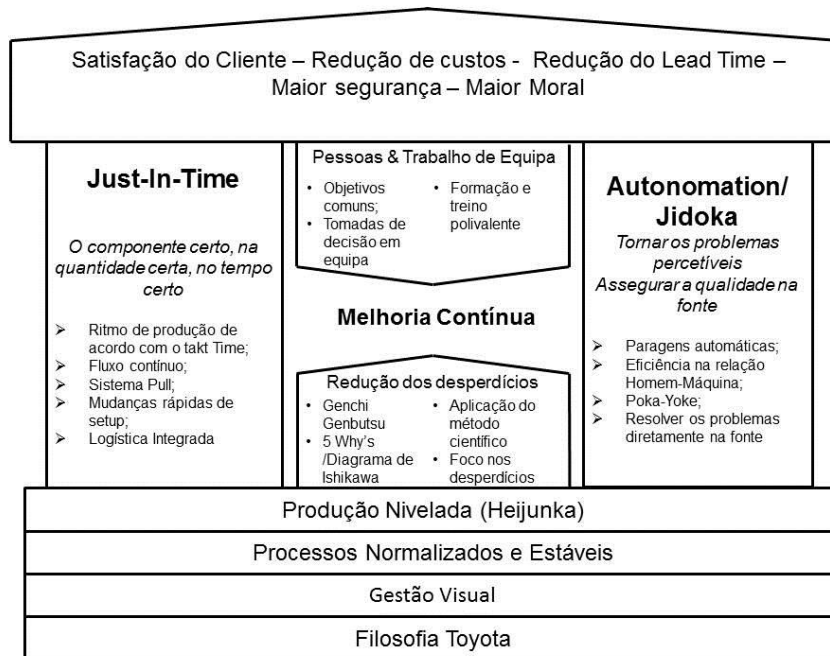


Figura 2 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2004)

O diagrama acima representado, proposto por Liker (2004) assume a forma de uma casa, pois o TPS, tal como qualquer construção, é um sistema estrutural que apenas é forte caso a base, os pilares e o teto sejam robustos. Uma articulação fraca enfraquece todo o sistema.

No TPS, o teto representa os desígnios do sistema: qualidade, baixo custo, satisfação do cliente, dos trabalhadores e dos acionistas. Estes objetivos são suportados por dois pilares, a saber: o JIT – produzir apenas o necessário, no momento necessário – e a *Autonomation* – assegurar que um defeito, caso exista, é detetado de forma automática e corrigido imediatamente. Estes pilares, como em qualquer casa, necessitam de fundações resistentes.



No TPS, as fundações que suportam todo o sistema são a necessidade de estabelecer processos fiáveis e normalizados, através da ajuda da Gestão Visual, e de uma produção nivelada, tanto em quantidade como em variedade. Picos de produção de certos produtos em detrimento de outros podem criar escassez de componentes e uma produção nivelada torna mais fácil a resposta a mudanças na procura. Finalmente, e ao centro, encontram-se as pessoas que têm como objetivo a procura da melhoria contínua, quer através da procura e redução ativa de desperdícios, quer pelo aperfeiçoamento das suas competências e da relação com os membros da sua equipa.

2.2. Lean Production

Existem várias definições de LP sendo uma das mais comuns a de Womack & Jones (1996):

“O objetivo do *Lean Production* é a identificação e eliminação sistemática de desperdícios através da melhoria contínua, possibilitando o aumento da flexibilidade e da competitividade das organizações”.

O modelo LP envolve alguns princípios, conceitos e ferramentas discutidas nas secções seguintes.

2.2.1. Princípios do Lean Thinking

Womack & Jones (1996) definiram os 5 princípios que constituem o pensamento *Lean*. Estes 5 princípios (Figura 3) constituem 5 passos sequenciais que constituem a base de uma implementação correta do pensamento LP.

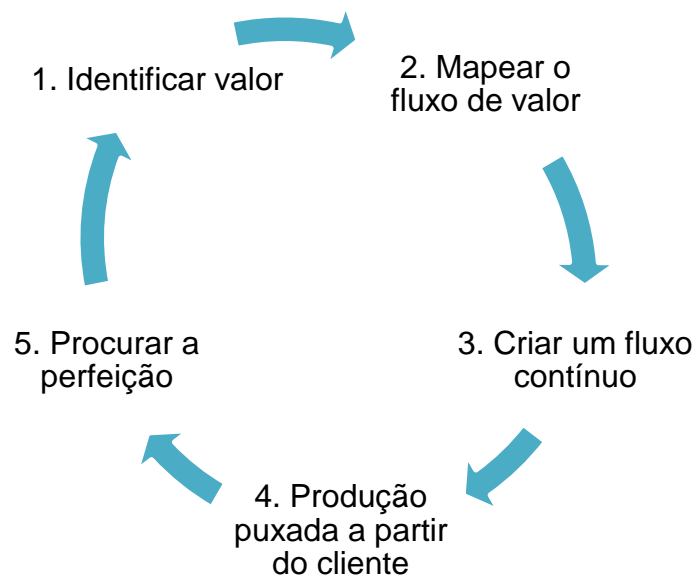


Figura 3 – Os 5 Princípios do Lean Thinking

Estes princípios são descritos de seguida:



1. Valor: o Valor é o conjunto de características pretendidas pelo cliente. Tudo o que não gera valor na perspetiva do cliente deve ser eliminado;
2. Fluxo de Valor: Analisar e objetivar quais os processos que acrescentam valor ao longo de todo o sistema produtivo, desde os fornecedores ao cliente. Todas as atividades que não contribuem com acréscimo de valor constituem um desperdício, e devem por isso, ser suprimidas;
3. Fluxo contínuo: Ao longo de todo o processo, o fluxo de materiais deve ser contínuo: sem esperas, sem acumulação de *stock* e sem movimentações desnecessárias;
4. Produção pull: A produção dos bens é feita de acordo com os pedidos do cliente. Na produção puxada, um processo inicia-se apenas quando o precedente o pedir. Assim, a produção está sincronizada com os pedidos do cliente, eliminando *stocks* desnecessários;
5. Perfeição: A perfeição é impossível de ser alcançada, sendo por isso possível um processo de melhoria contínua, também conhecido por *Kaizen*, que aperfeiçoa constantemente os 4 princípios anteriores.

O objetivo dos princípios *Lean* é a criação do melhor sistema possível, desde o início da conceção do produto até à expedição para o cliente, fornecendo ao cliente o máximo valor possível usando as restrições financeiras e de recursos existentes (Womack & Jones, 1996). Assim que o fluxo de valor é delineado, dá-se início às ações de melhoria através da implementação das ferramentas e técnicas *Lean* apropriadas a cada situação (Womack & Jones, 1996).

2.2.2. Tipos de desperdício

Como vem sido referido, a filosofia *Lean* assenta numa eliminação total das operações que não acrescentam valor ao produto final. Qualquer operação existente que não acrescente valor na ótica do cliente torna o produto final mais dispendioso, seja pelo consumo de recursos, seja pelo consumo de tempo. É na procura da eliminação da diferença entre o preço pedido e o valor produzido que uma empresa se torna mais apetecível aos consumidores em relação aos seus concorrentes.

Os dois mais reconhecidos mentores do TPS, Shingo (1989) e Ohno (1988), estabeleceram os sete tipos de desperdícios recorrentes num fluxo produtivo: sobreprodução, inventário/ *stock*, deslocações, esperas, transportes, sobreprocessamento e defeitos. No TPS, estes 7 desperdícios são designados por *muda*. Na Tabela 1 estabelece-se um pequeno resumo com o significado de cada um dos 7 desperdícios, bem como algumas das suas causas e possíveis consequências.



Tabela 1 – Causas e Consequências do muda

Muda	O que é?	Causas	Consequências
Sobreprodução	Produzir em maior quantidade, mais cedo ou mais rápido que as necessidades do cliente	<ul style="list-style-type: none"> Quantidades de lotes grandes; Má utilização de recursos humanos; Foco desviado do que o cliente pretende; Sistema <i>Push</i> invés de sistema <i>Pull</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de recursos antes do planeado; Criação de inventário; Aumenta a utilização de espaço; Esconde excesso de inventário/defeitos;
Inventário	Qualquer matéria-prima, WIP ou produto concluído que não está a ser acrescentado valor	<ul style="list-style-type: none"> Quantidades de lotes grandes; Inexistência de nivelamento da produção; Previsões da procura erradas; Tempos de <i>setup</i> elevados; Sistema <i>Push</i> invés de <i>Pull</i>; Fornecedores instáveis; 	<ul style="list-style-type: none"> Espaço extra para armazenamento necessário; Recursos extra para gerir; Esconde faltas de componentes e existências de defeitos; As partes podem sofrer danos; Expirar do prazo de validade;
Deslocações	Quando o operário se move mais do que seria necessário para completar a tarefa	<ul style="list-style-type: none"> Inexistência de normalização de processos; Deficiente ou inexistente aplicação dos 5S; Mau design/implementação da linha/célula; Treino inadequado 	<ul style="list-style-type: none"> Aumenta o tempo necessário para produzir o produto; Interrompe o fluxo do produto;
Esperas	Quando pessoas ou partes esperam que um tempo de ciclo seja concluído	<ul style="list-style-type: none"> Falta de componentes e cadeia de abastecimento incerta; Falhas de máquinas; Planeamento da produção ineficiente; Problemas de qualidade; 	<ul style="list-style-type: none"> Paragem da produção; Fluxo contínuo deficiente; <i>Lead Times</i> longos; Falha nos prazos de entrega; Criação de gargalos;
Transportes	Movimentos desnecessários de partes entre processos	<ul style="list-style-type: none"> Mau design do layout e da sequência de processos; Fluxo de valor ineficiente; Fluxos de materiais complexos; Partilha de máquinas/equipamento; 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento do tempo de produção; Consumo de recursos e espaço; Falta de comunicação; Aumento do WIP; Potencial dano em produtos
Sobreprocessamento	Todos os processos existentes além do <i>standard</i> requerido pelo cliente	<ul style="list-style-type: none"> Falta de normalização ou normalização datada; Atitude 'Sempre fiz assim'; Falta de compreensão do processo; Falta de inovação e melhoria; 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de recursos; Aumento do tempo produtivo; Trabalho desviado da especificação; Possível redução do tempo de vida do produto;
Defeitos	Todos os tempos e recursos utilizados para corrigir um produto que não cumpriu as normas à 1ª	<ul style="list-style-type: none"> Processos incorretos/não controlados; Falta de habilidade e treino; Design ou engenharia do produto incorreto; Falhas das máquinas; Processo demasiado complexo 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo recursos; Interrupção do planeado; Criação e preenchimento de papelada; Redução da confiança do cliente no produto;



Por vezes, é referido em algumas publicações a existência de um 8º desperdício – o não-aproveitamento de potencial humano (Liker, 2004). A inclusão desta forma de desperdício em conjunto com as outras 7 é discutível, uma vez que o respeito por todos os é um dos princípios base que constituem o TPS.

2.2.3. Técnicas e Ferramentas

Nesta secção são apresentadas algumas técnicas e ferramentas que são indispensáveis para a implementação de LP numa empresa, nomeadamente, *Value Stream Mapping* (VSM), programa 5S, Gestão Visual, *Standard Work*, *Just-In-Time* e *Kaizen*. Uma descrição teórica é realizada, sendo também apresentadas algumas vantagens e métodos de aplicação destas ferramentas.

2.2.3.1. Value Stream Mapping

O VSM é uma ferramenta apresentada por John Shook e Mike Rother (Rother & Shook, 2003) que tem como objetivo, representar a cadeia de valor, desde a entrega de matéria por parte dos fornecedores até à entrega do produto final ao cliente (Womack & Jones, 1996).

Rother e Shook (2003) descrevem o VSM como uma ferramenta que representa todas as ações – tanto as que acrescentam como as que não acrescentam valor – existentes no fluxo de um produto. Particularmente, o VSM abrange todo o fluxo de produção desde o pedido do cliente até ao pedido de matéria-prima, pois é este o fluxo que está mais ligado ao LP.

Algumas vantagens da representação de uma cadeia produtiva usando um VSM são:

- Ajuda a visualizar o fluxo de valor, não apenas o que se passa nos diferentes processos;
- Ajuda a visualizar não só o desperdício, como as fontes de desperdício;
- Torna perceptíveis decisões que afetam o fluxo, podendo estas ser discutidas;
- Mostra a ligação entre o fluxo de material e o fluxo de valor;

Os princípios de construção de um VSM são bastante simples. Rother e Shook (2003) propõem que apenas é necessário lápis, papel, um cronómetro para medir os tempos de cada processo e percorrer todo o fluxo produtivo as vezes necessárias até que se atinja uma representação fiel do estado atual do sistema. A construção de um VSM deve sempre analisar os fluxos de informação e materiais do cliente para o fornecedor.

A representação do VSM de um estado atual é feita através da organização e disposição de ícones, cada qual com o seu significado. Alguns dos ícones utilizados estão apresentados na Figura 4.

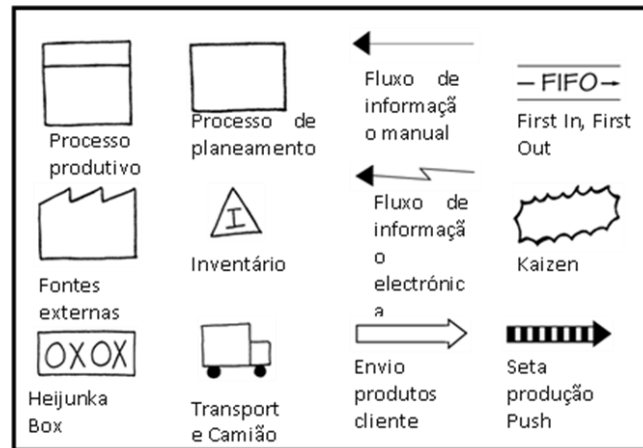


Figura 4 – Exemplo de ícones utilizados na construção de um VSM

Além dos ícones, deve-se adicionar o máximo de informação que foi possível obter, normalmente na forma de Caixas de Dados. As caixas de dados integram-se normalmente nos ícones de processo produtivo, de inventário ou linha de tempo e contêm por norma, dependendo das especificidades do ambiente produtivo, a seguinte informação:

- Tempo de ciclo;
- Tempo de *Setup*;
- *Lead Time*;
- N° de operadores;
- Tempo disponível por turno;
- Quantidade do lote;
- Tempo valor acrescentado;
- Quantidade de inventário;
- *Uptime* máquina;
- Taxa de rejeição;

Num sistema produtivo, é muito raro que apenas seja produzido um produto sem variações. A maioria dos sistemas produtivos está preparada para processar dezenas ou centenas de produtos diferentes. Nestes casos, Rother e Shook (2003) aconselham que se selecione uma família de produtos, geralmente aquela que é mais importante para o cliente. Uma família é um grupo de produtos que passa por processos similares e que usa equipamentos em comum.

Existem dois tipos de VSM: o que representa o estado atual e o que representa o estado futuro. Rother e Shook (2003), sugerem as etapas presentes na Figura 5 quando se tenta mapear o fluxo de valor.

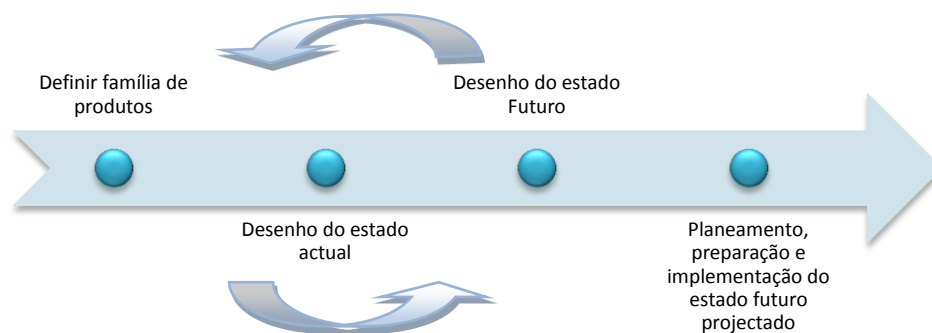


Figura 5 – Etapas de mapeamento do fluxo de valor

As setas bidireccionais nas fases de desenho representam a complementaridade que ambas as fases possuem: ideias para o desenho do estado futuro surgem ao desenhar o estado actual, e o desenho do estado futuro permite descortinar informação necessária que falta ao estado actual que não tinha sido recolhida numa 1ª fase.

2.2.3.2. Programa 5S

Ao visitar uma fábrica que ainda não adotou o pensamento LP, um dos problemas que na maioria das vezes mais salta à vista é a desorganização e desarrumação do ambiente de trabalho. Ferramentas longe do posto onde são necessárias, inexistência de arrumação ou de organização nas caixas e armários, ou ferramentas espalhadas por onde não são necessárias são situações bastante comuns em fábricas em que as desvantagens destas situações não são ainda divulgadas ou são ignoradas. Atualmente, o programa 5S é a mais comum para resolver estes problemas.

O programa 5S surgiu no Japão, mais concretamente pela mão de Hiroyuki Hirano (1995). Não foi uma ideia inovadora, uma vez que em muitas empresas ocidentais o movimento *Housekeeping* já era utilizado, e os benefícios da manutenção da organização e limpeza do posto de trabalho reconhecidos. O que tornou a metodologia de Hirano uma referência foi a proposta de uma série de passos a seguir, cada um baseado no anterior, providenciando assim uma estrutura para programa de melhoria.

As 5 fases usam uma lista de 5 palavras em Japonês: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* (Hirano, 1995):

Seiri – *organizar*. Separar o que é necessário do que é desnecessário, eliminando estes do posto de trabalho;

Seiton – *arrumar*. Deve existir um local para cada ferramenta/objeto, e cada objeto deve estar no seu lugar. O local de cada ferramenta deve estar claramente indicado. As ferramentas mais utilizadas devem estar mais próximas;



Seiso – *limpar*. Os materiais, ferramentas e local de trabalho devem manter-se limpos e organizados. No final da jornada de trabalho, o local deve ser limpo e os objetos devidamente organizados. A sujidade relacionada com máquinas deve ser vista como processos que precisam de atenção e intervenção. A manutenção da limpeza da área de trabalho deve ser uma rotina diária;

Seiketsu – *normalizar*. Todas as operações e tarefas devem ser normalizadas. É a sistematização dos 3S anteriores, de modo a definir uma série de práticas e arrumações que sejam iguais para todos os trabalhadores em todos os locais de trabalho que façam a mesma coisa;

Shitsuke – *disciplinar*. Assim que os 4S anteriores estão estabelecidos, são a nova maneira de trabalhar e não deve ser permitido um retrocesso aos maus hábitos antigos. Deve existir também uma procura contínua de melhoria dos primeiros 4S, através de sugestões e propostas de melhoria.

O programa 5S, tal como todas as outras ferramentas *Lean*, tem como principal objetivo a eliminação das diversas formas de muda. Os desperdícios sugeridos por Ohno (1988) e Shingo (1989) podem ser reduzidos ou eliminados através da aplicação dos 5S, não se focando os 5S apenas na promoção da mudança, mas também em assegurar a sua permanência.

Uma eficiente organização, arrumação e manutenção das ferramentas reduz o tempo utilizado em atividades que não acrescentam valor e, através de uma normalização de processos, é expetável que aumente os níveis de qualidade do produto. São também referidos os benefícios que uma correta aplicação dos 5S possui na saúde e segurança dos operários.

2.2.3.3. Gestão Visual

A gestão visual é realizada nos locais de trabalho, que estão estruturados com dispositivos visuais destinados a informar, sinalizar ou delimitar (Shingo, 1989). Desta forma, o local de trabalho torna-se claro, arrumado e regulado de forma automática (Galsworth, 1997).

A ajuda através de elementos visuais cria um campo de informação que permite aos colaboradores recolher a informação necessária e ajuda-os a entender rapidamente o contexto organizacional num vislumbre (Greif, 1991). Os indicadores ou sinalizadores visuais são essenciais para a identificação de problemas ou necessidades, bem como para a comunicação das situações aos seus superiores.

No caso do programa 5S, caracteriza-se, por exemplo, pelo uso de sinais, etiquetas, fronteiras ou sombras (Hirano, 1995; Monden, 1998). É uma forma eficaz de, através de indicadores, sinalizar a localização e a quantidade dos materiais existentes no posto, como a Figura 6 pretende mostrar.

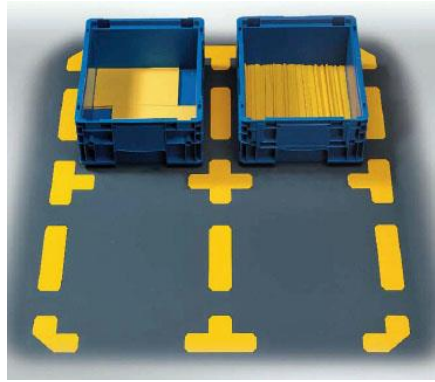


Figura 6 – Exemplo de sinalização visual (Orgatex Lean Visual Management Tools, 2012)

Para a comunicação de indicadores de performance, como qualidade, produção diária, segurança, entre outras, são utilizados quadros, por norma junto ou no interior da secção produtiva (Suzaki, 1993).

Alguns elementos típicos da gestão visual numa organização com práticas *Lean* enraizadas são: gráficos de Pareto destinados à resolução de problemas (Suzaki, 1993); quadros A3, desenvolvidos originalmente na Toyota, que são utilizados para acompanhamento e resumo do *Kaizen* (Sobek & Smalley, 2008); mostradores eletrónicos (*Andon*) que mostram a produção real e planeada (Monden, 1998) e luzes de aviso.

2.2.3.4. Standard Work

A normalização do trabalho, ou *Standard Work*, consiste na documentação de métodos e sequências normalizadas que constituem a melhor prática para qualquer operação na implantação fabril, podendo mesmo ser extensível a outros departamentos da organização.

O *Standard Work* é uma ferramenta essencial na identificação das atividades que maximizam o desempenho, reduzindo as atividades que apenas acrescentam desperdício (Spear & Bowen, 1999).

Segundo Monden (1998), os três elementos chaves que constituem o trabalho normalizado são:

- *Takt Time* que indica o tempo que cada linha deve necessitar a produzir um produto de modo a estar sincronizada com a procura;
- Sequência de trabalho normalizado;
- WIP normalizado;

Os principais benefícios provenientes da normalização e documentação do trabalho incluem a descrição pormenorizada de todos os processos atuais facilitando a consulta e auditoria por parte de todos os colaboradores; reduções na variabilidade; estabilidade; pontos claros de início e paragem para cada processo; envolvimento dos operadores e uma base de partida para ações de melhoria (Dennis, 2002).



2.2.3.5. Just-In-Time

Como referido anteriormente, o JIT constitui um dos pilares do TPS (Ohno, 1988; Liker, 2004). A produção JIT significa produzir o item certo, no tempo certo, na quantidade certa. Tudo o que não é produzido *Just-In-Time* constitui desperdício, devendo portanto ser eliminado.

Ao contrário da produção tradicional '*push*', na produção JIT o inventário é puxado (produção *pull*), ao longo do sistema apenas quando as partes são requisitadas/necessárias. Assim, o WIP é mantido a um nível mínimo, permitindo a que a produção responda mais rapidamente a problemas e alterações na procura (Peters, 1990).

O principal benefício da aplicação do JIT é a redução dos níveis de inventário, bem como o aumento da sua rotação. Apesar de esta não ser o principal propósito para a implementação do JIT, é uma consequência natural da sua aplicação (Green et al., 1992).

Outros benefícios incluem a redução do *Lead Time*, bem como das formas de *muda* que não acrescentam valor (Peters, 1990). Ohno (1988) usou a analogia de um curso de água para explicar como a redução de inventário permite identificar as interrupções na cadeia de fluxo de valor, bem como os desperdícios e perdas. Nesta analogia, quando o nível de água de um rio é elevado, torna-se difícil ou até impossível de identificar os rochedos existentes ao longo do rio. Porém, se o curso de água baixar, os rochedos tornam-se visíveis, podendo deste modo ser removidos.

O JIT como filosofia é alcançado pela utilização de um agregado de ferramentas *Lean* como o *kanban* (sinal visual, originalmente pensado sob a forma de cartão que tem como objetivo indicar o início de atividades ao longo dos processos conforme os pedidos dos clientes), *heijunka* (Ohno, 1988), *Single Minute Exchange of Die* (SMED) (Shingo, 1989) ou a gestão visual, bem como pela existência de um processo estável decorrente da utilização de metodologias como o programa 5S, ciclos *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) e trabalho normalizado (Monden, 1998).

O JIT constitui uma ferramenta importante para a redução de custos numa organização. Através da redução de inventário e da exposição de desperdícios, há um aumento do capital disponível para outros investimentos que permitem aumentar a produtividade do fluxo, aumentando o retorno e os lucros.

2.2.3.6. Kaizen

O termo *Kaizen* é uma palavra japonesa que traduz o processo de melhoria contínua. É uma junção de dois conceitos: *Kai* (mudança) e *Zen* (para melhor) (Palmer, 2001). De acordo com Imai (1986), o *Kaizen* é um processo contínuo de melhoria envolvendo todos os trabalhadores. O início do *Kaizen* remonta aos anos pós-Segunda Guerra Mundial, com a formação dos primeiros círculos de qualidade (Ishikawa,



1985). Estes círculos de qualidade, em conjunto com o processo de melhoria contínua de Deming, originaram o ciclo PDCA (Figura 7), que constitui a base de todos os processos *Kaizen*.

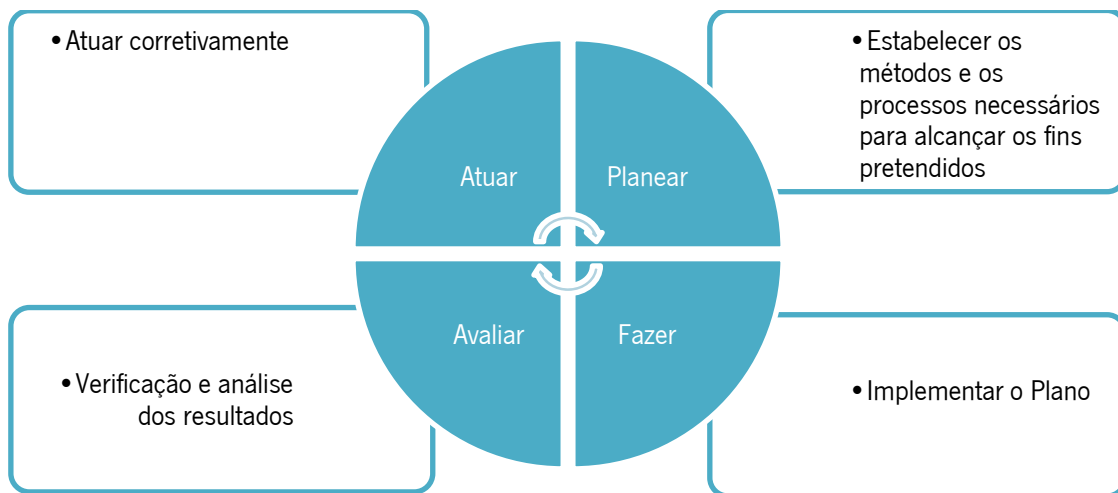


Figura 7 – Ciclo PDCA

A abordagem *Kaizen* é usada para criar experiências de tentativa erro na eliminação de desperdício e na simplificação de processos, repetidas exaustivamente na procura contínua de problemas e respetivas soluções (Russell & Taylor, 2002).

2.2.4. Vantagens de implementação do *Lean Production*

A implementação do LP nas organizações, com o objetivo de reduzir desperdícios e otimizar a cadeia de fluxo de valor, possui diversos benefícios já referidos ao longo deste capítulo. Melton (2005) propõe de modo resumido os seguintes ganhos com a implementação da filosofia *Lean*:

- Diminuição do *lead time* para o cliente;
- Redução de inventário no fabrico;
- Aumento da gestão do conhecimento;
- Robustez dos processos (menos defeitos e menos tempo despendido em retrabalho).

Melton (2005) refere ainda que os argumentos para resistir à implementação *Lean* passam pela convicção de que o processo atual já é eficiente e pela falta de benefícios tangíveis. Melton (2005) refuta estas conceções, exemplificando:

- Uma organização *Lean* possui uma resposta mais rápida a pedidos de mercado. Sendo que a grande maioria dos processos estão ligados à cadeia de abastecimento da organização, então isto pode resultar em benefícios para a empresa;
- A ideia de que os processos já são eficientes, é por norma uma ilusão. Os processos podem aparentar ser eficientes quanto à funcionalidade, mas a aplicação da filosofia *Lean* obriga a



organização a rever toda a cadeia de abastecimento do processo, revelando na maioria das vezes gargalos e bolsas de ineficiência.

Em mudanças profundas, como é o caso da implementação do *Lean Thinking*, o balanço de forças entre os que se opõem à mudança e aqueles que a apoiam é uma característica de todo o processo de transformação. Uma implementação bem-sucedida é apenas possível quando as forças de apoio suplantam as forças de resistência. Melton (2005) resumiu num diagrama, representado na Figura 8 as forças a favor (verde) e contra a implementação do *Lean* (vermelho) à organização.

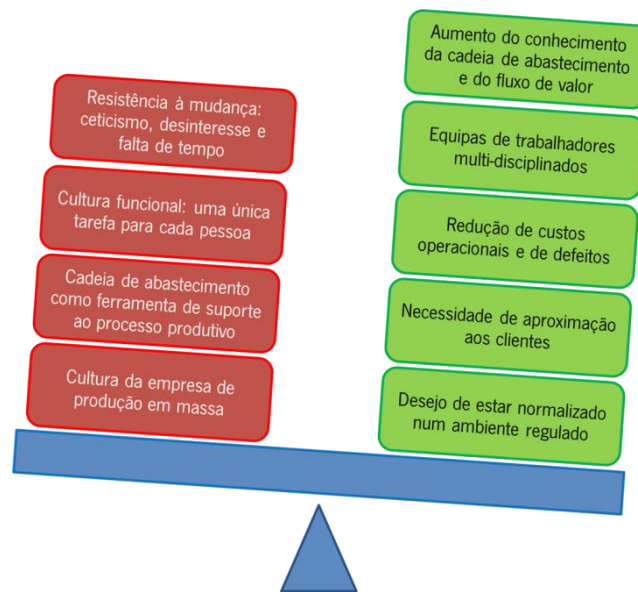


Figura 8 – As forças do Lean Manufacturing (adaptado de Melton, 2005)

2.3. Células de produção

As células de produção adequam-se aos objetivos da filosofia *Lean*, já que na sua génese está a eliminação de atividades que não acrescentam valor, como tempos de espera, movimentações, tempos de *setup* ou o *lead time*.

As células de produção ou células de tecnologia de grupo (Gallagher e Knight, 1973) agrupam recursos complementares de forma a tirar partido das suas conformidades na sequência operativa, mantendo os benefícios económicos de um sistema de implantação orientado ao produto (Alves, 2007). Segundo Black e Hunter (2003), os pontos-chave das células de produção passam por:

- Os processos são agrupados de acordo com a sequência produtiva necessária para a montagem de uma família de produtos;
- O layout pode ser similar ao de uma linha de produção mas pode assumir outras formas, por exemplo, muito frequente é a forma de U, de modo a permitir aos operadores movimentarem-se rapidamente entre postos de trabalho;



- Os trabalhadores não são exclusivos a apenas um posto e fazem as suas tarefas em movimento ou em repouso;

No entanto as células de produção não são a única opção viável para o arranjo de um sistema produtivo, sendo apresentados outros na secção seguinte.

2.3.1. Classificação de sistemas produtivos

Segundo Black e Hunter (2003), é possível identificar cinco tipos diferentes de sistemas produtivos relativamente à implantação:

- Processo contínuo (*Continuous process*);
- Implantação fixa (*Project shop*);
- Oficina, sistema funcional ou implantação orientada à função/processo (*Job shop*);
- Linha de produção ou implantação orientada ao produto (*Flow shop*);
- Células de produção ou de tecnologia de grupo (*Linked-Cell Manufacturing System/Group Technology Cells*).

O processo contínuo é dedicado à produção por processo, i.e. de líquidos, gases, entre outros e em que no produto final não são visíveis os componentes que estiveram na origem deste produto. Devido às suas características, é o mais eficiente mas o menos flexível. Os restantes 4 sistemas são utilizados na produção discreta, i.e. produtos cujos componentes são identificáveis e resultam na produção de bens contáveis (Alves, 2007).

A implantação fixa é caracterizada pela inamovibilidade do bem a ser produzido, devido ao seu tamanho e peso (Black e Hunter, 2003). Um navio, uma ponte ou um avião são exemplos de bens produzidos usando uma implantação fixa. A quantidade produzida é por norma bastante baixa. Os componentes utilizados numa implantação fixa, são muitas vezes fornecidos por implantações orientadas ao processo (Black e Hunter, 2003).

Uma oficina, sistema funcional ou implantação orientada ao processo ou à função é caracterizada por uma grande variedade de produtos, máquinas flexíveis e um *layout* funcional. É indicada para a produção de bens com grande variabilidade, muitas vezes em lotes pequenos ou mesmo unitários. Devido à sua implantação, com máquinas e ferramentas alocadas sem respeitar a sequência do processo, apresenta, em comparação com outros sistemas produtivos, uma percentagem de tempo em que é efetivamente acrescentado valor muito baixa, devido aos desperdícios óbvios com deslocações, movimentações de materiais e esperas (Black e Hunter, 2003).

A implantação orientada ao produto, ou no sentido mais conhecido do termo, linha de produção, é a implantação tipo mais utilizada nos sistemas de produção em massa. O seu design, em que os



operadores e as máquinas a que estão alocados criam um fluxo linear que corresponde à sequência de processo, tem como objetivo a produção em quantidade elevada de bens. A variação de produtos é muito baixa, devido à especialização das máquinas e à inflexibilidade do fluxo, destinado a maximizar a produtividade e a diminuir os custos por item (Black e Hunter, 2003).

2.3.2. Vantagens e desvantagens das células de produção

As vantagens da implantação celular é uma temática abordada por vários autores. Na tabela 2 compilam-se as vantagens propostas por Black e Hunter (2003) e Greene e Sadowski (1984).

Tabela 2 – Vantagens da implementação das células de produção

Black e Hunter (2003)	Greene e Sadowski (1984)
Feedback mais rápido ao nível da qualidade entre as secções de fabrico e montagem	Redução na quantidade de ferramentas
Redução do manuseamento de materiais	Redução do manuseamento de materiais
Redução ou eliminação do tempo de <i>setup</i>	Redução no tempo de <i>setup</i>
Melhorias na monitorização, feedback, controlo de inventário e de qualidade	Redução no inventário entre processos
Fluxo de produtos mais rápido entre operações	Redução no tempo operativo por item
Redução na variação do tempo de ciclo (TC) e nas restrições no balanceamento de postos de trabalho	Aumento da formação e experiência do operador
Facilidade na implementação da automação	
Melhoria na capacidade e segurança do processo	

Greene e Sadowski (1984) listam o elevado investimento de capital e a reduzida utilização das máquinas como as principais desvantagens na implementação de células de produção. Hyer e Wemmerlov (2002) listam dois tipos de desvantagens: relacionadas com o produto/processo e com os operadores. As do primeiro tipo derivam da alocação de recursos a uma família, que impedem que esses recursos sejam utilizados em outras famílias de produtos, obrigando à duplicação de recursos. Os problemas de comunicação, a dependência da equipa para atingir o sucesso e o egoísmo na partilha de conhecimentos com outros operários constituem os tipos de problemas naturais do segundo tipo.

Ainda dentro das desvantagens, Irani (1999) indica a menor taxa de utilização das máquinas como o principal fator negativo em relação aos *layouts* funcionais. Refere ainda que no caso de avaria de uma das máquinas que impossibilite a célula de trabalhar, todos os recursos alocados à célula tornam-se inúteis.

2.3.3. Projeto detalhado de células de produção

O projeto detalhado de células de produção tem sido abordado por muitos autores, nomeadamente, Arvindeh e Irani (1994), Hyer e Wemmerlov (2002), Black e Hunter (2003), Alves (2007). Por exemplo, Arvindeh e Irani (1994) consideram que o projeto detalhado de células de produção envolve 4 atividades:



1. Agrupamento de máquinas e formação de famílias de produtos e componentes;
2. Duplicação de máquinas semelhantes ao longo das várias células de modo a minimizar os custos com movimentações intercelulares;
3. Definição do *layout* intracelular;
4. Definição do *layout* intercelular, minimizando as distâncias entre as várias células.

Também Black & Hunter (2003) identifica 4 atividades distintas que coincidem com as anteriores, separando a primeira das atividades em duas (famílias e agrupamento de máquinas) e não sendo considerada como atividade diferente a duplicação de máquinas. Em Alves (2007) são consideradas 5 atividades:

1. Formação famílias de produtos e/ou seleção de um produto;
2. Instanciação das células conceptuais;
3. Instanciação dos postos de trabalho;
4. Organização intracelular e controlo de cada célula;
5. Integração e coordenação do SPOP global e controlo do fluxo intercelular.

Esta divisão em 5 atividades procura separar o agrupamento de máquinas do agrupamento de pessoas (postos de trabalho), já que nas divisões anteriores isso está implícito na atividade de agrupamento de máquinas. A autora faz esta divisão por considerar o agrupamento de pessoas e atribuição de postos de trabalho numa tarefa que se pode tornar muito complicada devido à necessidade de recrutar pessoas que acreditem em células para o trabalho nestas e com as competências adequadas (tanto a nível de competências técnicas como competências de trabalho em equipa) (Alves et al., 2003; Oliveira & Alves, 2009). Tais competências também ajudarão a selecionar o modo operatório mais adequado para a célula. Alves (2007) refere os seguintes modos operatórios de células de produção:

- **Working Balance:** a carga manual é distribuída pelos diferentes operadores, afetando de forma permanente um número de tarefas ou operações, com tempos de processamento acumulados semelhantes;
- **Rabbit Chase:** cada operador executa todas as tarefas do processo produtivo, do início ao fim da linha, sem ultrapassar os outros operadores;
- **Toyota Sewing System:** os operadores são polivalentes nos postos adjacentes, partilhando as tarefas e passando o trabalho uns aos outros;
- **Baton-touch:** é semelhante ao *Toyota Sewing System*, com a diferença de que permite que os operadores atravessem a célula e na possibilidade de um dos operadores operar o primeiro e último posto da célula;



- **Bucket-brigades:** cada operador transporta o trabalho de posto para posto, até que o operador à sua frente assuma o controlo do trabalho, voltando o operador atrás para assumir o controlo do trabalho de outro operador, e assim sucessivamente.

Para as implantações é importante selecionar o tipo de configuração mais adequada. A implantação em U tem sido apontada com tendo mais vantagens (Black & Hunter, Miltenburg, 2001), sendo as mais referidas: um único operador é responsável pela entrada e saída da linha; as tarefas estão organizadas em estações que podem ser alcançados atravessando de um lado para o outro da linha; a atribuição de tarefas explora a geometria da linha de modo a manter ao mínimo as distâncias entre postos. Todas estas vantagens resultam em menor distâncias percorrida e menor tempo de deslocações.

2.3.4. Dificuldades na implementação de células de produção

Black e Hunter (2003) referem algumas dificuldades de implementação das CP. Estas dificuldades têm a particularidade de, na sua maioria, estarem relacionadas com a necessidade de uma mudança de atitude de todos os quadros da organização. Esta mudança de atitude reflete-se no/a:

- Consciencialização dos operadores e da gestão para a busca e resolução constante de problemas;
- Investimento em inovação nos processos, ao invés de apenas nos produtos;
- Integração de todos os trabalhadores no processo de decisão;
- Necessidade de compromisso e participação da gestão de topo.

Outras restrições na implementação geralmente apontadas são a perda de flexibilidade na sequência operativa ou a dificuldade na criação de famílias de produtos e células de produção respetivas.

2.4. Casos de implementação de sistemas Lean e de células de produção

A filosofia LP tem sido gradualmente implementada em várias organizações. Esta implementação está descrita em diversos exemplos de publicações de investigadores e profissionais nacionais e internacionais, nos mais diversos tipos de indústria apresentados de seguida.

Por exemplo, Shah e Ward (2003) apresentaram um estudo sobre a implementação de 22 práticas *Lean* agrupadas em 4 categorias: JIT, *Total Quality Management* (TQM), *Total Productive Maintenance* (TPM) e gestão dos recursos humanos e a sua relação com três fatores – idade da organização, dimensão da empresa e a sindicalização dos operários. Concluem no estudo que a implementação destas práticas são influenciadas pelos três fatores referidos, apesar de nem sempre esta influência ocorrer da mesma



forma. É também frisado pelos autores que os ganhos de performance são mais substanciais quando as práticas *Lean* são implementadas de forma agrupada.

Bamber e Dale (2000) realizaram um estudo da aplicação do LP num ambiente de manufatura tradicional. A aplicação não foi um êxito, devendo-se o insucesso na opinião dos autores ao progressivo abandono das práticas *Lean* implementadas devido à falta de sensibilização dos trabalhadores e gestores para os benefícios da filosofia LP - os desperdícios não eram vistos como tal e os processos normalizados eram respeitados com pouca frequência - e da resistência dos trabalhadores em ensinarem outros trabalhadores a fazer os seus trabalhos, devido aos programas de rescisão para redução de pessoal.

Pattanaik e Sharma (2009) elaboraram um estudo de caso acerca da implementação do LP em conjunto com uma disposição celular do *layout* numa indústria de componentes para armamento. A disposição celular implementada permitiu aumentar a percentagem de tempo de valor acrescentado em relação ao tempo total de 44% para 54%, diminuindo a percentagem de tempo de valor não-acrescentado necessário de 32,7% para 25,5% e do não-necessário de 23,3% para 20,5%. Foi também reduzido o *Takt Time* em cerca de 5 segundos (251 para 246) e as deslocações e movimentos em cerca de 7,5% (de 516 metros para 477 metros).

Além dos casos internacionais apresentados, já são muitas as empresas nacionais ou internacionais mas localizadas em Portugal que implementam *Lean*. Por exemplo, a empresa *Bosch* implementa *Lean* há muito tempo, tendo havido algumas publicações relacionadas com os projetos aí desenvolvidos, nomeadamente, Costa et al. (2008); Cardoso et al., (2008a, 2008b); Oliveira & Alves (2009) e Araújo & Alves (2012). Outros exemplos de outras empresas que também implementaram e continuam a implementar *Lean* podem ser vistos em Rocha et al. (2011), Carvalho et al. (2011), Bragança et al. (2013) e Costa et al. (2013).

Muitas das publicações referidas estão associadas a dissertações de mestrado da área da Engenharia Industrial onde a implementação de células e da filosofia LP é um tema recorrente. Algumas dissertações realizadas com este tema foram, por exemplo, a de Miranda (2010), Leite (2011) e Loureiro (2012).

Miranda (2010) procedeu ao estudo e implantação de células de produção e de ferramentas *Lean* numa organização de produção de dispositivos de corte e proteção elétricos que já possuía o LP enraizado na sua génese, sendo por isso um caso semelhante ao abordado neste projeto. No seu projeto de dissertação, Miranda (2010) reconfigurou a linha em células de montagem para o produto cuja produção tinha sido reduzida. Com este projeto reduziu o número de centros de trabalho, bem como redução da área de implantação para metade em relação à situação inicial. Com a nova configuração da implantação foram também reduzidos os tempos de transporte, lead time e foi conseguido um acréscimo na produtividade de 5390 produtos.



No ano de 2011, Leite (2011) reconfigurou um sistema de produção tradicional na *Gewiss Portugal*, projeto que antecedeu este projeto em termos da evolução do esforço da *Gewiss Portugal* em adaptar todas as suas secções produtivas à filosofia *Lean*. O sistema de linhas de montagem foi alterado para um sistema de quatro células de fabrico, obtendo uma redução de 29m² na área de implantação (redução de cerca de 30%). Conseguiram-se também reduções significativas no *Lead Time* das bobinas constituintes do produto final (redução de 21 dias para cerca de um 1 dia) e um aumento na quantidade produzida diariamente (de 450 para 550 dispositivos com o mesmo número de operadoras).

Loureiro (2012) elaborou um projeto de reconfiguração de linhas de produção em células no setor produtivo dos disjuntores tetrapolares na empresa GE onde Miranda (2010) tinha já realizado um trabalho de reconfiguração em células mas para um produto diferente. Além da reconfiguração, foram também implementadas diversas técnicas e ferramentas *Lean*. No final, Loureiro (2012) conseguiu um aumento da produtividade da linha de 4,9 peças/horas.homem para 6,1 peças/horas.homem e uma redução do WIP de 32 peças para 5,2 peças.

Alves et al. (2011) realizaram um estudo acerca de projetos de implementação *Lean* por parte de alunos no âmbito da dissertação de Mestrado em várias indústrias do Norte do país. Este estudo, que abrangeu o período 2001-2010, analisou projetos realizados em 18 organizações diferentes, a maioria das quais ligadas ao setor automóvel. Ao longo deste período, a técnica *Lean* de diagnóstico mais utilizada nestes projetos foi o VSM. As ferramentas mais implementadas, foram, por onde decrescente: *Kanban*, reconfiguração do *layout*, implementação de um sistema *Pull*, *Kaizen*, programa 5S, SMED, VSM (estas 7 representaram 70% das técnicas implementadas), Gestão Visual, *Heijunka*, Logística *Lean*, *Standardized Work*, entre outros.

De todos os benefícios resultantes da aplicação destas técnicas e ferramentas, os mais comuns são a redução no WIP, redução no espaço da implantação, redução de movimentos e deslocações, aumento da produtividade e simplificação do fluxo operativo.



3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa onde foi realizada este projeto, nomeadamente a sua identificação, localização e estrutura organizacional. É também dada a conhecer uma breve história do grupo a que a empresa pertence a nível internacional, bem como dos valores que regem a organização.

3.1. Identificação e localização

A empresa onde foi realizado este projeto designa-se por *Gewiss Portugal* e localiza-se na Zona Industrial nº 2 da freguesia de Bustelo, Penafiel, ocupando uma área de cerca de 4.800 m². A empresa dedica-se à produção de dispositivos de corte e proteção elétricos, tanto residenciais, como industriais. Atualmente emprega cerca de 200 colaboradores, sendo que cerca de 75% destes são parte integrante dos quadros da empresa há mais de 10 anos.



Figura 9 - Fachada da Gewiss Portugal

3.2. História e evolução da empresa

A *Gewiss* foi fundada em 1970 (Figura 10) por Domenico Bosatelli. Na Figura 10 é apresentado um cronograma de alguns dos marcos da *Gewiss* ao longo da sua história.

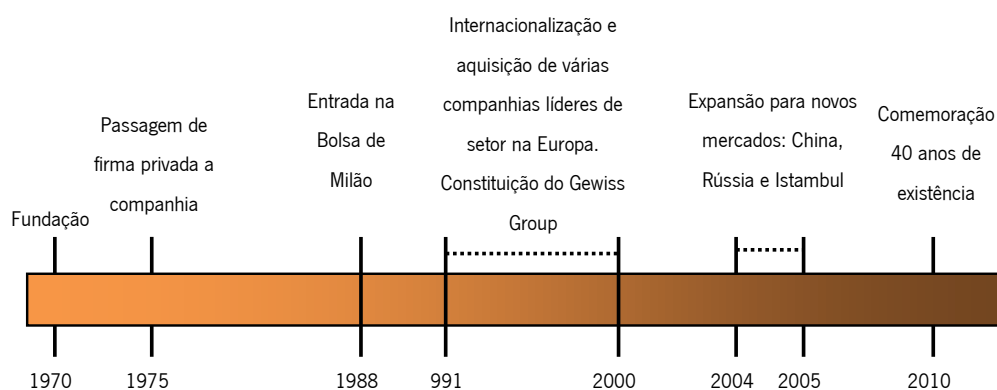


Figura 10 – Cronologia da evolução da Gewiss



Desde o início que a filosofia para o crescimento da empresa foi 'Desenvolvimento como um fator constante da Gestão'. O objetivo de estar presente num mercado global, foi baseado em duas linhas mestras: inovação e qualidade.

A sede da *Gewiss* bem como o meu maior centro produtivo e tecnológico situa-se na cidade italiana de Bergamo. Atualmente emprega mais de 1600 trabalhadores em todo o mundo e possui um catálogo de produtos com mais de 15 mil itens. O logotipo da empresa apresenta-se na Figura 11.



Figura 11 – Logotipo do grupo Gewiss

3.2.1. Valores do grupo

A *Gewiss* possui um grupo de valores, transversais a todas as empresas do grupo, que constituem a base do '*modus operandi*' dos trabalhadores em qualquer situação. Valores que são:

1. Atenção ao produto como conjunto de componentes com diferentes propriedades. A proteção da marca registada como sinónimo da segurança e qualidade dos produtos e da empresa;
2. Foco nos requisitos e expectativas de cada cliente, traduzindo-os em requisitos dos produtos e serviços com vista à satisfação total dos produtos que a *Gewiss* oferece;
3. Procura constante da melhoria da eficiência e eficácia dos processos através da máxima 'Custos não produzem valor' e do uso eficiente de recursos; compromisso constante com o aperfeiçoamento; estabelecimento de objetivos mensuráveis; planeamento das atividades consequentes; cumprimentos dos prazos, comparando os resultados com os objetivos fixados;
4. Respeito rigoroso pelas leis e pelo código de conduta da empresa e adoção, quando possível, de parâmetros mais restritos para a proteção do ambiente e para a segurança do local de trabalho; a prevenção da poluição, através da atualização das práticas operativas, à luz do progresso tecnológico;
5. Compromisso de todos os trabalhadores em agir de forma responsável relativamente à Qualidade e ao Ambiente.

3.2.2. Certificação e normas de Qualidade e Ambiente

A *Gewiss* possui os seguintes certificados de cumprimento das normas internacionais:



- ✓ ISO 9001 desde 1993;
- ✓ ISO 9001:2000 desde 13 de Dezembro de 2002 (extensível também às delegações de Portugal, Alemanha, França e Espanha);
- ✓ ISO 14001 desde 28 de Julho de 1998;
- ✓ ISO 14001:2004;

3.3. A Gewiss em Portugal

As atuais instalações da *Gewiss Portugal*, na Zona Industrial nº 2 de Penafiel, surgiram em Março de 1991 com a criação da *Schupa Eléctrica, Lda.* da empresa alemã *Schupa Elektro GmbH + Co. KG*. A *Schupa* iniciou produção em 1993 na área da produção de interruptores diferenciais. A partir de 1995 passa a produzir também vários aparelhos modelares de comando, corte e protecção.

Em 1999, a *Gewiss S.P.A.*, através do seu plano de internacionalização europeia, adquire a *Schupa*, passando esta a chamar-se *Gewiss Portugal – Indústria de Material Eléctrico, Unipessoal, Lda.*. A partir deste momento, a produção da empresa concentrou-se em produtos do catálogo da marca *Gewiss*. A *Gewiss Portugal* está certificada pela norma ISO 9001:2000 desde 2001.

3.3.1. Projeto Gewiss ON

Em 2007, a elevada concorrência no mercado dos sistemas de corte e protecção eléctricos e a consolidação das atividades da congénere *Gewiss China*, tornaram essencial que a *Gewiss Portugal* (GP) procurasse uma nova forma de aumentar a sua competitividade, procurando uma elevada capacidade de resposta que permitisse a produção de pequenos lotes de elevada diversidade, bem como o aumento da produtividade, da qualidade e da redução de stocks. Surgiu assim, o programa *Gewiss ON* que se tornou o símbolo da implementação do *Lean Thinking* na organização.



Figura 12 – Logotipo do programa *Gewiss ON*

Este programa tem sido implementado de forma progressiva nas secções produtivas. Até ao momento 5 das 9 linhas de produção atualmente existentes foram reconfiguradas em células e passaram a operar segundo um conjunto de práticas *Lean*: 5S, Gestão Visual, TPM, *Heijunka*, sistema *Pull*, *Kanban* e *Poka-Yoke*. O setor do MT-HP será o sexto a sofrer a implementação do programa *Gewiss ON*.



Além da implementação do programa nos setores produtivos, o *Gewiss ON* está presente nos outros departamentos da empresa: a organização das áreas de trabalho de todos os colaboradores, a redução e eliminação de desperdícios e burocracia e a definição de procedimentos normalizados.

3.4. Estrutura organizacional

A *Gewiss Portugal* está dividida em duas grandes áreas: AFC (Administração, Finanças e Contabilidade) e MAN (Manufatura). O departamento AFC é o responsável pela administração da empresa, cabendo ao MAN todas as atividades relacionadas com a produção industrial. O MAN agrega os departamentos de Engenharia, Produção, Logística, Desenvolvimento Industrial e Qualidade e Desenvolvimento. Ao longo da execução deste projeto, o autor esteve integrado no Departamento de Desenvolvimento Industrial.

A Figura 13 revela um organigrama com a representação dos diversos departamentos na estrutura da *Gewiss Portugal*.

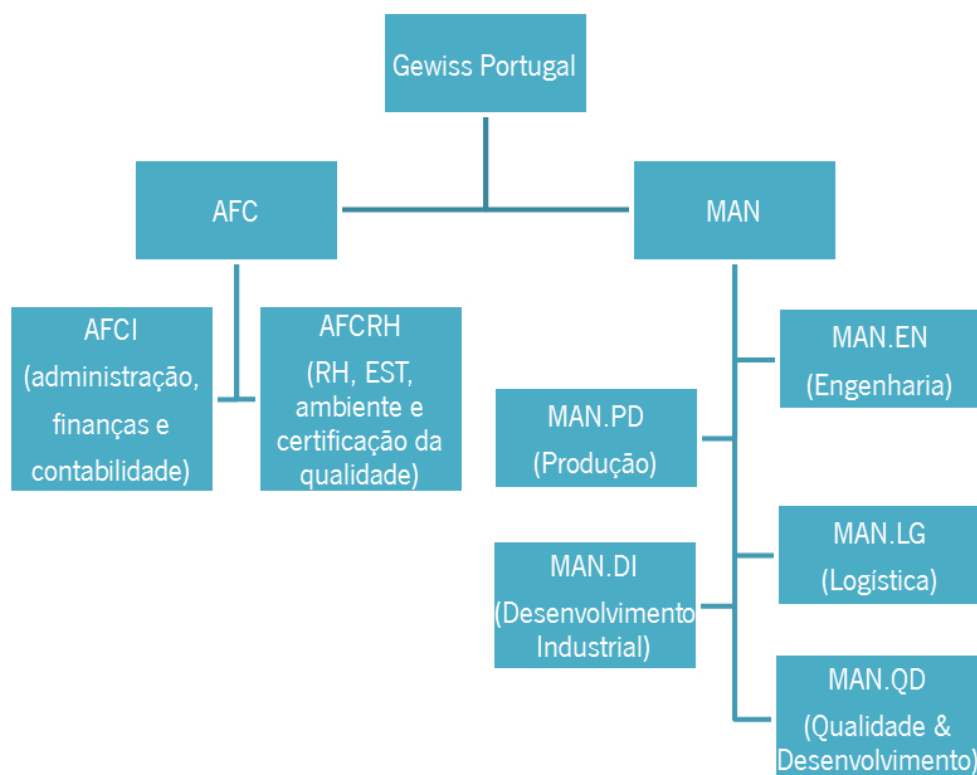


Figura 13 – Organigrama da estrutura da *Gewiss Portugal*

3.5. Produtos, mercado e receitas

Do catálogo de produtos que o Grupo *Gewiss* comercializa, existem 4 tipos de grupos de produtos que são produzidos na GP:



- Disjuntores magneto-térmicos;
- Disjuntores diferenciais;
- Disjuntor RESTART;
- Interruptores diferenciais;

Os disjuntores magneto-térmicos são recomendados para a proteção de instalações elétricas de sobrecargas e circuitos. Esta proteção é feita ou por meio de um atuador térmico ou magnético. Deste grupo são exemplos os dispositivos MT, MT-HP ou *Minimatic*.

Os disjuntores diferenciais acrescentam aos magneto-térmicos a capacidade de proteger pessoas, animais ou objetos de choques elétricos. O MDC é um exemplo de um disjuntor diferencial e é o produto que constitui mais peso na faturação total da GP.

O RESTART é um disjuntor com a característica de rearmar automaticamente o circuito caso as condições de segurança o permitam. Isto é, na existência de um corte de corrente deixa de ser necessária a intervenção humana para colocar o circuito a funcionar novamente, pois o RESTART trata de testar o circuito e rearmá-lo assim que for seguro.

A Figura 14 mostra um exemplo de dois desses produtos:



Figura 14 – Exemplo de dois produtos Gewiss: o RESTART e um interruptor diferencial

Finalmente, e fora da classe dos disjuntores, são produzidos interruptores diferenciais que têm a missão de proteger qualquer interveniente externo de choques elétricos (S2/20 na Figura 14).

Todos estes produtos têm um único cliente, a *Gewiss Società Per Azioni* (S.P.A.) em Itália. Porém, uma pequena fatia dos bens produzidos não é de marca Gewiss, mas sim de outras marcas como a *Schneider* ou a *Proteus*, que a *Gewiss* italiana trata de expedir.

De 2006 a 2010 o volume de faturação da GP oscilou entre os 18M€ e os 21M€ (Figura 15).

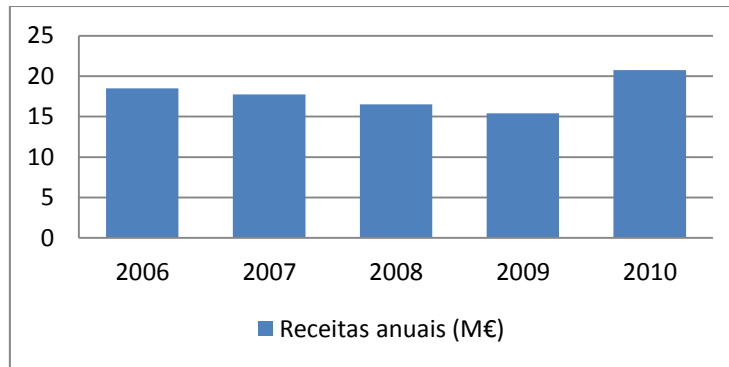


Figura 15 – Volume de receitas da Gewiss Portugal

3.6. Descrição geral do sistema produtivo

O sistema produtivo da GP está focado na montagem, embalagem e testes dos seus produtos, cabendo o fabrico dos componentes utilizados na sua maioria a empresas subcontratadas ou a outras empresas do grupo *Gewiss*. Assim, a implantação produtiva da GP, pode ser dividida em 3 grandes áreas: 1) linhas e células de montagem de dispositivos de corte e proteção elétrica; 2) linhas de montagem de bobinas e 3) armazém. A localização das diversas linhas de montagem e células no sistema produtivo da GP está assinalada na Figura 16 assim como outras áreas de apoio.

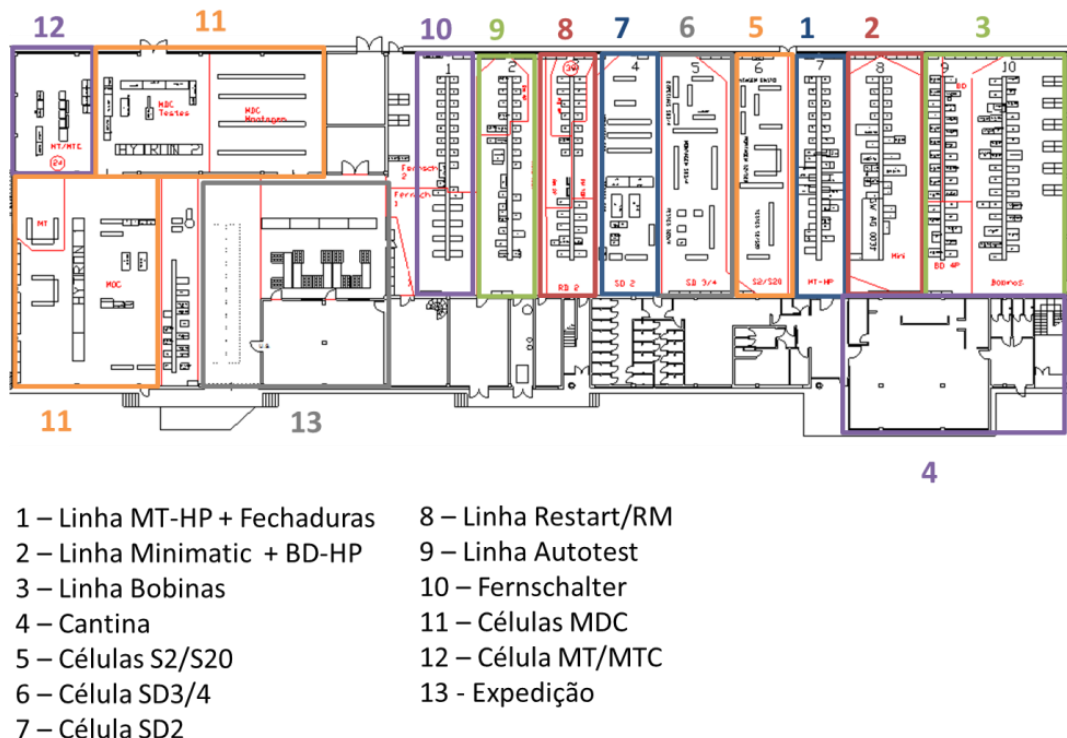


Figura 16 - Layout da nave da Gewiss Portugal



3.6.1. Linhas e células de montagem de produto final

Dedicadas à produção de produtos finais, existem atualmente na empresa 5 sistemas de células de montagem (MDC, MT, SD2P, SD3/4 e S2/20) e 3 linhas de montagem (*Minimatic*, *Fernschalter* e *Restart/RM/Autotest*). Nestas linhas e células realizam-se as operações de montagem, testes e embalagem dos produtos.



Figura 17 – Exemplo das diversas secções produtivas (Secção do SD2 em destaque)

Enquanto as operações de testes e embalagens são realizadas totalmente na GP, o grau de operações de montagem que é realizado nestas secções varia consoante a família de produtos: dispositivos como o RESTART ou o SD2 (Figura 17) são montados por completo na secção respetiva, enquanto dispositivos como MT apenas realizam a montagem final na GP, estando a maioria das operações de montagem a cargos de subcontratados.

3.6.2. Linha de produção de bobinas

A linha de produção de bobinas (Figura 18) diferencia-se das secções produtivas explicadas acima pois é dedicada ao fabrico de componentes utilizados nas outras secções para a montagem dos produtos (Figura 17). O abastecimento de bobinas às secções produtivas é feito através da utilização de um comboio logístico.



Figura 18 – Linha de produção das bobinas



3.6.3. Armazém

O armazém é responsável pela receção, armazenamento e abastecimento dos materiais às secções produtivas, pela recolha e expedição do produto final e pelo transporte de materiais entre a linha de bobinas e as secções onde estes itens são utilizados (Figura 19a). Todas estas operações são realizadas através da utilização do comboio logístico (Figura 19b) ou de empilhadores, no caso da recolha do produto final.



a)

b)

Figura 19 – Armazém e comboio logístico



4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL DA LINHA DO MT-HP

Este capítulo descreve a situação atual da linha de montagem do produto MT-HP onde foi realizado este projeto. Posteriormente são identificados os problemas através de um diagnóstico e análise crítica da situação atual da linha. Para isso, nos primeiros dias, o autor deste projeto contactou com as particularidades da produção dos dispositivos MT-HP, bem como aprendeu a reconhecer as diferenças em relação a outros disjuntores, com a ajuda dos diversos colaboradores da empresa. Depois de assimiladas as funcionalidades específicas do produto, o autor apostou na observação direta do processo específico da secção do MT-HP. Este reconhecimento baseou-se na observação diária no local, no contato e diálogo com as operadoras e os restantes colaboradores da empresa e na análise de documentação da empresa. Periodicamente foram sendo realizadas reuniões da equipa envolvida no projeto (*Gewiss OM*) de modo a dar a conhecer a todos os envolvidos, os avanços no mapeamento das particularidades e problemas do sistema.

4.1. Características do produto e do mercado

Os dispositivos MT-HP são um tipo de disjuntor exclusivamente montado na linha de montagem com o mesmo nome. Atualmente existem 48 tipologias/variantes diferentes de MT-HP. Estas versões variam em 4 características:

- Número de polos que constituem o MT-HP (1, 2, 3 ou 4);
- Poder de corte (16kA ou 25 kA);
- Intensidade da Corrente (20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 63A, 80A, 100A e 125A);
- Curva de disparo (curva C ou curva D);

A Figura 20 mostra dois dispositivos MT-HP diferentes no número de polos: 1 e 3 polos.



Figura 20 – Exemplo de dois MT-HP: de 1 polo e de 3 polos



Um dispositivo MT-HP pode ter um ou mais polos (até 4). Estes podem ser projetados para um poder de corte de 25kA ou 16kA. Os de 25 kA são sempre de curva de disparo C e podem ter uma intensidade de corrente de 20A a 63A. Os de 16 kA podem ser de curva de disparo C (80A a 125A) e curva de disparo D (63A a 100A).

A única diferença palpável e visível num MT-HP acabado está relacionada com o número de polos que o constituem. As restantes características são relacionadas com materiais de construção internos. Assim, para cada um dos 4 tamanhos de MT-HP, temos 12 tipologias/variantes: 6 associadas a um poder de corte de 25kA e outras 6 associadas a um poder de corte de 16kA, como se pode observar na Figura 21.



Figura 21 – Hierarquia e Distribuição das tipologias MT-HP

Devido às suas especificações, especialmente nas amperagens mais elevadas, o MT-HP é indicado para uso em ambientes industriais ou serviços comerciais/institucionais de elevada capacidade.

Tal como as outras famílias de produtos, a produção de MT-HP na GP destina-se exclusivamente a um único cliente, a casa mãe em Itália que é a responsável pela distribuição pelos outros potenciais clientes. A produção das quantidades por variante de MT-HP depende das encomendas pedidas pela *Gewiss S. P. A.*, cifrando-se a produção à data de início deste projeto nos 120 polos diários (na GP os lançamentos de ordens de produção são sempre efetuados tendo por base o número de polos e não o de dispositivos).

4.2. Componentes do MT-HP

Os componentes utilizados na montagem dos aparelhos na linha MT-HP podem ser divididos em grupos:

- Componentes utilizados na montagem das várias tipologias do aparelho: 29 códigos;
- Componentes utilizados na embalagem das várias tipologias do aparelho: 16 códigos;
- Tampografias: 48 códigos (uma tampografia por tipologia).

A Tabela 3 lista os componentes, 29 no total, utilizados na montagem do MT-HP.



Tabela 3 - Componentes utilizados na montagem do MT-HP

Nº	Código	Nome	Descrição	Quantidade por disjuntor
1	5851039	RIVET 1P MT-HP-125 RV.A2	Rebite 1P	3
2	58510405	RIVET 2P MT-HP-125 RV.A2	Rebite 2P	3
3	58510413	RIVET 3P MT-HP-125 RV.A2	Rebite 3P	3
4	58510421	RIVET 4P MT-HP-125 RV.A2	Rebite 4P	3
5	64270689	TEFLON DRAGGING LEVER PIVOT	Leva	2P - 1; 3P - 2; 4P - 3
6	54216080	HANDLE COVER 1P MT-HP	Coprimaniglia 1P	1
7	54216098	HANDLE COVER 2P MT-HP	Coprimaniglia 2P	1
8	54226048	HANDLE COVER MT-125 HP 3P	Coprimaniglia 3P	1
9	54226055	HANDLE COVER MT 125 HP 4P	Coprimaniglia 4P	1
10	54216742	HANDLE BAR 3P MT-HP-125	Veio 3P	1
11	54216759	HANDLE BAR 4P MT-HP-125	Veio 4P	1
12	54216049	TERMINAL-COVER MT-HP 125	Tapa Borne	1P - 2; 2P - 4; 3P - 6; 4P - 8
13	54210356	DIN RAIL HOOK MTC-MDC-MT RV.H	Mola DIN	1P - 2; 2P - 2; 3P - 4; 4P - 4
14	54215660	KEY MT 1P. RV.B	Janela 1P	1
15	54215678	KEY MT 63A RV.C	Janela 63-125	1
16	54215686	KEY MT 25A RV.C	Janela 25-50	1
17	54216379	HOLE COVER TERMINAL MT-HP-125	Copriforo	1P - 2; 2P - 4; 3P - 6; 4P - 8
18	54216403	SMALL PLATE CLIP 125A MT-HP-125	Anilha Borne	1P - 2; 2P - 4; 3P - 6; 4P - 8
19	58212424	TERMINAL SCREW 125A MT-HP-125	Parafuso Borne	1P - 2; 2P - 4; 3P - 6; 4P - 8
20	54216395	TERMINAL 125A MT-HP 125	Cubo	1P - 2; 2P - 4; 3P - 6; 4P - 8
21	54216239	DATASET GLASS 1P MT-HP-125 R/A	Vitrino 1P	1
22	54210554	GLASS BADGE SEAT TRANSP.3M MT-MDC RV.A2	Vitrino 2P/4P	2P - 1; 4P - 2
23	54216254	DATASET GLASS 3P MT-HP-125 R/A	Vitrino 3P	1
24	54216189	CASE TAG HOLDER 1P MT-HP 125 RV.C-D	Borracha 1P	1
25	54216197	CASE TAG HOLDER 2P MT-HP 125 RV.C-D	Borracha 2P/4P	2P - 1; 4P - 2
26	54216205	CASE TAG HOLDER 3P MT-HP 125 RV.C-D	Borracha 3P	1
27	38021465	PRE-CUT TAG ROL MTHP 76,3mm	Fita 3P	1
28	38021440	PRE-CUT TAG ROL MDC-MTHP 50mm	Fita 2P/4P	2P - 1; 4P - 2
29	38021424	PRE-CUT TAG ROL MTHP 23,5mm	Fita 1P	1

A Figura 22 mostra uma imagem de todos os componentes, identificados pelo mesmo número que o da Tabela 3.



Figura 22 - Componentes montados na linha MT-HP

Além dos componentes que fazem parte da constituição de um aparelho MT-HP, existem os itens utilizados na sua embalagem, listados na Tabela 4.



Tabela 4 – Itens utilizados na embalagem do MT-HP

Nº	Código	Nome	Descrição
30	78025285	SHIPPING PACKAGE TA 12	Embalagem Exterior 4P
31	78025277	SHIPPING PACKAGE TA 11	Embalagem Exterior 3P
32	78025293	SHIPPING PACKAGE TA 13	Embalagem Exterior 2P
33	78016284	SHIPPING PACKAGE TA 1	Embalagem Exterior 1P
34	78025251	INTERMEDIATE PACKAGE CA12	Embalagem Individual 4P
35	78025244	INTERMEDIATE PACKAGE CA11	Embalagem Individual 3P
36	78025269	INTERMEDIATE PACKAGE CA13	Embalagem Individual 2P
37	78016367	INTERMEDIATE PACKAGE CA 2	Embalagem Individual 1P
38	74287897	FOGLIO ISTRUZIONI MT HP 3*ED.	Manual de Instruções
39	78020013	POLISHED METALLIC POINT MM 12X6	Agrafó Embalagem
40	78013364	GEWISS CONTENTS SLIP	Cupão de Controlo
41	74232687	MTHP PROTECTIVE HEAD	Esferovite
42	78011525	PLASTIC BAG SA 46 DIM 90X120 SP.0,03	Saco plástico
43	54216056	LINE SEPARATOR MT-HP-125 RV.B-C	Borracha
44	58212630	SCREW WASHER MT-HP-125 RV.B	Parafuso Kit
45	54216684	CRIMPING SERRATION PLATE MT-HP 125 RV.E	Anilha Kit

A Figura 23 reúne imagens de todos esses itens.

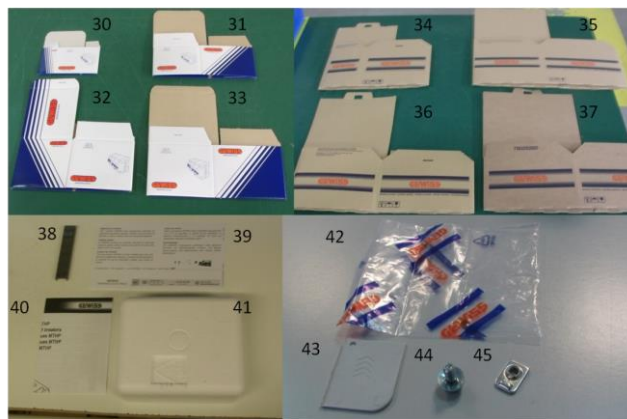


Figura 23 – Itens utilizados na embalagem

As tampografias são o componente que permite identificar a tipologia de um MT-HP. Existe uma tampografia diferente para cada tipologia, variando o tamanho da tampografias caso seja 1, 2, 3 ou 4 polos (Figura 24).



Figura 24 – Exemplos de tampografias 1, 2, 3 e 4 polos

O canto superior esquerdo (Figura 24) da tampografia indica a intensidade de corrente para a qual o aparelho está preparado e o número de cavidades indica a quantidade de polos da tipologia.



4.3. Implantação e fluxo de materiais da linha

No início deste projeto, a implantação produtiva do MT-HP (Figura 25) contava com uma área ocupada total de 46,44m², além de um supermercado de componentes dedicados que ocupava uma área de 1,1m². Nesta linha trabalhava apenas uma operadora realizando todas as operações necessárias nos diferentes postos de trabalho.



Figura 25 - Linha produtiva do MT-HP

Esta linha encontra-se representada através de um modelo 3D na Figura 26 e Tabela 5 onde se pode ver que esta tem um comprimento de 8,6 metros (m) e uma largura de 5,4 m, ocupando assim uma área de aproximadamente 46,44 m².

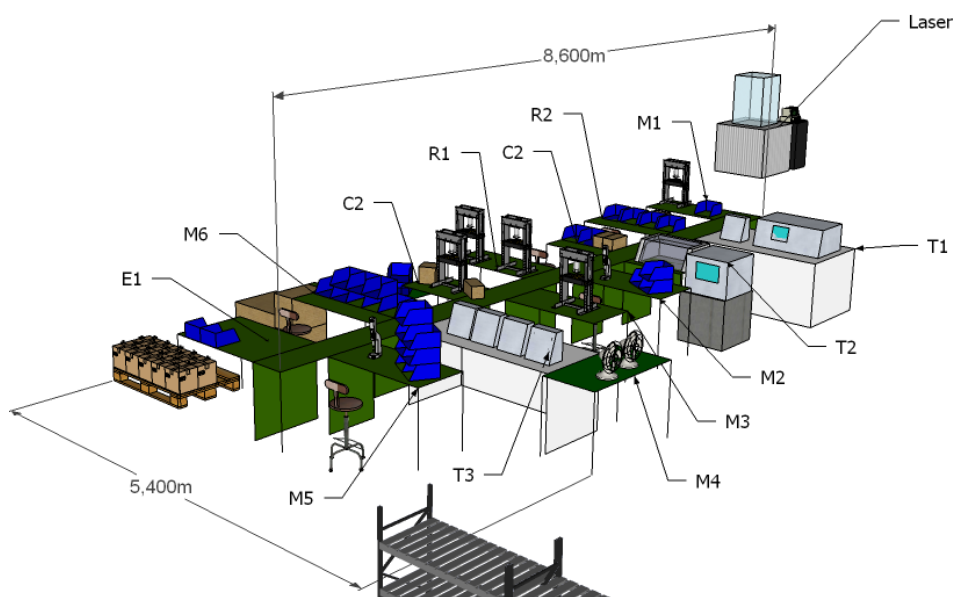


Figura 26 – Modelo 3D da secção produtiva do MT-HP



Tabela 5 – Legenda dos PT e das figuras da Figura 26

Legenda dos PT		Legenda das Figuras	
M1 – Cravação de MT-HP 1P e 2P	T2 – Teste de Alta-Tensão		Componentes: usados na montagem do MT-HP. O ícone castanho indica componentes consumidos diretamente de caixas de cartão e o ícone azul representa os componentes consumidos de contentores.
M2 – Acoplar Polos	T3 – Teste Térmico		
M3 – Cravação de MT-HP 3P e 4P	E1 – Embalagem		Prensa pneumática: Um dos dois sub-grupos de máquinas manuais do MT-HP. Utiliza a pressão do ar para realizar diversas operações de prensagem ou montagem.
M4 – Arrefecimento	C1 – Preparação dos Kits		
M5 – Ajuste, molas e botão	C2 – Montagem dos Bornes		Prensa manual: Difere da prensa pneumática pela sua portabilidade e por ser de ação manual, através de uma alavanca.
M6 – Pré-Embalagem	R1 – Separação dos Polos		
T1 – Teste Magnético	R2 – Reparação MCB		Ventoinha: Utilizada para arrefecimento dos dispositivos MT-HP




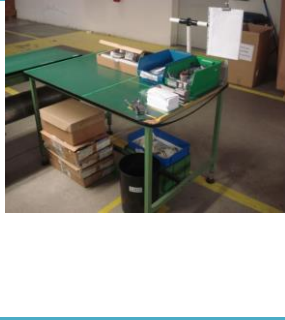
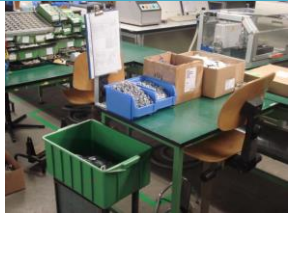




4.3.1. Postos de trabalho

Na Tabela 6 são apresentados e descritos os postos de trabalho (PT) existentes na linha MT-HP. A cada posto está atribuído o código identificativo utilizado na Figura 26, bem como o nome pelo qual é referido na GP.

Tabela 6 – Posto de Trabalho (PT) do layout do MT-HP

PT	Foto do PT	PT	Foto do PT
M1 – Cravação de MT-HP 1 Polo e 2 Polos. Posto de trabalho com uma máquina de cravar – prensa pneumática. Tipo de operação manual.		M2 – Acoplar Polos. Posto de trabalho com uma máquina de acoplar Polos – Prensa manual. Tipo de operação manual. Destina-se a acoplar os Polos para o MT-HP 2, 3 e 4 Polos.	
M3 – Cravação de MT-HP 3Polos e 4Polos. Posto de trabalho com uma máquina de cravar. Tipo de operação manual.		M4 – Arrefecimento. Posto onde é realizado o arrefecimento dos MT-HP após o Teste Térmico, com a ajuda de duas ventoinhas.	
M5 – Ajuste, molas e botão. É realizado o ajuste por voltas após o Teste Térmico, bem como a montagem das molas e botão e o lacre dos parafusos. Inclui uma prensa manual para cravação do veio do MT-HP 3P e 4P.		M6 – Pré-Embalagem. Posto onde é realizada a última montagem de componentes antes da Embalagem do aparelho. É também realizado um último teste de continuidade com a ajuda de um multímetro.	



<p>T1 – Teste Magnético. Tipo de operação manual. Testa individualmente todos os Polos que constituem o input do sistema</p>		<p>T2 – Teste de Alta-Tensão. Tipo de operação manual. Testa em lotes de até 5 unidades, todos os Polos que constituem o input do sistema.</p>	
<p>T3 – Teste Térmico. Tipo de operação manual. Testa até 4 dispositivos MT-HP simultaneamente. Antes de efetuado o teste, é realizado um ajuste mecânico no parafuso de cada um dos aparelhos para certificar que o bimetal se encontra na posição correta.</p>		<p>E1 – Embalagem. Posto onde são embaladas e expedidas os aparelhos MT-HP.</p>	
<p>C1 – Preparação dos Kits. Posto onde são preparados os Kits que serão incluídos no final na embalagem do produto. É preparado e embalado um Kit por cada polo existente no MT-HP produzido</p>		<p>C2 – Montagem dos Bornes. Posto onde são montados os bornes que serão utilizados no posto de Pré-Embalagem. São montados 2 bornes por cada polo existente no MT-HP que é produzido.</p>	
<p>R1 – Separação dos Polos. PT com duas máquinas de descravar Polos (1P/2P e 3P/4P). Quando necessária a realização de retrabalho num MT-HP, os Polos são descraçados neste PT para que possam ser reparados no PT R2.</p>		<p>R2 – Reparação MCB. Posto onde é realizado o retrabalho de todos os polos defeituosos, quer seja por não terem passado os testes, quer seja por possuírem danos exteriores (por exemplo, tampa partida)</p>	
<p>L1 – Laser. Posto comum a várias secções produtivas da Gewiss que se encontra distanciado da secção produtiva do MT-HP.</p>			

4.3.2. Fluxo de materiais na linha

A matéria-prima inicial da secção MT-HP são os polos enviados pela empresa subcontratada. Estes polos são testados, acoplados e recebem os componentes finais até constituírem um dispositivo MT-HP. O processo de montagem de um dispositivo MT-HP a partir dos polos enviados pelo subcontratado difere consoante as características do produto final: número de polos, intensidade de corrente e poder de corte. No entanto, apenas o número de polos influencia o fluxo físico dos materiais. Nesta secção são apresentados os fluxos de materiais de 1, 2 e 3/4 Polos: MT-HP 1P; MT-HP 2P e 3P e 4P.



4.3.2.1. Fluxo do MT-HP 1P

O MT-HP 1P (setas verdes da Figura 27) inicia o seu percurso no posto M1 onde realiza a operação de cravação dos polos. Os polos são cravados usando 3 rebites (componente nº 1 da Figura 22) adicionais aos 2 já enviados (e cravados) a partir do subcontratado. Após esta operação, são realizados os Testes Magnético (T1) e de Alta-Tensão (T2). O transporte dos materiais entre o posto M1 e o posto de testes é feito sobre o tapete, enquanto a operadora dá a volta completa à linha. Isto acontece pois o tapete central é contínuo da secção produtiva das fechaduras, impedindo a passagem a pessoas. O diagrama de análise de processo da Figura 28 mostra as principais atividades para a montagem do MT-HP 1P, incluindo as operações e controlos e os tempos destas atividades existentes na empresa. Os tempos foram obtidos através da medição de tempos por parte do autor.

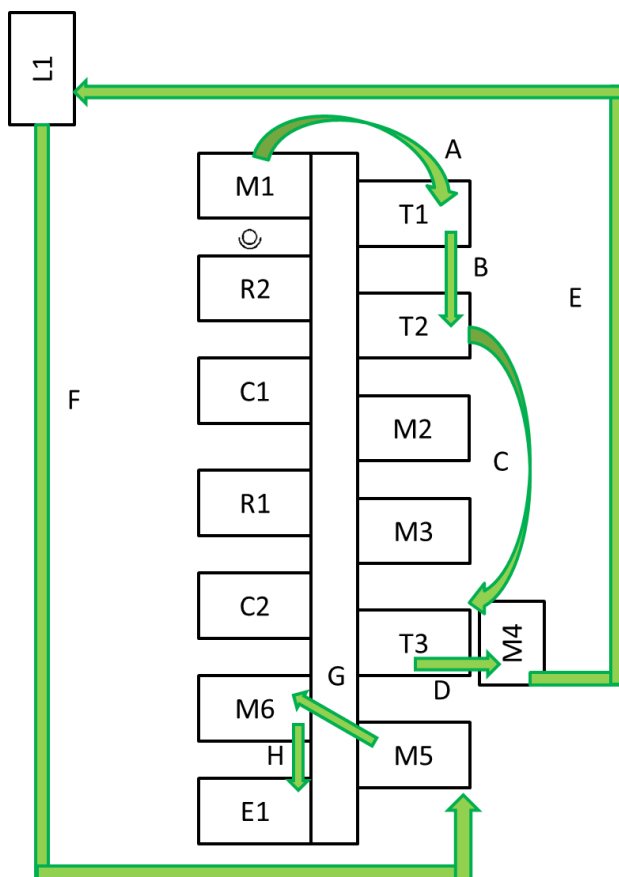


Figura 27 - Fluxo de materiais do MT-HP 1P

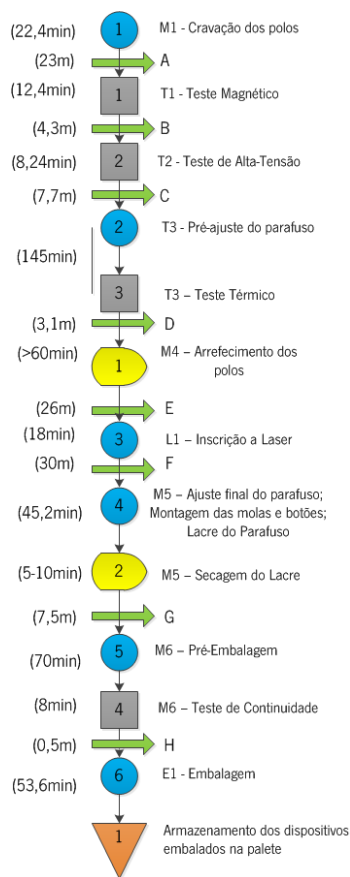


Figura 28 - Diagrama de análise de processo do MT-HP 1P

O Teste Térmico (T3) provoca a expansão do bimetal dos aparelhos. Assim, estes aparelhos são colocados a arrefecer nunca menos de uma hora no posto M4, com a ajuda de duas ventoinhas.

Quando arrefecidos, são transportados para o posto L1 para efetuar a inscrição a laser. No fim da inscrição, são transportados para o posto M5 onde são processados. A lacragem do parafuso obriga à



sua secagem, durante um período de 5 a 10 minutos. Ao fim deste período, são realizadas finalmente as operações de Pré-Embalagem e de Embalagem nos postos M6 e E1.

Resumindo, o fluxo deste tipo de disjuntor incluía 6 operações, 8 transportes, 4 controlos e 2 esperas e uma armazenagem permanente, num total de 452,84 minutos, i.e., 7,55 horas e 102,1 metros percorridos pelo disjuntor.

4.3.2.2. Fluxo do MT-HP 2P

O MT-HP 2 Polos (setas laranjas da Figura 29) inicia o seu percurso na linha MT-HP no teste T1 e T2. Após os testes, os polos individuais são acoplados no posto M2 e cravados no posto M1. O transporte dos materiais entre o posto M1 e M2 é feito manualmente pela operadora. O diagrama de análise de processo da Figura 30 mostra as principais atividades para a montagem do MT-HP 2P, incluindo as operações e controlos.

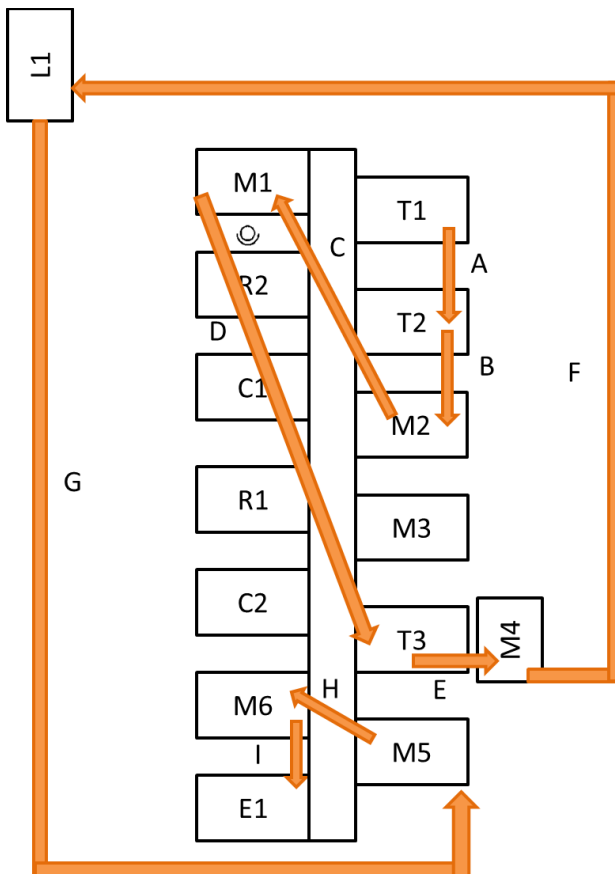


Figura 29 – Fluxo de materiais do MT-HP 2P

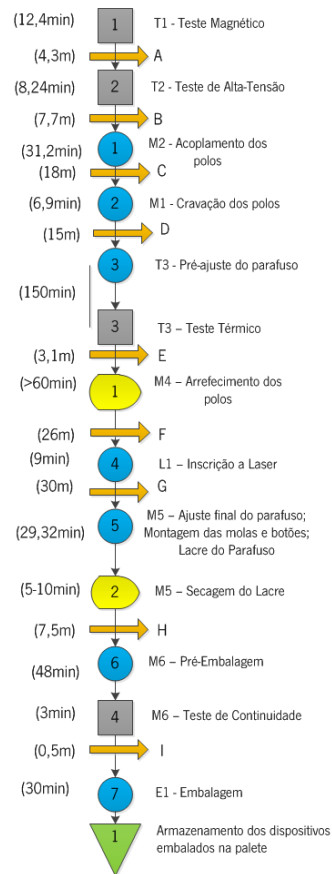


Figura 30 – Diagrama de processo do MT-HP 2P

Após cravados, os aparelhos são transportados novamente por via manual até ao Teste Térmico. Entre os postos T3 e o posto E1, o fluxo físico dos materiais é semelhante ao de um MT-HP 1Polo.



Concluindo para este disjuntor o fluxo incluía 7 operações, 9 transportes, 4 controlos e 2 esperas e uma armazenagem permanente, num total de 398,06 minutos, i.e., 6,63 horas e 112,1 metros percorridos pelo disjuntor.

4.3.2.3. Fluxo do MT-HP 3P e 4P

Os MT-HP 3 e 4 Polos (setas roxas da Figura 31) iniciam a sua rota dentro da linha MT-HP nos postos de teste T1 e T2. Depois de aprovados nos testes, são acoplados no posto M2 e cravados no posto M3. De seguida, é realizado o teste térmico e posterior arrefecimento do bimetetal. Com a adição da cravação do veio no posto M5, as restantes operações são comuns às do MT-HP 1P e 2P. O diagrama de processo da Figura 32 mostra as principais atividades para a montagem do MT-HP 3P e 4P (os tempos correspondem à versão 3P), incluindo as operações e controlos.

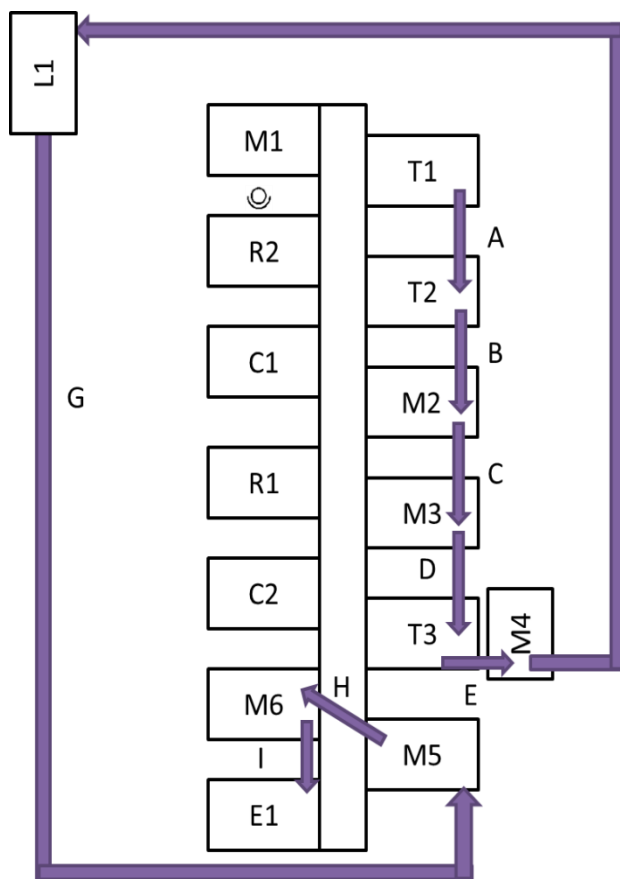


Figura 31 – Fluxo de materiais do MT-HP 3P

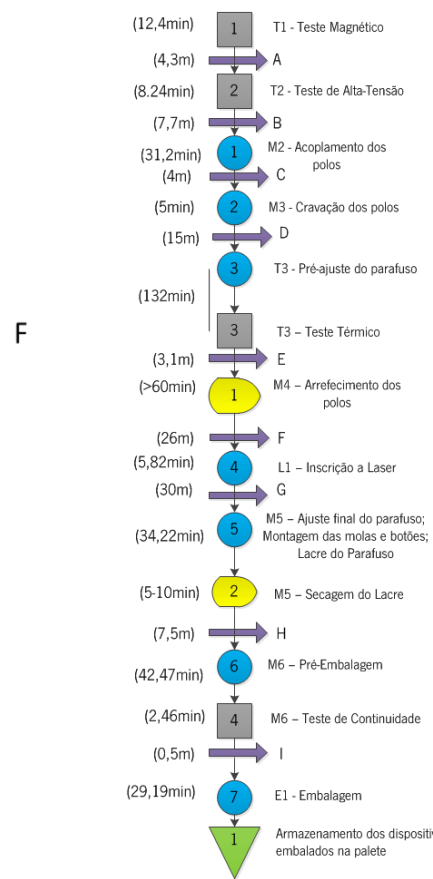


Figura 32 – Diagrama de Processo do MT-HP 3P

Resumindo, o fluxo deste tipo de disjuntor incluía 7 operações, 9 transportes, 4 controlos e 2 esperas e uma armazenagem permanente, num total de 373 minutos, i.e., 6,22 horas e 98,1 metros percorridos pelo disjuntor.

A Figura 33 mostra as diferentes fases de montagem do MT-HP 3P, após a sua passagem pelos postos de montagem – M2, M3/M4, M5 e M6.

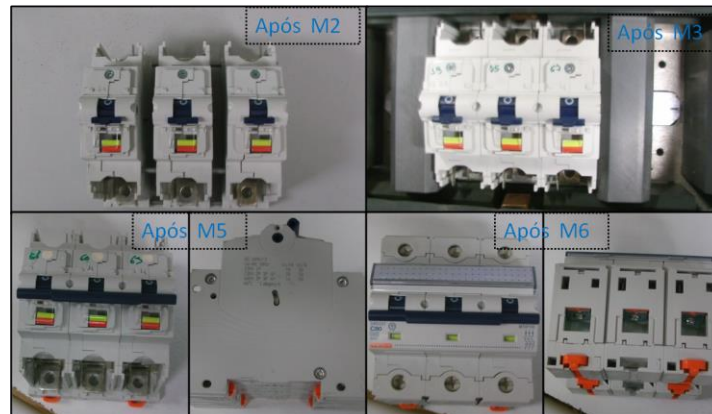


Figura 33 – Exemplo das diversas fases da montagem de um MT-HP 3 Polos

Na Tabela 7 apresenta-se um resumo das atividades realizadas para cada um dos fluxos das tipologias de disjuntores atendendo ao diagrama de análise de processo.

Tabela 7 – Tabela resumo dos fluxos do MT-HP em número de atividades (N.^o), tempo em minutos (min.) e distância em metros (m)

Atividades	1P		2P		3P/4P	
	N. ^o	Tempo (min.)/ Distâncias (m)	N. ^o	Tempo (min.)/ Distâncias (m)	N. ^o	Tempo (min.)/ Distâncias (m)
Operações	6	209,2 min	7	154,42 min	7	147,9 min
Controlos	4	173,64 min	4	173,64 min	4	155,1 min
Esperas	2	70 min	2	70 min	2	70 min
Transportes	8	102,1 m	9	112,1 m	9	98,1 m

4.3.2.4. Fluxo dos restantes materiais

Além do fluxo dos dispositivos MT-HP consoante as suas variantes, é possível assinalar os fluxos dos outros materiais na linha. No posto C1 e C2 são montados os kits (componentes 42, 43, 44 e 45 da Tabela 4) e os bornes (componentes 17, 18, 19 e 20 da Figura 22), respetivamente. Tanto os kits como os bornes são utilizados no posto M5. O fluxo dos bornes está assinalado com uma seta cinzenta na Figura 34 e são utilizados no posto M6.

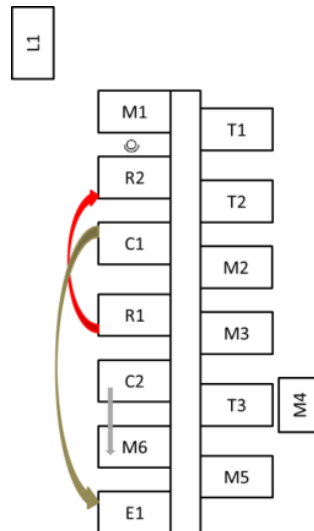


Figura 34 – Outros fluxos de materiais na linha MT-HP

O fluxo dos kits está assinalado com uma seta castanha e são utilizados no posto de Embalagem (E1). A seta vermelha representa o fluxo dos dispositivos MT-HP com defeito. Estes são desacoplados no posto R1 e a reparação dos polos defeituosos é feita no posto R2. No fim da reparação, estes polos iniciam o fluxo correspondente à sua variante.

4.4. Gestão da linha de montagem do MT-HP

A linha do MT-HP, pelo pouco peso na faturação total e pela sua não-integração na estrutura *Lean* da empresa, desperta pouca atenção nos diversos departamentos da GP. Deste modo, a operadora do MT-HP habituou-se a confiar nas suas decisões para a realização do seu trabalho. Apesar da existência de um chefe de secção responsável pela linha, este possui também a linha do Minimatic e das bobinas a seu cargo. Destas 3 linhas, a do MT-HP é indubitavelmente a que obtém menos atenção da parte do chefe de secção.

Assim, a maioria das decisões tomadas relativas ao fluxo de materiais e à sequência de processo é realizada de forma autónoma por parte da operadora, que tenta cumprir com a produção diária. As tarefas de registo de produção e requisição de material estão a cargo da operadora também.

O lançamento das ordens de produção (LOP) e o controlo de qualidade dos aparelhos são os únicos aspetos que não são da competência da operadora. O lançamento das ordens de produção da responsabilidade do programador da produção, que recebe as encomendas de Itália e dá as indicações ao subcontratado para dar início à produção dos polos que posteriormente são processados na linha MT-HP. É importante notar que as ordens de produção vêm em número de polos e não dispositivos. Na Figura 35 representa-se o fluxo de informação para os LOP entre as entidades intervenientes.

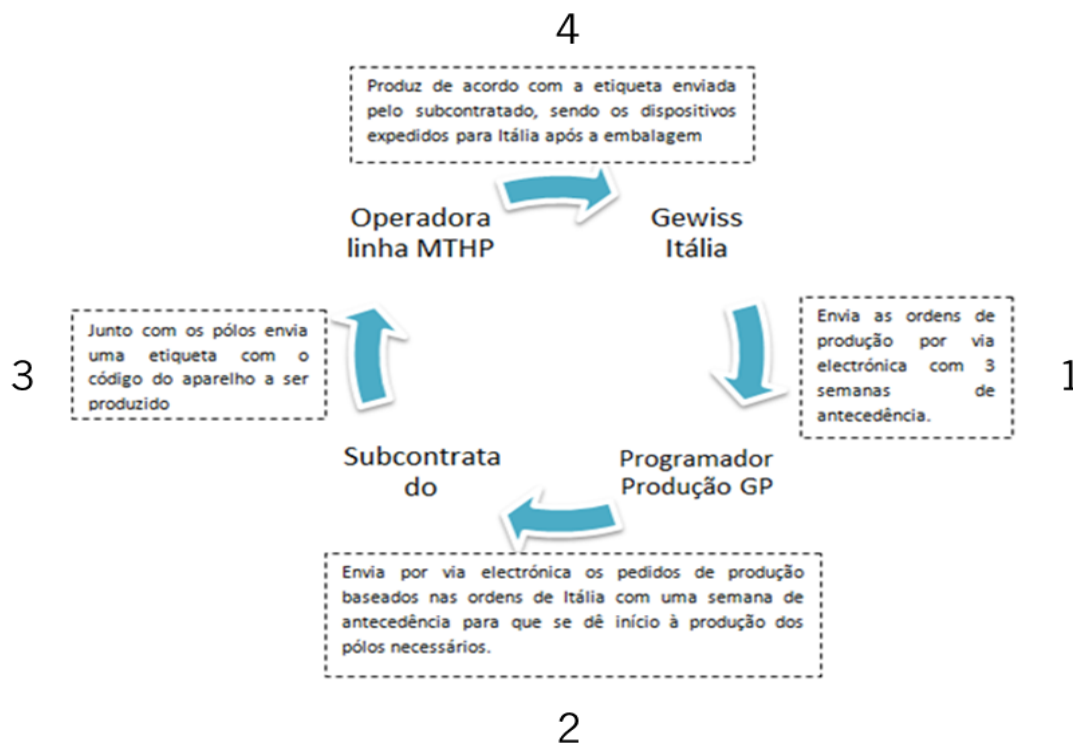


Figura 35 – Fluxo de informação dos LOP

O controlo da qualidade é realizado sobre todos os lotes constituídos por mais de 20 aparelhos da mesma tipologia. Nestes casos, a operadora envia uma amostra de 2% da quantidade do lote para o controlo de qualidade. Neste controlo, é realizado o Teste Standard, que irá determinar se o lote é aprovado ou rejeitado. A linha MT-HP é a única secção produtiva da GP onde os lotes são sujeitos a validação antes de serem embalados. Esta exceção resulta de uma opção da empresa, devido aos frequentes problemas de lotes rejeitados.

4.5. Abastecimento e transporte de materiais

Na linha MTHP, podemos diferenciar três tipos de abastecimento dos postos de trabalho: o abastecimento dos polos que serão transformados em MT-HP e as respetivas etiquetas de embalamento; o abastecimento dos componentes necessários a esta transformação que não sofrem alterações; e o abastecimento de materiais para a montagem de componentes utilizados na secção – bornes e kits.

4.5.1. Abastecimento dos polos e etiquetas

No primeiro caso, os polos provenientes do subcontratado são entregues, salvo algum atraso, ao final da tarde do dia anterior ao previsto para início da produção do lote. São deixados no fim da linha, entre o posto E1 e o posto M5 (ponto A da Figura 36). No dia seguinte, ao iniciar a jornada diária de produção, a operadora transporta-os para o início da linha entre o posto M1 e T1 (ponto B da Figura 36).

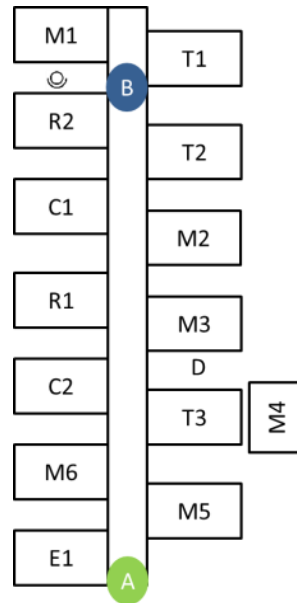


Figura 36 – Localização do abastecimento dos polos na linha MT-HP

Estes polos são transportados em caixas de cartão (Figura 37), que podem transportar até 45 polos cada. Em cada caixa existe uma etiqueta que indica à operadora qual é a variante de MT-HP que irá produzir. É através desta etiqueta autocolante que a operadora faz a requisição das etiquetas para as embalagens interiores e exteriores do MT-HP que serão produzidas no dia seguinte. No dia seguinte as etiquetas para as embalagens estão prontas, sendo a própria operadora que as vai buscar caso o líder de célula não faça a entrega.



Figura 37 – Caixas de transporte dos polos MT-HP

4.5.2. Abastecimento dos componentes

No segundo caso, relativo ao abastecimento dos componentes, estes provêm de duas prateleiras localizadas próximas da linha (assinaladas na Figura 38)

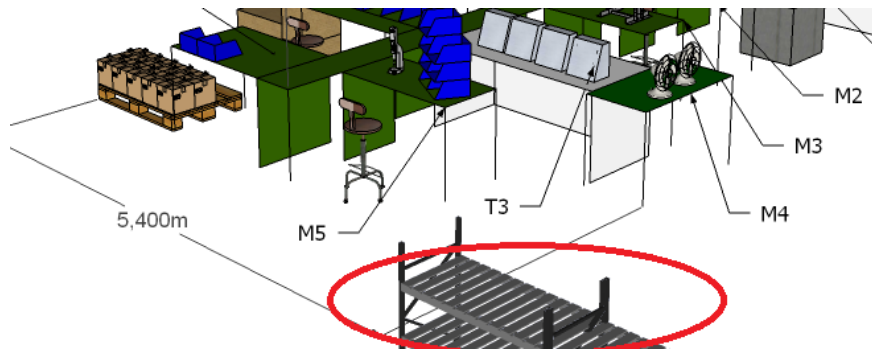


Figura 38 – Ampliação da zona das prateleiras da linha MT-HP

Na secção MT-HP existem dois tipos diferentes de disposição dos componentes: ou em caixa de fornecedor (componentes de Kits, bornes, embalagens, esferovite, etc.) ou em contentores *standard*, com o código e a descrição dos componentes visíveis.



a)



b)

Figura 39 – Os dois tipos de componentes: a) contentores *standard* e b) caixas de cartão

Quando se acabam os componentes (ou de fornecedor ou *standard*) na secção, a operadora desloca-se até ao supermercado e enche o contentor ou substitui a caixa de fornecedor vazia por uma cheia. Não existe controlo de quantidade dos componentes, uma vez que a caixa normalmente é cheia até ao limite.

Quando os componentes existentes no supermercado estão a terminar, a operadora faz uma requisição de material ao final do dia para que sejam providenciados novos componentes para o supermercado. Em suma, apenas o abastecimento do supermercado é feito pelos funcionários do armazém, e mesmo este depende de uma requisição de material por parte da operadora.

Importa referir aqui o caso especial das tampografias. As tampografias são o elemento que permite ao cliente identificar qual a tipologia e especificações do seu produto. Existem tampografias diferentes para as 48 tipologias, estando a grande maioria delas armazenadas nas prateleiras. Quando necessárias, são recolhidas e utilizadas no posto M6. No final da sua utilização são devolvidas às prateleiras de apoio da secção pela operadora (Figura 40).



Figura 40 – Prateleiras de abastecimento do MT-HP

4.5.3. Abastecimento dos bornes e kits

Por fim, e como 3º caso tem-se os bornes e os kits. Para a montagem destes são utilizados componentes provenientes do supermercado. Quando montados, os bornes e os kits são transportados para outros postos de trabalho, no caso o posto M6 e E1, respetivamente. Pode-se considerar então, que também neste caso, é a operadora que faz o abastecimento destes componentes.

4.6. Medidas de desempenho da linha

4.6.1. Eficiência da linha

Como forma de avaliar o desempenho da linha, a empresa apoia-se no cálculo da eficiência e da taxa de rejeição. O cálculo da eficiência da linha é muito pouco fiável pois baseia-se apenas em tempos de ciclo totais desatualizados (não existem tempos de ciclo individuais por operação), que não fazem distinção entre as diferentes variantes do aparelho e que incluem operações que já não são realizadas dentro da GP, como a soldadura. Na Figura 41 encontram-se os dados considerados pela GP para a eficiência da linha MT-HP no mês de maio.

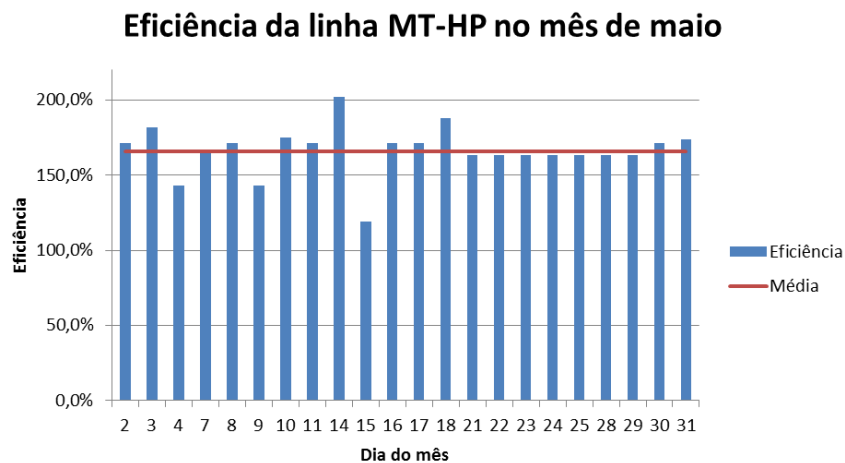


Figura 41 – Eficiência da linha MT-HP no mês de maio



É possível aferir a desatualização deste cálculo pela forma como a eficiência existente corresponde a valores superiores a 100%. O cálculo da eficiência na GP é efetuado através do rácio entre a soma dos tempos de processamento previstos para a montagem dos diferentes dispositivos que foram embalados nesse dia e o tempo que a operadora despendeu na linha no respetivo dia. Uma vez que os ciclos existentes são bastante generosos e incluem operações inexistentes na linha, a eficiência situa-se muito acima dos 100%.

4.6.2. Taxa de rejeição

Na Figura 42 apresentam-se as taxas de rejeição existentes nos primeiros 5 meses do ano para os aparelhos MT-HP, bem como os dados da produção total mensal para cada um dos meses. Esta taxa de rejeição é calculada pela divisão entre a soma de todos os polos reparados na linha e o total de polos embalados. Os polos que necessitam de reparação são o conjunto de polos que reprovam nas três máquinas de teste (T1, T2 e T3), no teste de continuidade ou que apresentam defeitos a nível visual. Apenas os aparelhos com problemas detetados na linha, i.e., cujos lotes foram amostrados e aprovados pelo Departamento da Qualidade entram para as estatísticas de rejeição na linha.

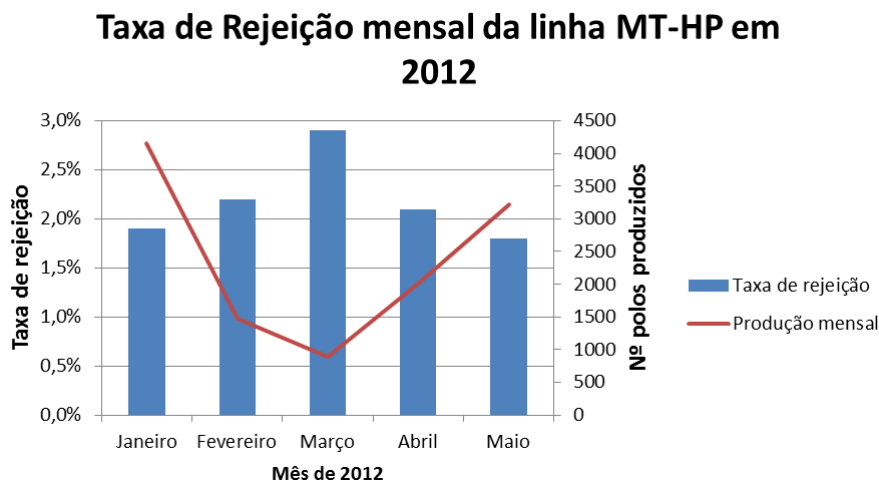


Figura 42 – Taxa de rejeição mensal da linha MT-HP até maio de 2012

A Figura 43 apresenta uma comparação entre as taxas de rejeição da linha MT-HP e das células do MDC e MT/MTC e linha do *Minimatic*. Estas secções foram escolhidas para comparação pois dentro da GP, são as secções cujos produtos são mais semelhantes ao MT-HP em termos de funcionalidade.



Comparação das taxas de rejeição entre diversas secções produtivas da GP

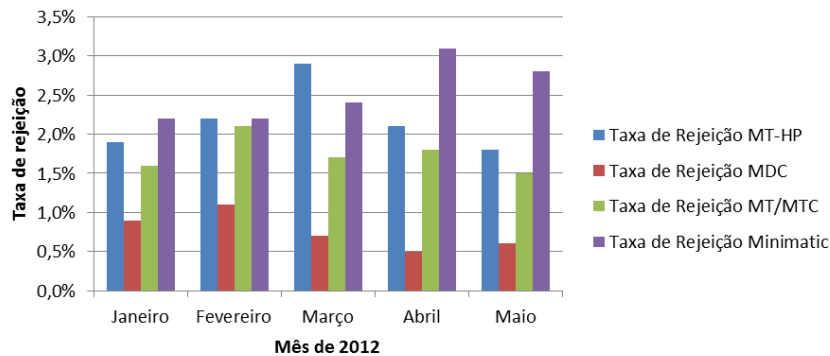


Figura 43 - Comparação das taxas de rejeição entre diversas secções produtivas da GP

Por observação da Figura 43 verifica-se que a taxa de rejeição da linha MT-HP é sistematicamente superior à taxa de rejeição das células MDC e MT/MTC, que já foram configuradas dentro do programa Gewiss ON e por isso sofreram de uma reestruturação e análise profunda. Na comparação com a linha do Minimatic, a linha MT-HP possui uma taxa de rejeição inferior em 3 dos 5 meses analisados, e igual no mês de fevereiro. A linha do Minimatic ainda não sofreu uma reestruturação no âmbito do programa Gewiss ON.

4.6.3. Tempo de percurso da linha MT-HP

Além das duas medidas de desempenho referidas anteriormente, o autor procedeu também à compilação dos dados do Lead Time ou tempo de percurso da linha MT-HP para o mês de maio. Para realizar a medição do tempo de percurso, foi utilizado um sistema em que se registou a hora de entrada na linha dos polos e a hora de saída dos respetivos polos embalados num cartão que acompanhou cada uma das caixas. O conjunto das diferenças entre os registos iniciais e finais permitiu calcular o tempo de percurso da linha MT-HP para todos os dias úteis do mês de maio (Figura 44).

Tempo de percurso da linha MT-HP

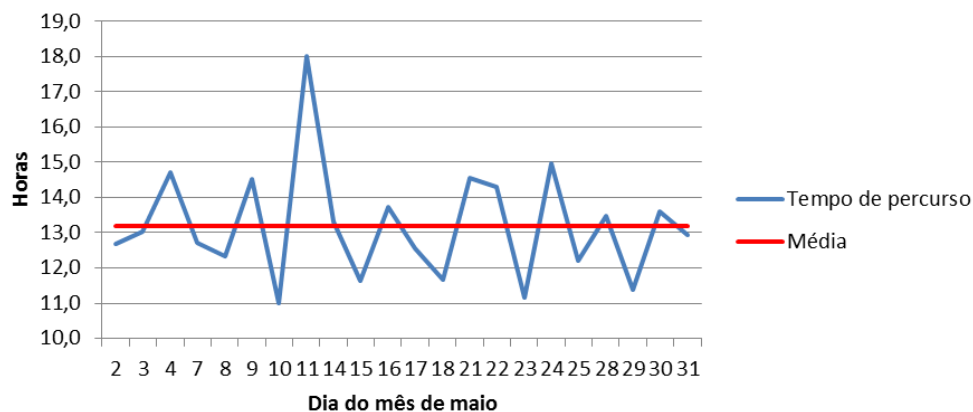


Figura 44 – Tempo de percurso da linha MT-HP em maio



O tempo de percurso médio durante o mês de maio foi de 13,2 horas.

4.7. Análise crítica e identificação de problemas

Apesar do design do layout da linha se assemelhar a uma típica linha de produção (flow shop), na realidade o atual fluxo de materiais do MT-HP aproxima-se mais ao de uma job shop pelo excesso de deslocações realizadas e pela inexistência de uma sequência operativa pensada, em que postos de trabalhos sequenciais representam um fluxo contínuo, quer pela existência de outros postos de trabalho, quer por deficiências ou restrições (tapete) no design que limitam a mobilidade da operadora.

Pela observação da situação atual da secção do MT-HP, pela análise de documentação, pelas discussões com encarregado e operadora conclui-se haver problemas no funcionamento da linha. Para diagnosticar melhor a situação atual da linha foram realizadas algumas análises: análise ABC, análise das atividades que acrescentam valor através de um VMS do estado atual e dos desperdícios com movimentos e deslocações. Foi também realizado um estudo de tempos já que este estudo era inexistente.

4.7.1. Identificação do dispositivo mais produzido – análise ABC

Como este dispositivo tinha 48 tipologias que obrigava a operações diferentes e conseqüentemente, fluxos diferentes e não podendo fazer uma análise a todas as tipologias, realizou-se uma análise ABC por quantidade produzida para identificar o dispositivo que contribui mais para o fluxo da linha analisada. Assim, foi requisitado junto do programador da secção MT-HP uma compilação de dados da produção de MT-HP durante o último ano. No gráfico da Figura 45 está representada a curva ABC da produção de MT-HP para o período de Abril de 2011 a Abril de 2012. No Anexo I – Análise ABC de Artigos apresenta-se a listagem dos artigos e quantidades usados para fazer esta análise.

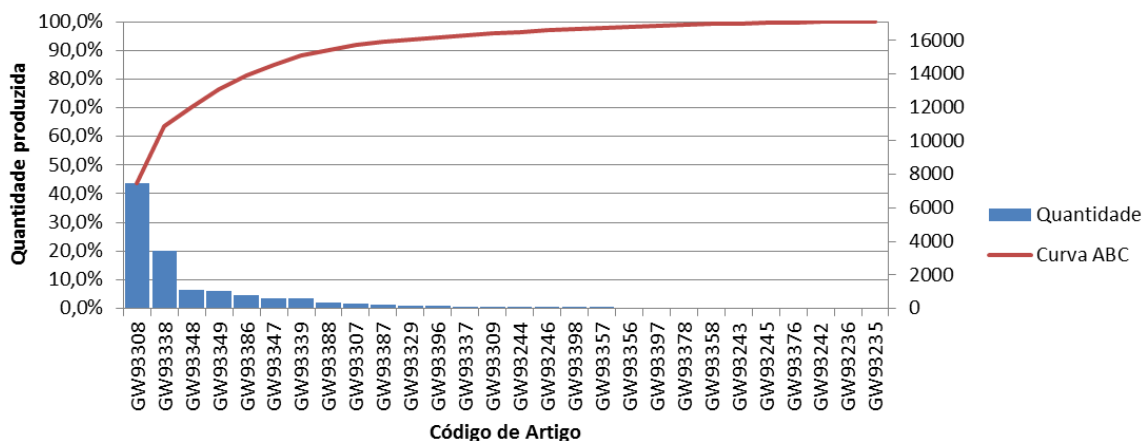


Figura 45 – Curva ABC da produção de MT-HP

A classe A, representativa dos 20% de artigos mais produzidos, engloba cerca de 93% da quantidade acumulada de produção, é constituída pelos artigos apresentados na Tabela 8.



Tabela 8 – Artigos que constituem a classe A

Cód. Artigo	Quantidade	%	% Quant. Acumulada	% Artigo acumul.	Tipologia
GW93308	7462	43,60%	43,60%	2,08%	1P C100
GW93338	3435	20,07%	63,67%	4,17%	3P C100
GW93348	1121	6,55%	70,22%	6,25%	4P C100
GW93349	1074	6,28%	76,50%	8,33%	4P C125
GW93386	816	4,77%	81,27%	10,42%	3P D63
GW93347	602	3,52%	84,78%	12,50%	4P C80
GW93339	575	3,36%	88,14%	14,58%	3P C125
GW93388	358	2,09%	90,24%	16,67%	3P D100
GW93307	269	1,57%	91,81%	18,75%	1P C80
GW93387	198	1,16%	92,96%	20,83%	3P D80

Pela análise da Tabela 8 é possível observar duas tendências claras acerca dos artigos com mais peso no sistema:

- ✓ A intensidade de corrente mais comum entre as tipologias é a de 100A, curva C. Para confirmar este facto foi realizada uma análise ABC tendo em conta apenas os 12 tipos de intensidade de corrente e os resultados foram conclusivos: 70,22% de todos os artigos produzidos eram de intensidade 100C, e 11,10% tinham como característica uma intensidade 125C (acumulado 81,33%).
- ✓ O MT-HP 1 polo representou cerca de 40% da produção no último ano, enquanto os de 3 e 4 polos em conjunto representaram sensivelmente outros 40%. Apesar destes dados, o autor foi informado pela Gewiss que estes valores constituíam uma anormalidade já que ao longo dos anos a produção de artigos de 3 e 4 polos constituiu a grande maioria e que a elevada percentagem atribuída ao MT-HP 1 polo é resultado de uma encomenda extraordinária realizada no ano de 2011 do código GW93308 que dedicou a produção da secção durante alguns meses a esse produto.

Assim, atendendo a resultados e às informações da empresa os dispositivos seleccionados para análise detalhada foram os MT-HP 3P 100C (GW93338).

4.7.2. Estudo de tempos e sequência operativa

Como referido anteriormente, não existem tempos de ciclo para as operações na linha MT-HP, uma vez que correspondem apenas ao total do conjunto de operações e incluíam operações que já não eram realizadas na linha MT-HP, como foi possível observar na análise das medidas de desempenho da linha (eficiência muito superior a 100%). Inclusive, a sequência operativa existente nos documentos não correspondia à realidade, sendo necessário que todo o trabalho fosse realizado a partir do zero. Assim, procedeu-se a um estudo de tempos de todas as operações da linha. Este estudo de tempos foi realizado para todos os aparelhos (1P, 2P, 3P e 4P) a pedido da gestão da empresa. No entanto, no âmbito deste



projeto, o estudo de tempos dos aparelhos 3P 100C (de acordo com a análise ABC) será o utilizado como base de estudo e comparação com as propostas implementadas.

Na Tabela 9 são apresentados os tempos obtidos, para o produto MT-HP 3P 100C, nos diferentes postos de trabalho. É de notar que estes tempos reportam à produção de um único aparelho, do conjunto de 3 polos nos casos em que esta situação se aplique ou, no caso dos postos C1 e C2, do número de componentes necessário para posteriormente ser montados no aparelho. Assim, um aparelho ou dispositivo do tipo selecionado tem um tempo total de operações e controlos de 523,05 segundos, i.e., 8,7 minutos. O Anexo II – Estudo de Tempos MT-HP 3P C100 da Situação Atual apresenta o estudo de tempos realizado.

Tabela 9 – Tempo de processamento em segundos (s) do MT-HP 3P 100C

PT	T1	T2	M2	M3	T3	M5	M6	E1	C1	C2	L1	Total
Tempo (s)	18,6	12,36	30,6	7,5	198,4	51,33	67,4	43,79	24,33	60	8,74	523,05

Não é possível comparar estes tempos operativos com os existentes inicialmente, usados no cálculo da eficiência porque este cálculo não incidia apenas sobre os tempos operativos (das operações que acrescentam valor) mas também sobre os desperdícios existentes. Assim, estes tempos serão utilizados como objeto de comparação com os tempos obtidos mais à frente, já depois de reconfigurado o sistema produtivo.

4.7.3. VSM do estado atual

O VSM da cadeia de valor da linha MT-HP é apresentado na Figura 46. Para a construção deste VSM usou-se o MT-HP de 3 polos 100C selecionado na análise ABC.

Na cadeia de valor abaixo representada, é possível observar que a casa mãe em Itália envia as ordens de produção para a GP com cerca de 3 semanas de antecedência e em quantidades de polos e não dispositivos, como já referido. Seis dias antes da data esperada para início da produção, o programador da produção da linha MT-HP transmite ao subcontratado quais as quantidades de polos e respetivas tipologias que necessita de produzir. Estes polos são enviados diariamente para a GP, à quantidade de 120 polos diários.

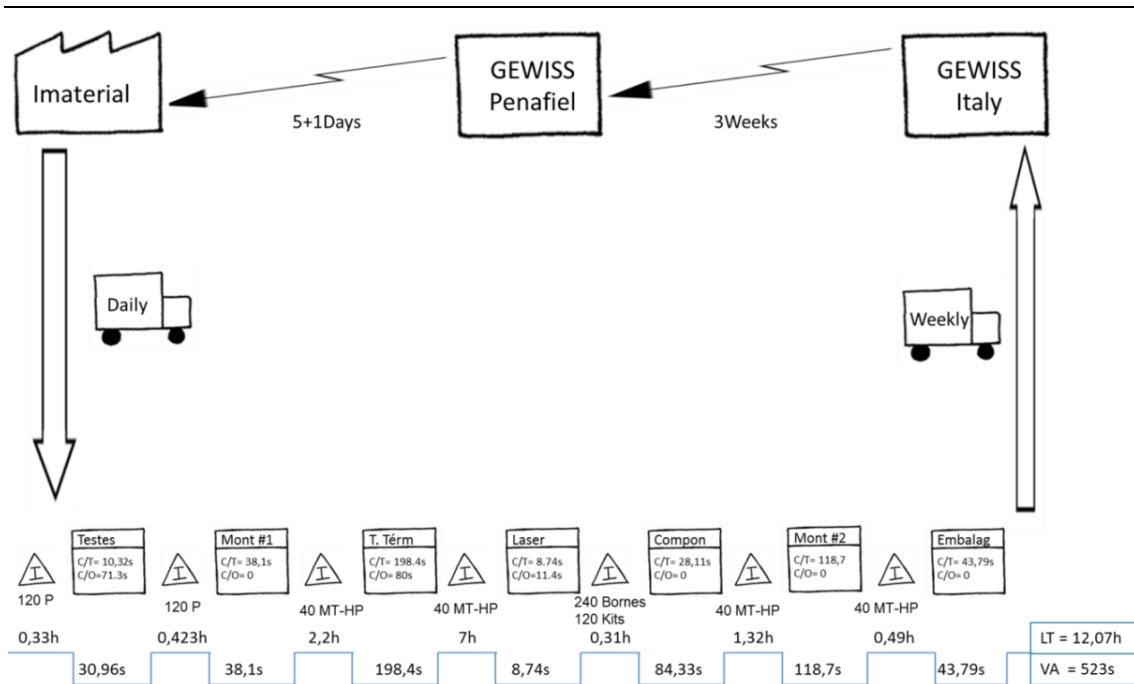


Figura 46 - VSM da linha MT-HP

Os 120 polos são processados nos 3 testes e na primeira operação de montagem (posto M2 e M3). A partir deste momento estes 120 polos transformam-se em 40 dispositivos MT-HP 3 Polos. Entre a operação do Teste Térmico e do Laser é efetuado o arrefecimento dos dispositivos. Posteriormente são realizadas as operações de montagem dos componentes finais bem como a Embalagem dos aparelhos. No final de cada semana, os aparelhos são expedidos por camião para a casa mãe em Itália.

O total das operações que acrescentam valor ao produto totaliza 523 segundos por aparelho, sendo o *Lead Time* de cada lote de cerca de 12 horas (43452 segundos), i.e., a percentagem de atividades que acrescentam valor ao produto é de apenas 1.2%, havendo quase 99% de atividades que não acrescentam valor ao produto.

Estas atividades relacionam-se com os problemas e consequentes desperdícios: muitos controlos e tempos associados, por exemplo, de arrefecimento e continuidade, elevadas movimentações e deslocações, falta de seqüências bem definidas e documentação, elevada taxa de rejeição que obriga a retrabalho e falta de identificação e desorganização geral da linha. Estes problemas são apresentados detalhadamente nas próximas secções.

4.7.4. Tempos elevados dos testes

Nesta secção apresenta-se os problemas relacionados com os tempos, nomeadamente, o tempo de arrefecimento após o teste térmico e teste de continuidade.



4.7.4.1. Arrefecimento após Teste Térmico

O Teste Térmico realizado no posto M4 provoca o aquecimento e expansão do bimetálico existente nos polos do MT-HP. Para efetuar o ajuste mecânico posterior do bimetálico é necessário que o bimetálico de cada um dos polos retorne à posição inicial. Uma vez que a expansão do bimetálico se deve ao aquecimento provocado pelo Teste Térmico, é necessário que o bimetálico arrefeça.

Este arrefecimento constitui o maior *bottleneck* do sistema, uma vez que obriga a uma interrupção do fluxo de todos os lotes. Após processados no Teste Térmico, os polos são colocados a arrefecer durante um período nunca inferior a uma hora (> 60 minutos). No entanto, este período estende-se na maioria das vezes pelo dobro ou triplo do tempo. Acrescente-se a isto o método primitivo com que é feito o arrefecimento – ventoinhas domésticas (Figura 47).



Figura 47 – Ventoinha de arrefecimento dos polos MT-HP

Além do elevado tempo de arrefecimento após o teste, outra situação que causou alguma estranheza foi o Teste Térmico ser a única máquina de testes que realiza o teste aos polos já acoplados. Depois de questionar a operadora e o chefe de secção, o departamento da qualidade e basicamente todos os colaboradores com alguns conhecimentos da linha do MT-HP, ninguém soube explicar o motivo da diferença. Pode-se afirmar que era uma situação de ‘sempre foi assim’.

4.7.4.2. Teste de continuidade

No posto de M6 era utilizado um multímetro para realizar o teste de continuidade aos dispositivos MT-HP. Este teste permite verificar se todos os componentes do aparelho estão corretamente conectados, i.e. a inexistência de curto-circuitos.

Usando um multímetro, o teste de continuidade faz-se colocando cada um dos terminais de ponta de prova nas extremidades condutoras de um dos polos. Se o mostrador do multímetro exibir o valor 0, significa que o polo é contínuo e volta-se a testar o polo seguinte.



O uso de um multímetro para medir a continuidade dos MT-HP tinha como desvantagem o tempo despendido, a necessidade de manuseamento dos terminais de ponta de prova e a necessidade do teste ser individual para cada um dos polos (Figura 48).



Figura 48 – Teste de continuidade usando um multímetro

4.7.5. Elevada taxa de rejeição

Como referido no capítulo 4.6.2 a taxa de rejeição da linha MT-HP é elevada quando comparada com a taxa de rejeição de outras secções produtivas da GP. É importante saber quais os principais problemas que contribuem para a elevada taxa de rejeição.

Na Figura 49 está representado um gráfico de erro dos tipos de erros que afetam os dispositivos MT-HP.

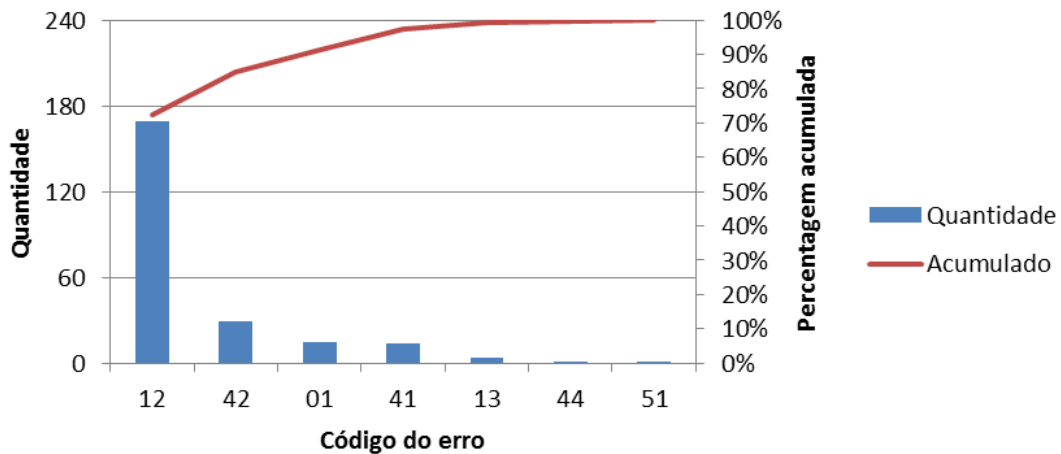


Figura 49 – Análise de Pareto aos tipos de erros nos dispositivos MT-HP

Os tipos de erro podem ser encontrados no Anexo III – Taxa de rejeição da secção produtiva do MT-HP no ano de 2012. Conclui-se por esta análise que os erros 12 – Falta de retenção no Térmico - e 42 – Falta de retenção no posto de Embalagem – representam 85% de todos os erros ocorridos. A causa destes erros poderá ser consequência de uma deficiente montagem ou de um defeito no componente.



Analisando também o Anexo III – Taxa de rejeição da secção produtiva do MT-HP no ano de 2012, verifica-se que nos primeiros quatro meses de 2012 antes de ser iniciado este projeto, a rejeição no Teste Térmico compreendeu 1,5% do número de polos produzidos (erro 12 e 13), pelo que este teste constitui por larga margem o teste com maior rejeição na linha MT-HP.

4.7.6. Elevadas movimentações e deslocações

Como já referido anteriormente, as constantes deslocações e movimentações de materiais por parte da operadora constituem os desperdícios mais visíveis da linha MT-HP. Importa deste modo saber qual o impacto destes desperdícios na produção de MT-HP.

O equipamento ideal para medir este desperdício seria um pedómetro que contabilizaria a distância percorrida no total pela operadora. Uma vez que este equipamento não se encontrava à disposição do autor, este optou por realizar registos de tempos de todos os movimentos realizados pela operadora ao longo de 3 dias. Ao longo destes 3 dias, sempre que a operadora se movimentou da sua posição, o autor contabilizou o tempo gasto na locomoção, registando-os consoante o tipo de operação: deslocação ou movimentação de material.

Ao final do dia, todos os registos eram somados, permitindo obter uma estimativa do impacto de cada uma das situações na eficiência geral da linha. Os desperdícios totais quantificados podem ser encontrados na Tabela 10.

Tabela 10 – Registo de deslocações e movimentos de materiais em minutos ao longo de 3 dias

Dia 1		Dia 2		Dia 3	
<u>Deslocações</u>	<u>Mov. Mat.</u>	<u>Deslocações</u>	<u>Mov. Mat.</u>	<u>Deslocações</u>	<u>Mov. Mat.</u>
24:25	28:24	29:22	30:55	32:20	29:10
52:49		60:17		61:30	

A média diária da combinação destes desperdícios ronda os 58 minutos (quase uma hora), que num dia de trabalho da operadora correspondente a 473 minutos (um turno de 8 horas com 7 minutos destinados à limpeza da linha), equivale a cerca de 12,25% do tempo total diário que não é utilizado em atividades para acrescentar valor ao produto, apenas por motivo de deslocações ou movimentações de materiais.

As deslocações devem-se à procura do material, à falta de uma sequência bem definida e visível para a operadora, ao layout deficiente dos diversos postos de trabalho e à inexistência de abastecimento direto dos materiais na linha.

4.7.7. Falta de sequência e documentação associada

Outro dos problemas identificados foi a falta de sequências bem definidas para cada dispositivo, ficando a cargo da operadora a ordem como os aparelhos fluíam ao longo da linha. Exemplos da inexistência de uma sequência passível de ser seguida são:



- Inexistência de uma fase específica no processo para montagem dos bornes e dos kits;
- Inscrição a laser dos aparelhos por vezes antes do Teste Térmico, de modo a poupar tempo nas viagens realizadas até ao Laser, juntando lotes em estágios diferentes do processo;
- A produção de diversos lotes em simultâneo, principalmente pela necessidade de arrefecimento após o Teste Térmico, levando a que na maioria do tempo, estes lotes se encontrem abandonados em espera numa posição indefinida na linha.

Também a falta de documentação para a produção de cada dispositivo levava à desorganização da sequência operativa. A única documentação existente na linha MT-HP são os Planos de Controlo das máquinas de Teste - estando o do Teste Térmico desatualizado - e as 'One Point Lessons' (OPL). As OPL são folhas que chamam a atenção para detalhes que podem provocar defeitos nos aparelhos. Um exemplo de uma OPL existente indicava a importância de evitar que as embalagens com os aparelhos caíssem ao chão, sob pena de dano. Não existem também instruções de trabalho para o operador nos postos de trabalho que indiquem à operadora a sequência de operações em cada posto.

4.7.8. Utilização excessiva de recursos

Nesta secção são analisadas três situações: a utilização de máquinas duplicadas na cravação dos polos, e a montagem dos kits e porta cartolina.

O posto M1 e M3 possuem cada um, uma prensa pneumática para cravação dos polos. A do PT M1 (Figura 50) destina-se à cravação dos MT-HP 1P/2P e a do PT M3 (Figura 51) aos MT-HP 3P/4P.

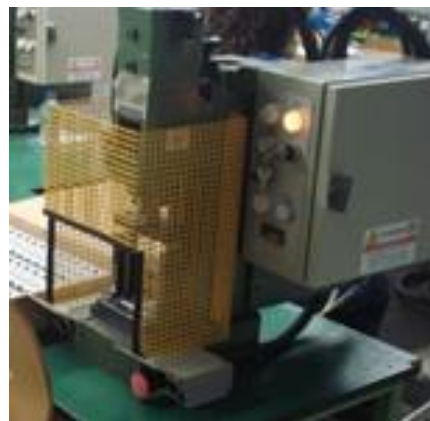


Figura 50 – Máquina de cravação 1P/2P Figura 51 – Máquina de cravação 3P/4P

Estas máquinas são do mesmo tipo e nunca são utilizadas em simultâneo. A adaptação de uma das máquinas para cravar os quatro tipos de tipologias permitiria remover uma delas da secção. Com a uniformização para apenas uma máquina, estará associado um tempo de *setup* de cerca de 8 segundos – tempo de trocar os calços em outras máquinas semelhantes.



Os kits e o porta cartolina configuram outra utilização excessiva de recursos. O porta cartolina (componentes 21 a 29 da Tabela 3 e Figura 22 da secção 4.2) é aplicado junto ao botão de rearme do dispositivo e é utilizado como cobertura dos parafusos de ajuste. Os kits (componentes 42 a 45 da Tabela 4 e Figura 23 da secção 4.2) são embalados em conjunto com os dispositivos e a sua função é relativa à fixação do disjuntor no quadro elétrico.

No total, e para uma produção diária de 120 polos do MT-HP 3P 100C, a montagem destes componentes requer cerca de 22 minutos e 30 segundos de dedicação por parte da operadora, como é possível aferir na Tabela 11.

Tabela 11 – Tempos da montagem dos Kits e PC

	Kits	Porta Cartolina
1 unidade	8,11s	9,4s
Por MT-HP 3P	24,33s	9,4s
Produção Diária (120 polos)	973,2s	376s
Total	1349s/22m:30s	

Tanto os kits como o porta cartolina são componentes de montagem extremamente simples e de rápida aprendizagem e que não estão integrados na sequência natural de produção dos dispositivos MT-HP. Assim, o autor acredita que seria benéfico retirar a montagem destes componentes da linha MT-HP, uma vez que permitiria à operadora concentrar-se nas operações para as quais é necessária maior especialização.

Outro problema relacionado com os kits e o porta cartolina é a sua sobreprodução. Quando se dedica à montagem dos kits e da porta cartolina, a operadora nunca o faz na quantidade estritamente necessária para esse dia, sendo constante a existência de excesso de kits e porta cartolina na linha (Figura 52).



Figura 52 – Excesso de kits montados

4.7.9. Falta de identificação e uniformização e desorganização geral

Caótica seria um bom adjetivo para caracterizar a linha MT-HP. Ao longo de toda a linha, a desorganização dos espaços físicos complica a movimentação entre postos e a falta de identificação dos espaços próprios



das ferramentas e componentes aumenta a probabilidade de ocorrência de erros e resulta em desperdício de tempo à procura e na movimentação dos componentes de difícil acesso, tempo que esse que não acrescenta qualquer valor ao produto.

Na Figura 53 apresentam-se alguns exemplos de problemas físicos da linha MT-HP.



Figura 53 – Exemplos de problemas da Linha MT-HP

À esquerda, encontra-se um exemplo de material alheio à linha a obstruir o acesso a um dos postos. Ao meio, é possível observar o excesso de alguns componentes existentes na linha, devido à falta de controlo. As caixas empilhadas contêm componentes utilizados que quando necessários, necessitam de ser relocizados (normalmente para cima do posto de trabalho) para que possam ser utilizados. Por fim, à direita, vê-se na figura a pobre disposição das caixas de componentes, que estão colocados naquele que previamente terá sido o corredor do WIP.

A maioria dos contentores de componentes não tem os dois tipos essenciais de identificação definidos: código do componente e localização do contentor (exemplo na Figura 54).



Figura 54 – Exemplo de componentes sem identificação visível

Não existe também na linha qualquer tipo de sinalização de acordo com o código de cores da empresa, ao contrário, das células Gewiss ON já existentes. A não existência do código de componente visível no contentor resulta em desperdícios de tempo na hora de requisição de material, uma vez que quando necessário mais componentes, a operadora invariavelmente necessita de consultar um bloco de notas pessoal para saber qual o código a requisitar, além de não existir qualquer tipo de sinalização acerca da quantidade existente em cada um dos contentores. Por sua vez, a inexistência de identificação da



localização não indica onde deve estar o contentor posicionado para mais fácil acesso aos componentes durante as operações realizadas no posto.

A inexistência de ordens de produção visíveis na linha constitui outro problema. Excetuando o método de contagem manual, é impossível saber o que está a ser produzido na linha MT-HP em determinado momento, quais os objetivos de produção para esse dia ou o que foi produzido até ao momento. A este desconhecimento dos objetivos, soma-se a inexistência de uma sequência definida para produção dos diversos lotes, ficando esta gestão a cargo da operadora.

Além do desconhecimento acerca dos objetivos da produção, também a quantificação da produção diária é feita recorrendo a um método bastante falível. Ao final do dia, a operadora contabiliza manualmente as quantidades produzidas de cada tipologia, e preenche a folha de produção diária que entrega ao chefe de linha. Este processo revela-se moroso e propenso a erros, uma vez que a contabilização é feita manualmente.

Outro problema é o referido no capítulo 4.5.1: os polos provenientes do subcontratado chegam à linha MT-HP em caixas de cartão que acomodam até 45 polos. É esta caixa que é transportada entre os postos de trabalho ao longo da sequência operativa. Assiste-se assim a uma situação duplamente problemática, em que não existe uma padronização da quantidade existente por lote e em cada lote chega a corresponder a um terço da produção diária, constituindo assim um lote exageradamente grande.

Finalmente, o autor detetou uma oportunidade de melhoria relacionada com a quantidade de tipos de embalagens exteriores necessárias para a embalagem dos dispositivos MT-HP. Os produtos MT-HP são expedidos num conjunto de caixas individuais, embaladas numa caixa exterior, que diferem de tamanho consoante o número de polos que constitui o aparelho. Para 1, 2, 3 e 4 polos são utilizadas as seguintes caixas (Figura 55).



Figura 55 – Caixas de expedição atuais

Esta situação obriga à existência no posto de embalagem de 8 tipos de contentores de caixas: 4 contentores com caixas individuais e 4 contentores com caixas exteriores.



4.7.10. Falhas no abastecimento

A desorganização da linha reflete-se no abastecimento deficiente que é realizado. O abastecimento à linha MT-HP, excetuando os polos provenientes do subcontratado, é efetuado apenas após uma requisição de material por parte da operadora. Deste modo, um erro no pedido provoca automaticamente uma falha de material na linha. Este erro pode ser provocado por um engano no pedido de quantidades ou no código do componente, ou por um simples esquecimento da operadora.

No entanto, as falhas existentes não são provocadas apenas por erros na requisição de material. As falhas podem ocorrer devido aos colaboradores do armazém ou dos fornecedores. No caso dos operários do armazém, os erros mais frequentes estão relacionados com o não cumprimento das requisições de materiais efetuadas, por via de esquecimento. As falhas no abastecimento relacionadas com o fornecedor são todas aquelas em que a produção para porque não existem os componentes necessários nem na linha, nem no armazém. Estas falhas podem ocorrer por atrasos na produção do fornecedor, atrasos no transporte ou deficiente processamento das encomendas ao fornecedor por parte do departamento da Logística/Compras.

No geral, este conjunto de erros provoca paragens ou atrasos na produção, que no caso das falhas por parte dos fornecedores, podem atingir dias. Um exemplo sintomático é o das tampografias, que devido à alta variedade, são impressas a laser por encomenda num dos subcontratados e enviadas para a GP para serem montadas nos dispositivos. Esta gravação a laser funciona como código de identificação de cada um dos aparelhos junto dos consumidores. Durante a fase de análise e identificação de problemas deste projeto, foi perceptível notar o elevado número de vezes que alguns dispositivos ficaram parados por embalar durante algumas horas, ou até mesmo dias, devido à inexistência das tampografias correspondentes.

É de notar também que todo o processo de abastecimento é totalmente ineficiente. A inexistência de um abastecimento dos componentes diretamente na linha obriga a operadora a deslocações totalmente desnecessárias e à utilização de prateleiras de apoio à linha totalmente desnecessárias, dado o baixo output da linha. Um abastecimento direto na linha de produção utilizava os mesmos recursos da secção da Logística, libertando a operadora para se concentrar nas atividades de valor acrescentado.

4.8. Síntese de problemas identificados

A análise crítica efetuada permitiu detetar muitos problemas no funcionamento da linha que têm como consequências os tipos de desperdícios, apresentados na Tabela 12.



Tabela 12 – Síntese de problemas identificados

Problema	Descrição/Exemplo	Consequência
<u>Tempos elevados nos testes</u>	Arrefecimento durante período indeterminado de tempo após T3 Utilização de multimetro no teste de continuidade não é adequada	Aumento do tempo de ciclo; Redução da eficiência; Elevado WIP;
<u>Elevada taxa de rejeição com produção de não conformes</u>	Produtos que não passam nas diversas fases de diagnóstico: testes, verificação visual, etc.	<i>Retrabalho</i> <i>Sucata</i> <i>Perda de cliente</i>
<u>Elevadas distâncias percorridas</u>	Deslocações entre postos; para reabastecimento de materiais; para gravação a laser	<i>Aumento do tempo de percurso e da % de operações de VNA;</i> <i>Possíveis perdas de material ou ocorrência de acidentes;</i>
<u>Inexistência de sequência operativa definida e documentação associada</u>	Produtos idênticos são processados segundo uma ordem diferente; A operadora não possui documentação na qual possa verificar os procedimentos corretos em cada operação;	<i>Erros e variabilidade no outcome de processo;</i> <i>Processo mais confuso;</i> <i>Tempos de espera</i> <i>Stock;</i>
<u>Alocação e utilização excessiva dos recursos</u>	Máquinas duplicadas na cravação de polos; Utilização de colaboradores especializados na montagem de componentes secundários;	Aumento da área da implantação; Sobreprodução; Redução da eficiência;
<u>Desorganização geral da linha</u>	Layout obstruído por materiais alheios à linha; Áreas e materiais não se encontram identificados e encontram-se mal localizados; Quantidade por lote não definida; Preenchimento da contabilização da produção diária usando papel e caneta	<i>Probabilidade de trocas ou perdas de material;</i> <i>Erros de processo;</i> <i>Elevado WIP;</i> <i>Elevada % de operações de VNA;</i> <i>Desconhecimento dos objetivos da produção;</i> <i>Processo mais confuso;</i>
<u>Deficiências no abastecimento de materiais</u>	Abastecimento de materiais não é realizado diretamente na linha, sendo a requisição feita pela operadora; Regularmente, alguns componentes encontram-se em falta na linha, principalmente as tampografias	<i>Stock;</i> <i>Aumento do LT e da % de operações de VNA;</i> <i>Probabilidade de trocas ou perdas de material;</i> <i>Paragem da produção;</i>

Na Figura 56 apresenta-se um diagrama de Ishikawa (1990) ou de causa-efeito com os 7 desperdícios resultantes das consequências descritas na tabela anterior existentes no processo produtivo do MT-HP.

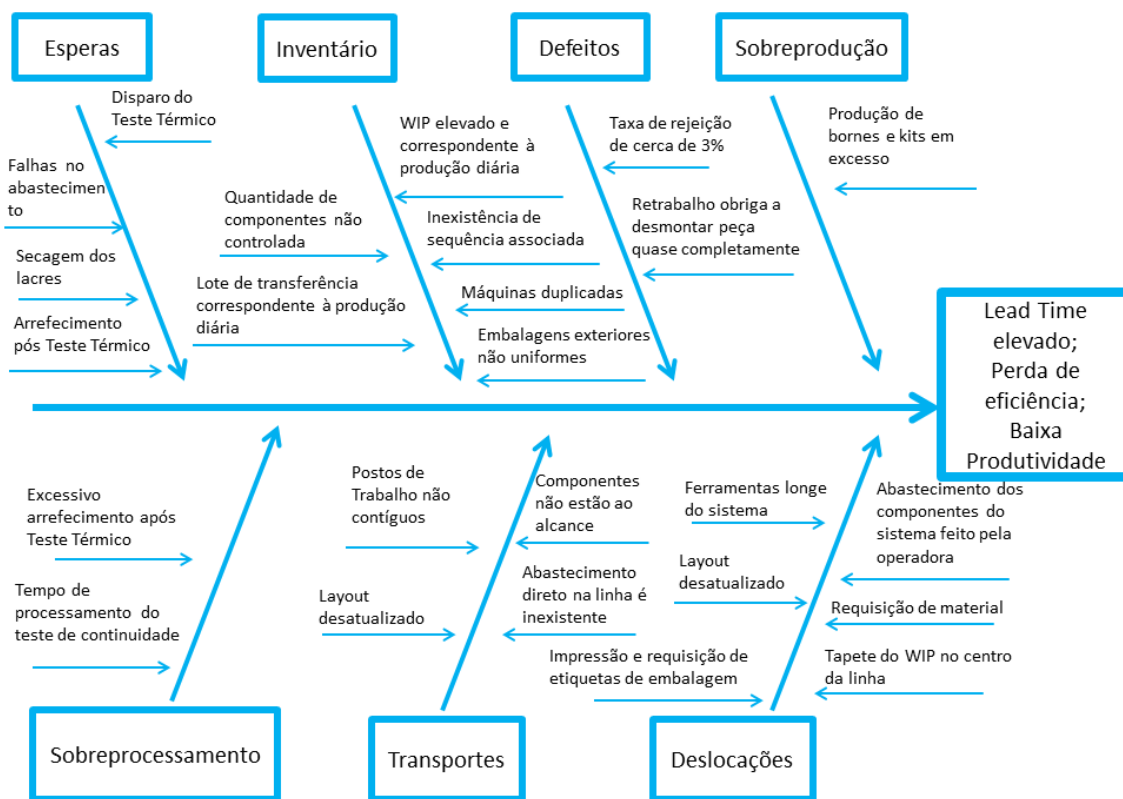


Figura 56 – Diagrama de causa-efeito mostrando os desperdícios existentes na produção do MT-HP e os efeitos destes desperdícios

O diagrama de Ishikawa apresentado é útil porque agrupa cada um dos problemas existentes na linha, consoante o tipo de desperdício que representa, mostrando como estes conduzem aos problemas mais graves existentes na linha: Lead Time elevado, perda de eficiência e baixa produtividade.



5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Este capítulo é dedicado à descrição das propostas para a reconfiguração do sistema produtivo, com vista à eliminação de atividades de valor não acrescentado (VNA) e do aumento da eficiência, com base na análise crítica e identificação de problemas realizada no capítulo anterior. A Tabela 13 apresenta resumidamente, o plano de ações de melhoria efetuadas, segundo a metodologia ‘5WH1’.

Tabela 13 – Plano de ações de melhoria efetuadas

O quê?	Porquê?	Como?	Quem?	Onde?	Quando?
<u>Normalização de quantidades por lote</u>	Falta de normalização; Resposta a variação na procura;	Definição de uma quantidade fixa de polos por lote	Gonçalves Equipa GewissON	Processo Produtivo MT-HP	Ago/12
<u>Alteração dos procedimentos no Térmico</u>	Tempo de arrefecimento e taxa de rejeição elevada;	Diminuição do tempo de arrefecimento pós Teste; Teste realizado polo a polo;	Gonçalves Sampaio	Teste Térmico	Jul/12
<u>Alteração do teste de continuidade</u>	Tempo despendido elevado	Criação de novo dispositivo para teste de 4 polos simultâneo	Gonçalves Mota	Embalagem	Out/12
<u>Otimização e distribuição de recursos existentes</u>	Custos com mão-de-obra e com máquinas excessivas;	Eliminação de uma das máquinas de cravar; Subcontratação da montagem do PC e kits;	Gonçalves Equipa GewissON	Acopl. Montagem kits e PC	Ago/12- Nov/12
<u>Uniformização das caixas exteriores</u>	Muito espaço físico ocupado e dos códigos a gerir	Utilização de dois tipos de caixas exteriores em vez de quatro para as diversas tipologias	Gonçalves	Embalagem	Jul/12
<u>Reconfiguração do layout</u>	Baixa produtividade; Elevados desperdícios; Falta de balanceamento; Falta de normalização dos processos; Falta de balanceamento	Implementação de célula de produção em U; Atribuição e identificação do local dos componentes; Cálculo do TC dos PT e balanceamento da célula; Criação de instruções de operador e de uma standard work sheet para cada um dos PT da célula;	Gonçalves Monteiro Barbosa	Processo Produtivo MT-HP	Ago/12- Set/12
<u>Abastecimento logístico</u>	Elevado n.º de operações NVA da parte da operadora	Definição dos locais de abastecimento dos componentes; Criação de etiquetas de contentor;	Gonçalves Barbosa	Célula MT-HP	Nov/12- Dez/12
<u>Gestão Visual e Programa 5S</u>	Desconhecimento das métricas na célula; Desorganização dos PT e falta de identificação de locais e materiais;	Criação de um quadro de acompanhamento diário da produção, defeitos e eficiência; Delimitação das áreas de materiais e introdução de código de cores	Gonçalves	Célula MT-HP	Dez/12



As secções seguintes apresentam detalhadamente as propostas de melhoria, sendo que algumas são apresentadas no contexto da reconfiguração da linha para célula.

5.1. Normalização das quantidades nos lotes de transferência

A inexistência de quantidades definidas nos lotes de transferência MT-HP obriga à necessidade de normalização das quantidades em cada um dos lotes. Esta quantidade deve ser idealmente pequena, de modo a permitir uma maior variabilidade no lançamento de ordens de produção da linha e uma resposta mais eficaz a variações na procura.

Deste modo, é importante definir uma quantidade para os lotes de transferência da nova configuração da linha MT-HP. As seguintes necessidades foram estabelecidas em conjunto entre o autor e a equipa *Gewiss ON* como essenciais para a definição da nova quantidade de lote:

- Apenas uma tipologia por lote de modo a minimizar erros e trocas no processo;
- Cada lote de transferência corresponde a uma ou múltiplas embalagens exteriores completas, uma vez que salvo encomendas especiais, as encomendas da *Gewiss S.P.A.* dizem respeito a embalagens completas;

Além da necessidade de cumprimento destes requisitos, foi consensual que os lotes deveriam ser o mais pequenos possível, devido à nova reconfiguração do sistema numa célula de produção e para maior facilidade no *mix* dos LOP, e também para uma reposta mais célere a mudanças na procura.

Assim, foi decidido que o lote de transferência das tipologias 1P e 3P seria de 12 polos e o das tipologias 2P e 4P seria constituída 16 polos. Isto significa que cada lote de transferência (4 dispositivos) passa a conter exatamente uma embalagem exterior completa da tipologia existente no lote, i.e., 12 dispositivos de 1P, 8 dispositivos de 2P e 4 dispositivos de 3P e 4P.

5.2. Alteração dos procedimentos dos testes

Esta secção apresenta a alteração para os procedimentos dos testes térmico e de continuidade para reduzir o tempo despendido nestes testes pois estes são atividades que não acrescentam valor ao produto.

5.2.1. Teste Térmico

Sendo o Teste Térmico com maior taxa de rejeição, a mudança para uma situação de teste individual de cada polo seria vantajosa porque iria permitir que um polo defeituoso fosse identificado antes de ser utilizado nos outros testes e evitaria que um dispositivo necessitasse de ser desacoplado para permitir a reparação do defeito existente.



Deste modo, o autor propôs a alteração do método utilizado até então, passando os polos a ser testados individualmente. O responsável pelo Controlo de Qualidade da secção MT-HP não se opôs à alteração, pedindo apenas para realizar alguns testes no laboratório aos primeiros polos testados segundo o novo método, de modo a verificar a não existência de problemas. Todos os lotes testados pelo controlo de Qualidade foram validados, mostrando que o método escolhido era válido. Esta alteração no método de teste permitiria obter ganhos substanciais por duas formas:

- Ganhos com a não repetição de operações no caso de necessidade de reparação de um dos polos, uma vez que o Teste Térmico pode ser posicionado como primeiro posto do fluxo produtivo;
- Utilização mais eficiente das cavidades de teste. Devido ao ajuste mecânico (no parafuso de cada um dos polos) que é necessário fazer inicialmente, é necessário realizar o ajuste a todos os polos do aparelho. Isto obriga a que por exemplo no método original a 4ª cavidade demore muito mais tempo a ser carregada do que no método proposto (ajuste mecânico a 12 parafusos vs. Ajuste mecânico a 4 parafusos);

A outra questão a necessitar de intervenção era o elevado tempo de arrefecimento após o Teste Térmico. Este arrefecimento é necessário para que o bimetal retorne à posição inicial, de modo a que possa ser feito o posterior ajuste mecânico. O tempo usual superior a uma hora de arrefecimento não foi obtido não tinha por base qualquer evidência, sendo uma decisão da operadora e do chefe de linha. Tornou-se importante assim definir o real tempo necessário para o bimetal regressar à sua posição inicial. Com a ajuda do responsável da Qualidade e de um microscópio digital, foi medida a posição inicial do bimetal antes de submetido ao Teste Térmico, a distância que o bimetal se moveu imediatamente após o seu aquecimento, e o tempo necessário para que o bimetal regressasse à posição inicial, quando arrefecido por meio de ventilação artificial. Este procedimento foi efetuado com diversas amostras (Tabela 14).

Tabela 14 – Medição do tempo necessário para arrefecimento de várias amostras de polos MT-HP

Tipologia amostra	da Amplitude deslocação	de Tempo necessário para regressar à posição inicial
3P C100	16,5mm	16min 52s
4P C80	16,2mm	16min 21s
3P C125	17,1mm	18min 35s
3P C100	15,8mm	17min 50s
4P C125	17,2mm	17min 55s
2P C80	13,9mm	14min 29s

Em conjunto com o Engenheiro do Departamento de Qualidade, foi decidido que o tempo de arrefecimento após o Teste Térmico passaria a ser de 20 minutos, uma vez que permite que o bimetal retorne à posição inicial em todas as tipologias, admitindo ainda uma margem de segurança de cerca de 1minuto e meio no mínimo.



5.2.2. Dispositivo de teste da continuidade

Para colmatar as desvantagens assinaladas no capítulo da análise crítica, indagou-se junto dos técnicos de manutenção da empresa qual a possibilidade de construção de um dispositivo que substituísse o multímetro para o teste de continuidade com as seguintes características:

- Fixado à mesa e sem necessidade de ser manuseado/movido para fazer o teste de continuidade dos MT-HP;
- Que permitisse a realização do teste de continuidade simultaneamente a todos os polos do MT-HP, sendo o resultado do teste lido individualmente para cada um dos polos de modo a identificar rapidamente qual a origem do problema;

A resposta dos técnicos de manutenção a este pedido foi afirmativa e criaram um dispositivo que responde às duas necessidades pedidas. Na Figura 57 está representado o dispositivo implementado:



Figura 57 – Novo dispositivo de teste de continuidade

5.3. Otimização e distribuição dos recursos existentes

A primeira proposta implementada nesta secção diz respeito aos kits e ao porta cartolina. Tanto os kits como o PC são de montagem fácil e não exigem o uso de nenhum tipo de maquinaria ou ferramenta, com a exceção de um agrafador. Pela facilidade de montagem destes componentes, e pela vocação social da GP, surgiu a oportunidade de enviar a montagem dos kits e do porta cartolina para a APADIMP - Associação de Pais e Amigos dos Diminuídos Mentais de Penafiel.

Esta parceria entre a GP e a APADIMP não se iniciou no âmbito deste projeto, existindo um histórico de associação entre estas entidades. Com a passagem da montagem destes componentes para a APADIMP, assegura-se que os jovens daquela instituição possam ocupar os seus tempos livres e consegue aumentar a sua disponibilidade financeira para proporcionar outras atividades daqueles que dependem da instituição. Na ótica da GP, esta parceria é valiosa pois permite reduzir os custos relativamente a manter a produção dentro de portas ou subcontratando para outra empresa, além de proporcionar a



satisfação a todos os colaboradores de saber que estão a apoiar boas causas. Também permite concentrar os recursos especializados (operadoras) nas operações mais complicadas.

A formação na APADIMP sobre o processo de montagem dos componentes ficou a cargo do autor. Não foi seguida nenhuma metodologia específica para esta formação além da exemplificação do processo junto dos jovens da instituição e das respetivas tutoras.

A segunda proposta está relacionada com as duas máquinas de cravar existentes. Indagou-se junto dos responsáveis técnicos da Manutenção a possibilidade de adaptar uma das máquinas de forma a cravar os quatro tipos de tipologias de MT-HP. A resposta da Manutenção foi positiva, bem como da gestão da GP, que viu com interesse a libertação de um recurso custoso como uma prensa pneumática, tendo sido encomendado um calço que permitisse a cravação dos dispositivos de 3P/4P na máquina originalmente apenas destinada aos MT-HP 1P/2P.

5.4. Uniformização das caixas exteriores

Relativamente a um dos problemas descrito na secção 4.7.9, de falta de uniformização das caixas exteriores, o autor tomou a iniciativa de verificar a possibilidade de uniformizar as caixas exteriores, para as tornar mais flexíveis a nível de espaço que as existentes (desenhadas em específico para cada um dos aparelhos).

Através de experiência tentativa-erro, foram encontradas duas configurações que permitem reduzir o número de caixas exteriores a ser utilizadas apresentadas aqui como hipóteses A e B descritas de seguida.

A hipótese A consistiria em substituir as caixas externas do MT-HP 3 e 4 Polos pela caixa externa do MT-HP 2 Polos tal como apresentado na Figura 58.



Figura 58 – Caixas de expedição utilizadas na Hipótese A

A hipótese B consistiria em substituir as caixas externas do MT-HP 2 e 3 Polos pela caixa externa do MT-HP 4 Polos como apresentado na Figura 59.



Figura 59 – Caixas de expedição utilizadas na Hipótese B

Ambas as propostas são válidas e semelhantes, tendo sido as duas apresentadas à empresa como possivelmente vantajosas de ser implementadas.

5.5. Reconfiguração da linha em células de montagem

A reconfiguração do layout da linha MT-HP numa célula de produção foi sempre uma intenção clara da empresa. Esta reconfiguração enquadrava-se na política de implementação do programa Gewiss ON, descrito no capítulo 3.3.1.

Com o estudo do capítulo 4, tornou-se claro que esta reconfiguração era essencial como forma de eliminar a maioria dos problemas encontrados, bem como tornar a secção do MT-HP compatível com as necessidades do sistema produtivo da GP. A reconfiguração da linha MT-HP numa célula de produção visava adaptar a produção do MT-HP às seguintes características:

- Tamanhos de lotes constantes e pequenos;
- Tempos de *setup* diminutos;
- Tempo de produção por artigo constante;
- Balanceamento de postos de trabalho;
- Fluxos de produção definidos e constantes;
- Lançamentos de produção rigorosos;
- Utilização de equipamento elevada;
- Menos máquinas, com maior flexibilidade.

Como descrito no capítulo 2.3.3, um projeto de construção de uma célula de produção envolve diversas fases. No caso do projeto para a reconfiguração da linha MT-HP, o autor decidiu basear-se na abordagem de Black & Hunter (2003).



5.5.1. Identificação de famílias de produtos

Nesta secção identificam-se as famílias com fluxos de produção e características similares. Como referido ao longo do capítulo 4.3.2, o fluxo de produção de um aparelho MT-HP ao longo da linha varia consoante o número de polos que o constituem: de 1 a 4. Assim, no projeto da nova célula de produção do MT-HP, serão consideradas 4 famílias de produtos distintas, cada uma constituída por 12 variantes. Na Tabela 15 estão representadas todas as tipologias para as quais foi possível obter o tempo total de processamento através de uma nova medição de tempos efetuada tendo em conta a nova sequência operativa pretendida, que respeitasse as alterações propostas – como o novo método de teste térmico com polos individuais, as novas quantidades de lote de transferência ou as restrições relativas à utilização dos postos *standard*. Esta nova medição de tempos pode ser encontrada no Anexo V – Standard Operations Combination Chart.

Tabela 15 – Tempo de processamento das diversas tipologias MT-HP

Modelo	Tipologia	Tempo Processamento (seg)
GW93327	2P C80	266,81
GW93328	2P C100	261,57
GW93329	2P C125	273,65
GW93337	3P C80	372,09
GW93338	3P C100	378,6
GW93339	3P C125	392,19
GW93347	4P C80	473,99
GW93348	4P C100	482,67
GW93349	4P C125	500,79
	Média	378,04

A média do tempo de processamento de todas estas tipologias é semelhante ao tempo de processamento da tipologia 3P C100, que foi a escolhida na Análise ABC do capítulo 4.7.1. Assim, esta foi a tipologia escolhida para os passos seguintes do projeto de construção da nova célula MT-HP.

5.5.2. Agrupamento de centros de trabalho, balanceamento e afetação de operadores

Definidas que estavam as famílias de produto, tornou-se necessário agrupar os postos de trabalho de acordo com as famílias de produtos. Assim, nesta fase são definidos os centros de trabalho a ter na célula, o número de cada um deles, o *Takt Time* pretendido, o número de operadores, o balanceamento da célula e afetação das operadoras aos postos. A gestão da empresa estabeleceu uma produção a rondar os 400 polos diários como objetivo, para o qual a nova célula MT-HP deverá ser configurada. Para uma produção de 400 polos correspondentes a aparelhos 3P 100C, o *Takt Time* da linha MT-HP é:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ Total\ Disponível\ por\ Turno}{Quantidade\ pedida\ por\ Turno} = \frac{28380}{400} = 70,95\ seg$$



Significa que, de modo a responder satisfatoriamente a uma procura de 400 polos diários, a célula MT-HP necessita de produzir um lote de dispositivos (que corresponde a 4 dispositivos tal como já calculado na secção 5.1.) 3P C100 a cada 851,4 segundos ($70,95s \cdot 3\text{polos} \cdot 4\text{dispositivos}$).

Era necessário agora definir os centros de trabalho atendendo a este TT e partindo dos postos de trabalho existentes (10 postos). Como as mesas que constituíam o suporte dos PT na linha MT-HP não possuíam as condições necessárias para serem aproveitadas para os novos PT da célula, surgiu a possibilidade de construir de raiz todos os PT a serem utilizados. Os novos postos foram pensados atendendo aos seguintes critérios:

- Os centros de trabalho (CT) deveriam agrupar diversos PT da linha MT-HP, de modo a reduzir o número de postos existentes;
- Os centros de trabalho deviam ser ter mesas de apoio concordantes com o *standard* (90cm x 90cm) dos restantes postos das células da empresa;
- Balanceamento do trabalho das operadoras;

Através da análise dos tempos medidos, tanto na fase inicial do projeto, como na fase de início do estudo da reconfiguração da célula, para cada uma das operações e às sequências de produção das famílias de dispositivos apresentados nos diagramas de análise de processo da secção 4.3.2, foram criados os seguintes centros de trabalho apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Novos centros de trabalho da célula MT-HP

Centro de trabalho (CT)	Antigo PT	TC do lote de transferência (seg)
Teste Magnético (TMAG)	T1 – Teste Magnético	84
Teste de Alta-tensão (TAT)	T2 – Teste de Alta-Tensão	69,2
Teste Térmico (TFT)	T3 – Teste Térmico	278
Posto de acoplamento (ACO)	M1, M2, M3 e M5	352,4
Posto de embalagem (EMB)	M6 e E1	436,4
Montagem dos Bornes (BOR)	C2	268,8
Laser	L1	24
Total		1512,8

Os centros de trabalho de testes (TMAG, TAT, TFT) foram identificados com siglas para uma melhor identificação e os testes térmico (TFT) e de continuidade foram melhorados com as propostas apresentadas na secção 5.2.

Na Figura 60 está representado o tempo de ciclo (em segundos) em cada um dos PT para produção de um tabuleiro, i.e., um lote de transferência de MT-HP 3P C100. A linha vermelha representa o *Takt Time*.

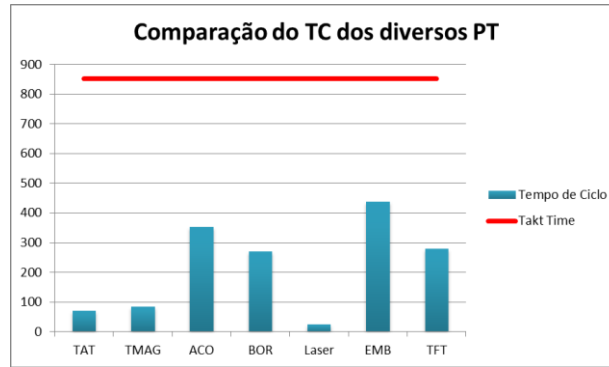


Figura 60 - Comparação do TC dos diversos PT na montagem do MT-HP 3P C100

No gráfico acima facilmente se vê que os postos existentes não se encontram balanceados nem otimizados (o TT está muito acima do TC). Isto ocorre devido às restrições referidas anteriormente como a utilização de postos standard e o baixo ciclo dos postos de teste.

Teoricamente e atendendo ao TT e ao tempo total de processamento foi calculado o número de operadoras para a célula que seria de 1,7, i.e., 2 operadoras assumindo que trabalhariam a 100%. Como se sabe ser impossível as operadoras trabalharem a 100% estudaram-se vários cenários. Na Tabela 17 analisam-se esses diferentes cenários com diferentes fatores de atividade para as operadoras.

Tabela 17 - Determinação do número de operadoras

Takt Time	Tempo de processamento	Fator de atividade da operadora	Nº operadoras
851,4	1512,8	100%	1,78
851,4	1512,8	95%	1,87
851,4	1512,8	90%	1,97
851,4	1512,8	85%	2,09

O tempo de processamento corresponde à soma total do TC dos centros de trabalho.

Verifica-se que mesmo com um decréscimo na eficiência por parte das operadoras, duas operadoras são suficientes para atingir o objetivo estipulado de produção de 400 polos diários, evitando que o tempo de ciclo de cada centro de trabalho ultrapasse o TT.

Assim, o balanceamento foi realizado atendendo ao número de operadoras para a célula. Os CT foram distribuídos pelas operadoras, de modo a encurtar as diferenças entre os tempos operativos totais de cada. A distribuição efetuada pode ser consultada na Tabela 18.

Tabela 18 – Atribuição dos PT por operadora

Operadora 1		Operadora 2	
Posto	TC (s)	Posto	TC (s)
Laser	24	TAT	69,2
EMB	436,4	TMAG	84
TFT	278	ACO	352,4
		BOR	268,8
Total	774,4	Total	738,4



O gráfico de barras da Figura 61 apresenta a relação dos tempos totais operativos das operadoras com o Takt Time para uma produção de 400 polos diários.

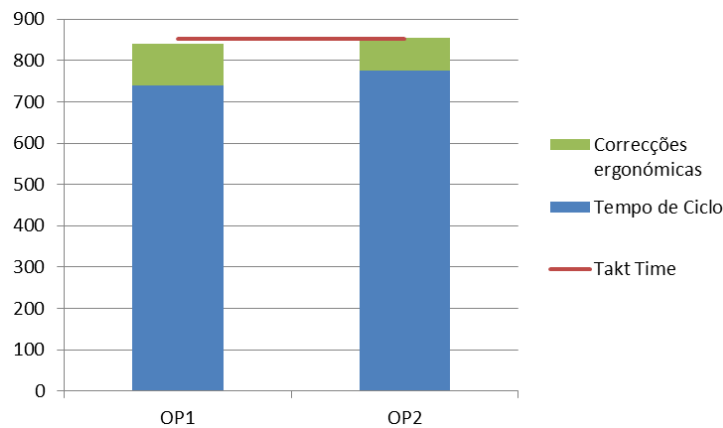


Figura 61 – Balanceamento das operadoras.

Baseado nas correções ergonómicas variáveis da Organização Mundial do Trabalho (ver Anexo IV – Correções ergonómicas variáveis dos PT), o autor definiu uma correção ergonómica de 13% para a operadora 1 (20 pontos) e de 11% para a operadora 2 (14 pontos).

A afetação das operadoras aos centros de trabalho foi realizada tendo em conta a experiência de cada operadora em cada PT baseando-se na matriz de competências da Tabela 19 que foi construída com a ajuda das operadoras e engenheiros.

Tabela 19 – Matriz de competências das operadoras

Op	TFT		TAT/ TMAG		ACO		BOR		EMB		Laser	
	ILUO	/ Δ	ILUO	/ Δ	ILUO	/ Δ	ILUO	/ Δ	ILUO	/ Δ	ILUO	/ Δ
Op 1	O	Δ	O	Δ	O	Δ	O	Δ	O	Δ	O	Δ
Op 2	L	/	O	/	U	/	U	Δ	U	Δ	O	Δ

Legenda: I: Pouco Conhecimento; L: Conhecimento Razoável; U: Bom Conhecimento; O: Elevado Conhecimento com capacidade de dar formação; Δ: Executa habitualmente; /: Pode executar; X: Não pode executar por questões de saúde

5.5.3. Organização intracelular, fluxo de materiais e controlo da célula

Nesta secção apresenta-se as atividades de organização intracelular, fluxo de materiais e controlo da célula, escolha do modo operatório e implementação de trabalho normalizado para cada posto de trabalho. No projeto desta célula era intenção clara, tanto do autor como da empresa, que esta tivesse um fluxo único e contínuo, para cada uma das famílias de produtos. As prioridades nesta fase foram:

- Localização das máquinas de teste no início da linha, de modo a eliminar desperdício de tempo na montagem de componentes em polos não conformes, como acontecia na linha original do MT-HP;



- Reduzir ao máximo a distância entre postos de trabalho, permitindo, no entanto, o espaço necessário para as movimentações essenciais das operadoras;
- Cada tipo de componente utilizado na montagem do MT-HP deveria estar apenas localizado em apenas um dos centros de trabalho, como forma de manter o inventário controlado na linha;
- Localizar os componentes o mais próximo possível do local onde utilizados;
- Reduzir a área total de implantação da célula;

O processo de decisão da organização intracelular a implementar foi um processo construtivo que englobou todos os elementos da equipa Gewiss ON, bem como a operadora da linha MT-HP.

5.5.3.1. Tipo de implantação

Tendo em conta o espaço disponível, as características do produto, e a necessidade de polivalência das operadoras face à natureza da flexibilidade da procura, foi escolhida uma implantação do tipo em U, cujas vantagens foram apontadas na secção 2.3.3. Na Figura 62 (modelo 2D) está ilustrado o *layout* que gerou consenso entre toda a equipa.

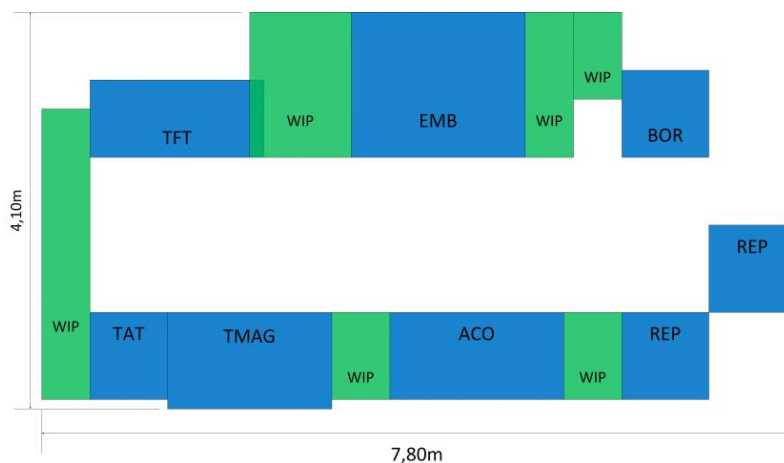


Figura 62 – Modelo 2D do layout da célula MT-HP

A Figura 63 mostra o mesmo *layout* mas num modelo 3D para que se perceba melhor a dimensão da célula e o formato dos novos PT.

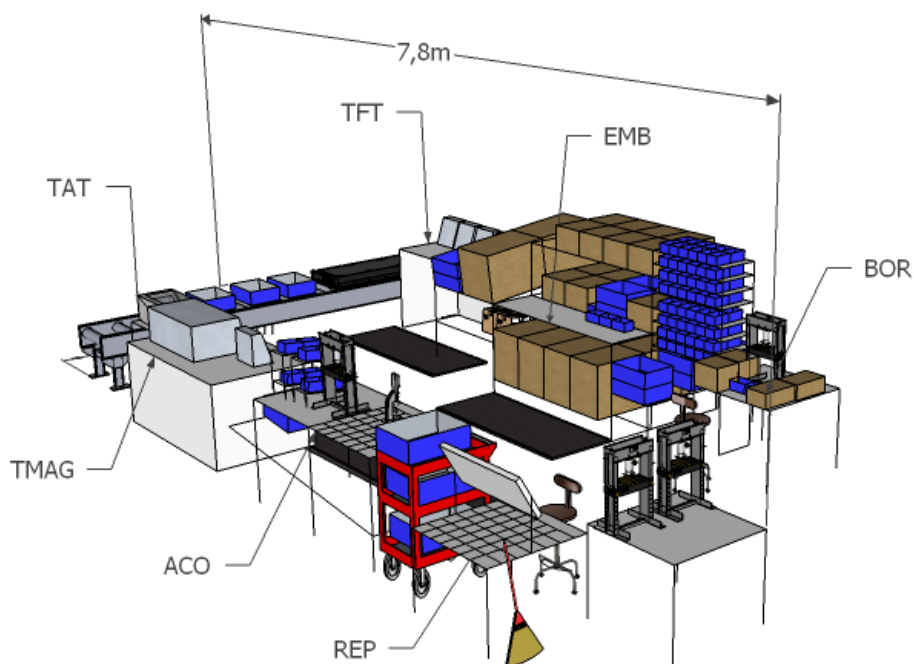


Figura 63 - Layout da célula MT-HP (Vista 1)

Assim a célula passou a ocupar uma área de 31,98 m².

5.5.3.2. Escolha do modo operatório

Durante o processo de análise do estado inicial da linha MT-HP, a interação entre o autor e a operadora foi constante, estando a operadora consciencializada desde o início para a necessidade da mudança. Ao autor causou apreensão a possível existência de algumas reticências da parte da operadora quando confrontada com a necessidade de passar a trabalhar de pé na maioria dos postos, ao contrário da situação inicial, em que excetuando os postos de testes, todos os restantes eram operados de forma sentada.

Quando explicada a situação à operadora, esta entendeu a necessidade de trabalhar de pé devido à utilização de lotes pequenos e do pouco tempo despendido em cada posto. Solicitou apenas que o posto de montagem dos bornes continuasse a ser sentado, por uma questão de precisão e conforto. O autor e a restante equipa de implementação concordaram que seria uma boa solução a construção de um posto mais baixo que permitisse trabalhar sentado.

Assim, definida que as operadoras iriam trabalhar de pé e pretendendo distribuir equitativamente as tarefas pelas operadoras, tendo cada uma a sua área de atuação foi adotado o *Working Balance* (WB) para a célula. Neste modo, são atribuídas tarefas específicas a cada um dos operadores, não existindo partilha de tarefas entre elas. A Figura 64 apresenta a divisão dos CT na célula por operadora.

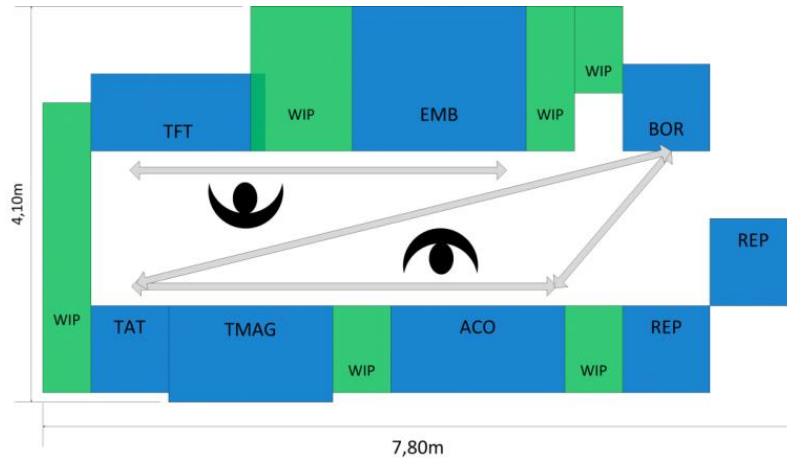


Figura 64 – Divisão do trabalho pelas operadoras na célula

Na Figura 65 apresenta-se a implementação da célula MT-HP, à data de elaboração deste projeto.



Figura 65 – A célula MT-HP

5.5.3.3. Fluxo dos materiais na célula

Na Figura 66 está representado o modo como a matéria-prima flui dentro da nova célula MT-HP. É importante salientar que a entrada dos componentes principais são os polos que vão sendo acoplados até se obter os dispositivos pretendidos de 1, 2, 3 ou 4 polos. Independentemente do número de polos do dispositivo, da célula vão sendo montados lotes de 4 dispositivos (lote de transferência determinado na secção 5.1).

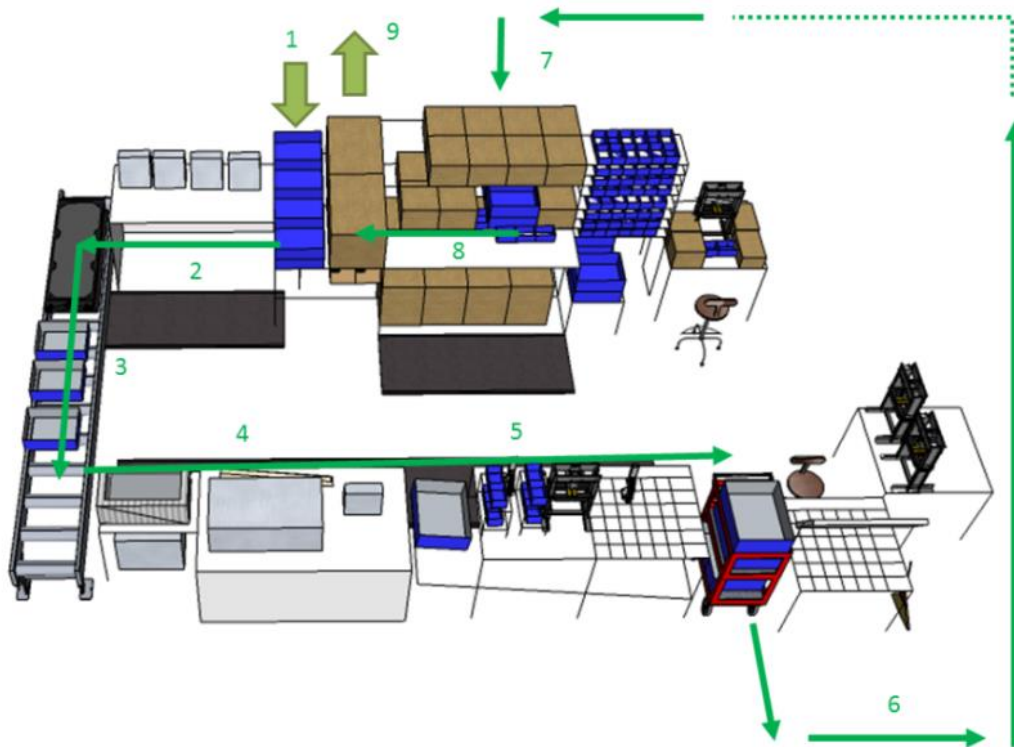


Figura 66 – Novo fluxo produtivo da célula MT-HP

O ponto 1 sinaliza a *rack* de entrada dos tabuleiros provenientes do subcontratado. Esta *rack* é abastecida todos os dias ao final do dia. No ponto 2 efetua-se o teste térmico, sendo os polos arrefecidos no ventilador e posteriormente colocados na *rack* do ponto 3. De seguida é realizado o teste magnético e de alta-tensão (4). Após concluídos os testes, os polos existentes no tabuleiro deslizam através da *rack* (5) existente sob o posto de acoplamento. Quando acoplados todos os polos, o tabuleiro é colocado no carrinho do laser. Os processos desde o ponto 2 até ao ponto 5 repetem-se até à existência de disponibilidade no laser. Quando disponível, a operadora desloca o carrinho até ao laser para fazer a gravação (6), regressando posteriormente com o carrinho para carregar os tabuleiros novamente na célula (7), neste caso, diretamente no posto de embalagem. Os aparelhos são embalados no posto de embalagem (8) e colocados na *rack* de saída do produto final (9).

5.5.3.4. Trabalho normalizado e instruções para o operador

Dentro dos elementos de padronização do trabalho, foram criadas Instruções de Operador dedicadas aos diversos postos de trabalho. As Instruções de Operador criadas, indicam de forma clara ao operador do posto, qual a sequência das operações a realizar. Cada um dos passos é acompanhado de uma foto ilustrativa do modo correto de execução da operação. No Anexo V – Standard Operations Combination Chart é possível encontrar as diversas IOs criadas para cada um dos postos de trabalho.

Para cada um dos postos da nova célula Gewiss ON foi criada também uma *Standard Operations Combination Chart* (SOCC), que descreve pormenorizadamente e sequencialmente, todas as operações a



realizar, bem como os tempos de ciclo previstos para cada uma. Na Figura 67 está representada um exemplo desta folha de trabalho normalizado combinada, neste caso para o posto de embalagem do MT-HP 3Polos.

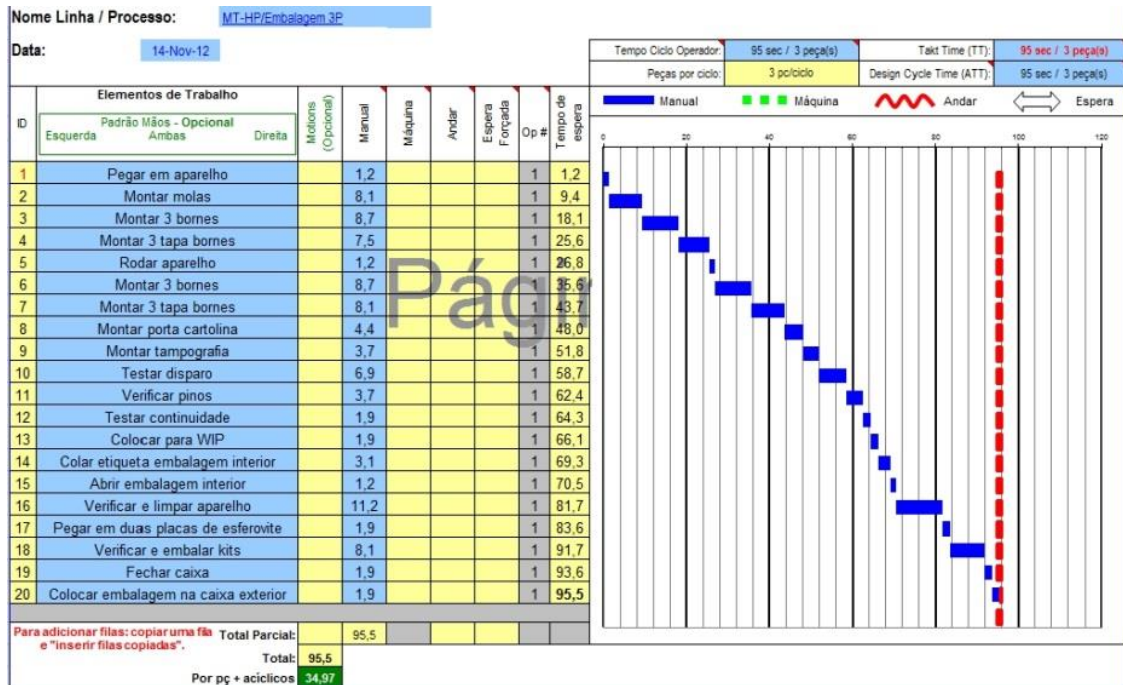


Figura 67 – SOCC para o posto de Embalagem do MT-HP 3 Polos

A estrutura da folha de trabalho normalizada combinada resume a sequência operatória para cada um dos postos de trabalho, indicando para cada operação simples o respetivo tempo de ciclo esperado. O tempo de ciclo acumulado de todas as operações descritas na folha indica o tempo expectável que o operador desse posto necessita desde que recebe o montado até o libertar para o posto seguinte. No Anexo V – Standard Operations Combination Chart é possível encontrar as restantes folhas de trabalho normalizadas para o MT-HP 3P C100

Num registo semelhante, foram também elaborados novos Planos de Controlo para todos os postos. Estes Planos de Controlo foram atualizados de modo a adequarem-se às alterações efetuadas na linha. Na Figura 68 é possível encontrar o exemplo do Plano de Controlo elaborado para o posto de Acoplamento (ACO).

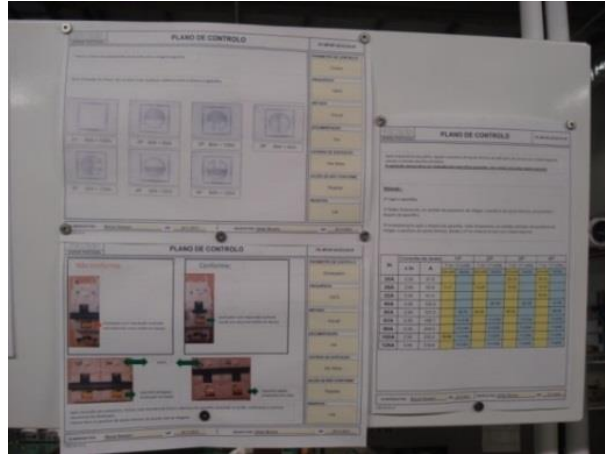


Figura 68 – Exemplo de Plano de Controlo para o posto de acoplamento

5.5.3.5. Organização dos componentes na célula e outros materiais

Na definição da organização, foram utilizados *os standards* existentes na empresa. Um posto de trabalho *standard*, na gíria da *Gewiss*, é constituído por um tampo de 90cmx90cm, com 24 ranhuras para contentores. Estas 24 ranhuras permitem alocar 24 contentores do tipo EK6161 ou 12 contentores do tipo EK6081. Por norma o posto pode ser dividido a meio, em que os contentores da parte traseira funcionam como espelho dos contentores da parte frontal.

Os postos *standard* são indicados para as situações em que são exclusivamente usados contentores *standard*. Nos postos em que a incidência de caixas de fornecedor (não reguladas) é elevada, como o posto de Embalagem, optou-se por uma solução de 3 níveis. Como é possível observar na Figura 69, no nível inferior foram colocadas as caixas de fornecedor das embalagens exteriores (as maiores) e no superior as caixas de fornecedor das embalagens interiores. No nível do meio foram alocados os componentes de maior uso como kits, manual de instruções, molas, etc.

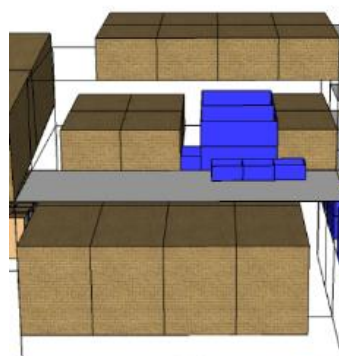


Figura 69 – Detalhe do Posto de Embalagem

A cada contentor ou caixa de fornecedor de determinado componente foi atribuída uma localização específica. Esta localização, definida através de um número, está indicada em cada um dos contentores, permitindo ao responsável pelo abastecimento saber o sítio exato onde deve deixar o contentor. Cada



localização é dupla, já que existem dois contentores de cada componente por posto. O abastecimento é feito pela parte traseira do posto. Quando um contentor em uso se esgota, a operadora do posto coloca o contentor na rack dos contentores vazios e passa a utilizar o contentor respetivo existente na parte traseira. Em baixo estão detalhados os *micro-layouts* do posto de Acoplamento (Figura 70) e do posto de Embalagem (Figura 71), bem como os componentes existentes em cada um deles.

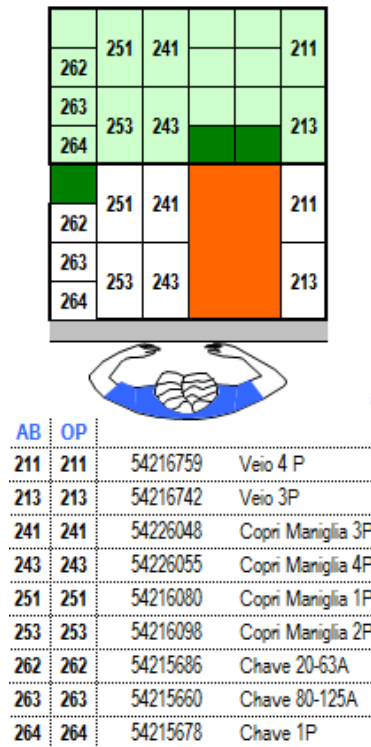


Figura 70 - Micro-Layout do posto de Acoplamento

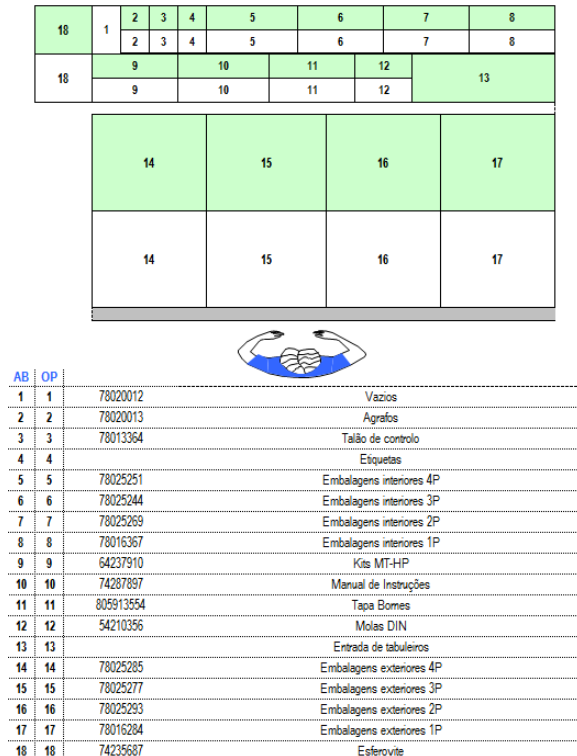


Figura 71 - Micro-Layout do posto de Embalagem

As tampografias constituem os únicos componentes que não foram integrados nos CT criados. A GP mantém em funcionamento dois sistemas diferentes de abastecimento das tampografias nas suas células Gewiss ON por contraste ao abastecimento descrito no capítulo 4.7.10. O sistema mais antigo depende de um trabalho intensivo dos operários do armazém, que ao rececionarem os polos provenientes dos subcontratados, juntam a cada um dos tabuleiros a respetiva quantidade de tampografias. Por exemplo, no caso de serem rececionados 12 tabuleiros contendo cada um 24 polos da tipologia XYZ de 3P, são adicionadas 8 tampografias da tipologia XYZ a cada um dos tabuleiros.

O sistema mais recente passa pela criação de uma prateleira independente de armazenamento junto à célula, em que são armazenadas todas as versões da tampografia. Dependendo da tipologia que está a ser montada, a operadora seleciona a versão correspondente na prateleira e utiliza-a na célula. Na Tabela 20 estão compiladas as vantagens e desvantagens de cada um dos sistemas.



Tabela 20 - Vantagens e desvantagens de cada um dos sistemas

Envio das tampografias em conjunto com os tabuleiros		Prateleira de armazenamento na célula	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Eliminação de stock em excesso na célula;	Erro humano que provoca falta de material	Diminuição dos erros humanos que provocam falta de material;	Stock excessivo na célula;
Libertação de área de layout	Tempo despendido pelos operadores do armazém	Redução das tarefas dos operadores do armazém	Aumento da área ocupada no layout;
		Resposta mais rápida a mudanças nas ordens de produção	Aumento das tarefas das operadoras da célula

Em conjunto com o diretor industrial da empresa, o autor optou pelo 2º sistema. Apesar das desvantagens listadas, a diminuição das falhas de material devido a erro humano e a redução na carga de trabalho dos operários do armazém, pesou mais do que as vantagens listadas pelo primeiro sistema.

Deste modo, avançou-se para a montagem de uma prateleira que permitisse albergar as 48 tipologias de tampografias. Decidiu-se que esta prateleira seria localizada entre o posto de embalagem e de montagem dos bornes.



Figura 72 – Prateleira de armazenamento das tampografias



Figura 73 – Identificação dos compartimentos

A prateleira (Figura 72) possui ao todo 48 compartimentos. Cada um dos compartimentos tem espaço para dois contentores de tampografias. Quando vazio, o contentor é reabastecido pelo comboio logístico, no compartimento respetivo. A identificação do compartimento (Figura 73) é feita através de um código composto por uma letra e um número, em que a letra representa a linha e o número a coluna. A posição de cada uma das tipologias pode ser encontrada no Anexo VII – Posição das tampografias. Na definição das posições, o autor colocou os itens mais utilizados nas linhas E a H, uma vez que estas são as posições de mais fácil acesso para as operadoras.



5.5.4. Integração e organização intercelular

Com a integração e organização intercelular pretende-se dispor as células no espaço fabril de forma a facilitar o fluxo de materiais de e para a célula e sistema circundante. Numa 4ª fase do projeto da célula MT-HP, importou definir como a célula se integraria juntos dos sistemas externos de que estaria diretamente dependente. No caso da célula MT-HP, esta teve de ser pensada de forma a:

- Integrar a máquina de laser (comum às outras secções da fábrica) no fluxo operativo das diversas famílias de produtos, diminuindo ao máximo o tempo e distância das deslocações;
- Integrar as necessidades de abastecimento de componentes nas rotas do comboio logístico já existentes.

O novo abastecimento funciona numa lógica de *kanban* por caixa. Para cada um dos componentes, existem duas caixas ou contentores no posto de trabalho em que é utilizado. Assim que um contentor esgota os seus componentes, este é colocado numa rack destinada aos contentores vazios. Estes contentores são recolhidos todas as horas pelo comboio logístico, que na ronda seguinte, abastece a célula com os contentores em falta, já com a quantidade previamente fixada de componentes.

Na Figura 74 está representada a integração da célula MT-HP no sistema. As setas verdes indicam o trajeto do comboio logístico (*Milk Run*) e as setas laranjas indicam os pontos de abastecimento da célula MT-HP (EMB, BOR, REP, ACO e prateleira de tampografias). O *Milk Run* faz uma viagem de hora a hora para reposição de componentes.

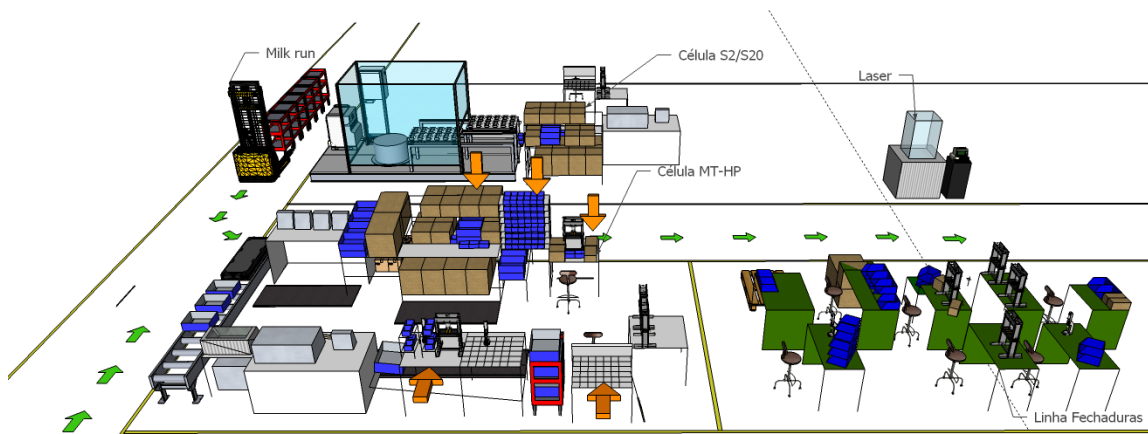


Figura 74 – Integração e organização intercelular

A operadora inicial da linha MT-HP mostrou especial entusiasmo pelo início do abastecimento de componentes através de comboio logístico, uma vez que a libertava da fastidiosa tarefa de fazer requisição de material ao final do dia, bem como das constantes deslocações ao supermercado de abastecimento.



5.6. Aplicação do programa 5S e gestão visual

O programa 5S, por via da implementação progressiva do programa *Gewiss ON* na empresa, não era desconhecido pelas operadoras. A implementação dos 5S nas secções que já utilizavam práticas *Lean* foi replicada no passado nos postos de trabalho do MT-HP, tendo sido inclusive dada formação neste sentido às operadoras.

No entanto, a simples limpeza e organização dos postos de trabalho não foi suficiente, principalmente numa situação em que o *layout* do sistema se encontrava num estado caótico. Assim, as práticas 5S foram progressivamente menosprezadas, pois eram vistas como uma gota de água num oceano de problemas e desorganização. Na situação inicial deste projeto, problemas como o excesso de ferramentas, falta de localização definida para as diversas ferramentas, sujidade dos postos de trabalho e confusão na localização dos materiais eram uma constante.

Com a reconfiguração da secção para um sistema de células, procedeu-se a uma nova tentativa para implementar o programa 5S. O autor deu início a uma sensibilização inicial constante para a necessidade de manter na célula apenas o estritamente necessário e colocar as ferramentas no local previamente definido. Apesar de as operadoras parecerem compreender o porquê da aplicação dos 5S, era visível que o 5º senso (de disciplina) ainda não estava enraizado na sua forma de trabalhar.

A gestão visual constituiu um auxiliar indispensável na aplicação dos 5S. Com a delimitação e sinalização dos espaços destinados às ferramentas e materiais, a arrumação tornou-se intuitiva e prática. A gestão visual foi baseada no código de cores existente na empresa (Figura 75).







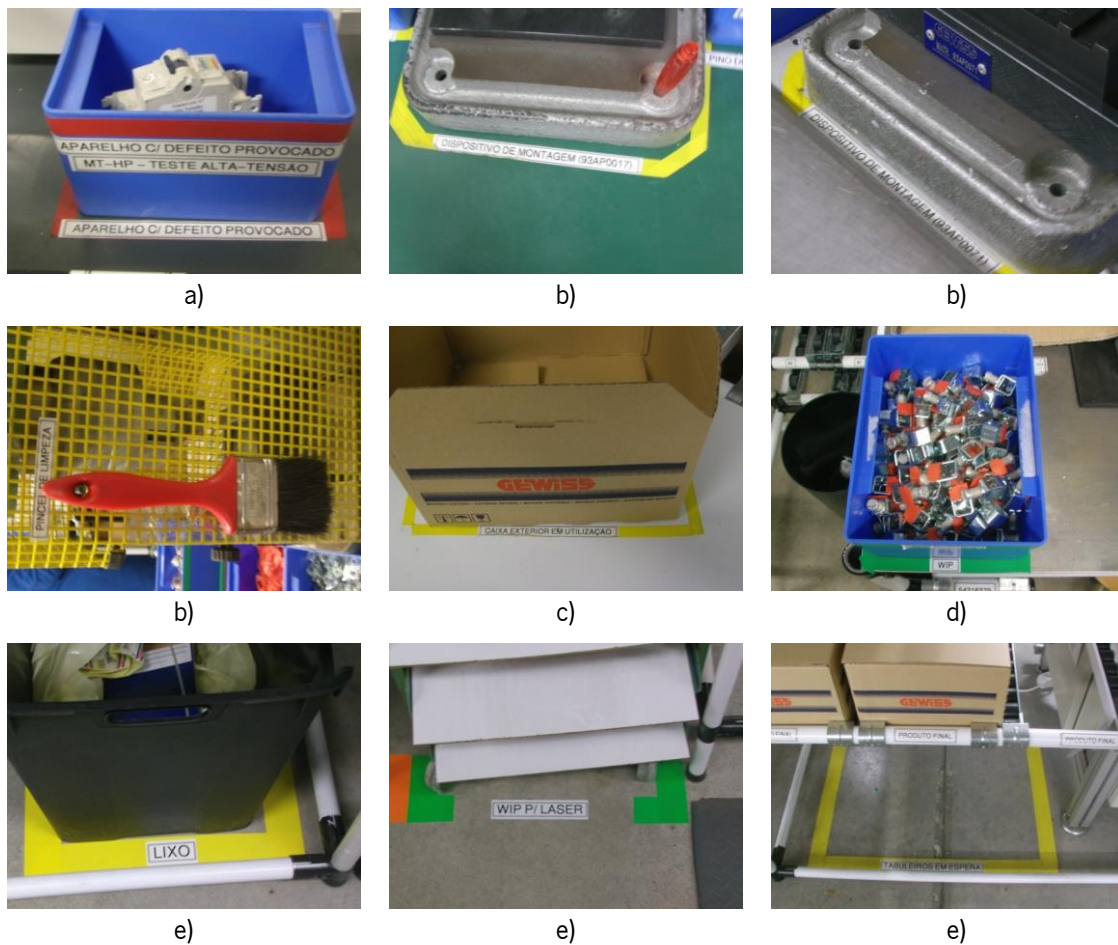
 Verde	Componentes/Matéria Prima WIP Produto Acabado	 Amarelo	Corredores Principais Áreas (Produção) <i>(N/A se utilizada outra cor)</i>
 Vermelho	Sucata Não-Conforme Incêndio	 Branco	Qualidade Área de Auditorias Áreas (Office)
 Laranja	Reparação Retrabalho	 Riscos Amarelas e Pretas	Materiais Perigosos Perigo

Figura 75 - Código de cores da *Gewiss Portugal*

Foram etiquetados todos os espaços destinados a contentores, entrada e saída de material, matérias-primas e WIP. Todos os espaços no solo foram delimitados e sinalizados. A gestão visual na célula de produção assentou essencialmente na utilização de dois materiais: fita adesiva colorida para marcação



dos espaços respetivos e etiquetas para descrição de materiais e espaços. A Figura 76 apresenta alguns exemplos de gestão visual implementados na célula MT-HP.



Legenda: a) Descrição de material e espaço; b) Sinalização do local de ferramentas; c) Delimitação de espaço de WIP; d) Delimitação de espaços no solo

Figura 76 – Exemplos de gestão visual na célula MT-HP

Foi também criado também um quadro de acompanhamento das métricas da produção (Figura 77) para um melhor acompanhamento do que se passava no espaço fabril (medida de gestão visual).



Figura 77 – Quadro de acompanhamento das métricas da produção

O quadro criado foi dividido em 5 áreas distintas. No acompanhamento dos defeitos, registam-se os defeitos ocorridos diariamente, assinalando o tipo respetivo. Na área de acompanhamento da produção estão assinalados os objetivos de produção para cada hora. No final de cada hora, a operadora assinala a produção efetuada, e calcula a diferença entre objetivo e efetivo, bem como o acumulado diário. Em baixo está assinalado o objetivo diário para cada dia da semana, bem como o efetivamente produzido.

A área de acompanhamento da eficiência é preenchida pelo chefe de secção, com base nos ciclos existentes. Do lado direito encontram-se as áreas de ideias de melhoria e dos pedidos de intervenção. As ideias de melhoria podem ser colocadas por cada um dos colaboradores da empresa, preenchendo um post-it que deve ser colado no local respetivo do desenho do layout. No fim de cada semana, uma equipa de colaboradores recolhe os post-its e avalia as sugestões efetuadas, podendo estas ser implementadas ou rejeitadas. Os pedidos de intervenção são feitos pelas operadoras ou chefe de secção, preenchendo um dos folhetos existentes. Estes pedidos ficam a cargo da equipa da Manutenção, que possui um máximo de 2 dias para se acerrar do problema.

5.6.1. Etiquetas de identificação dos contentores

Na secção 5.5.3.5 foi demonstrada a importância da definição de uma localização para cada componente. Na Figura 78 é possível observar como esta localização é dada a conhecer, tanto à operadora como ao abastecedor.



Figura 78 – Etiquetas de identificação dos contentores (esq.) e identificador da posição (dir.)

Do lado esquerdo encontra-se um exemplo da etiqueta que é aplicada a todos os contentores. Nesta etiqueta é possível ler o código do componente, o tipo de contentor (L60 ou L61), o código de barras que contém a localização dos componentes no armazém, a quantidade de peças (e peso) por contentor e a localização no PT. No caso da Figura 78, a localização do contentor é a 241. A localização 241 pode ser desdobrada como PT 2, 4ª coluna, 1ª fila. Para evitar erros por parte do abastecedor, foram colocadas etiquetas identificativas em cada PT, indicando o número da coluna/linha (foto da direita na Figura 78).

5.6.2. Criação e introdução de etiqueta de lote

Como referido na secção 4.5.1, a identificação do material que dava entrada na linha era feita através de uma etiqueta preenchida manualmente pelo subcontratado e que era colada na parte exterior das caixas de transporte.

Na secção 4.7.9 foram referidos alguns problemas da utilização deste sistema. Como forma de resolução desta questão, foi introduzida na célula MT-HP uma etiqueta de lote (Figura 79) baseada nas já existentes noutras células Gewiss ON.

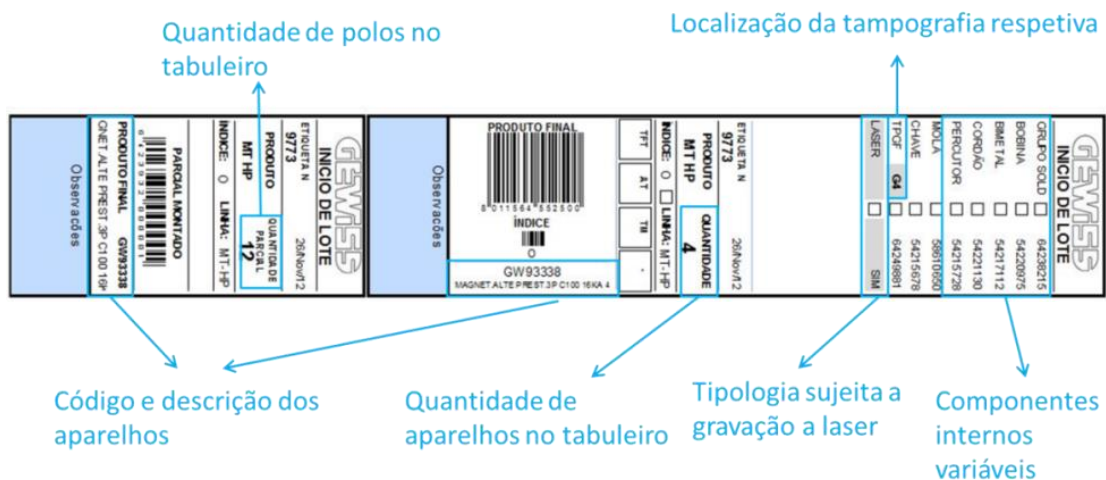


Figura 79 - Etiqueta de lote dos produtos MT-HP



As etiquetas de lote são impressas pelo programador da produção que as envia semanalmente para o subcontratado. Apesar de o subcontratado não utilizar a etiqueta como ordem de produção, esta constitui um auxiliar para o controlo da sua produção, através da descrição dos componentes variáveis que são utilizados na montagem interna dos polos consoante as tipologias e também pela discriminação das quantidades a incluir em cada tabuleiro. As etiquetas são acopladas a todos os tabuleiros correspondentes que são enviados para a GP.

Ao rececionar os tabuleiros com o material, a equipa de colaboradores do armazém irá rasgar a parte inferior da etiqueta correspondente ao parcial montado. O código de barras da esquerda (Figura 80), quando lido pelo *scanner*, indica ao sistema ERP a entrada dos materiais na GP.



Figura 80 – Etiquetas de lote dos tabuleiros MT-HP

A parte superior da etiqueta é enviada para a secção produtiva em conjunto com os tabuleiros, onde é utilizada pela operadora para identificar a tipologia a produzir, alguns componentes utilizados e a localização da tampografia respetiva. O código de barras relativo ao produto final é lido pelo *scanner* no momento final da embalagem, para atualização das informações no ERP e também da produção diária. Na Figura 80 também é possível observar de como a etiqueta de lote criada para o MT-HP acompanha cada um dos lotes processados na célula.



6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo discute os resultados da implementação das propostas de melhoria. São apresentadas as vantagens e desvantagens das propostas, as dificuldades de implementação e os ganhos obtidos. São também discutidas as propostas não implementadas. Finalmente, é também feita uma comparação entre as medidas de desempenho da situação inicial e atual.

6.1. Novos procedimentos de teste

Nesta secção são apresentados os resultados da adoção dos novos procedimentos adotados para os testes.

6.1.1. Novo procedimento no Teste Térmico

Importa saber quais os ganhos com a mudança de teste dos polos acoplados para polos individuais. A Tabela 21 apresenta os TC das operações prévias ao Teste Térmico no antigo fluxo do MT-HP 3P 100C.

Tabela 21 – TC das operações prévias ao Teste Térmico no antigo fluxo do MT-HP 3P 100C

Operação	TC por dispositivo (seg)	TC por polo (seg)
Teste Magnético	18,6	6,2
Teste de Alta-Tensão	12,36	4,12
Acoplar Polos	30,6	10,2
Cravar Polos	7,5	2,5

No total, por cada polo rejeitado no Teste Térmico, são desperdiçados 23 segundos. A este tempo é necessário somar o tempo de desacoplamento do aparelho, que ronda os 30 segundos. Assim, com a mudança de procedimento no teste é possível poupar 53 segundos $*(300*1,5\%)$, ou seja, cerca de 238,5 segundos/dia. O valor de 1,5% utilizado no cálculo anterior corresponde à taxa de rejeição média no Teste Térmico (como visto na secção 4.7.5) e o de 300 ao número de polos diários que é expectável produzir.

No entanto, as poupanças obtidas não são conseguidas apenas por esta via. A Tabela 22 e a Tabela 23 apresentam um estudo comparativo da utilização do Teste Térmico segundo os dois métodos – teste com dispositivos acoplados e teste polo a polo. Na Tabela 22 foram testados oito aparelhos MT-HP de 3 polos.



Tabela 22 – Utilização do Teste Térmico quando testados aparelhos acoplados

	Cavidade 1		Cavidade 2		Cavidade 3		Cavidade 4	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
1º MTHP	00:27	01:31	00:59	02:15	01:28	02:33	01:56	02:38
	02:28	03:09	02:34	03:15	02:39	03:29	02:45	03:38
	03:37	04:26	03:44	04:21	03:49	04:45	03:55	04:27
2º MTHP	04:33	05:31	04:35	05:15	04:51	05:45	04:41	06:10
	05:37	06:18	05:22	05:56	05:51	07:03	06:17	07:04
	06:24	07:19	06:33	06:45	07:15	08:05	07:10	08:07
Tempo Total	05:08		04:00		05:47		05:20	
Uptime	62,47%		48,68%		70,39%		64,91%	

Na Tabela 23 foram testados 24 polos destinados a serem montados em dispositivos MT-HP 3P.

Tabela 23 – Utilização do Teste Térmico quando testados polos individualmente

	Cavidade 1		Cavidade 2		Cavidade 3		Cavidade 4	
	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
1º Pólo	00:09	01:05	00:23	01:05	00:35	01:25	00:45	02:20
2º Pólo	01:40	02:41	01:41	02:23	01:44	03:19	02:25	03:01
3º Pólo	02:51	03:44	02:33	03:21	03:30	04:11	03:09	03:51
4º Pólo	03:57	05:03	03:27	04:18	04:39	05:26	04:04	05:01
5º Pólo	05:21	05:52	04:37	05:07	05:37	06:51	05:17	05:53
6º Pólo	06:12	06:52	05:19	06:03			06:15	07:05
7º Pólo			06:26	07:03				
Tempo Total	05:07		04:54		05:07		05:16	
Uptime	70,90%		67,90%		70,90%		72,98%	

Como é possível observar pela comparação das tabelas, com o método original, foram necessários 8 minutos e 7 segundos para testar os 8 aparelhos (tempo desde o início da medição até à retirada do último polo da cavidade), enquanto com o método proposto reduziu-se esse tempo em 1 minuto e 2 segundos (08:07-07:05=01:02). A Tabela 24 apresenta uma compilação/comparação dos dados obtidos com a análise efetuada dos diferentes métodos.

Tabela 24 – Compilação dos resultados de ambos os métodos

	Teste aparelhos acoplados	Teste polos individuais
Tempo Total	32:52	28:52
Tempo efetivo	20:15	20:24
Uptime	61,61%	70,67%

Ambas as propostas relativas ao Teste Térmico (diminuição do tempo de arrefecimento para 20 minutos e teste individual dos polos) foram implementadas com sucesso. A diminuição do tempo de arrefecimento contribuiu para a diminuição do tempo de percurso médio (ver secção 6.4) e não existiu nenhum defeito provocado por esta alteração. O teste individual dos polos permitiu diminuir o tempo de ciclo do Teste Térmico. Com o novo método, um lote de transferência de 12 polos é processado em 278 segundos



(secção 5.5.2) ou 4,6 minutos, enquanto pelo método antigo, pode-se verificar no estudo da Tabela 22 que o 12º polo só está testado ao fim de 4,75 minutos.

6.1.2. Novo dispositivo de teste de continuidade

Na Tabela 25 comparam-se os tempos gastos no teste de continuidade para cada uma das tipologias do MT-HP consoante o método utilizado.

Tabela 25 – Comparação de tempos entre os dois métodos de teste

	MT-HP 1P	MT-HP 2P	MT-HP 3P	MT-HP 4P
Multímetro	3,1s	3,7s	4,4s	5s
Novo dispositivo	-	1,9s	1,9s	2,5s

Assim, verifica-se que a introdução deste dispositivo significa uma poupança nos tempos operativos de mais de 50%.

6.2. Ganhos com a uniformização das caixas exteriores

Utilizando os valores unitários da última compra dos materiais aos fornecedores, estabeleceu-se uma comparação dos custos (Tabela 26) das caixas utilizadas entre a situação atual e as hipóteses apresentadas no capítulo 5.4. Foi utilizada como referência o valor total para uma expedição de 48 Polos, uma vez que é o mínimo múltiplo comum entre 12 e 16 – o número de polos enviados por caixa consoante a tipologia.

Tabela 26 – Comparação dos custos entre a configuração atual e as configurações propostas

	Atual	Hipótese A	Hipótese B
MTHP 1P (48 Aparelhos)	€ 2,07	€ 2,07	€ 2,07
MTHP 2P (24 Aparelhos)	€ 10,62	€ 10,62	€ 12,71
MTHP 3P (16 Aparelhos)	€ 5,09	€ 6,15	€ 5,84
MTHP 4P (12 Aparelhos)	€ 7,19	€ 7,42	€ 7,19

É possível observar, por análise da tabela, que a nível de materiais, e considerando os valores atuais, a situação atual de 4 caixas exteriores é mais barata que as hipóteses apresentadas. No entanto, é de notar que estes preços não refletem os possíveis descontos de quantidade obtidos junto dos fornecedores pela substituição de 3 das caixas por apenas 1.

Na Figura 81 resumem-se as vantagens e desvantagens da implementação destas propostas:

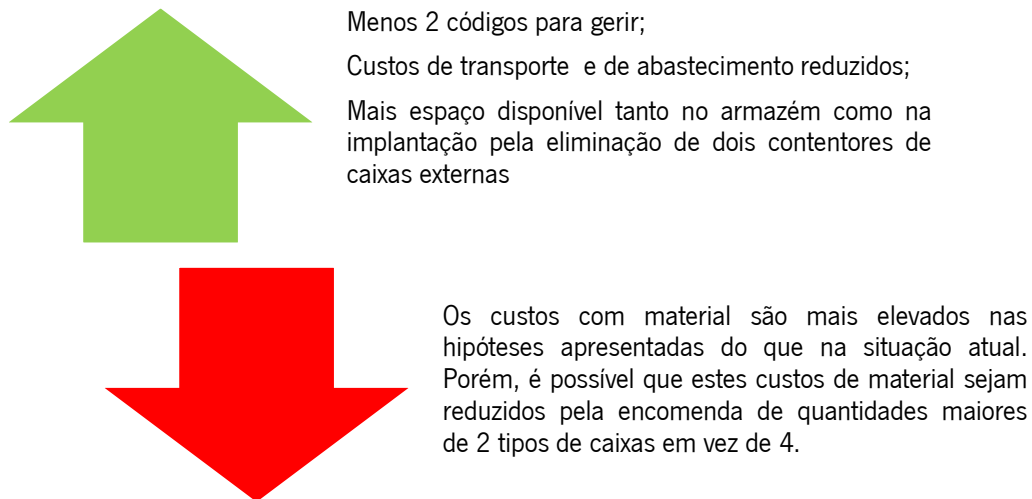


Figura 81 – Vantagens e desvantagens das propostas

Documentação contendo esta proposta foi enviada para a *Gewiss S. P. A.*, não tendo sido obtida qualquer decisão final durante a duração deste projeto.

6.3. Implementação da célula: comparação das medidas de desempenho iniciais com atuais

No capítulo 4.6 foram introduzidas as medidas de desempenho utilizadas pela empresa para acompanhar a produção da secção do MT-HP. A comparação dos dados fornecidos por estas medidas de desempenho permite avaliar a dimensão do impacto, tanto da reorganização da antiga linha do MT-HP numa célula de produção, como das outras alterações efetuadas. Serão comparadas as medidas de desempenho utilizadas pela empresa (eficiência e taxa de rejeição) e, adicionalmente, será comparado o WIP médio e o espaço ocupado pelo novo *layout*. De notar que inicialmente a eficiência será comparada usando os registos da empresa (desatualizados), sendo no entanto apresentados os registos da eficiência da célula segundo os novos tempos obtidos através da medição.

6.3.1. Redução de área ocupada e das movimentações e deslocações efetuadas

A implementação da célula MT-HP permitiu reduzir o espaço ocupado pelo *layout* de 46,44 m² para 31,98 m². Esta redução traduz-se numa poupança de área ocupada de **31%** e não inclui o espaço ocupado pelas antigas prateleiras de componentes que deixaram de ser utilizadas com a reconfiguração em célula.

Na secção 4.7.6 foi realizado um estudo relativo à quantidade de movimentos e deslocações realizadas na antiga configuração do MT-HP. Os resultados podem ser consultados na Tabela 10. Em média, na situação anterior registavam-se em média 58 minutos diários de desperdício, que num dia de trabalho da única operadora existente na altura, correspondia a cerca de 12,25%.



Na Tabela 27 estão registadas as deslocações e movimentações efetuadas em conjunto pelas operadoras durante um dia de trabalho na célula MT-HP. Os tempos contabilizados na Tabela 27 incluem as deslocações entre postos de trabalho e de movimento com os tabuleiros e as deslocações entre a célula e o Laser.

Tabela 27 – Registo de deslocações e movimentos na célula MT-HP

Dia 1		Dia 2		Dia 3	
Deslocações	Mov. Mat.	Deslocações	Mov. Mat.	Deslocações	Mov. Mat.
05:10	08:10	04:20	07:55	06:10	07:10
13:20		12:15		13:20	

A média dos 3 dias é 12 minutos e 50 segundos, o que, considerando um total de 713 minutos de trabalho realizado em cada um dos dias, permite determinar a percentagem de desperdícios sob a forma de deslocações e movimentos nos 1,80%.

6.3.2. Evolução da eficiência

A Figura 82 apresenta a evolução da eficiência ao longo do ano de 2012. Este projeto foi iniciado em Abril de 2012 e concluído no mês de Dezembro do mesmo ano. A linha tracejada a verde indica o momento em que foi iniciada a reconfiguração da linha numa célula. Esta reconfiguração foi um processo gradual, não estando concluída à data da conclusão do estágio. No entanto, é possível aferir pelo visionamento da Figura 82 que a partir do momento em que a reconfiguração para célula foi iniciada, existiram ganhos substanciais na produtividade da secção.

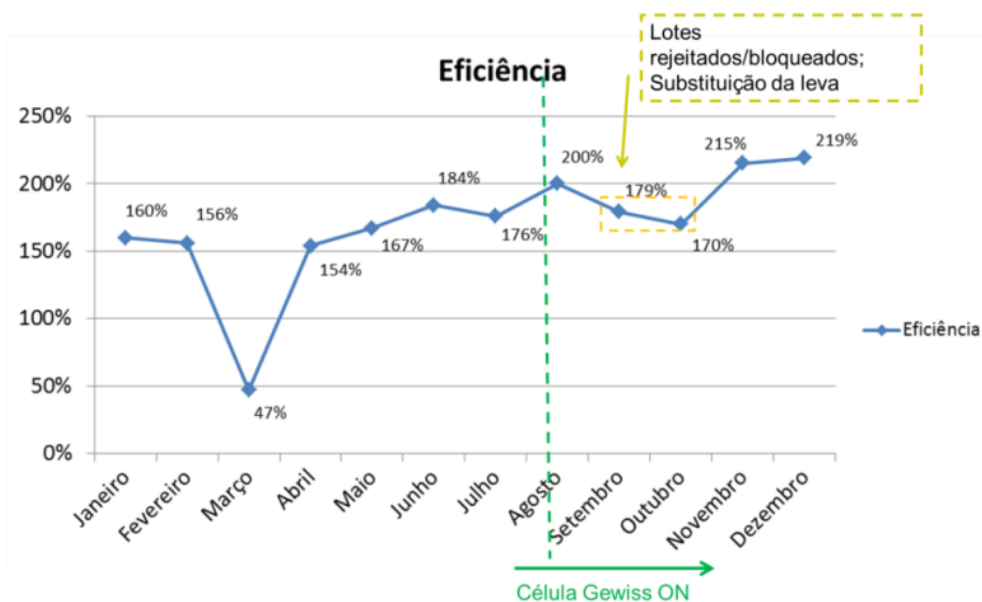


Figura 82 - Eficiência da secção produtiva do MT-HP ao longo do ano de 2012



Antes da reconfiguração em célula, a eficiência da linha MT-HP rondava os 160%. Após o início da reconfiguração, estes valores dispararam para perto dos 200%. Apenas os meses de Setembro e Outubro constituíram a exceção, devido a uma quantidade anormal de lotes rejeitados provenientes do subcontratado e de problemas com a leva, que necessitou de ser substituída. Nos meses de Novembro e Dezembro, a eficiência atingiu perto dos 220%.

6.3.3. Redução de taxa de rejeição e de sucata

As restantes duas medidas de desempenho utilizadas pela empresa estão relacionadas com produtos e componentes rejeitados. A primeira corresponde à taxa de rejeição dos produtos na linha/célula, e a segunda diz respeito ao valor da sucata produzida semanalmente.

Na Figura 83 está apresentada a evolução da taxa de rejeição na célula MT-HP ao longo do ano de 2012.



Figura 83 – Taxa de rejeição na secção do MT-HP ao longo de 2012

É possível aferir por observação do gráfico que a taxa de rejeição média caiu sucessivamente ao longo do ano, atingindo os valores mais baixos anuais durante os meses de Outubro (0,4%) e Novembro (0,6%), já após a conversão em célula da secção do MT-HP. Como é possível verificar no Anexo III – Taxa de rejeição da secção produtiva do MT-HP no ano de 2012, a taxa de rejeição média após o início da reconfiguração é manifestamente mais baixa que no período anterior (0,93% vs 1,53%).

Na Figura 84 está representado o valor da sucata produzida semanalmente na secção do MT-HP. No final de cada semana de trabalho, a operadora faz um registo de todos os componentes desaproveitados na secção. Este registo é enviado para o departamento de Logística, que cruzando os dados com outros registos, estabelece o valor semanal de sucata produzida. Mais uma vez, na Figura 84 o tracejado representa o momento em que se iniciou a reconfiguração da secção para uma célula de produção.

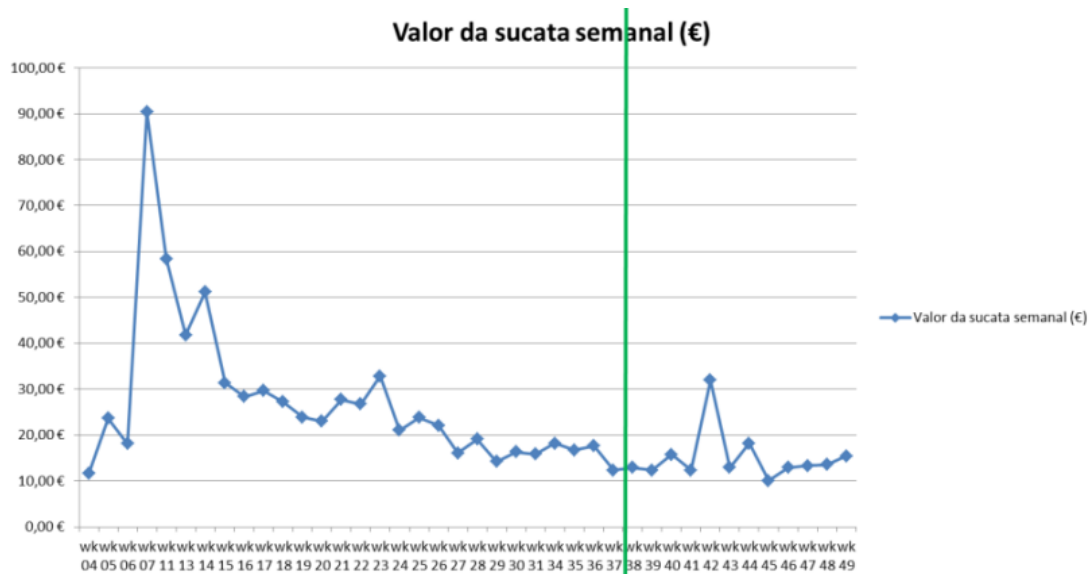


Figura 84 - Valor da sucata semanal ao longo do ano 2012

Por observação do gráfico, é possível verificar que apesar da existência de dois picos de sucata nas semanas número 42 e 44, pelos motivos já assinalados na Figura 82 o valor de sucata produzido semanalmente após o início da reconfiguração foi sempre abaixo dos valores existentes antes da reconfiguração. A média de sucata semanal antes do início da reconfiguração situou-se nos 10,62€ enquanto após a reconfiguração situou-se nos 10,02€.

Pela junção das observações dos três gráficos apresentados e da Tabela 27 é possível concluir que a reconfiguração realizada na secção MT-HP permitiu diminuir a quantidade de defeitos e rejeições dos produtos MT-HP, reduzir a quantidade de desperdícios ao nível das deslocações e movimentos e aumentar a eficiência do trabalho realizado pelas operadoras.

6.4. Medidas de desempenho da célula

Como referido anteriormente por diversas vezes, o cálculo da eficiência utilizado pela empresa encontrava-se severamente desatualizado. É possível observar este facto facilmente pela forma como a eficiência oscila entre os valores de 160 e 220%. Ao longo deste projeto estes dados foram usados como termo de comparação entre a situação inicial e a situação pós-reconfiguração. Com a reconfiguração em célula, os dados existentes para acompanhamento da célula foram atualizados, usando o novo ciclo calculado com base nos tempos operativos dos diversos postos da célula.

Partindo do ciclo e da capacidade máxima teórica apresentada no Anexo VIII – Capacidade Máxima Teórica da Célula MT-HP tornou-se possível calcular a eficiência atual, segundo os tempos de ciclo atualizados. Foram utilizados dados da produção relativa ao mês de dezembro, nomeadamente o tempo despendido pelas operadoras na secção e os tempos de ciclo para todas as tipologias produzidas.



A Tabela 28 apresenta os dados relativos ao período compreendido entre o dia 3 e o dia 14 de dezembro.

Tabela 28 – Performance da célula MT-HP ao longo de Dezembro

Dia	Nº de polos produzidos	Previsto (horas)	Real (horas)	Eficiência	Taxa de Produção (polos/hora)
03-12-2012	200	7,28	9	78,31%	22,22
04-12-2012	260	9,68	11	85,63%	23,64
05-12-2012	104	4,09	5,5	72,05%	18,91
06-12-2012	260	10,27	11,5	86,52%	22,61
07-12-2012	252	9,13	11,5	77,45%	21,91
08-12-2012	-	-	-	-	-
09-12-2012	-	-	-	-	-
10-12-2012	252	9,13	10	89,07%	25,20
11-12-2012	308	11,44	13,5	82,49%	22,81
12-12-2012	316	11,72	14,5	81,48%	22,57
13-12-2012	300	10,86	13	81,56%	23,08
14-12-2012	312	11,26	12	90,88%	26,00

Na segunda coluna está indicado número de polos embalados nesse dia, na terceira coluna o tempo teórico previsto, em horas (correspondente a uma eficiência de 100%) para montagem das tipologias desse dia. A quarta coluna, indica o tempo de trabalho que no conjunto das duas operadoras, foi utilizado na célula. Nas últimas duas colunas é apresentada a Eficiência real, bem como a taxa de produção.

Para estes 10 dias, a eficiência média situou-se nos 82,54% e taxa de produção horária nos 22,90 polos por hora.

Na Figura 85 está representado o tempo de percurso médio da célula MT-HP no mês de dezembro.

Tempo de Percurso Médio

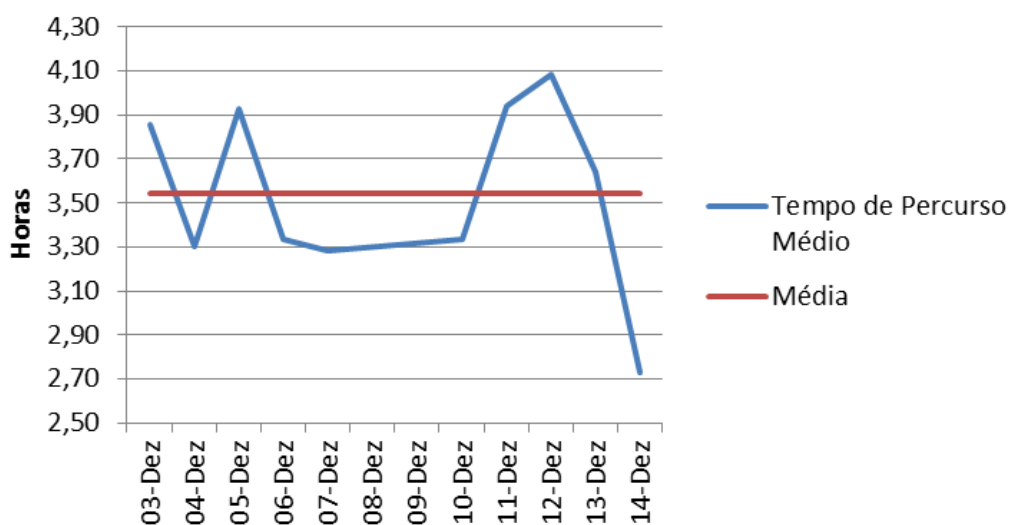


Figura 85 – Tempo de Percurso Médio da Célula MT-HP em dezembro



O tempo médio de percurso para o mês de dezembro foi de 3,54 horas comparativamente às 13,2 horas de média da situação inicial.

6.5. Síntese dos ganhos obtidos

A Tabela 29 apresenta uma síntese dos ganhos obtidos e as poupanças que representam em termos monetários.

Tabela 29 – Síntese dos ganhos obtidos

Medida de desempenho	de Linha MT-HP	Célula MT-HP	Ganho/Redução percentual (%)	Poupança ao final do ano (300 polos/dia)
Taxa de produção (polos/hora)	15,00	22,90	↑ 52,6	4284.00€*
Tempo de Percurso Médio (h)	13,20	3,54	↓ 73,2	-
Sucata (€/semana)	10,62€	10,02€	↓ 6,0	26.00€
Movimentos e Deslocações (%)	12,25	1,80	↓ 85,0%	-
Taxa de Rejeição (%)	1,53	0,93	↓ 39,0%	-
Área física do Layout (m ²)	46,44	31,98	↓ 31,0%	-

A coluna poupança ao final do ano foi calculada atendendo à fórmula seguinte:

$$*Poupança\ anual = \left(\frac{Produção\ semanal\ linha}{Tx\ produção\ linha} - \frac{Produção\ semanal\ célula}{Tx\ produção\ célula} \right) * 3,5€\ por\ hora * 48semanas$$

O valor de 3,5€ corresponde ao custo horário que a empresa possui com cada um dos operadores.

Além destes ganhos pode-se ainda discutir a satisfação das operadoras da célula e da gestão com as alterações efetuadas. As operadoras habituaram-se rapidamente à nova forma de trabalhar e não existiram queixas a nível ergonómico, e mostraram-se bastante agradadas com a diminuição brutal no número de deslocações e no aumento da eficiência.

No entanto foi visível que para a 2ª operadora, muitos progressos a nível de eficiência ainda podem ser feitos. O autor sustenta esta crença pela atitude da operadora face à necessidade de atingir os objetivos propostos.

Uma vez que não estava alocada à célula MT-HP durante as 8 horas da sua jornada de trabalho, e apesar de a Op. 2 estar ciente de dos benefícios e ganhos da nova organização em célula, esta nunca pareceu acreditar na possibilidade de aumentos de performance ainda mais substanciais. Era notório assim que adequava o seu ritmo de trabalho a objetivos datados da antiga organização em linha (120 polos/dia por operadora), falhando sucessivamente os TC exetáveis da parte do autor.



Convém também referir a atitude de algum desinteresse do chefe de secção do MT-HP e a mentalidade de que o importante seria que o 'trabalho estivesse concluído ao final do dia'. O aumento progressivo da produção diária prevista pode ser uma solução para o aumento da motivação e empenho das operadoras e chefe de secção, uma vez que o objetivo e o trabalho em falta passa a ser real e visível, e não apenas alguns números e dados transmitidos pela gestão.

Quanto à gestão e ao Engenheiro que supervisionou todo o projeto, mostraram-se bastante satisfeitos com os ganhos alcançados. A grande maioria das decisões fora sempre debatida entre o autor e os restantes elementos da Gestão envolvidos, pelo que os ganhos e melhorias conseguidas foram sendo previstos ao longo do desenvolvimento do projeto.



7. CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta as conclusões do projeto realizado na empresa GP. Adicionalmente apresenta algumas ideias para trabalho futuro que devido às restrições atuais da empresa e à falta de tempo não puderam ser planeadas e implementadas durante o período de realização do projeto.

7.1. Conclusão

O objetivo deste projeto foi a reconfiguração da linha de montagem do dispositivo MT-HP numa célula de produção. Este objetivo foi concretizado através desta reconfiguração e da implementação de técnicas *Lean*. Diversas ferramentas foram utilizadas ao longo deste projeto, particularmente na fase de análise crítica, como: VSM, gráfico de Pareto, estudo de tempos, análise de competências e observação *in loco* do fluxo produtivo da empresa. Esta análise permitiu concluir que a vontade da gestão da empresa de transformação na linha MT-HP numa célula era acertada, procedendo-se à reconfiguração utilizando os recursos existentes e dando formação sobre 5S às operadoras.

Como propostas aos problemas identificados durante a análise crítica e além da reconfiguração das células, diversas ferramentas *Lean* foram implementadas no sistema: introdução de lotes pequenos, normalização dos processos, balanceamentos dos postos de trabalho, gestão visual, programa 5S, abastecimento de componentes diretamente no PT, entre outros. O resultado final de todas estas mudanças é atestável pela análise de vários indicadores: aumento da taxa de produção horária de 15 para 22,90 polos/hora, aumento da eficiência em 37,5% (de 160% para 220%), diminuição do tempo de percurso em 73,2% e da área de implantação ocupada em 31%, redução nos desperdícios relacionados com movimentações (85%), defeitos (39%) e sucata (6%).

Além dos objetivos palpáveis referidos anteriormente, a nova configuração do setor produtivo do MT-HP permite uma série de vantagens não quantificáveis como uma melhor preparação para mudanças na procura, satisfação do cliente, organização e limpeza da secção e normalização dos processos.

As competências adquiridas durante a realização deste projeto são bastante vastas. A revisão bibliográfica permitiu aprofundar o conhecimento relativo ao LP e às nuances e metodologias relacionadas com as células de produção. Neste aspeto, o autor conseguiu observar na prática, a resistência existente à mudança e à necessidade da presença da filosofia *Kaizen* na mente de todos os colaboradores como base de sucesso para uma organização.

As competências transversais também foram reforçadas: o autor conclui este projeto com uma maior capacidade de liderança e relacionamento profissional, pela gestão das necessidades e personalidade dos



diversos elementos envolvidos no projeto, principalmente as operadoras. O objetivo inicialmente proposto – reconfiguração da linha num sistema *Lean* com redução de desperdícios - foi concretizado, apesar das dificuldades inerentes a uma tarefa desta extensão e da inexperiência do autor em projetos em ambiente empresarial.

7.2. Trabalho Futuro

Relativamente ao trabalho futuro, este passa pelo refinamento do sistema e melhoria contínua. A mensagem a reter nesta área é que o que já foi realizado nunca é suficiente e é sempre possível melhorar, reduzir desperdícios e aumentar a competitividade. À data do fim do projeto, algumas pontas soltas encontravam-se por atar, como referido ao longo da dissertação. Outras irão com toda a certeza, necessitar de ser atadas novamente. O importante é que exista um acompanhamento e disposição permanente para a resolução célere dos problemas do sistema.

À data da execução deste relatório, a célula de produção implementada ainda não corresponde na totalidade à projetada e mostrada no capítulo anterior. Abaixo descrevem-se as situações provisórias ainda existentes:

- As duas máquinas de cravar ainda se encontram em funcionamento. Uma das máquinas será eliminada depois de construído o calço. Para o local da máquina removida da célula serão transferidos os componentes e a prensa manual que se encontra localizada na mesa provisória. Com a eliminação da mesa provisória, será libertado o espaço necessário para a construção da rack de suporte ao tabuleiro cujos respetivos polos estejam a ser acoplados;
- Junto ao posto de reparação encontra-se uma mesa provisória de suporte às duas máquinas de descraçar polos. Tal como as prensas de cravação, cada uma das prensas descraça duas tipologias. Caso se confirme que a utilização do calço permite a eliminação de umas prensas de cravação, será utilizado um calço idêntico para a eliminação de umas das prensas de descraçar, passando uma delas a ser responsável por todas as tipologias. Esta prensa será ser colocada junto ao posto de reparação;
- Substituição dos tampos do posto de embalagem e do teste de Alta-tensão por um tampo em alumínio;

Estas medidas serão implementadas num futuro próximo, de modo a dar por concluído o trabalho desenvolvido ao longo deste projeto.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. C. (2007). Projecto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto. Guimarães. Tese de doutoramento em Engenharia de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/7606>
- Alves, A. C., Carvalho, J. D., Sousa, R. M., Moreira, F. & Lima, R. M. (2011). Benefits of Lean Management: Results from some industrial cases in Portugal. *6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia*, Maputo, 29 de Agosto a 2 de Setembro
- Alves, A. C., Silva, S. C. & Lima, R. M. (2003). Sistemas de Produção Orientados ao Produto – integrando células e pessoas. *Revista de Inovação Organizacional*. Editado por INOFOR, Lisboa, nº 1, pp. 109 – 145.
- Araújo, A. & Alves, A. C. (2012). Pull System implementation through FIFO lane to achieve synchronism between lines and assembly cells. In *Proceedings of International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (ICIEOM2012)*. (Eds.) R. M. Lima, D. Carvalho, V. Cavenaghi, M. V. Junior, G. L. R. Vaccaro, R. F. M. Marçal, F. S. Másculo, L. F. R. R. S. Carmo, ISBN: 978-85-88478-43-5
- Arvinth, B., & Irani, S. A. (1994). Cell formation: the need for an integrated solution of the Problems. *International Journal of Production Research*, 32 (5), 1197-1218
- Bamber L & Dale, B. G. (2000). Lean Production: a Study of Application in a Traditional Manufacturing Environment. *Production Planning and Control*, 11(3), 291–298.
- Black, J. T. & Hunter, S. L. (2003). *Lean Manufacturing Systems and Cell Design*. Society of Manufacturing Engineers.
- Bragança, S., Alves, A., Costa, E. & Sousa, R., (2013). The use of Lean tools to improve the performance of an Elevators company. *Proceedings of Integrity, Reliability and Failure (IRF2013), Funchal/Portugal, 23-27 June 2013 (aceite para publicação)*.
- Cardoso, A., Arezes, P., Alves, A. & Carmo-Silva, S. (2008a). Análise Ergonómica de Sistemas de Produção Orientados ao Produto: estudo de um caso industrial. *Proceedings do 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2008)*, 2-4 de Setembro, Maputo, Moçambique.
- Cardoso, A., Arezes, P., Alves, A. & Carmo-Silva, S. (2008b). Reconfiguração de Sistemas de Produção Orientados ao Produto: estudo de um caso industrial. *Proceedings do 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2008)*, 2-4 de Setembro, Maputo, Moçambique.
- Carvalho, R., Alves, A. & Lopes, I. (2011). Principles and practices of Lean Production applied in a metal structures production system. *Proceedings of The World Congress on Engineering 2011, WCE 2011, 6-8 July, 2011, London, U.K.*, pp 744-749.
- Costa, P., Alves, A. & Sousa, R. (2008). Implementação da metodologia Quick ChangeOver numa linha de montagem final de auto-rádios: para além da técnica SMED. *Proceedings do 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2008)*, 2-4 de Setembro, Maputo, Moçambique.
- Costa, E., Sousa, R., Bragança, S. & Alves, A. (2013). An industrial application of the smed methodology and other Lean production tools. *Proceedings of Integrity, Reliability and Failure (IRF2013), Funchal/Portugal, 23-27 June 2013 (aceite para publicação)*.
- Dennis, P. (2002). *Lean Production Simplified*. Portland: Productivity Press.
- Drucker, P. (1954). *The Practice of Management*. New York: Harper & Row.
- Fang, I. (1997). *A History of Mass Communication: Six Information Revolutions*. Focal Press
- Gallagher, C. C. & Knight, W. A. (1973). *Group Technology*. Butterworths Press.



- Galsworth, G. D. (1997). *Visual Systems: Harnessing the Power of a Visual Workplace*. New York: AMACOM.
- Green, F.B., Amenkhienan, F., & Johnson, G. (1992). Performance measures and JIT. *Management Accounting 10*, 32–36.
- Greene, T. J., & Sadowski, R. P. (1984). A review of cellular manufacturing assumptions, advantages and design techniques. *Journal of Operations Management 4 (2)*, 85-97
- Greif, M. (1991). *The Visual Factory: Building Participation through Shared Information*. Portland: Productivity Press.
- Hirano, Hiroyuki (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: Sourcebook for 5S Implementation*. Portland: Productivity Press.
- Holweg, Matthias (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management 25 (2)*: 420–437.
- Hyer, N. & Wemmerlov (2002). *Reorganizing the Factory*. Portland: Productivity Press.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- Irani, S. A. (1999). *Handbook of Cellular Manufacturing Systems*. John Wiley & Sons.
- Ishikawa, K. (1990). *Introduction to Quality Control*. Portland: Productivity Press.
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control – The Japanese Way*. New Jersey: Prentice Hall
- Leite, T. (2011). *Implementar conceitos de produção Lean numa linha de montagem de componentes eléctricos*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. McGraw-Hill Professional.
- Loureiro, A. J. (2012). *Implementação de Células de Produção numa empresa de componentes eletrónicos*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho.
- Miltenburg, J. (2001). U-shaped production lines: A review of theory and practice. *International Journal of Production Economics*, vol. 70, pp. 201-214
- Miranda, A. (2010). *Implementação de Células de Montagem e de Práticas Lean Manufacturing numa Empresa de Componentes Electrónicos*. Dissertação de mestrado, Universidade do Minho.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer The Process. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673.
- Monden, Y., (1998). *Toyota Production System*. Portland: Productivity Press.
- O'Brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach Action Research*.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland: Productivity Press.
- Oliveira, A. R. & Alves, A. C. (2009). Operating modes in manufacturing cells – An Action Research study. *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Manufacturing & Logistics Systems and Symposium on Group Technology and Cellular Manufacturing (GT/CM 2009)*. (Eds.) Mitsuo Gen, Gursel A. Suer, Hark Hwang, Kap Hwan Kim, Katsuhisa Ohno and Shigeru Fujimara – February 16-18, Kitakyushu, Japan, pp. 107-115.
- Orgatex Lean Visual Management Tools (2012). [Floor Markings]. *Orgatex Lean Visual Management Tools*. Acedido a partir de <http://www.flexmation.com/Documents/CMS/Floor%20Markings,%20Orgatex,%20p53,%20pse.jpg>
- Palmer, V. S. (2001). Inventory Management Kaizen. *Proceedings of 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology*, 55-56.



- Pattanaik, L. N. & Sharma, B. P., (2009). Implementing Lean Manufacturing with Cellular Layout: A Case Study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol.42, 772-779.
- Peters, T. (1990). Time-obsessed competition. *Management Review* 9, 16–20.
- Rocha, G., Alves, A. C. & Braga, F. (2011). Implementação de um Sistema Pull numa Linha de Montagem de Componentes Electrónicos. *Proceedings do 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011)*. 29-2 de Setembro, Maputo, Moçambique.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see – Value Stream Mapping to create value and eliminate muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2002). *Operations Management: Quality and Competitiveness in a Global Environment*. New Jersey: Prentice Hall.
- Shah, R. & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and Performance. *Journal of Operations Management*, vol. 21, n° 2, 129-149.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System*. Portland: Productivity Press
- Sobek, D. K. & Smalley, A. (2008). *Understanding A3 Thinking: A Critical Component of Toyota's PDCA Management System*. Portland: Productivity Press.
- Spear, S., & Bowen, H. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5), 95-106.
- Susman, G. I. (1983). *Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective*. London: Sage Publications.
- Suzaki, K. (1993). *The New Shop Floor Management: Empowering People for Continuous Improvement*. New York: The Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T. & Daniel, R. (1990). *The Machine That Changed The World*. HarperBusiness.
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: The Free Press.



ANEXOS



Anexo I – Análise ABC de Artigos

Tabela 30 – Artigos mais produzidos entre Abril de 2011 e Abril de 2012

Cód. Material	Descrição Material	Qtd	%	% Acumulada	% Artigo	% Artigo Acumulado	
GW93308	INT.MAGNET.ALTE C100 16KA 1,5M	PREST.1P	7462	43,60%	43,60%	2,08%	2,08%
GW93338	INT.MAGNET.ALTE C100 16KA 4,5M	PREST.3P	3435	20,07%	63,67%	2,08%	4,17%
GW93348	INT.MAGNET.ALTE C100 16KA 6M	PREST.4P	1121	6,55%	70,22%	2,08%	6,25%
GW93349	INT.MAGNET.ALTE C125 16KA 6M	PREST.4P	1074	6,28%	76,50%	2,08%	8,33%
GW93386	INT.MAGNET.ALTE D63 16KA 4,5M	PREST.3P	816	4,77%	81,27%	2,08%	10,42%
GW93347	INT.MAGNET.ALTE C80 16KA 6M	PREST.4P	602	3,52%	84,78%	2,08%	12,50%
GW93339	INT.MAGNET.ALTE C125 16KA 4,5M	PREST.3P	575	3,36%	88,14%	2,08%	14,58%
GW93388	INT.MAGNET.ALTE D100 16KA 4,5	PREST.3P	358	2,09%	90,24%	2,08%	16,67%
GW93307	INT.MAGNET.ALTE C80 16KA 1,5M	PREST.1P	269	1,57%	91,81%	2,08%	18,75%
GW93387	INT.MAGNET.ALTE D80 16KA 4,5M	PREST.3P	198	1,16%	92,96%	2,08%	20,83%
GW93329	INT.MAGNET.ALTE C125 16KA 3M	PREST.2P	144	0,84%	93,81%	2,08%	22,92%
GW93396	INT.MAGNET.ALTE D63 16KA 6M	PREST.4P	136	0,79%	94,60%	2,08%	25,00%
GW93337	INT.MAGNET.ALTE C80 16KA 4,5M	PREST.3P	121	0,71%	95,31%	2,08%	27,08%
GW93309	INT.MAGNET.ALTE C125 16KA 1,5M	PREST.1P	107	0,63%	95,93%	2,08%	29,17%
GW93244	INT.MAGNET.ALTE C40 25KA 6M	PREST.4P	92	0,54%	96,47%	2,08%	31,25%
GW93246	INT.MAGNET.ALTE C63 25KA 6M	PREST.4P	88	0,51%	96,98%	2,08%	33,33%
GW93398	INT.MAGNET.ALTE D100 16KA 6M	PREST.4P	88	0,51%	97,50%	2,08%	35,42%
GW93357	INT.MAGNET.ALTE D80 16KA 1,5M	PREST.1P	72	0,42%	97,92%	2,08%	37,50%
GW93356	INT.MAGNET.ALTE D63 16KA 1,5M	PREST.1P	62	0,36%	98,28%	2,08%	39,58%
GW93397	INT.MAGNET.ALTE D80 16KA 6M	PREST.4P	61	0,36%	98,64%	2,08%	41,67%
GW93378	INT.MAGNET.ALTE D100 16KA 3M	PREST.2P	56	0,33%	98,97%	2,08%	43,75%
GW93358	INT.MAGNET.ALTE D100 16KA 1,5M	PREST.1P	48	0,28%	99,25%	2,08%	45,83%
GW93243	INT.MAGNET.ALTE C32 25KA 6M	PREST.4P	40	0,23%	99,48%	2,08%	47,92%
GW93245	INT.MAGNET.ALTE C50 25KA 6M	PREST.4P	34	0,20%	99,68%	2,08%	50,00%
GW93376	INT.MAGNET.ALTE D63 16KA 3M	PREST.2P	24	0,14%	99,82%	2,08%	52,08%
GW93242	INT.MAGNET.ALTE C25 25KA 6M	PREST.4P	22	0,13%	99,95%	2,08%	54,17%



GW93236	INT.MAGNET.ALTE C63 25KA 4,5M	PREST.3P	8	0,05%	99,99%	2,08%	56,25%
GW93235	INT.MAGNET.ALTE C50 25KA 4,5M	PREST.3P	1	0,01%	100,00%	2,08%	58,33%
GW93201	INT.MAGNET.ALTE C20 25KA 1,5M	PREST.1P	0	0,00%	100,00%	2,08%	60,42%
GW93202	INT.MAGNET.ALTE C25 25KA 1,5M	PREST.1P	0	0,00%	100,00%	2,08%	62,50%
GW93203	INT.MAGNET.ALTE C32 25KA 1,5M	PREST.1P	0	0,00%	100,00%	2,08%	64,58%
GW93204	INT.MAGNET.ALTE C40 25KA 1,5M	PREST.1P	0	0,00%	100,00%	2,08%	66,67%
GW93205	INT.MAGNET.ALTE C50 25KA 1,5M	PREST.1P	0	0,00%	100,00%	2,08%	68,75%
GW93206	INT.MAGNET.ALTE C63 25KA 1,5M	PREST.1P	0	0,00%	100,00%	2,08%	70,83%
GW93221	INT.MAGNET.ALTE C20 25KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	72,92%
GW93222	INT.MAGNET.ALTE C25 25KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	75,00%
GW93223	INT.MAGNET.ALTE C32 25KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	77,08%
GW93224	INT.MAGNET.ALTE C40 25KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	79,17%
GW93225	INT.MAGNET.ALTE C50 25KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	81,25%
GW93226	INT.MAGNET.ALTE C63 25KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	83,33%
GW93231	INT.MAGNET.ALTE C20 25KA 4,5M	PREST.3P	0	0,00%	100,00%	2,08%	85,42%
GW93232	INT.MAGNET.ALTE C25 25KA 4,5M	PREST.3P	0	0,00%	100,00%	2,08%	87,50%
GW93233	INT.MAGNET.ALTE C32 25KA 4,5M	PREST.3P	0	0,00%	100,00%	2,08%	89,58%
GW93234	INT.MAGNET.ALTE C40 25KA 4,5M	PREST.3P	0	0,00%	100,00%	2,08%	91,67%
GW93241	INT.MAGNET.ALTE C20 25KA 6M	PREST.4P	0	0,00%	100,00%	2,08%	93,75%
GW93327	INT.MAGNET.ALTE C80 16KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	95,83%
GW93328	INT.MAGNET.ALTE C100 16KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	97,92%
GW93377	INT.MAGNET.ALTE D80 16KA 3M	PREST.2P	0	0,00%	100,00%	2,08%	100,00%



Anexo II – Estudo de Tempos MT-HP 3P C100 da Situação Atual



O estudo de tempos foi realizado tendo por base uma amostra de 10 observações, em concordância com os padrões utilizados na GP. Foi usado um cronómetro digital para medição dos tempos e uma folha de registo suportada por uma prancheta de cronometragem.

ID	Elementos de Trabalho				Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita								
1		Colocar/Retirar Pólos				1,9				1	1,9
2		Teste				4,4				1	6,2
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".						Total Parcial:	6,2				
						Total:	6,2				
						Por pç + acíclicos	6,24				

Figura 86 – Estudo de tempos do Teste Magnético

ID	Elementos de Trabalho				Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita								
1		Colocar/Retirar Pólos				1,9				1	1,9
2		Teste				4,4				1	6,2
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".						Total Parcial:	6,2				
						Total:	6,2				
						Por pç + acíclicos	6,24				

Figura 87 – Estudo de tempos do Teste de Alta-Tensão

ID	Elementos de Trabalho				Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita								
1		Rodar parafuso para a direita até disparar				3,7				1	3,7
2		Rodar parafuso no sentido inverso				3,7				1	7,5
3		Arranque Teste Térmico				2,5				1	10,0
4		Duração Teste Térmico				51,8				1	61,8
5		Mudar pólo				5,0				1	66,8
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".						Total Parcial:	66,8				
						Total:	66,8				
						Por pç + acíclicos	67,27				

Figura 88 – Estudo de Tempos do Teste Térmico

ID	Elementos de Trabalho				Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita								
1		Colocar prego no 1º Pólo e colocar na mesa				5,6				1	5,6
2		Colocar prego no 2º Pólo e empilhar em cima do 1º p				5,0				1	10,6
3		Empilhar 3º Pólo				1,9				1	12,5
4		Colocar rebites				6,9				1	19,3
5		Martelar rebites				5,6				1	25,0
6		Testar/Disparar				4,4				1	29,3
7		Colocar para WIP				1,2				1	30,6
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".						Total Parcial:	30,6				
						Total:	30,6				
						Por pç + acíclicos	30,58				

Figura 89 – Estudo de Tempos do posto M2



ID	Elementos de Trabalho			Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Carregar máquina			2,5				1	2,5
2		Cravar			3,1				1	5,6
3		Descarregar e colocar para WIP			1,9				1	7,5
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	7,5					
				Total:	7,5					
				Por pç + acilicos	7,49					

Figura 90 – Estudo de tempos do posto M3

ID	Elementos de Trabalho			Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Rodar parafuso 1º pólo para a direita até disparar			5,6				1	5,6
2		Rodar parafuso 2º pólo para a esquerda			4,4				1	10,0
3		Rodar parafuso 2º pólo para a direita até disparar			5,6				1	15,6
4		Rodar parafuso 2º pólo para a esquerda			5,0				1	20,6
5		Rodar parafuso 3º pólo para a direita até disparar			4,4				1	25,0
6		Rodar parafuso 3º pólo para a esquerda			4,4				1	29,3
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	29,3					
				Total:	29,3					
				Por pç + acilicos	30,73					

Figura 91 – Estudo de tempos do ajuste do parafuso no posto M5

ID	Elementos de Trabalho			Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Colocar veio			5,6				1	5,6
2		Colocar 4 molas nas extremidades dos pólos			8,1				1	13,7
3		Colocar união do veio			4,4				1	18,1
4		Testar o botão e colocar o WIP			2,5				1	20,6
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	20,6					
				Total:	20,6					
				Por pç + acilicos	20,59					

Figura 92 – Estudo de tempos da montagem do veio e botões no posto M5

ID	Elementos de Trabalho			Mótons (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Colocação 3 bomes			9,4				1	9,4
2		Colocação 3 tapa bomes			8,7				1	18,1
3		Colocação 3 bomes			8,7				1	26,8
4		Colocação 3 tapa bomes			9,4				1	36,2
5		Colocação janela			4,4				1	40,6
6		Colocação tampografia			3,7				1	44,3
7		Colocação tapa cartolina			3,1				1	47,4
8		Testar rearme 3x cada lado			8,1				1	55,5
9		Ajustar pinos			5,0				1	60,5
10		Medir continuidade			3,7				1	64,3
11		Disparar e colocar para WIP			3,1				1	67,4
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	67,4					
				Total:	67,4					
				Por pç + acilicos	67,39					

Figura 93 – Estudo de tempos da Pré-embalagem dos aparelhos no posto M6



ID	Elementos de Trabalho			Motions (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Pegar em embalagem			2,5				1	2,5
2		MTHP e embalar envolvido em placas de			10,6				1	13,1
3		blocar na embalagem manual de instruções			2,5				1	15,6
4		Verificar 3 Kits e embalar			20,0				1	35,6
5		Fechar embalagem e colocar no caixote			3,1				1	38,7
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	38,7					
				Total:	38,7					
				Por pç + acíclicos	43,78					

Figura 94 – Estudo de tempos do posto de Embalagem

ID	Elementos de Trabalho			Motions (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Rotação dos dispositivos			2,5				1	2,5
2		Gravação a Laser			6,2				1	8,7
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	8,7					
				Total:	8,7					
				Por pç + acíclicos	9,02					

Figura 95 - Estudo de tempos da gravação a Laser

ID	Elementos de Trabalho			Motions (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Preparar saco			1,9				1	1,9
2		Colocar parafuso			1,9				1	3,7
3		Colocar molas			1,2				1	5,0
4		Colocar plástico			1,9				1	6,9
5		Colocar para WIP			1,2				1	8,1
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	8,1					
				Total:	8,1					
				Por pç + acíclicos	8,11					

Figura 96 – Estudo de tempos da montagem dos kits no posto C1

ID	Elementos de Trabalho			Motions (Opcional)	Manual	Máquina	Andar	Espera Forçada	Op #	Tempo de espera
	Esquerda	Padrão Mãos - Opcional Ambas	Direita							
1		Encaixar parafuso no cubo			2,5				1	2,5
2		Colocar porca			1,9				1	4,4
3		Carregar máquina			1,2				1	5,6
4		Premir botões máquina			1,2				1	6,9
5		Descarregar máquina			1,2				1	8,1
6		Colocar peça laranja e colocar para WIP			1,9				1	10,0
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Para adicionar filas: copiar uma fila e "inserir filas copiadas".				Total Parcial:	10,0					
				Total:	10,0					
				Por pç + acíclicos	9,98					

Figura 97 – Estudo de tempos da montagem dos bornes no posto C2



Anexo III – Taxa de rejeição da secção produtiva do MT-HP no ano de 2012

PRODUCTION

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	TOTAL
4148	1471	888	2012	3220	2578	5103	1618	4840	4731	5423			36032

QTY	%
-----	---

NON CONFORMITY

Nº	Description	6	7	1	2	3	1	3	5	6	8	4	46	0.1%
01	IF													
02	INF													
03	Retention lack									3			3	0.0%
04	Missing Continuity													
05	Broken													
06	Open piece													
07														
08														
11	Missing Continuity													
12	Retention lack	47	21	24	40	37	5	13	7	60	2	10	266	0.7%
13	Not adjustable					4	5	1	1	7	2	5	25	0.1%
14														
15														
31	Open													
32	Between poles													
33	Missing Continuity													
34														
45														
41	Broken	1		1		12	7	7		3		10	41	0.1%
42	Retention lack	24	3			2		10	2				29	0.1%
43								8					12	0.0%
44			1								6		15	0.0%
51					1				8			6	15	0.0%
TOTAL		78	32	26	43	58	18	42	23	79	18	35	452	1.3%
		1.9%	2.2%	2.9%	2.1%	1.8%	0.7%	0.8%	1.4%	1.6%	0.4%	0.6%		

Thermal adjust	<	>	TOTAL	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Below thermal limit	41	24												65
Over thermal limit	31	26												57
														0.2%
														0.2%
														0.3%



Anexo IV – Correções ergonómicas variáveis dos PT



As correções variáveis foram obtidas através da análise dos dados da Organização Mundial do Trabalho (1984). Foram atribuídos pontos para cada uma das operadoras, consoante o tipo de trabalho que realiza (Tabela 31). O total de pontos permitiu obter a percentagem de correção ergonómica sugerida na Figura 98.

Tabela 31 – Correções variáveis por operadoras: número de pontos

	Operadora 1 (nº de pontos)	Operadora 2 (nº de pontos)
Força Desenvolvida Média (A1)	8	3
Posição de Trabalho (A2)	4	2
Concentração/Ansiedade (B1)	3	6
Monotonia (B2)	5	3
Total	20	14

Com o número de pontos por operadora, é possível definir qual a correção ergonómica variável a atribuir, pela leitura da Tabela da Figura 98.

Pontos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	29
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

Figura 98 – Tabela de conversão dos pontos: percentagem de correção de repouso correspondente ao total de pontos atribuídos (Adaptada de Organização Internacional do Trabalho, 1984)



Anexo V – Standard Operations Combination Chart

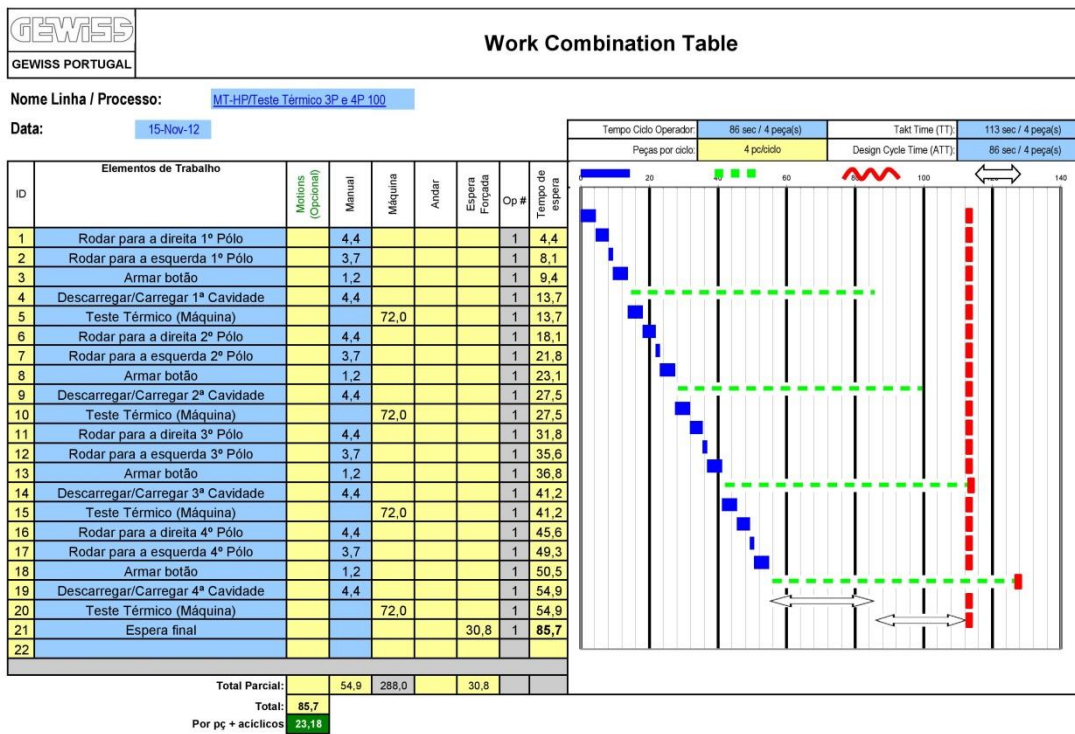


Figura 99 – SOCC do posto TFT

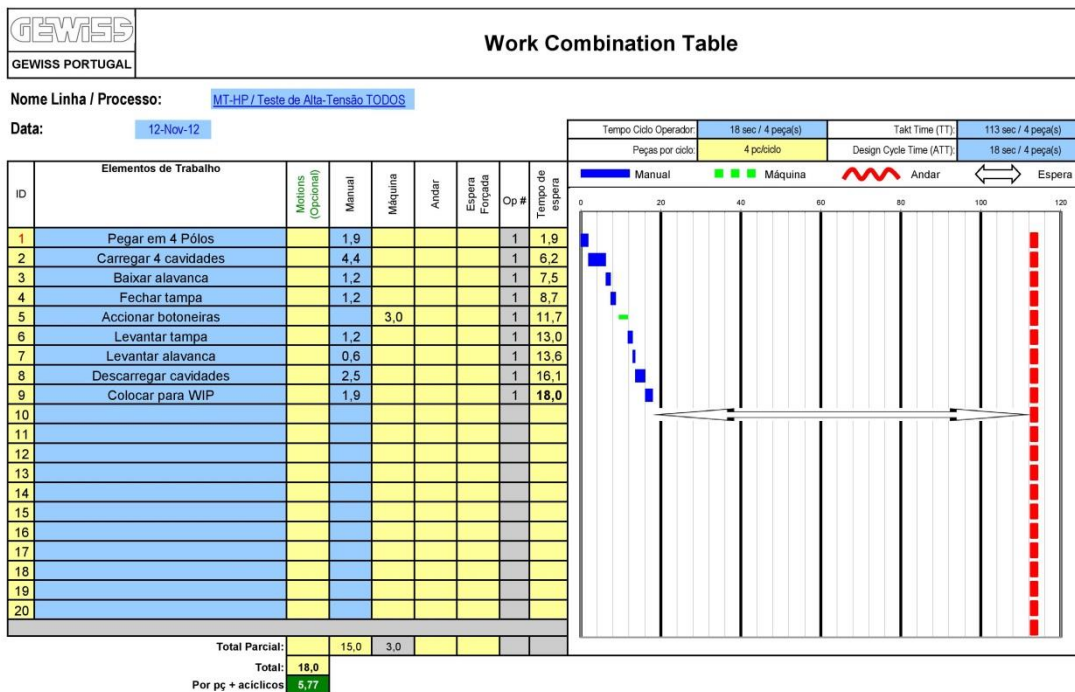


Figura 100 – SOCC do posto AT

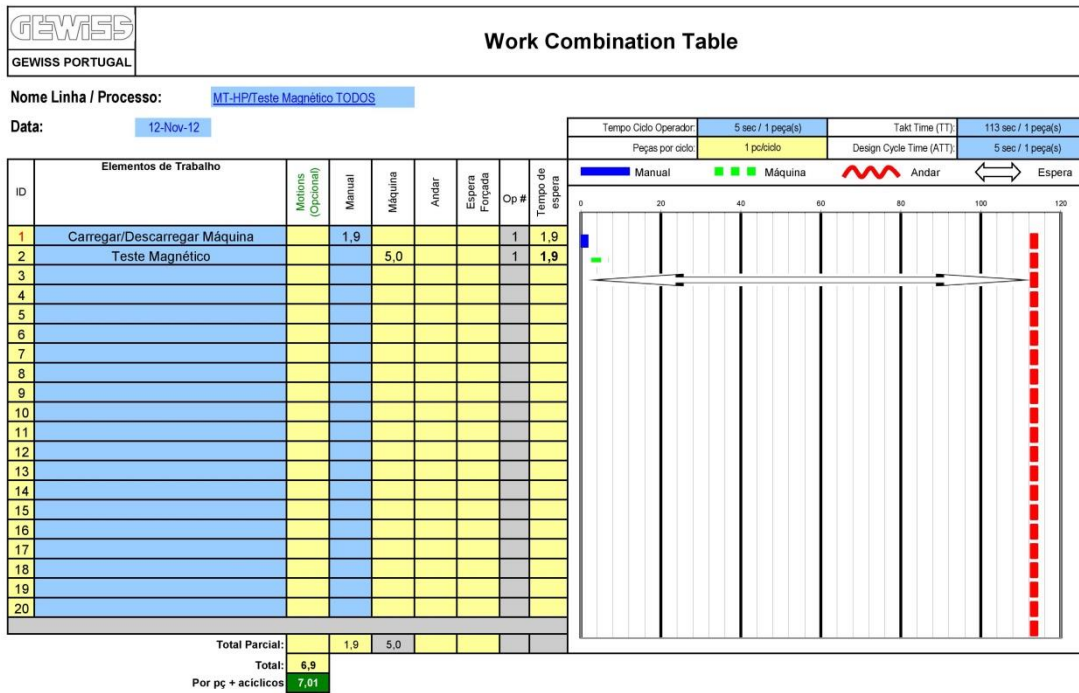


Figura 101 - SOCC do posto TMAG

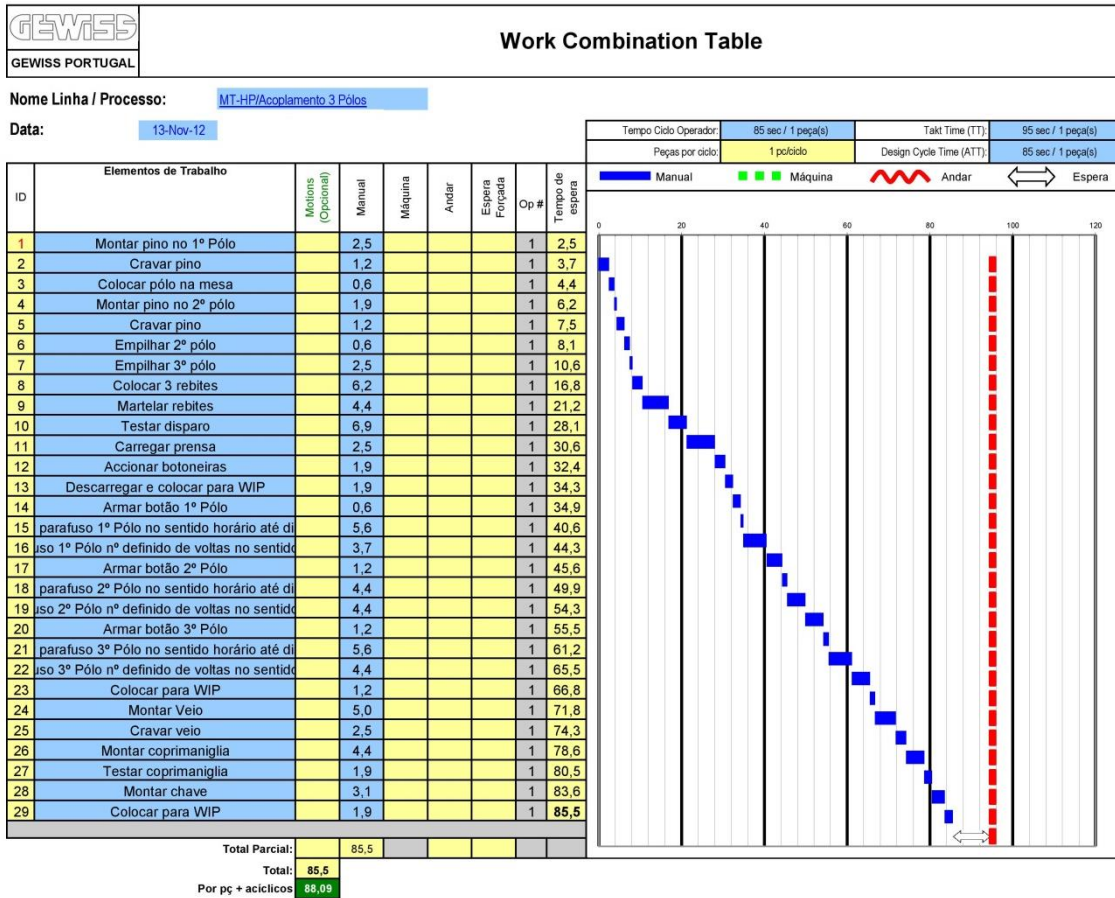


Figura 102 - SOCC do posto ACO

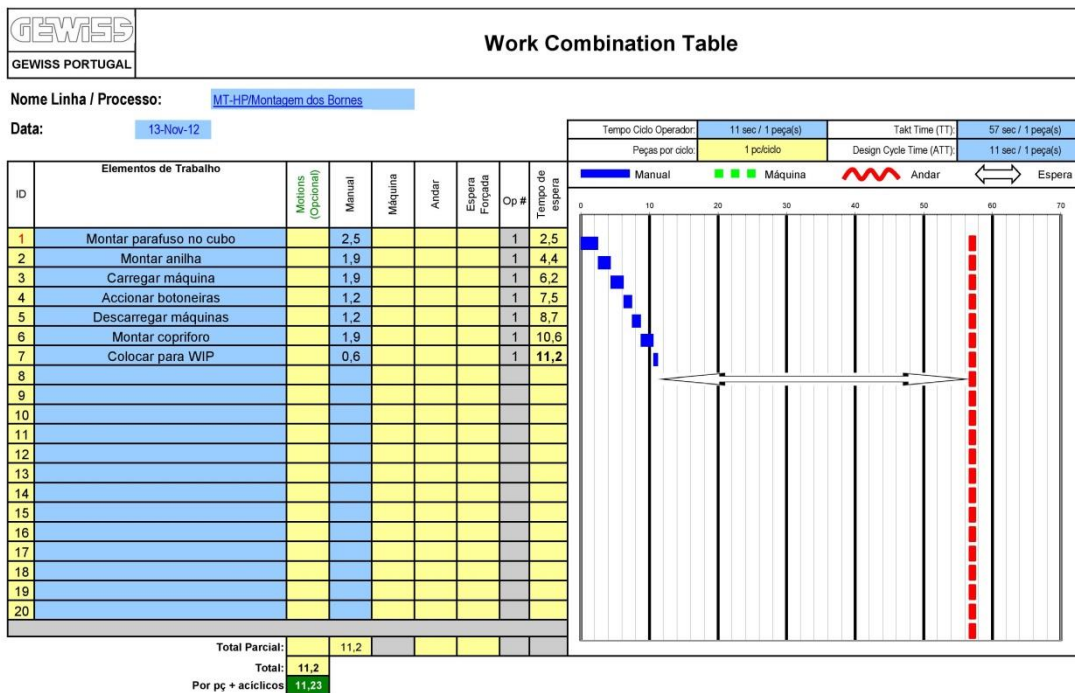


Figura 103 - SOCC do posto BOR

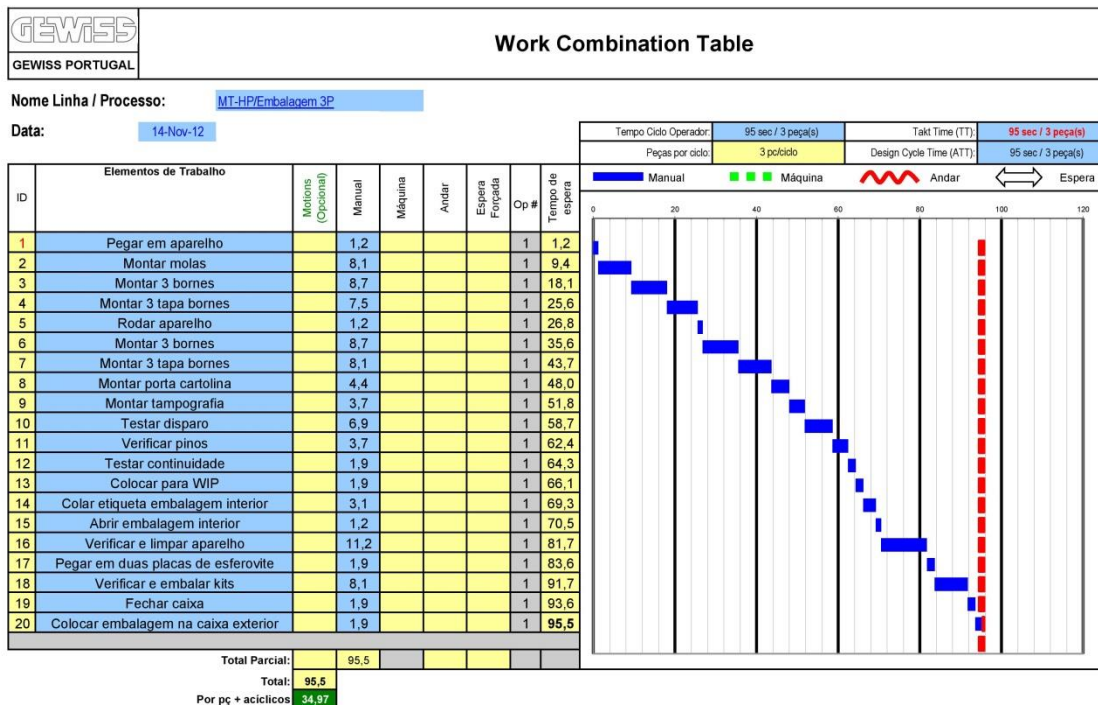


Figura 104 - SOCC do posto EMB

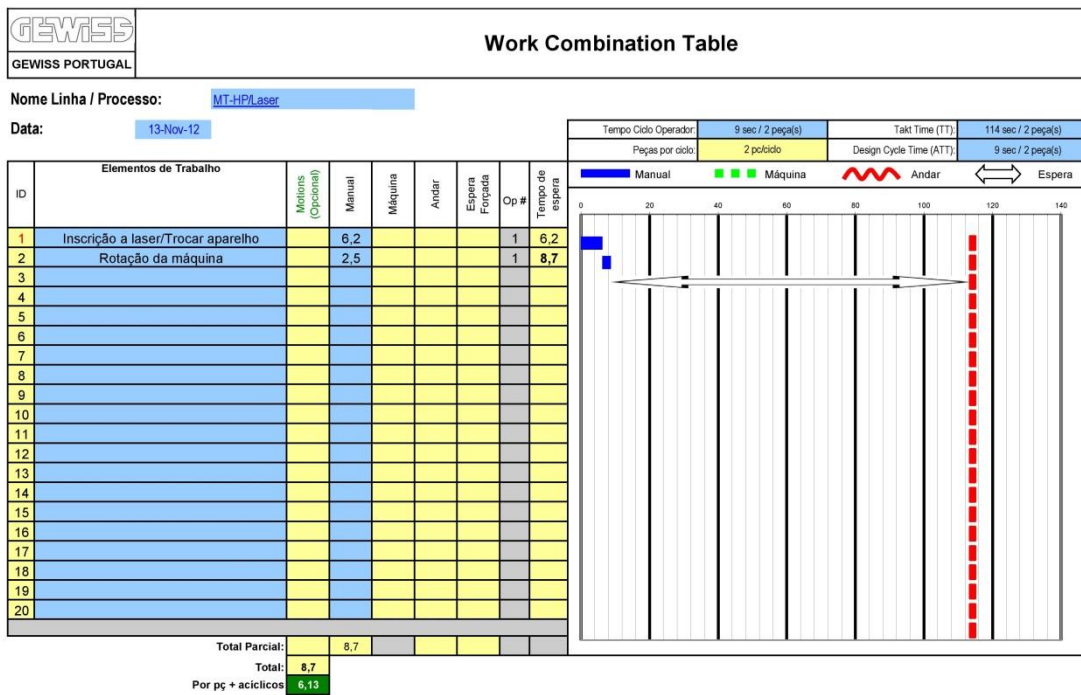


Figura 105 - SOCC da inscrição a Laser



Anexo VI – Instruções de Operador Célula MT- HP



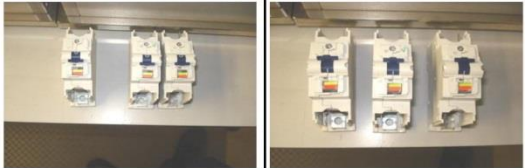












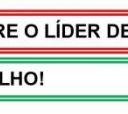

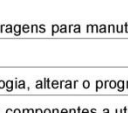
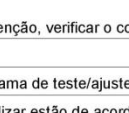
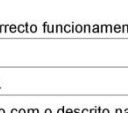
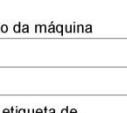
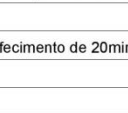



GEWISS PORTUGAL		INSTRUÇÃO DE OPERADOR		IO-MTHP-TFT-01-02	
VALUE STREAM: MTHP					
ÁREA: TESTES E EMBALAGEM		POSTO: TFT		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO	
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.	FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO		
1	Colocar na bancada pólo da rampa de entrada				
2	Amar botão		1		
3	Ajustar no sentido horário até disparar MTHP	Chave	2 e 5		
4	Ajustar no sentido anti-horário (nº voltas definido)	Chave			
5	Amar botão de disparo				
6	Carregar cavidade e accionar botão <i>Start</i>		3		
7	Apontar tempo total do Teste após disparo		4		
8	Pressionar botoneira Stop para ejectar Pólo		6		
9	Retirar pólo e colocar no ventilador durante 20 minutos		7		
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
SE DETECTAR ANOMALIAS NO PROCESSO E / OU PRODUTO, ALERTE SEMPRE O LÍDER DE CÉLULA!					
RESPEITE E MANTENHA OS 5S NO SEU POSTO DE TRABALHO!					
OBSERVAÇÕES:					
ET - Defeito provocado - Deve sempre, no início do turno e/ou após paragens para manutenção, verificar o correcto funcionamento da máquina com os aparelhos com defeito provocado.					
ET - Mudança de Tipologia - Deve sempre, aquando mudança de tipologia, alterar o programa de teste/ajuste.					
ET - Antes do teste do primeiro pólo de cada lote, verificar sempre se os componentes a utilizar estão de acordo com o descrito na etiqueta de início de lote					
ET 9 - Nas tipologias de 125C é necessário um tempo adicional de arrefecimento de 20minutos					
ELABORADO POR: <u>Rui Gonçalves</u> , EM <u>17-10-2012</u>			REVISTO POR: <u>Rui Gonçalves</u> , EM <u>11-12-2012</u>		

Figura 106 – Instrução de Operador Posto Posto TFT



GEWISS PORTUGAL		INSTRUÇÃO DE OPERADOR		IO-MTHP-ACO-03-02	
VALUE STREAM: MTHP 3P					
ÁREA: TESTES E EMBALAGEM		POSTO: ACO		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO	
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.	FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO		
1	Cravar pino no 1º Pólo	Prensa Ma			
2	Cravar pino no 2º Pólo e empilhar no 1º Pólo	Prensa Ma			
3	Empilhar último pólo				
4	Colocar 3 Rebites				
5	Martelar Rebites	Martelo			
6	Disparo Mecânico	Pinça			
7	Carregar prensa de cravar				
8	Accionar botoneiras	Prensa Pn			
9	Descarregar prensa de cravar				
10	Armar botão 1º Pólo				
11	Ajustar no sentido horário até disparar 1º Pólo	Chave			
12	Ajustar no sentido anti-horário (nº voltas definido)	Chave			
13	Armar botão 2º Pólo				
14	Ajustar no sentido horário até disparar 2º Pólo	Chave			
15	Ajustar no sentido anti-horário (nº voltas definido)	Chave			
16	Armar botão 3º Pólo				
17	Ajustar no sentido horário até disparar 3º Pólo	Chave			
18	Ajustar no sentido anti-horário (nº voltas definido)	Chave			
19	Montar veio				
20	Cravar veio	Prensa Ma			
21	Montar coprimaniglia e armar e disparar botão				
22	Montar chave (conforme Plano de Controlo)				
23	Colocar para tabuleiro				
24	Lacrar parafusos de todos os aparelhos				



		<h2 style="margin: 0;">INSTRUÇÃO DE OPERADOR</h2>		IO-MTHP-EMB-01-01		
VALUE STREAM: MTHP						
ÁREA: TESTES E EMBALAGEM		POSTO: EMB		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO		
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.	1P	2P	3P	4P
1	Montar molas DIN					
2	Montar bornes					
3	Montar "tapa bornes"					
4	Montar porta cartolina					
5	Montar tampografia					
6	Testar disparo mecânico	Pinça				
7	Testar continuidade	"Poka-Yoke"				
8	Disparar MTHP					
9	Colar etiqueta na caixa exterior					
10	Abrir caixa exterior					
11	Colar etiqueta na embalagem interior					
12	Abrir caixa individual					
13	Inspeção visual e embalar aparelho com manual					
14	Verificar e embalar 1 kit por cada pólo do aparelho					
15	Fechar caixa individual					
16	Colocar caixa individual na caixa exterior					
17	Carimbar talão de controlo e embalar					
18	Fechar, agrafar e colocar para rampa do produto final					
SE DETECTAR ANOMALIAS NO PROCESSO E / OU PRODUTO, ALERTE SEMPRE O LÍDER DE CÉLULA!						
RESPEITE E MANTENHA OS 5S NO SEU POSTO DE TRABALHO!						
OBSERVAÇÕES:						
ET - Antes da montagem do primeiro aparelho/peça de cada lote, verificar sempre se os componentes a utilizar estão de acordo com o descrito na etiqueta de início de lote						
ET - O lote de transferência neste posto corresponde ao tamanho do kit.						
ET 2 - O recipiente com os bornes deve ser recolhido no posto de montagem dos Bornes						
ET 4 - O recipiente com a porta cartolina deve ser recolhido no posto de montagem do Porta Cartolina						
ET 5 - O recipiente com as tampografias correspondentes à tipologia do Kit deve ser recolhido na prateleira respectiva						
ELABORADO POR: Rui Gonçalves , EM 23-10-2012			REVISTO POR: Rui Gonçalves , EM 23-10-2012			

Figura 111 - Instrução de Operador Posto Posto EMB



Anexo VII – Posição das tampografias



Tabela 32 – Posição de cada tipologia de tampografia na prateleira

	1	2	3	4	5
L	GW93203	GW93204	GW93205	GW93233	GW93223
K	GW93224	GW93225	GW93234	GW93235	GW93245
J	GW93244	GW93246	GW93236	GW93226	GW93206
I	GW93243	GW93396	GW93386	GW93376	GW93356
H	GW93398	GW93397	GW93349	GW93348	GW93347
G	GW93388	GW93387	GW93339	GW93338	GW93337
F	GW93378	GW93377	GW93329	GW93328	GW93327
E	GW93358	GW93357	GW93309	GW93308	GW93307
D	GW93242	GW93241			
C	GW93232	GW93231			
B	GW93222	GW93221			
A	GW93202	GW93201			



Anexo VIII – Capacidade Máxima Teórica da Célula MT-HP



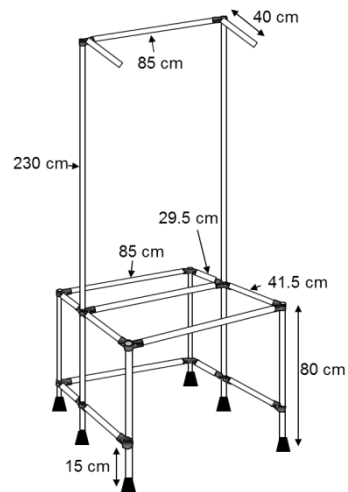
POSTO / OPERAÇÃO	CICLO												Obs.
	2 P			3 P			4 P						
	80	100	125	80	100	125	80	100	125	80	100	125	
Montagem Bornes		44,8			67,2			89,6					s/pólo
					22,4								
Lasers		3,1			6,1			1,5					s/pç
					2,0								s/pólo
Alta Tensão		11,5			17,3			23,1					s/pç
					7,0								s/pólo
Teste Magnético		14,0			21,0			28,0					s/pç
	21,0	18,4	24,4	21,0	23,2	27,7	21,0	23,2	27,7	21,0	23,2	27,7	s/pólo
Teste Térmico	42,0	36,8	48,9	63,0	69,5	83,1	84,0	92,7	110,8				s/pç
		61,6			88,1			99,3					s/pç
Acoplamento		30,8			29,4			24,8					s/pólo
		86,6			109,1			143,5					s/pç
Embalagem		43,3			36,4			35,9					s/pólo
TOTAL	133,3	130,7	136,8	124,0	126,1	130,7	118,4	120,6	125,1	118,4	120,6	125,1	s/pólo
	266,7	261,5	273,5	371,9	378,4	392,0	473,8	482,4	500,6	473,8	482,4	500,6	s/pç
CAPA CIDADE testes e embalagem	652	652	652	776	776	776	787	787	787	787	787	787	pólos/dia
	41	41	41	33	33	33	25	25	25	25	25	25	pçs/h

PRODUTO: **MT HP**

PEDIDO CLIENTE	300
TEMPO / TURNO	28380
Nº TURNO testes	1
TAKT TIME	94,6
FTQ	99,5%



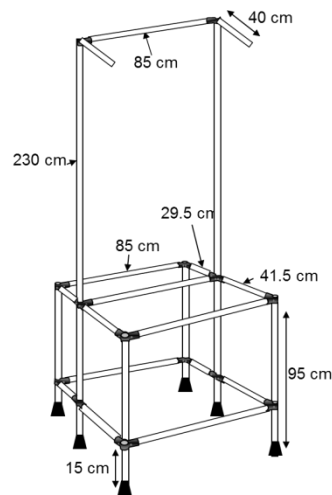
Anexo IX – Medidas dos postos da célula MT-HP



Tubos necessários 1 Posto:

- 85 cm – 5 tubos
- 230 cm – 2 tubos
- 80 cm – 4 tubos
- 41.5 cm – 4 tubos
- 29.5 cm – 4 tubos
- Total/posto=14,89m

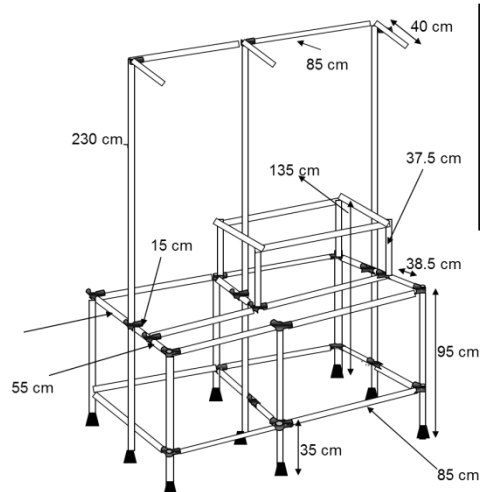
Figura 112 – Posto de montagem sentado



Tubos necessários 1 Posto:

- 85 cm – 6 tubos
- 230 cm – 2 tubos
- 95 cm – 4 tubos
- 41.5 cm – 4 tubos
- 29.5 cm – 4 tubos
- Total/posto=16,34m

Figura 113 – Posto de montagem em pé



Tubos necessários 1 Posto:

- 230 cm – 3 tubos
- 95 cm – 4 tubos
- 135 cm – 2 tubos
- 55 cm – 13 tubos
- 15 cm – 3 tubos
- 37.5 cm – 2 tubos
- 85 cm – 14 tubos
- Total/posto=32.51m

Figura 114 – Posto de embalagem