



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marisa Sofia Esteves Sousa e Castro

Aplicação de princípios e ferramentas
Lean Manufacturing numa
empresa de material elétrico



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marisa Sofia Esteves Sousa e Castro

Aplicação de princípios e ferramentas
Lean Manufacturing numa
empresa de material elétrico

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho

DECLARAÇÃO

Nome: Marisa Sofia Esteves Sousa e Castro

Endereço eletrónico: msousaecastro@gmail.com Telefone: 939798428

Número do Bilhete de Identidade: 13918667

Título da dissertação: Aplicação de princípios e ferramentas *Lean Manufacturing* numa empresa de material elétrico

Orientador: Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado 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

Para a concretização da presente dissertação foi essencial o contributo e apoio de várias pessoas, as quais gostaria de recordar e deixar uma palavra de apreço.

Ao meu orientador científico, Professor Dinis Carvalho, agradeço a disponibilidade prestada, sugestões realizadas e construtiva troca de ideias ao longo do trabalho.

À Gewiss Portugal, que possibilitou o desenvolvimento deste projeto, expresso a minha sincera gratidão pela oportunidade e pelas excelentes condições de trabalho.

Ao Engenheiro Pedro Monteiro, orientador na empresa, agradeço o voto de confiança nas minhas capacidades para liderança do projeto assim como toda a partilha de conhecimentos.

Ao Rui Barbosa, colega de trabalho e amigo, quero agradecer todas as palavras, conselhos e tempo despendido para me acompanhar e auxiliar no projeto.

Às operadoras da secção *Restart*, agradeço toda a integração, carinho, cooperação e esforço demonstrado para atingir os objetivos estabelecidos.

Não posso ainda deixar de lembrar e agradecer aos restantes elementos envolvidos no projeto Aleluia, que desempenharam um papel fundamental na realização deste trabalho.

E, por último, um reconhecimento especial àqueles que tudo tornaram possível. O mais sincero e profundo agradecimento ao meu pai, mãe, irmão e namorado, por todo o apoio, compreensão e amor incondicional.

A todos, muito obrigada.

RESUMO

Enquadrada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, a presente dissertação descreve o projeto desenvolvido em contexto industrial na empresa Gewiss Portugal, empresa de material elétrico. Este trabalho, denominado como “Projeto Aleluia” pelos diversos elementos envolvidos, teve como principal objetivo a reconfiguração de duas linhas de montagem de disjuntores *Restart* num único sistema de produção, integrando o controlo da qualidade ao longo do processo produtivo.

Através da aplicação da filosofia *Lean Manufacturing*, pretendia-se alcançar melhorias no desempenho e funcionamento do sistema, melhorar o fluxo de produção e organização dos postos de trabalho assim como eliminar e/ou reduzir desperdícios. Com a implantação de um sistema produtivo capaz de produzir os produtos do tipo RD2 e RM2, a empresa intencionava uma resposta adequada às variações da procura num mercado cada vez mais competitivo.

Com o intuito de realizar o diagnóstico e análise crítica do estado atual das linhas de produção, procedeu-se a uma recolha de dados que permitissem um apropriado conhecimento dos disjuntores em estudo e uma correta compreensão dos processos de produção que os caracterizam. O estudo efetuado permitiu a identificação de uma série de problemas, tais como: falta de balanceamento e normalização dos postos de trabalho, baixa polivalência das operadoras e um abastecimento inadequado. Seguidamente, reuniram-se as soluções mais adequadas e viáveis para os problemas detetados, das quais se destaca a reconfiguração das linhas numa célula de produção em U, considerando todos os pontos de controlo da qualidade estabelecidos juntamente com o departamento.

A transformação do sistema de produção obteve um impacto positivo na empresa, como o aumento da eficiência média de ambos os disjuntores em cerca de 13%, redução da taxa de rejeição média de 0,11% para o RD2 e 2,08% para o RM2, diminuição do tempo de percurso com percentagens superiores a 60% e redução de 37% da área total ocupada. Tornou-se ainda possível o alcance de uma melhor organização dos postos de trabalho, um fluxo de produção uniforme, um abastecimento direto face às necessidades de materiais e uma maior flexibilidade do sistema produtivo.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Manufacturing; Reconfiguração; Célula de produção.

ABSTRACT

Encompassed within the Integrated Master in Industrial Engineering and Management, this thesis describes the project developed in industrial context in the company Gewiss Portugal, an electrical material company. This work, known as the "Projeto Aleluia" by the various elements involved, aimed to reconfigure two Restart breakers assembly lines in a single production system, integrating quality control throughout the production process.

Through the application of Lean Manufacturing philosophy, was intended to achieve improvements in performance and operation of the system, improved production flow and organization of jobs, and eliminate and/or reduce waste. With the implementation of a production system capable of producing the kind of products RD2 and RM2, the company had intended an adequate response to changes in demand in an increasingly competitive market.

In order to make the diagnosis and critical analysis of the current state of production lines, we proceeded to the collection of data that would allow an appropriate knowledge of the products under study and a correct understanding of production processes that characterize them. The study made it possible to identify a number of problems, such as lack of balance and standardization of jobs, low versatility of operators and inadequate supply. After that we gathered the most appropriate and viable solutions to the detected problems, of which highlights the reconfiguration of a lines production cell in U, considering all quality control points established with the department.

The transformation of the production system had a positive impact on the company, like the increase in the average efficiency of both products in approximately 13%, reduction in the average bounce rate of 0.11% for the RD2 and 2.08% for the RM2, reduced lead time with percentages greater than 60%, reduction 37% of the total area. It also became possible to achieve a better organization in work stations, a uniformization in production flow, a direct supply meet the material requirements and greater flexibility of the production system.

KEYWORDS

Lean Manufacturing; Reconfiguration; Production cell.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xix
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xxi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia aplicada no projeto.....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão da literatura.....	5
2.1 Evolução dos sistemas de produção.....	5
2.2 Princípios do <i>Lean Manufacturing</i>	6
2.3 Os sete desperdícios.....	7
2.4 Técnicas e ferramentas <i>Lean Manufacturing</i>	9
2.4.1 Programa 5S.....	11
2.4.2 Gestão visual.....	12
2.4.3 <i>Standard work</i>	12
2.4.4 <i>Just-In-Time</i>	14
2.4.5 <i>Kaizen</i>	15
2.4.6 <i>Value Stream Mapping</i>	16
2.5 Benefícios e dificuldades de implementação.....	18
2.6 Reconfiguração dos sistemas de produção.....	19
2.7 Estudo de trabalho.....	22
3. Apresentação da unidade de produção.....	23
3.1 O grupo Gewiss.....	23
3.1.1 A Gewiss Portugal.....	23
3.1.3 Descrição do sistema produtivo.....	26

3.2	Projeto Aleluia	28
3.2.1	Caraterização dos disjuntores RD2 e RM2.....	29
3.2.2	Componentes dos disjuntores RD2 e RM2	31
3.2.3	Processo produtivo e implantação.....	31
3.3	Descrição das linhas de montagem	34
3.3.1	Linha de montagem RD2	34
3.3.2	Linha de montagem RM2.....	39
3.4	Controlo final dos disjuntores produzidos.....	42
3.5	Abastecimento de materiais às linhas	44
3.5.1	Abastecimento de componentes	44
3.5.2	Abastecimento das etiquetas	46
3.5.3	Abastecimento do SD2 e MDC	47
3.6	Métricas de desempenho	47
3.6.1	Eficiência.....	47
3.6.2	Taxa de rejeição	48
3.6.3	Sucata.....	50
4.	Análise crítica e identificação de problemas.....	51
4.1.1	Análise dos disjuntores mais produzidos	51
4.1.2	Estudo de tempos.....	52
4.1.3	Análise da cadeia de valor	54
4.1.4	Elevado tempo de percurso.....	56
4.1.5	Falta de balanceamento dos postos de trabalho	57
4.1.6	Causas das não conformidades	59
4.1.7	Falta de rotatividade e polivalência das operadoras	60
4.1.8	Falta de normalização dos postos de trabalho	62
4.1.9	Desorganização geral das linhas	62
4.1.10	Abastecimento inadequado.....	64
4.1.11	Síntese dos problemas encontrados.....	66
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	67
5.1	Uniformização do fluxo de produção	69

5.2	Modificação dos equipamentos existentes.....	70
5.2.1	Uniformização das máquinas de teste final	70
5.2.2	Adequação da prensa de cravação.....	71
5.2.3	Adaptação do dispositivo de soldar resistência e micro.....	71
5.3	Integração do lote de transferência.....	72
5.4	Reconfiguração das linhas em célula de montagem	73
5.4.1	Identificação da família de produtos	73
5.4.2	Balanceamento dos postos de trabalho.....	74
5.4.3	Afetação de operadoras	76
5.4.4	Implantação da célula de montagem.....	78
5.4.5	Adaptação do modo operatório	79
5.4.6	Fluxo de materiais	80
5.4.7	Fluxo de informação	82
5.5	Mudança no fornecimento de componentes.....	84
5.5.1	Substituição da caixa das bases.....	84
5.5.2	Alteração do tabuleiro dos vitrinos.....	84
5.6	Organização dos postos de trabalho	85
5.7	Normalização do trabalho.....	88
5.8	Integração do controlo da qualidade	90
5.9	Integração de carrinhos de transporte na célula.....	91
5.10	Abastecimento direto dos postos de trabalho	92
5.11	Programa de rotatividade das operadoras	94
5.12	Aplicação do programa 5S e gestão visual	95
6.	Análise e discussão de resultados	97
6.1	Vantagens da uniformização do fluxo de produção.....	97
6.2	Ganhos com as modificações nos equipamentos	97
6.2.1	Máquinas de teste final.....	97
6.2.2	Prensa de cravação e dispositivo de soldar.....	98
6.3	Resultados com o balanceamento dos postos de trabalho.....	99
6.4	Redução do tempo de percurso	99

6.5	Atualização da eficiência.....	100
6.6	Redução do número de defeitos e valores de sucata	101
6.7	Redução da área ocupada	103
6.8	Trabalho normalizado e instruções de operador	103
6.9	Benefícios do abastecimento direto dos postos de trabalho	104
6.10	Polivalência das operadoras	104
7.	Conclusão	105
7.1	Considerações finais	105
7.2	Trabalho futuro	106
	Referências Bibliográficas	109
	Anexo I – Análise ABC	111
	Anexo II – VSM para os disjuntores RD2 e RM2.....	113
	Anexo III – Tipos de defeitos	115
	Anexo IV – <i>Standard work combination table</i>	117
	Anexo V – Instruções de operador Célula RD2/RM2.....	125
	Anexo VI – Documento para controlo da qualidade.....	139
	Anexo VII – Código de cores Gewiss	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – As 5 fases da metodologia investigação-ação.....	3
Figura 2 – Os sete desperdícios (adaptado de 4Lean (2011)).	7
Figura 3 – Muda, mura e muri (adaptado de Citisystems (2014)).	9
Figura 4 – A casa TPS (adaptado de Liker (2004)).	10
Figura 5 – Exemplos da delimitação de espaços (retirado de Orgatex Lean Visual Management Tools (2012)).	12
Figura 6 – Exemplo de <i>process capacity sheet</i> (retirado de Lean Enterprise Institute (2009)).	13
Figura 7 – Exemplo de <i>standard work combination sheet</i> (retirado de Velaction Continuous Improvement (2009)).	14
Figura 8 – Exemplo de <i>standard work sheet</i> (retirado de Velaction Continuous Improvement (2009)).	14
Figura 9 – O ciclo PDCA.	16
Figura 10 – Símbolos do VSM (adaptado de Rother & Shook (1999)).	17
Figura 11 – As forças do <i>Lean Manufacturing</i> (adaptado de Melton (2005)).	18
Figura 12 – Representação do modo <i>Working Balance</i> (retirado de Alves (2007)).	20
Figura 13 – Representação do modo <i>Rabbit Chase</i> (retirado de Alves (2007)).	20
Figura 14 – Representação do modo Toyota Sewing System (retirado de Alves (2007)).	20
Figura 15 – Representação do modo <i>Baton-touch</i> (retirado de Alves (2007)).	21
Figura 16 – Representação do modo <i>Bucket-brigades</i> (retirado de Alves (2007)).	21
Figura 17 – Localização geográfica da Gewiss Portugal.	24
Figura 18 – Organigrama da Gewiss Portugal.	24
Figura 19 – Disjuntor magneto-térmico MT, disjuntor diferencial MDC, disjuntor <i>Restart</i> Autotest e interruptor diferencial S20.	25
Figura 20 – Layout da Gewiss Portugal.	26
Figura 21 – Área produtiva da Nave 1.	26
Figura 22 – Zona de expedição da Nave 2.	27
Figura 23 - Área produtiva da Nave 3.	27
Figura 24 – Armazém.	27
Figura 25 – <i>Petit-train</i> .	27
Figura 26 – Disjuntores <i>Restart</i> .	29
Figura 27 – Funcionamento dos disjuntores <i>Restart</i> .	30

Figura 28 – Funcionamento dos disjuntores <i>Restart Pro</i>	30
Figura 29 – Número de componentes que constituem do RD2 e RM2.	31
Figura 30 – Fluxograma para a produção do RD2 e RM2.	32
Figura 31 – Secção produtiva do RD2 e RM2 num modelo 3D.	33
Figura 32 – Etiqueta de início de lote do SD2.....	34
Figura 33 – Posto de soldadura.	34
Figura 34 – Kit de pré-montagem.	34
Figura 35 – Posto de montagem mecânica do RD2.....	35
Figura 36 – Posto de montagem da placa eletrónica do RD2.....	35
Figura 37 – Acoplamento do RD2 com o SD2.	36
Figura 38 – Conjunto montado.	36
Figura 39 – Máquina de teste final do RD2.	36
Figura 40 – Máquina de laser	37
Figura 41 – Impressão a laser.	37
Figura 42 – Posto de embalagem do RD2.....	37
Figura 43 – Fluxo de materiais do RD2 e diagrama de análise do processo.	38
Figura 44 – Plano de produção semanal para o RM2.	39
Figura 45 – Posto de pré-montagens do RM2.....	39
Figura 46 – Posto de montagem mecânica do RM2.	40
Figura 47 – Posto de montagem da placa eletrónica do RM2.	40
Figura 48 – Área de acoplamento, teste final e embalagem do RM2.....	41
Figura 49 – Fluxo de materiais do RM2 e diagrama de análise do processo.....	41
Figura 50 – Área de expedição dos disjuntores <i>Restart</i>	42
Figura 51 – Teste diferencial dos aparelhos.	43
Figura 52 – Teste à função dos aparelhos.....	43
Figura 53 – Prateleiras de armazenamento de materiais.	45
Figura 54 – Corredor de armazenamento de materiais.....	45
Figura 55 – Pedido de material através de etiqueta <i>kanban</i>	45
Figura 56 – Kanban no chão para a secção <i>Restart</i>	46
Figura 57 – Etiquetas para as caixas exteriores e interiores.	46
Figura 58 – Etiquetas prateadas para os disjuntores.	46
Figura 59 – Abastecimento do SD2.....	47

Figura 60 – Abastecimento do MDC.	47
Figura 61 – Eficiência média das linhas RD2 e RM2, durante o ano de 2013.	48
Figura 62 – Taxa de rejeição média dos disjuntores RD2 e RM2, durante o ano de 2013.	49
Figura 63 – Curva ABC para os disjuntores RD2.	51
Figura 64 – Curva ABC para os disjuntores RM2.	52
Figura 65 – Folha utilizada para observação inicial.	53
Figura 66 – Folha normalizada para medição de tempos.	53
Figura 67 – Versão parcial para o disjuntor RD2.	55
Figura 68 – Versão parcial do VSM para o disjuntor RM2.	56
Figura 69 – Diagrama causa-efeito para o elevado tempo de percurso.	57
Figura 70 – Balanceamento da linha de produção do RD2.	58
Figura 71 – Balanceamento da linha de produção do RM2.	58
Figura 72 – Tipos de defeitos do disjuntor RD2.	59
Figura 73 – Tipos de defeitos do disjuntor RM2.	60
Figura 74 – Tabuleiro de vitrinos inadequado.	62
Figura 75 – Problema dos fios no kit de pré-montagem.	63
Figura 76 – Falta de identificação de componentes.	64
Figura 77 – Exemplos de obstrução aos postos de trabalho.	64
Figura 78 – Contentores sem quantidade definida.	65
Figura 79 – Informação da etiqueta prateada colocada nos disjuntores.	69
Figura 80 – Substituição da etiqueta pela impressão a laser.	69
Figura 81 – Uniformização das máquinas de acordo com a versão do produto.	70
Figura 82 – Dispositivo de soldar resistência e micro.	71
Figura 83 – Lote de transferência.	72
Figura 84 – Balanceamento para o RD2.	75
Figura 85 – Balanceamento para o RM2.	75
Figura 86 – Balanceamento das operadoras.	77
Figura 87 – Exemplos de propostas de layout.	78
Figura 88 – Layout da célula de montagem RD2/RM2.	79
Figura 89 – Áreas de atuação das operadoras na célula.	80
Figura 90 – Fluxo produtivo da célula RD2/RM2.	81
Figura 91 – Sequenciador e modo como as etiquetas se integram no tabuleiro <i>standard</i>	82

Figura 92 – Exemplo da etiqueta de início de lote.	83
Figura 93 – Substituição das caixas S3 por caixas S4 de menor dimensão.	84
Figura 94 – Alteração do tabuleiro dos vitrinos.	85
Figura 95 – Constituição do tampo de um posto de trabalho <i>standard</i>	85
Figura 96 – Micro-Layout do PT3.	86
Figura 97 – Estrutura para as bases.	87
Figura 98 – Bases em utilização.	87
Figura 99 – Estrutura para os vitrinos e tabuleiro em utilização.	87
Figura 100 – Suporte para as caixas das tampas em utilização.	88
Figura 101 – <i>Standard work combination table</i> para o PT1.	89
Figura 102 – Disposição das instruções de operador por posto de trabalho.	89
Figura 103 – Pontos de controlo da qualidade ao longo do processo produtivo.	90
Figura 104 – Documento para controlo do processo RD2/RM2.	91
Figura 105 – Movimento dos carrinhos de transporte entre postos de trabalho.	92
Figura 106 – Rota de abastecimento efetuado pelo <i>petit-train</i>	93
Figura 107 – Identificação do posto.	93
Figura 108 – Identificação do contentor.	93
Figura 109 – Exemplos de gestão visual.	95
Figura 110 – Exemplos de etiquetas de identificação de espaços.	96
Figura 111 – Equipamentos para limpeza diária da célula.	96
Figura 112 – Eficiência da secção <i>Restart</i> desde Janeiro até Outubro de 2014.	100
Figura 113 – Taxa de rejeição dos disjuntores RD2/RM2 ao longo do ano de 2014.	101
Figura 114 – VSM para o disjuntor RD2.	113
Figura 115 – VSM para o disjuntor RM2.	114
Figura 116 – SW combination table para o PT1, versão RD2.	117
Figura 117 – SW combination table para o PT1, versão RM2.	117
Figura 118 – SW combination table para o PT2, versão RD2.	118
Figura 119 – SW combination table para o PT2, versão RM2.	118
Figura 120 – SW combination table para o PT3, versão RD2.	119
Figura 121 – SW combination table para o PT3, versão RM2.	119
Figura 122 – SW combination table para o PT4.	120
Figura 123 – SW combination table para o PT5, versão RD2.	120

Figura 124 – SW combination table para o PT5, versão RM2.	121
Figura 125 – SW combinaion table para o PT6, versão RD2.	121
Figura 126 – SW combination table para o PT6, versão RM2.	122
Figura 127 – SW combination table para o PT7.	122
Figura 128 – SW combination table para o PT8, versão RD2.	123
Figura 129 – SW combination table para o PT8, versão RM2.	123
Figura 130 – SW combination table para o PT9, versão RD2.	124
Figura 131 – SW combination table para o PT9, versão RM2.	124
Figura 132 – Instrução de operador para o PT1, versão RD2.	125
Figura 133 – Instrução de operador para o PT1, versão RM2.	126
Figura 134 – Instrução de operador para o PT2, versão RD2.	127
Figura 135 – Instrução de operador para o PT2, versão RM2.	128
Figura 136 – Instrução de operador para o PT3, versão RD2.	129
Figura 137 – Instrução de operador para o PT3, versão RM2.	130
Figura 138 – Instrução de operador para o PT5, versão RD2.	131
Figura 139 – Instrução de operador para o PT5, versão RM2.	132
Figura 140 – Instrução de operador para o PT6, versão RD2.	133
Figura 141 – Instrução de operador para o PT6, versão RM2.	134
Figura 142 – Instrução de operador para o PT8, versão RD2.	135
Figura 143 – Instrução de operador para o PT8, versão RM2.	136
Figura 144 – Instrução de operador para o PT9, versão RD2.	137
Figura 145 – Instrução de operador para o PT9, versão RM2.	138
Figura 146 – Parte frontal do documento para controlo da qualidade.	139
Figura 147 – Parte traseira do documento para controlo da qualidade.	139
Figura 148 – Código de cores da empresa.	141

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos disjuntores com rearme automático.....	30
Tabela 2 – Etapas do processo produtivo.....	33
Tabela 3 – Sucata média das linhas RD2/RM2 no ano de 2013.	50
Tabela 4 – Tempos de ciclo por posto de trabalho.	53
Tabela 5 – Matriz de competências.....	61
Tabela 6 – Síntese dos problemas identificados.	66
Tabela 7 – Plano de ações de melhoria.	67
Tabela 8 – Posto de trabalho para a nova configuração do sistema produtivo.	75
Tabela 9 – Determinação do número de operadoras com diferentes fatores de atividade.	76
Tabela 10 – Afetação de operadoras.....	77
Tabela 11 – Programa de rotatividade das operadoras.	94
Tabela 12 – Ganhos obtidos com a eliminação da etiqueta prateada.....	97
Tabela 13 – Resultado da uniformização das máquinas de teste final.....	98
Tabela 14 – Resultados da adaptação dos equipamentos.....	98
Tabela 15 – Ganhos <i>no idle time</i>	99
Tabela 16 – Ganhos obtidos com a redução do tempo de percurso.	99
Tabela 17 – Eficiência e produtividade média dos disjuntores em cada mês após reconfiguração. ...	101
Tabela 18 – Comparação da taxa de rejeição média antes e depois da reconfiguração.	102
Tabela 19 – Valores de sucata desde Janeiro até Outubro de 2014.....	102
Tabela 20 – Comparação dos valores de sucata, antes e depois.	102
Tabela 21 – Redução da área ocupada.	103
Tabela 22 – Análise ABC para os disjuntores RD2.....	111
Tabela 23 – Análise ABC dos disjuntores RM2.	112
Tabela 24 – Descrição dos tipos de defeitos para o disjuntor RD2.	115
Tabela 25 – Descrição dos tipos de defeitos para o disjuntor RM2.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ATT – *Atual Takt Time*

JIT – *Just In Time*

PT – *Posto de trabalho*

PDCA – *Plan Do Check Act*

SW – *Standard work*

TC – *Tempo de Ciclo*

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

VA – *Valor Acrescentado*

VNA – *Valor não acrescentado*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work-In-Process*

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo realiza-se um breve enquadramento ao tema do projeto desenvolvido, descrevem-se os principais objetivos, a metodologia de investigação utilizada e a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Nos dias de hoje, o mercado encontra-se em constante transformação pelo que satisfazer as exigências dos clientes se torna uma tarefa bastante difícil. Os clientes exigem prazos de entrega mais curtos, produtos personalizados e elevados níveis de serviço (Vancza et al., 2011). É segundo esta perspetiva que as empresas têm recorrido cada vez mais à filosofia *Lean Manufacturing* (Womack, Jones, & Roos, 1990) de modo a conseguirem alcançar ou até mesmo superar as expectativas dos seus clientes.

A busca pela melhoria contínua e a eliminação sistemática de desperdícios é o cerne deste pensamento. Contudo, tornar-se *Lean* não é tão fácil quanto aparenta ser uma vez que é necessária uma total dedicação do pessoal, um planeamento cuidadoso, uma forte liderança e um conhecimento adequado sobre esta filosofia (Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003).

É hoje reconhecido que empresas que aplicam metodologias associadas a esta filosofia têm custos mais reduzidos e conseguem mais qualidade nos seus produtos do que aquelas que ainda praticam a produção em massa tradicional (Fleischer & Liker, 1997; Pavnaskar et al., 2003).

A empresa Gewiss Portugal onde foi realizada a presente dissertação, está atualmente a implementar esta abordagem à sua produção através da aplicação de ferramentas que permitam a reconfiguração das suas secções tradicionais de produção em sistemas de produção *Lean*. Sentindo a necessidade de mudança das linhas de produção da família de disjuntores *Restart*, nasce este projeto que procura melhorias a nível dos processos produtivos e desempenho dos sistemas de produção.

Devido à feroz competitividade que se faz sentir e para conseguir um melhor posicionamento no mercado, o grande objeto de estudo deste projeto passa pela implementação de princípios e ferramentas *Lean Manufacturing* nesta secção, bem como um controlo adequado das suas atividades de produção.

1.2 Objetivos

Este projeto teve como principal objetivo a reconfiguração de duas linhas de produção de disjuntores *Restart* num único sistema de produção, integrando o controlo da qualidade ao longo de todo o processo produtivo, através da aplicação de conhecimentos adquiridos no âmbito do *Lean Manufacturing*. Com a concretização deste objetivo primordial, pretendeu-se:

- Aumentar a produção para 350 unidades;
- Aumentar a eficiência;
- Reduzir a taxa de rejeição;
- Reduzir os valores de sucata;
- Melhorar o fluxo produtivo;
- Reduzir o tempo de percurso;
- Reduzir área ocupada em 20%;
- Melhorar a organização dos postos de trabalho;
- Eliminar ou reduzir fontes de desperdício;
- Sensibilizar os colaboradores para os benefícios da melhoria contínua.

1.3 Metodologia aplicada no projeto

A metodologia mais adequada para o desenvolvimento deste projeto foi a investigação-ação (O'Brien, 1998), que consiste num processo de investigação onde há um envolvimento do investigador com os colaboradores da empresa. Esta metodologia pode ser definida como um processo participativo que proporciona um ambiente colaborativo entre todos, permitindo investigar e analisar situações reais e concretas através da implementação de melhorias. Simplificando, investigação-ação é o “aprender fazendo” em que inicialmente se identifica um problema, atua-se no sentido de o resolver, verificam-se os resultados e, caso não sejam os esperados, define-se um novo plano de ação. Assim, através da teoria e da prática é possível alcançar os resultados desejados (Reason & Bradbury, 2008).

Para esta metodologia, Susman (1983) propõe a sua execução num ciclo de cinco fases tal como representado na figura 1.

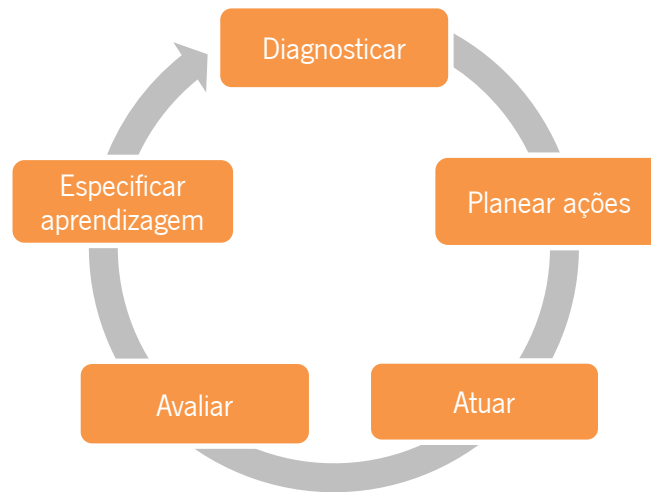


Figura 1 – As 5 fases da metodologia investigação-ação.

Na primeira fase, realizou-se um diagnóstico e análise crítica do estado atual das linhas através de uma recolha de dados obtidos por observação direta das atividades de produção com o intuito de identificar os problemas que necessitavam de ser resolvidos. Com o reconhecimento de todas as operações do processo produtivo de ambas as linhas foi possível realizar um estudo de tempos para cada uma delas e efetuar uma análise pormenorizada do processo da qualidade dos produtos. De modo a complementar este estudo recorreu-se a vários documentos e informações da empresa, tornando-se possível uma avaliação às métricas de desempenho do sistema de produção.

Seguidamente, executou-se um plano de ações onde se identificaram as possíveis soluções para os problemas detetados e se optaram pelas práticas mais adequadas e viáveis. Para tal, considerou-se oportuna uma uniformização do fluxo produtivo dos disjuntores assim como se mostrou fundamental balancear as cargas de cada posto de trabalho, definindo um novo layout para o sistema produtivo. Ainda nesta perspetiva, prepararam-se instruções de operador por posto, tendo em conta a versão de cada produto, e determinou-se a rota do comboio logístico para o abastecimento direto de materiais.

Passando para a terceira fase, implementaram-se as propostas de melhoria e mediram-se os resultados obtidos. Após implementação, tornou-se imprescindível uma discussão e avaliação dos resultados com base numa comparação entre a situação proposta e a situação anterior. Esta é uma fase muito importante que reflete os ganhos alcançados e mede o grau de satisfação em relação às mudanças efetuadas.

Finalmente, na especificação de aprendizagem, realizou-se uma síntese dos resultados obtidos e apresentaram-se algumas propostas de melhoria para trabalho futuro.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se estruturada segundo 7 capítulos. No capítulo 1, onde se insere esta secção, é realizada uma introdução ao trabalho desenvolvido, destacando-se o seu enquadramento, principais objetivos e metodologia de investigação utilizada. No capítulo 2 encontra-se a revisão da literatura acerca do tema em estudo, contextualizando o projeto dentro da grande área de pesquisa. Este incide essencialmente na filosofia *Lean Manufacturing*, descrevendo a evolução dos sistemas de produção e exibindo as técnicas e ferramentas maioritariamente aplicadas. É apresentado o conceito de células de produção no âmbito da necessidade de reconfiguração dos sistemas produtivos, mostrando todos os aspetos decisivos que tanto as caracterizam. Adicionalmente, efetua-se uma breve abordagem ao estudo de trabalho que se tornou essencial no seguimento deste projeto. No capítulo 3 é apresentada a unidade de produção no qual se faz referência à empresa e se procede a uma apresentação do projeto que deu origem a esta dissertação. É descrito todo o sistema produtivo da secção *Restart*, expondo-se as características dos produtos em estudo assim como os seus processos produtivos. O capítulo 4 incide na identificação de problemas detetados no momento de análise do estado atual. No capítulo 5 referenciam-se as propostas de melhoria com intuito de combater os problemas encontrados. No capítulo 6 analisam-se os resultados alcançados e descrevem-se os ganhos obtidos através da implementação das propostas. Por último, no capítulo 7, são apresentadas conclusões e oportunidades para trabalho futuro.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é elaborada uma revisão da literatura do modelo organizacional *Lean Manufacturing* que integra um conjunto de conceitos fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Assim, inicialmente efetua-se uma descrição da forma como os sistemas de produção evoluíram ao longo dos tempos, expõem-se os princípios *Lean* e realiza-se uma abordagem às técnicas e ferramentas que suportam esta filosofia. É ainda enunciado a importância da reconfiguração dos sistemas tradicionais, realçando a implementação de células de produção. Por último, apresenta-se uma descrição do estudo de trabalho como um método aplicado neste projeto.

2.1 Evolução dos sistemas de produção

Com a publicação do livro *"The machine that changed the world"* de Womack et al. (1990), as práticas de *Lean Manufacturing* têm sido cada vez mais aplicadas por parte das empresas comparativamente com outras técnicas de produção em massa tradicionais. Para compreender o impacto desta filosofia nos dias de hoje e os benefícios que dela advêm, é necessário entender como os sistemas de produção evoluíram ao longo dos tempos.

Inicialmente, o sistema de produção que predominava era classificado por uma produção artesanal, onde as atividades de transformação de bens eram desenvolvidas manualmente por artesãos com auxílio de ferramentas simples e com capacidades para satisfazer os pedidos dos clientes (Womack et al., 1990). Contudo, as desvantagens associadas a este tipo de produção caracterizavam-se pela baixa produtividade, sendo necessário trabalhadores altamente especializados e envolvendo elevados custos de produção que resultavam num produto com preço também bastante alto. A nível da qualidade poderiam ainda ser detetados vários problemas dado não existir uma normalização do trabalho.

No início do século XX, o modelo T da Ford revolucionou a produção artesanal através da introdução do conceito de produção em massa para o fabrico do novo modelo de automóvel (Womack et al., 1990). Henry Ford ficou assim conhecido pelo desenvolvimento de linhas de montagem em série que se caracterizavam pela produção de uma grande quantidade de produtos do mesmo modelo.

Segundo Towill (2006) a implementação de sistemas de produção em massa permitiu um fluxo de produção contínuo uma vez que as máquinas se encontravam alinhadas de acordo com a sequência correta de operação, resultando numa redução de 90% do esforço necessário para a montagem do respetivo modelo. Comparativamente com a produção artesanal, este sistema permitia elevadas taxas

de produção a custos diminuídos, tornando o modelo mais barato e, conseqüentemente, acessível à sociedade. Porém, todos os produtos seguiam padrões de produção idênticos, não havendo personalização dos mesmos devido à existência de processos complexos e pouco flexíveis.

Com o avanço tecnológico, a produção em massa foi perdendo a sua relevância e surgiu a necessidade de uma maior variedade e flexibilidade dos produtos. Desta forma, tornava-se essencial interiorizar novas técnicas de produção que fossem económicas, de resposta rápida às mudanças do mercado e que permitissem a diversidade requerida pelos clientes.

Após a Segunda Guerra Mundial, os fabricantes japoneses foram confrontados com enormes carências financeiras, de materiais e de recursos humanos (Womack et al., 1990). Face ao ambiente que se fazia sentir, a Toyota Motor Company, empresa do setor automóvel, para se tornar mais competitiva num mercado fragilizado, pretendia desenvolver um sistema de produção económico capaz de alcançar uma grande diversidade de produtos. Neste contexto, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, engenheiros da empresa Toyota, adotando os princípios básicos de Ford e integrando novas práticas, decidiram desenvolver um novo conceito para a produção que ficou conhecido como *Toyota Production System* (TPS) (Ohno, 1988). Também denominado por *Lean Manufacturing*, é hoje largamente implementado em várias indústrias que visam a redução dos custos através da eliminação de atividades que não acrescentam valor ao produto, permitindo o cumprimento dos prazos de entrega e proporcionando boa qualidade dos produtos a baixo custo.

Segundo Womack et al. (1990), este modelo organizacional utiliza metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas e metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto na metade do tempo.

2.2 Princípios do *Lean Manufacturing*

Evoluindo para uma filosofia de pensamento *Lean* que pretende a criação de valor através da eliminação de desperdícios, Womack & Jones (1996) definiram cinco etapas fundamentais que são base para a sua correta implementação:

- **Valor (*Value*)** – exclusivamente definido pelo cliente, tendo em conta o que está disposto a pagar pelo produto. Tudo o que não acrescenta valor deve ser eliminado.
- **Fluxo de valor (*Value stream*)** – implica uma análise a todo o sistema produtivo desde os fornecedores até ao cliente final, com o intuito de identificar todas as atividades envolvidas para responder adequadamente às necessidades dos clientes. As atividades que não

adicionam valor e não são necessárias constituem um desperdício pelo que devem ser imediatamente excluídas.

- **Fluxo contínuo (*Continuous flow*)** – após eliminação das atividades referentes a desperdícios é essencial assegurar um fluxo de produção contínuo dentro da empresa, sem qualquer interrupção.
- **Sistema puxado (*Pull*)** – determinado pelo cliente que puxa a produção. O processo produtivo inicia-se após encomenda efetuada pelo cliente, produzindo apenas as quantidades pretendidas e evitando a acumulação de stocks.
- **Perfeição (*Perfection*)** – caracterizada pelo processo de melhoria contínua, também designado por *Kaizen*, pretende alcançar a perfeição através da eliminação sistemática de desperdícios e da constante evolução no desempenho das empresas.

2.3 Os sete desperdícios

Os desperdícios, também designados como *muda* em japonês, são descritos como atividades que através da utilização de recursos aumentam os tempos e os custos de produção, não agregando valor ao produto do ponto de vista do cliente (Liker & Lamb, 2000).

Num sistema de produção, os desperdícios podem ser fáceis de identificar em todos os processos e pequenas alterações podem obter grandes vantagens económicas. Com o desígnio de alcançar melhorias na produtividade, qualidade e prazo de entrega dos produtos, Ohno (1988) e Shingo (1989) identificaram sete tipos de desperdícios: sobreprodução, movimentação, esperas, transportes, defeitos, sobre-processamento e inventário. Na figura 2, apresentam-se em forma de ilustração estes desperdícios.

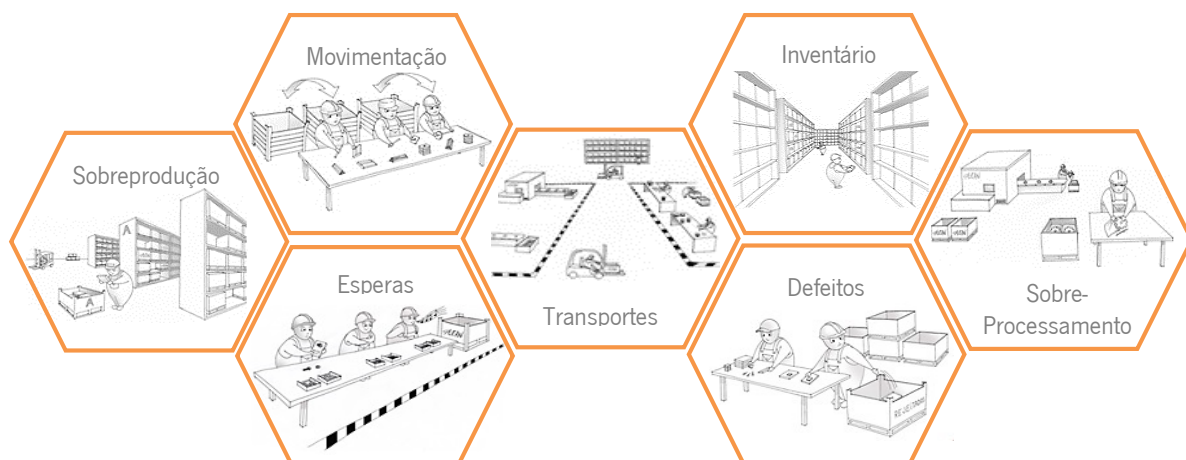


Figura 2 – Os sete desperdícios (adaptado de 4Lean (2011)).

De seguida, são explicados sucintamente cada um dos sete desperdícios.

Sobreprodução – significa produzir em excesso ou mais cedo do que o necessário, resultando em elevados níveis de stocks, utilização antecipada de recursos e, conseqüentemente, em pobres fluxos produtivos (Ohno, 1988).

Movimentação – um layout inadequado, uma fraca organização dos postos de trabalho e condições ergonómicas desfavoráveis conduzem a movimentos desnecessários que o operador efetua para completar uma tarefa, não acrescentando qualquer valor ao produto (Herrmann, Thiede, Stehr, & Bergmann, 2008).

Esperas – para Liker (2004), as esperas referem-se ao tempo desperdiçado devido a paragens de pessoas, equipamentos, materiais e informação. Representam períodos de tempo não utilizados de uma forma eficaz que podem atrasar a entrega do produto final ao cliente, não cumprindo com os prazos de entrega e, desta forma, não satisfazendo na totalidade os seus requisitos.

Transportes – representam movimentações desnecessárias de materiais ou produtos que resultam em perdas de capital e aumento do tempo de produção sem agregar valor ao produto. Segundo Wahab, Mukhtar, & Sulaiman (2013), este desperdício relaciona-se com a fraca disposição dos postos de trabalho no layout e desorganização na programação da produção, tornando-se essencial a adoção de práticas que reduzam as distâncias percorridas entre operações.

Inventário – excesso de stock de matérias-primas, produto acabado ou trabalhos em curso de fabrico (WIP) representam um desperdício na medida que geram custos relevantes para a empresa, ocupação de espaço para armazenamento e podem ainda correr o risco de expiração do prazo de validade ou risco de perda (Melton, 2005).

Defeitos – problemas a nível da qualidade do produto resultam em sucata ou retrabalho que têm consequência direta nos custos de produção, podendo colocar em causa a confiança do cliente no produto. De acordo com Bell (2006) este tipo de desperdício é muitas vezes dissimulado pelos elevados níveis de *stock* ou pela produção de grandes lotes

Sobre-processamento ou processamento incorreto – relaciona-se com a errada utilização de ferramentas e equipamentos que originam um processamento inadequado dos produtos bem como a aplicação de procedimentos incorretos e falta de formação dos colaboradores (Bell, 2006).

Liker (2004) acrescenta ainda mais um desperdício referente ao não aproveitamento do potencial humano devido à falta de comunicação existente entre os operadores e a gestão de topo. Acredita que

o sucesso de uma empresa passa pelo envolvimento de todos os membros através de ideias, sugestões, propostas e oportunidades de melhoria que de facto podem criar valor.

Para completar os *muda*, existem também o *mura* e o *muri*, explícitos na figura 3, que devem ser identificados e eliminados, constituindo igualmente desperdícios para o sistema de produção. Designados muitas vezes como os 3M's, pretende-se o seu combate contínuo, sendo imprescindível perceber o relacionamento e influência de cada "M". Assim, Imai (1997) descreve-os da seguinte forma:

- **Mura** – significa inconsistência e irregularidade, podendo ainda referir-se às variabilidades que ocorrem ao longo do espaço fabril. Representa, por exemplo, um fluxo de trabalho que é interrompido devido à falta de ritmo de um operador.
- **Muri** – indica irracionalidade por excessos ou insuficiências. Como exemplo, pode mencionar-se a falta de formação de um novo operador que no respetivo posto de trabalho poderá causar uma série de erros na sua execução.

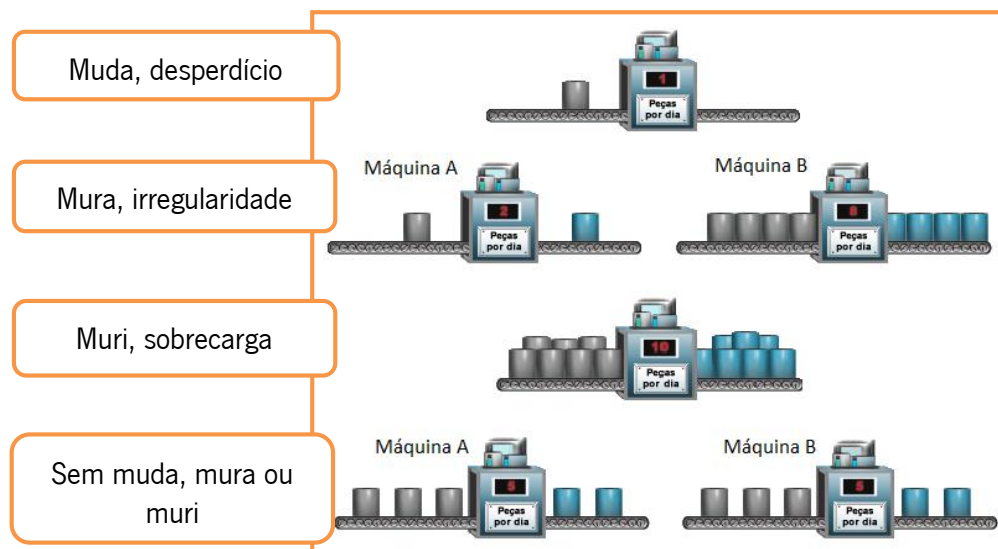


Figura 3 – Muda, mura e muri (adaptado de Citisystems (2014)).

No processo de melhoria contínua de uma empresa, a deteção dos *muda*, *mura* e *muri*, é essencial. Destes 3M's, o *muda* é o mais fácil e simples de eliminar pois incide, geralmente, em comportamentos errados que têm sido praticados ao longo do tempo (Imai, 1997).

2.4 Técnicas e ferramentas *Lean Manufacturing*

A implementação de *Lean Manufacturing* envolve a utilização de diversas técnicas e ferramentas que quando utilizadas de forma adequada, auxiliam na eliminação de desperdícios, mantêm um melhor controlo dos fluxos e do stock, melhoram a qualidade do produto e obtêm um melhor controlo

operacional e financeiro (Abdulmalek & Rajgopal, 2007). Com o objetivo de relacionar todas as ferramentas desta filosofia, Liker (2004) propôs um diagrama, mais conhecido como a casa do TPS, representado na figura 4.

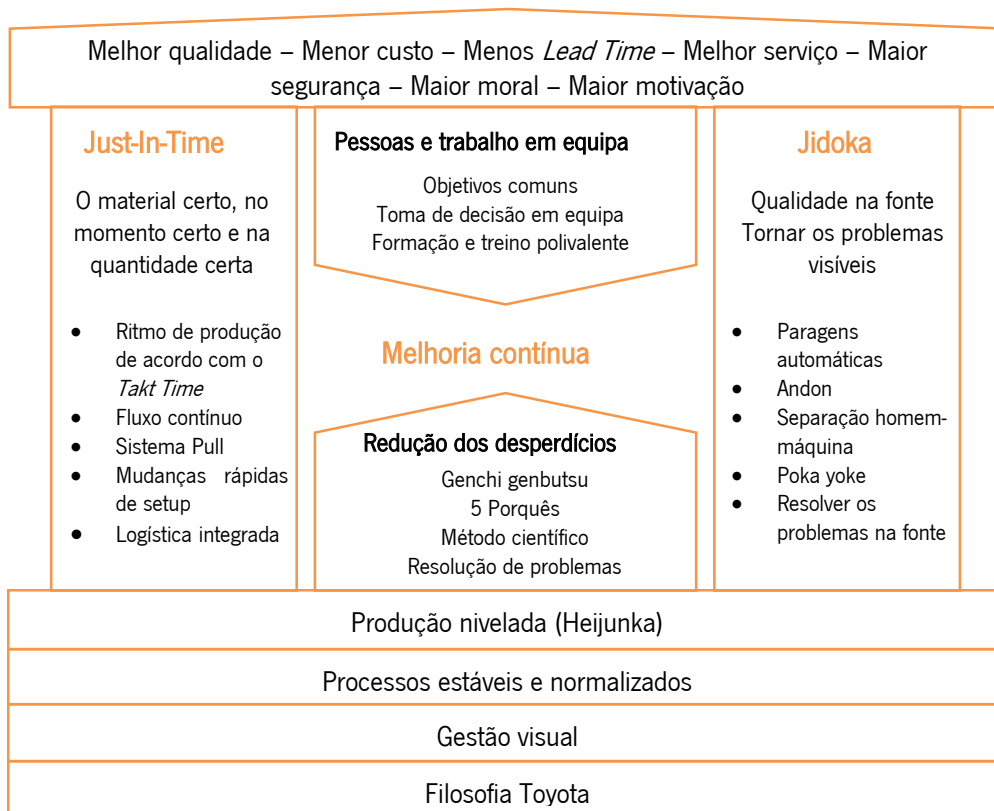


Figura 4 – A casa TPS (adaptado de Liker (2004)).

Este modelo sustenta a forma de uma casa na medida em que apenas se alcançará um sistema consistente se o telhado, os pilares e a base estiverem bem estruturados e forem suficientemente fortes. Assim, a chave para o sucesso do TPS assenta em dois conceitos: um técnico que inclui Just-in-Time (JIT) e Jidoka, e um social focado na utilização completa das capacidades dos trabalhadores que lhes permitem uma minimização de movimentos desperdiçados, garante-lhes segurança e oferece-lhes uma maior responsabilidade através da participação na gestão e melhoria dos seus trabalhos (Lander & Liker, 2007).

Entre todas as ferramentas *Lean Manufacturing* existentes, nesta secção são apresentadas apenas aquelas que serviram de apoio para o desenvolvimento deste projeto.

2.4.1 Programa 5S

Enquadrado na filosofia *Lean Manufacturing*, o programa 5S tem vindo a ser cada vez mais utilizado pelas organizações com o propósito de proporcionar melhores condições de trabalho num ambiente mais organizado, arrumado e limpo (Ho, 1999). O principal objetivo passa pela simplificação do ambiente de trabalho, mantendo apenas o necessário, no local ideal e na quantidade imprescindível. Desta forma, é possível eliminar desperdícios, aumentar a segurança e bem-estar do operador apresentando melhores resultados a nível da qualidade (Monden, 1983).

A designação 5S advém de 5 palavras japonesas que se referem a práticas de bom senso: Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu e Shitsuke, que significam eliminar, organizar, limpar, normalizar e disciplinar. Imai (1991) apresenta uma descrição para cada senso:

- **Seiri** – separar o útil do inútil, eliminando o que é desnecessário para o posto de trabalho;
- **Seiton** – definir o local correto para cada objeto e indicá-lo visualmente partindo do princípio que os objetos usados com maior frequência deverão estar mais próximos do operador;
- **Seison** – limpar os postos de trabalho assim como a área envolvente, mantendo o local continuamente limpo e os objetos sempre organizados;
- **Seiketsu** – normalizar é a condição que suporta os 3S anteriores, definindo normas gerais de arrumação e limpeza em toda a empresa que sejam iguais para todos os trabalhadores em todos os postos de trabalho do mesmo género.
- **Shitsuke** – aplicar com rigor e disciplina os 4S anteriores que após estabelecidos resultam numa nova forma de trabalho, não permitindo um retrocesso às práticas antigas. Contudo, na procura da melhoria contínua e caso se pretenda implementar novas práticas, ferramentas ou objetos, é aconselhado a revisão dos 4S anteriores.

Apesar da implementação deste programa ser acessível para as empresas, a grande dificuldade passa por mantê-lo ao longo do tempo uma vez que as regras devem ser cumpridas e preservadas (Monden, 1998). Desta forma, se forem efetuadas regularmente auditorias 5S aos postos de trabalhos pode conseguir-se um melhor acompanhamento e perceção dos aspetos que necessitam de um maior destaque. O sucesso do programa 5S é alcançado se existir previamente um envolvimento da gestão de topo que através de ações e iniciativas serve de exemplo para os subordinados (Monden, 1983).

2.4.2 Gestão visual

Conhecida pela sua simplicidade de utilização, a gestão visual é uma ferramenta particularmente relevante que permite a todas as pessoas perceberem o que se passa num determinado local de trabalho, sem necessidade de conhecerem detalhadamente o processo ou de questionarem alguém sobre o mesmo. Deste modo, representa uma ferramenta de fácil aplicação que através de informação visual se torna uma mais valia para o processo de produção, auxiliando os operadores na compreensão de tudo o que os rodeia de uma forma lógica e intuitiva (Pinto, 2009).

Na figura 5 exemplificam-se formas eficazes de implementação da gestão visual para a delimitação de espaços.



Figura 5 – Exemplos da delimitação de espaços (retirado de Orgatex Lean Visual Management Tools (2012)).

Para além de sinalizar visualmente a localização de materiais, Shingo (1989) esclarece que a gestão visual dentro de uma organização pode assumir outras formas, tais como: quadros de produção informativos no interior da secção produtiva, folhas de trabalho normalizadas e luzes *Andon* que permitem dar o alerta de situações irregulares.

Neste contexto, esta ferramenta desempenha um papel importante na implementação do *Lean Manufacturing* na medida em que melhora a gestão e o controlo dos processos, preveni e deteta erros na produção, proporcionando ao operador autonomia para a correção de eventuais anomalias que possam surgir (Pinto, 2009).

2.4.3 *Standard work*

Para uma empresa conseguir sobreviver e crescer no mercado global, é importante uma uniformização dos processos e atividades. Vários estudos têm sido realizados acerca do *Standard Work*, ou normalização do trabalho, por este ser considerado como um dos grandes meios de pesquisa futura e por permitir alcançar consistência nas operações (Ungan, 2006). Esta metodologia é definida como o

grau em que as regras de trabalho, políticas e procedimentos operacionais são definidos e cumpridos (Jang & Lee, 1998).

Segundo Monden (1998) esta ferramenta é constituída por três elementos chave:

- **Tempo de ciclo normalizado** – representa o tempo necessário para a produção de um produto de forma a responder adequadamente à procura;
- **Sequência de trabalho normalizado** – define um conjunto de atividades que são realizadas sequencialmente pelo operador e que constituem a forma mais segura e eficaz para a execução do trabalho;
- **Inventário do WIP normalizado** – indica a quantidade mínima de *stock* que é necessária para manter o fluxo contínuo de produção, combatendo os tempos improdutivos.

Atendendo a estes três pontos cruciais, através de um trabalho normalizado é possível obter uma maior estabilidade no processo produtivo uma vez que todos os operadores seguem o mesmo método e a mesma sequência de operação com o auxílio das mesmas ferramentas (Pinto, 2009).

The Productivity Press Development Team (2002) descrevem a documentação frequentemente utilizada para registar todas as atividades que proporcionam a melhor forma de execução do trabalho, nomeadamente, *process capacity sheet*, *standard work combination sheet* e *standard work sheet*. De seguida, apresentam-se sucintamente cada um destes documentos assim como as suas principais funções.

Process capacity sheet – regista o tempo de ciclo da máquina, o tempo do operador, tempo de mudança de ferramenta e número de peças produzidas, com o objetivo de calcular a capacidade do processo. Na figura 6, observa-se um exemplo deste documento.

Process Capacity Sheet		Approved by:		Part #			Application		Entered by:	Date
				Part name			Number of parts		Line	
Step	Step name	Machine #	BASIC TIME			TOOL CHANGE		PROCESSING CAPACITY/SHIFT	Remarks	
			MANUAL	AUTO	COMPLETION	CHANGE	TIME			
		Total								

Figura 6 – Exemplo de *process capacity sheet* (retirado de Lean Enterprise Institute (2009)).

Standard work combination sheet – relaciona o tempo de atividade da máquina e o tempo de trabalho do operador com base no *takt time*, assim como a figura 7 exhibe.

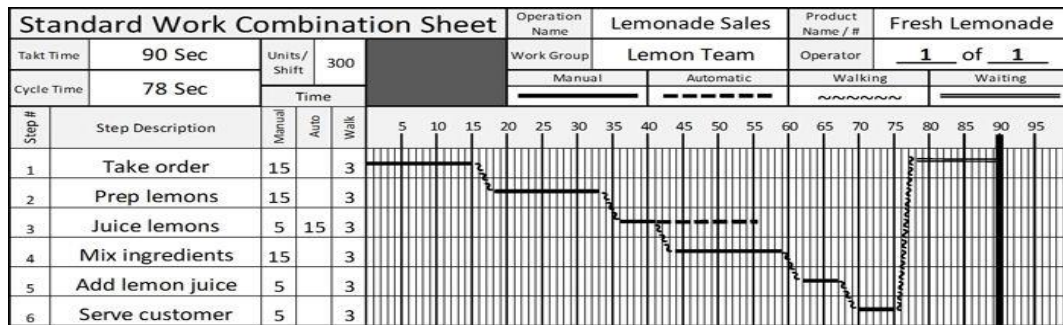


Figura 7 – Exemplo de *standard work combination sheet* (retirado de Velaction Continuous Improvement (2009)).

Standard work sheet – fornece uma visão gráfica do posto de trabalho, indicando as operações a executar, a sequência operatória e a respetiva disposição dos equipamentos. A figura 8 mostra um exemplo deste tipo de documento.

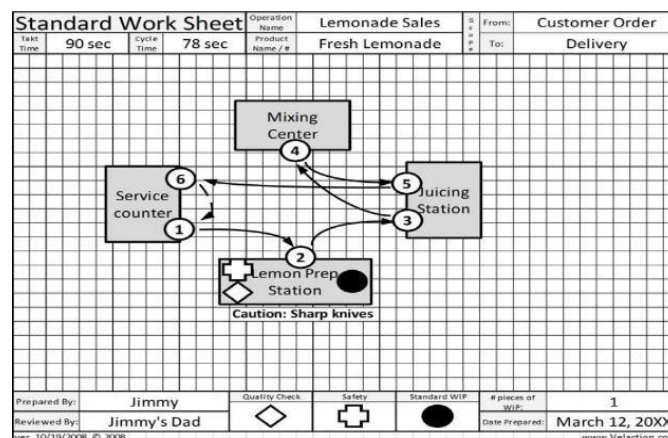


Figura 8 – Exemplo de *standard work sheet* (retirado de Velaction Continuous Improvement (2009)).

Neste sentido, a normalização e formalização do trabalho resultam em benefícios tanto para a empresa como para cada operador envolvido. A empresa, para além de adquirir processos estáveis e de fácil gestão, obtém uma redução da variabilidade e dos desperdícios, gerando maior qualidade com um custo inferior (The Productivity Press Development Team, 2002). Por conseguinte, a documentação permite ao operador uma maior facilidade na aprendizagem de novas operações, aumento do seu grau de polivalência e, naturalmente, uma maior flexibilidade do sistema de produção (Losonci, Demeter, & Jenei, 2011).

2.4.4 *Just-In-Time*

A adoção de práticas JIT pode ser encarada por uma organização como algo bastante dispendioso, no entanto, a implementação destas práticas é vista como um investimento rentável que irá gerar retornos

significativos ao longo do tempo. O fascínio de JIT deve-se à sua capacidade para ajudar as empresas a reduzirem os seus custos, eliminando atividades que não acrescentam valor (Mackelprang & Nair, 2010). De acordo com Ohno (1988), esta abordagem propõe a produção apenas de bens necessários, no momento certo e na quantidade exata através de um fluxo contínuo de produção.

Nesta perspetiva, este conceito é caracterizado por uma produção *pull* que apenas se inicia quando assim for requerido pelo cliente. Desta forma, é possível manter mínima a quantidade de produtos em curso de fabrico, evitando a acumulação de stocks, aumentando a eficiência da produção e permitindo uma maior flexibilidade do sistema capaz de responder rapidamente a alterações na procura (Liker & Morgan, 2006). Ao longo do processo produtivo, o fluxo de materiais deve ser contínuo, onde a transformação entre etapas de fabrico se realizada peça a peça, sem interrupções.

Com o objetivo de satisfazer os prazos de entrega estabelecidos, surge o conceito de *takt time* que representa o ritmo a que se deve produzir, indicando de quanto em quanto tempo é que o mercado necessita de uma unidade do produto. Este é determinado através do tempo disponível para produzir e da procura do cliente durante um turno de trabalho (Rother & Harris, 2001). Assim, não deve superar o tempo de ciclo de um produto de forma a cumprir com as datas pretendidas.

Estritamente relacionado com a implementação do *Just-In-Time*, aparece o conceito de *kanban*, ou cartão em português, que tem como funcionalidade acompanhar todo o processo produtivo de modo a garantir o fluxo puxado da produção. De forma simples e visual, este cartão contém informações que permitem ao operador saber o que produzir, quando e em que quantidades tendo em conta as necessidades do cliente (Monden, 1998). A nível de abastecimento, o *kanban* indica ainda o material que está em falta, a quantidade que é necessária repor e o respetivo local para abastecer.

O JIT constitui assim uma forma de gestão da produção que segue uma filosofia de melhoria contínua através da eliminação de desperdícios (Hallihan, Sackett, & Williams, 1997).

2.4.5 *Kaizen*

A abordagem *kaizen* advém da junção de duas palavras japonesas, nomeadamente, *kai* (mudança) e *zen* (para melhor), que traduz o processo de melhoria contínua numa organização (Palmer, 2001). A base que sustenta esta metodologia é a eliminação sistemática dos desperdícios e das atividades que não acrescentam valor ao produto na perspetiva do cliente (Imai, 1991). Desta forma, reflete uma constante insatisfação e pretende ir mais além do alcançado através de pequenas melhorias que podem obter grandes resultados.

O *Kaizen* estimula a envolvimento de todos os colaboradores na procura da melhoria contínua não sendo necessários grandes investimentos financeiros por parte da empresa que o pretenda implementar (Ortiz, 2006). Neste sentido, surgem os chamados eventos *kaizen*, onde grupos de trabalho se juntam, periodicamente, com o intuito de discutirem ideias que possam resultar em melhorias do processo, tanto a nível de produtividade como de condições do ambiente de trabalho (Ortiz, 2009). Para desenvolver estes eventos recorre-se frequentemente ao ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), divulgado em 1950 por Willian E. Deming, em que promove a melhoria contínua como parte fundamental do sucesso de uma empresa, figura 9.

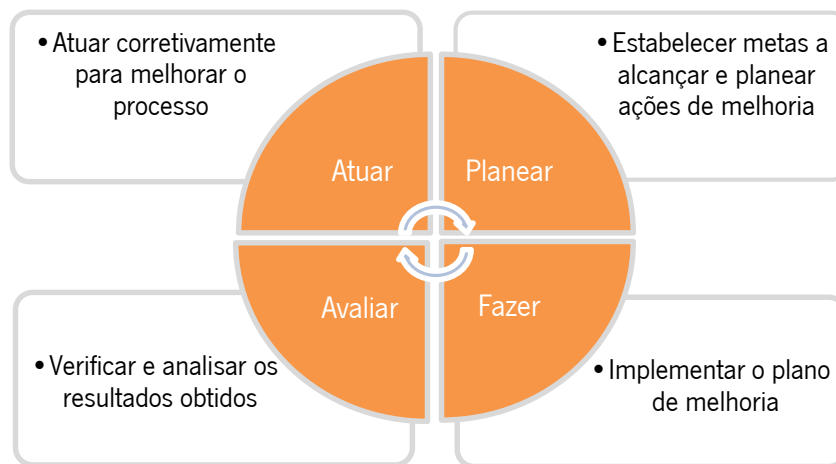


Figura 9 – O ciclo PDCA.

2.4.6 *Value Stream Mapping*

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma metodologia que permite uma melhor compreensão de todos os processos ou atividades envolvidas no sistema de produção com o intuito de identificar as fontes de desperdício. Esta ferramenta possibilita o desenho e identificação de todos os fluxos, tornando possível efetuar mudanças no sistema de modo a melhorá-lo. Partindo desta análise, consegue-se elaborar um novo fluxo mas com menos desperdícios (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

Rother & Shook (1999) descrevem um conjunto de passos que devem ser seguidos para o alcance de bons resultados. O primeiro, passa pela identificação da família de produtos a analisar. Tendo em conta a variedade de artigos produzidos numa organização, deve ser selecionada a família mais representativa e importante para o cliente uma vez que muito dificilmente se consegue um estudo simultâneo de todos os produtos. Família é descrita como um grupo de produtos que passam por etapas de processamento similares através da utilização de equipamentos comuns.

O segundo passo envolve a construção de um VSM referente ao estado atual do sistema produtivo, utilizando a simbologia exemplificada na figura 10.

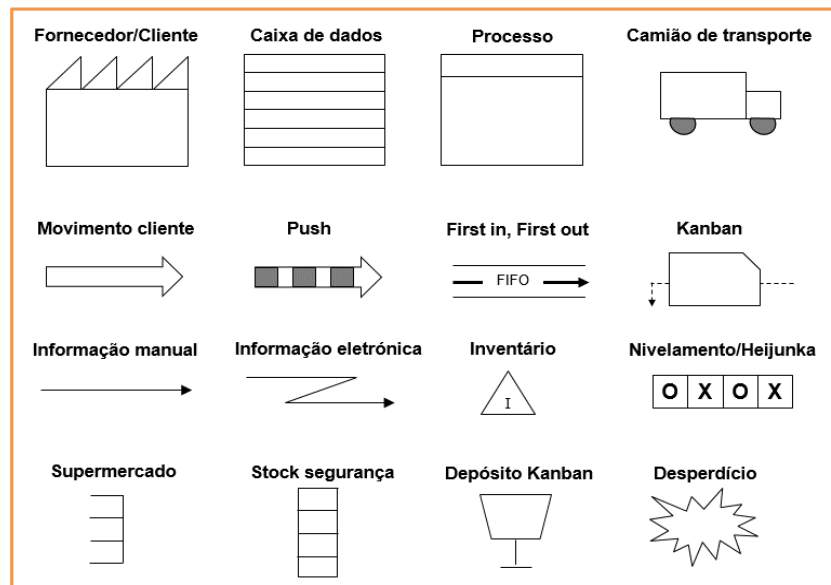


Figura 10 – Símbolos do VSM (adaptado de Rother & Shook (1999)).

Para o desenho do VSM torna-se necessário um estudo a toda a cadeia de valor, analisando os fluxos de informação e materiais desde a matéria-prima ao produto final. Como complemento, são ainda inseridas na forma de caixa de dados, informações como:

- Tempo de ciclo;
- Tempo de mudança de ferramenta;
- Número de operadores;
- Disponibilidade por turno;
- Tempo de valor acrescentado e não acrescentado;
- *Lead time*;
- Tamanho do lote;
- Taxa de rejeição.

O terceiro passo refere-se à elaboração de um novo VSM que exponha o estado futuro, também conhecido por *Value Stream Design* – VSD. Através da identificação de desperdícios e deteção de problemas, esta representação tem como finalidade a otimização de todos os processos e fluxos. Por último, prepara-se um plano de trabalho que descreva as etapas a seguir para obter o estado futuro projeto.

2.5 Benefícios e dificuldades de implementação

A filosofia *Lean Manufacturing* tem revolucionado a cultura de muitas organizações dos vários ramos de atividade devido aos inúmeros benefícios que resultam da sua implementação. Para além da eliminação de desperdícios, Melton (2005) refere a redução do lead-time, redução do inventário, diminuição do retrabalho, redução dos custos e aumento da compreensão do processo como os principais ganhos desta filosofia. Adicionalmente, Pinto (2009) destaca o aumento da produtividade, redução de acidentes de trabalho, redução de produtos defeituosos, desenvolvimento do espírito de equipa e aperfeiçoamento da relação com os clientes.

Embora este modelo organizacional seja amplamente divulgado pelas inúmeras vantagens que apresenta, são muitas as empresas que ainda se mostram resistentes à mudança. Segundo Melton (2005), os dois maiores problemas baseiam-se na crença de que o processo atual já é eficiente e na falta de benefícios tangíveis. Contudo, estas ideias são desproporcionais à realidade uma vez que um sistema de produção *Lean* apresenta maior flexibilidade e capacidade de resposta aos pedidos do mercado o que pode gerar uma série de benefícios para a empresa. Por outro lado, relativamente à funcionalidade, os processos conseguem realmente parecer eficientes mas tal facto pode muitas vezes não passar de uma mera ilusão. A implementação de *Lean Manufacturing* obriga a organização a rever todos os processos existentes pelo que são muitas vezes encontrados gargalos e pontos de ineficiência (Melton, 2005).

Tendo em conta os fatores que incentivam e restringem a adoção desta filosofia é apresentado na figura 11 o diagrama que de forma simples resume as forças a favor (sinal verde) e contra (sinal vermelho) a aplicação do *Lean* nos sistemas de produção.

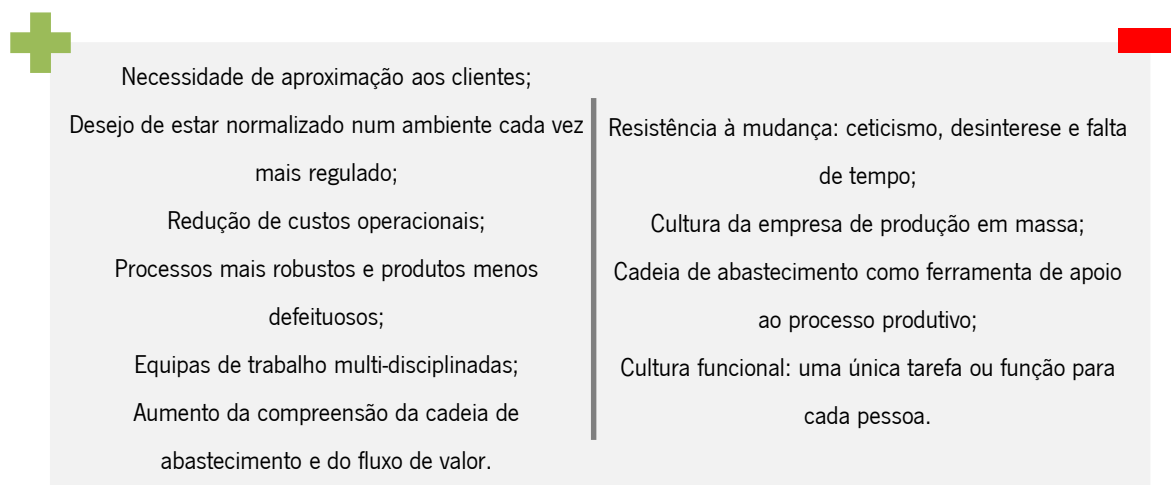


Figura 11 – As forças do *Lean Manufacturing* (adaptado de Melton (2005)).

Assim, é demonstrado que as forças de apoio superam as forças de resistência o que indica que os benefícios alcançados são superiores aos obstáculos que limitam o movimento *Lean*.

2.6 Reconfiguração dos sistemas de produção

Com a passagem do tempo as exigências dos clientes modificam-se sentindo as empresas cada vez mais a necessidade de diversificarem os modelos dos seus produtos com o desígnio de se tornarem mais atrativas no mercado. É neste contexto, que surge o desejo de reconfiguração dos sistemas produtivos existentes o que implica uma mudança de cultura que vai de encontro à implementação da filosofia *Lean Manufacturing*.

De acordo com Silva (2008), existem duas classes genéricas de organização de sistemas, nomeadamente, os Sistemas de Produção Orientados ao Produto (SPOP) que se dedicam a grandes volumes de produção com variedade reduzida e os Sistemas de Produção Orientados à função (SPOF) que se definem pela produção de uma multiplicidade de artigos em pequenas quantidades.

Para um sistema de produção, Courtois et al. (2007) descrevem três principais tipos de implantação que podem ser adotados pelas diversas organizações: linhas, células e oficinas de produção. As linhas e células de produção integram o SPOP devido à sua organização ser em função do produto a produzir enquanto as oficinas são consideradas SPOF uma vez que agrupam equipamentos equivalentes na mesma secção para responderem à grande variedade de artigos (Alves, 2007).

As células de produção surgem como uma alternativa aos sistemas de produção tradicionais por se caracterizarem pela capacidade e flexibilidade de produção através da organização dos recursos produtivos necessários para produzir determinado artigo ou família de artigos com processos similares (Silva, 2008).

Black & Hunter (2003) identificam 4 etapas que devem ser seguidas para a implementação de uma célula de produção:

1. Identificar famílias de produtos com fluxos e características idênticas;
2. Agrupar centros de trabalho de acordo com as famílias de produtos. É fundamental definir os postos de trabalho para obtenção do balanceamento da célula, tendo em conta o *takt time* pretendido. Adicionalmente, definem-se o número de operadores necessários para o objetivo de produção e a afetação destes aos postos de trabalho criados.
3. Definir o layout intracelular que minimize o movimento e transporte de materiais para criação de um fluxo contínuo de produção;

- Definir o layout intercelular com o intuito de dispor a célula no espaço fabril respeitando o arranjo físico.

Para alcançar um bom desempenho da célula, com resultados vantajosos para a organização, é fundamental selecionar adequadamente o modo operatório que se define como uma estratégia que permite a afetação de operadores aos postos de trabalho. De acordo com Alves (2007), podem ser descritos 5 modos operatórios, apresentados de seguida.

Working Balance – caracteriza-se pela distribuição equilibrada da carga de trabalho pelos operadores, afetando a cada um deles determinado número de operações com tempos de processamento semelhantes, figura 12.

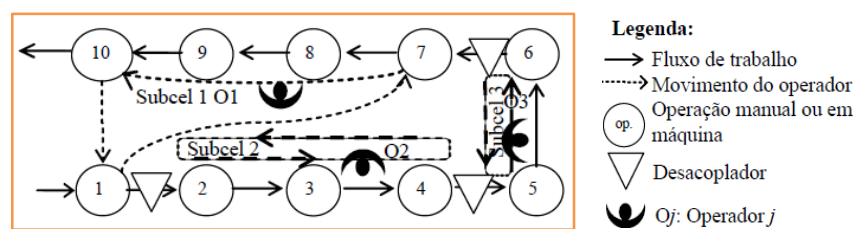


Figura 12 – Representação do modo *Working Balance* (retirado de Alves (2007)).

Rabbit Chase – cada operador é responsável pela execução de todas as etapas do processo produtivo de um modo sequencial, sem ultrapassar os outros operadores tal como se mostra na figura 13.

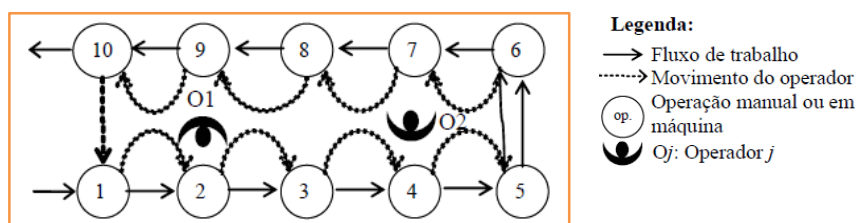


Figura 13 – Representação do modo *Rabbit Chase* (retirado de Alves (2007)).

Toyota Sewing System – evidencia a polivalência dos operadores nos postos adjacentes através de uma partilha de operações, passando o trabalho uns aos outros como apresentado na figura 14.

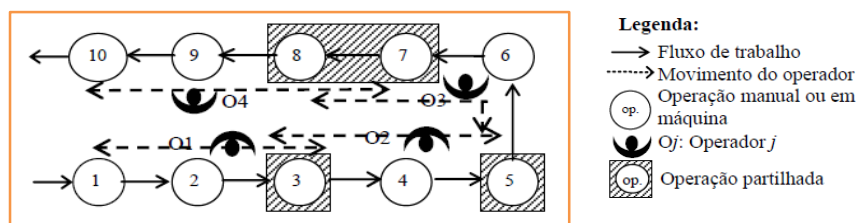


Figura 14 – Representação do modo *Toyota Sewing System* (retirado de Alves (2007)).

Baton-touch – definido como uma hibridação de *Working Balance* e *Toyota Sewing System*, acrescenta a possibilidade de os operadores atravessarem a célula e permite que um dos operadores realize o primeiro e último posto de trabalho da célula, figura 15.

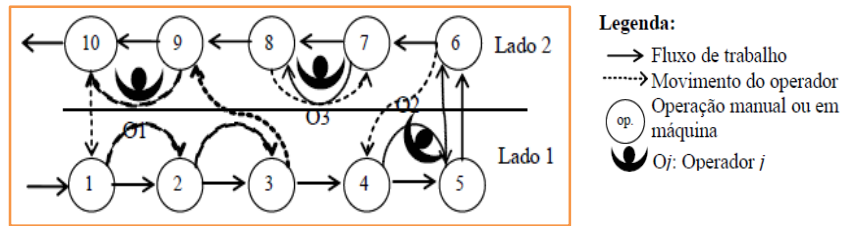


Figura 15 – Representação do modo *Baton-touch* (retirado de Alves (2007)).

Bucket-brigades – assenta na ordenação dos operadores, do mais lento para o mais rápido, que realizam as operações progressivamente, transportando o trabalho de um posto para outro. Quando um produto é finalizado, o operador movimenta-se para o posto seguinte até encontrar o seu precedente que assume o controlo do trabalho, voltando o operador atrás para encarregar-se do trabalho de outro operador e assim sucessivamente tal como demonstra a ilustração da figura 16.

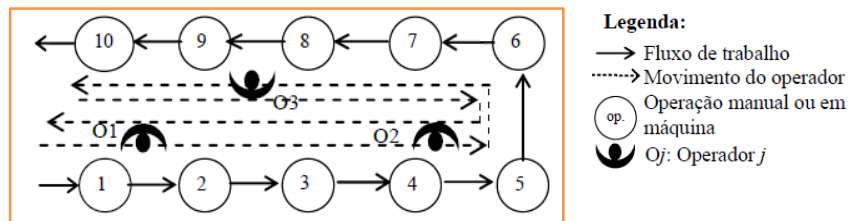


Figura 16 – Representação do modo *Bucket-brigades* (retirado de Alves (2007)).

Numa implantação em célula, a configuração física deve permitir uma fácil movimentação dos operadores entre postos de trabalho de forma a potencializar todo o processo. O layout pode apresentar-se segundo diversas formas mas recorre-se frequentemente à configuração em U, onde os operadores se movimentam no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio visto que a grande maioria das pessoas é dextra (Alves, 2007). De acordo com o modo operatório selecionado e da configuração adotada, podem ser enumeradas vantagens que advêm das células de produção. Para além da eliminação de desperdícios, alcançam elevada produtividade, redução de custos, otimização dos processos, aumento da qualidade dos produtos e postos de trabalhos ergonomicamente adaptados às necessidades dos operadores (Black & Hunter, 2003).

O sucesso passa pela integração dos operadores no processo de decisão, contribuindo com os seus múltiplos conhecimentos na execução de tarefas dos diversos postos de trabalho. É fundamental um compromisso e participação da gestão de topo que proporcione confiança aos operadores para que estes se sintam à vontade no trabalho que desenvolvem (Black & Hunter, 2003).

2.7 Estudo de trabalho

Na procura constante da melhoria contínua surge o designado estudo de trabalho que descreve um conjunto de ferramentas e técnicas de análise que envolvem não só o trabalho executado pelo humano como também a interação homem/máquina, tendo em conta todos os fatores que podem influenciar a eficácia e produtividade dos sistemas produtivos (Associação Empresarial de Portugal, 2003).

De acordo com Costa & Arezes (2003), o estudo de trabalho divide-se em duas etapas: estudo dos métodos e medida do trabalho. A primeira fase diz respeito à seleção do método de trabalho mais económico, seguro e adequado para os operadores. O objetivo primordial passa pelo aperfeiçoamento dos processos e métodos de forma a otimizar a utilização dos recursos disponíveis, minimizar o esforço humano, diminuir níveis de fadiga e proporcionar condições de trabalho favoráveis (Associação Empresarial de Portugal, 2003).

Para compreensão de todo o processo, torna-se necessário uma recolha de dados por observação e posterior análise dos mesmos de forma a detetar oportunidades de melhoria. Assim, com intuito de auxiliar este estudo, recorre-se frequentemente a gráficos de análise de processo, esquemas de movimentação e deslocação assim como a layouts do posto de trabalho (Associação Empresarial de Portugal, 2003).

De outro modo, a medida do trabalho refere-se à aplicação de um conjunto de práticas com a finalidade de estimar o tempo necessário que um operador qualificado demora a realizar determinada atividade. Denominado de “tempo-padrão”, a sua aplicação é parte fundamental do estudo de trabalho na medida em que permite calcular o número de recursos necessários e, conseqüentemente, possibilitar um correto planeamento da produção (Costa & Arezes, 2003).

Segundo a Associação Empresarial de Portugal (2003), a técnica mais utilizada por parte das organizações é o estudo de tempos ou cronometragem que tem como objetivo registar os tempos e os fatores de atividade para os elementos de uma determinada operação, em condições bem definidas. Através da análise dos dados recolhidos e tendo em conta a cadência de trabalho do operador é possível obter o tempo necessário para execução de uma dada tarefa, eliminando tempos improdutivos em que efetivamente não se acrescenta valor ao produto.

3. APRESENTAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar a unidade de produção onde foi desenvolvido o presente projeto de dissertação, proposto pela empresa Gewiss Portugal – Indústria de Material Elétrico, Unipessoal, Lda. Inicialmente, é realizada uma breve apresentação do grupo ao qual a empresa pertence assim como é dada a conhecer a sua localização, estrutura organizacional e os seus produtos e clientes. Adicionalmente, efetua-se uma descrição geral do sistema de produção existente.

No decorrer do capítulo, é analisada pormenorizadamente a secção *Restart* na medida em que esta era para a empresa a área que necessitava de urgente transformação para melhorar o desempenho das linhas de montagem RD2 e RM2. Desta forma, é contextualizado o trabalho desenvolvido através da apresentação do projeto que esteve na origem de todo o estudo, o Projeto Aleluia.

3.1 O grupo Gewiss

Fundado em Itália, em 1970, pelo Comendador Domenico Bosatelli, o grupo Gewiss tem a sua sede em Cenate Sotto, próximo da cidade de Bergamo (Milão), sendo constituído pela Gewiss S.p.A e diversas subsidiárias.

A Gewiss S.p.A teve o seu crescimento baseado numa filosofia de desenvolvimento entendida como um fator constante de gestão, através de uma contínua evolução dos produtos e acompanhamento do mercado, assente numa estrutura flexível, sólidos valores e adequada comunicação, ao longo dos tempos. “Escutar” o mercado foi sempre o ímpeto fundamental da estratégia da Gewiss, preparada para compreender as necessidades do mercado e antecipar às suas mudanças, traçando um objetivo de se posicionar num mercado global, adotando dois conceitos orientadores: inovação e qualidade.

A missão do grupo é produzir o que o cliente quer no tempo que pretende, com o máximo grau de qualidade e ao menor custo, eliminando desperdícios e criando valor.

3.1.1 A Gewiss Portugal

Constituída em Março de 1991, sob a designação de Schupa Elétrica, Lda. e cujo capital era então detido pela empresa alemã Schupa Elektro GmbH + Co. KG, teve o seu início de atividade em 1993, dedicando-se à produção de material elétrico de baixa tensão, em modernas instalações industriais situadas na Zona Industrial de Penafiel – 2ª Fase – Bustelo, ocupando uma área coberta de cerca de 5.000 m², implantados num terreno de 22.000 m² (figura 17).



Figura 17 – Localização geográfica da Gewiss Portugal.

Produzindo inicialmente interruptores diferenciais, a partir de 1995 passou também a produzir disjuntores, alargando, posteriormente, a sua gama de fabrico a diversos aparelhos modulares de comando, corte e proteção. Em 1999, o Grupo Schupa foi adquirido pela sociedade Gewiss S.p.A e, em consequência, a Schupa Elétrica, Lda. viria mais tarde a alterar a sua denominação para “Gewiss Portugal – Indústria de Material Eléctrico, Unipessoal, Lda.”

Atualmente, a empresa encontra-se numa fase de otimização do seu processo produtivo, inspirado no modelo de gestão industrial *Lean Manufacturing*, transposto através de um programa interno designado por “Gewiss ON – Ligados ao futuro”, o qual potencia o alavancamento da política da melhoria contínua ao saber gerir a mudança, definindo objetivos credíveis, realizáveis e partilhados, que criem um modelo eficiente e competitivo que todos os dias conquista o amanhã.

A estrutura organizacional da Gewiss Portugal encontra-se dividida em duas grandes áreas: administrativa e industrial. O organigrama esquematizado na figura 18 representa os diversos departamentos da estrutura da empresa.

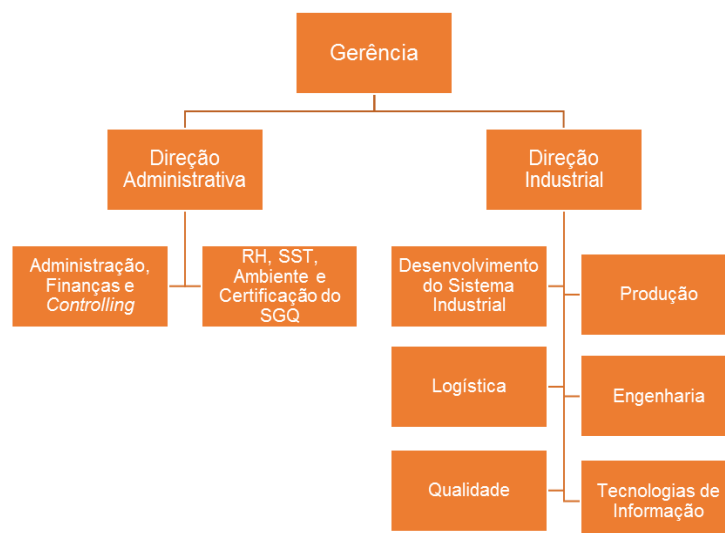


Figura 18 – Organigrama da Gewiss Portugal.

Ao longo do projeto desenvolvido, a autora desta dissertação integrou o departamento de desenvolvimento do sistema industrial.

3.1.2 Produtos e clientes

A Gewiss Portugal dedica-se à produção de material elétrico de comando, corte e proteção, que podem ser utilizados tanto em ambientes residenciais como industriais. Os tipos de produtos produzidos pela empresa podem ser divididos em 4 grupos: disjuntores magneto-térmicos, disjuntores diferenciais, disjuntores *Restart* e interruptores diferenciais.

Os disjuntores magneto-térmicos e os disjuntores diferenciais destinam-se à proteção de instalações elétricas de sobrecargas e curto-circuitos, através da ação de um atuador térmico ou atuador magnético. No entanto, os disjuntores diferenciais distinguem-se por adicionarem a estas funcionalidades a capacidade de protegerem pessoas, animais ou objetos de choques elétricos.

O próximo grupo, os disjuntores *Restart*, têm a característica de rearmar automaticamente o circuito. Quando existe um corte de corrente elétrica devido a um pico de tensão ou tempestade, este produto repõe automaticamente a corrente depois de verificar que não existe perigo para o usuário. Se ocorrer uma falha permanente devido a um curto-circuito, o *Restart* impede a reposição da eletricidade e indica o problema através de uma luz indicadora.

Por último, os interruptores diferenciais visam a proteção de choques elétricos para qualquer interveniente externo.

Na figura 19, encontra-se um exemplo de dispositivo para cada grupo de produtos mencionados.



Figura 19 – Disjuntor magneto-térmico MT, disjuntor diferencial MDC, disjuntor *Restart* Autotest e interruptor diferencial S20.

Todos estes produtos têm como seu único cliente a Gewiss S.p.A. No entanto, é ainda de salientar, que para além da marca Gewiss a empresa produz também outras marcas como a Schneider, a Hager ou a Eris, que envia para a casa-mãe. Após receção dos produtos, esta fica encarregue de os expedir para os clientes finais.

3.1.3 Descrição do sistema produtivo

Baseado na montagem, testes e embalagem dos seus produtos, o sistema produtivo da Gewiss Portugal é composto por 4 grandes áreas: nave 1, nave 2, nave 3 e armazém. A localização destas áreas encontram-se assinaladas na figura 20.

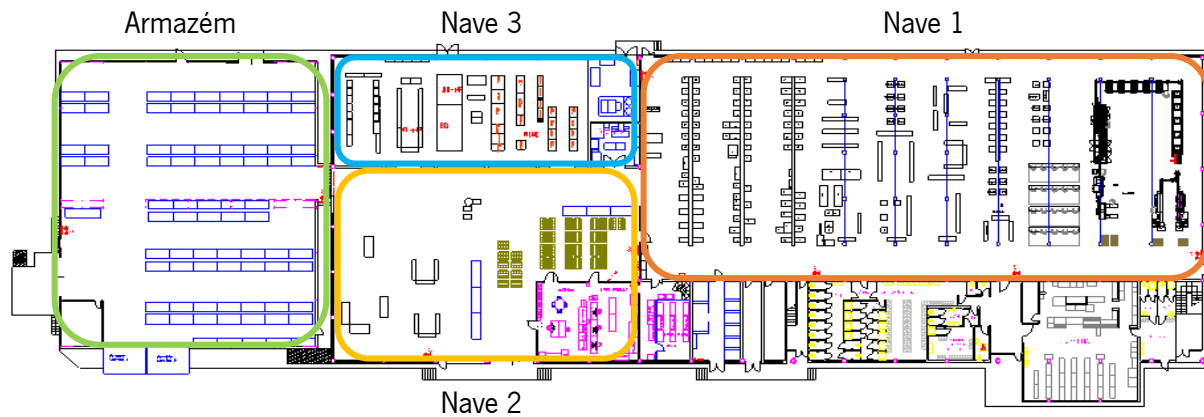


Figura 20 – Layout da Gewiss Portugal.

A Nave 1 encontra-se dedicada à montagem, teste e embalagem dos produtos. Divide-se essencialmente em 4 linhas de produção para os produtos Fernschalter, Autotest, RD2, RM2 e 4 células para o SD2, SD3/4, S2/20/ST, MDC e Seccionador. É de referir ainda a existência de uma área destinada à produção de fechaduras e bornes, que são pré-montagens utilizadas na montagem do SD2 e SD4, respetivamente. Uma ilustração desta área produtiva encontra-se representada na figura 21.



Figura 21 – Área produtiva da Nave 1.

Após várias transformações, os produtos dirigem-se para a Nave 2 onde se encontra a área da qualidade e a zona de expedição, figura 22. Contudo, existe ainda nesta nave a célula de produção do nSDA, produto recente na empresa, e a produção de contactos auxiliares.



Figura 22 – Zona de expedição da Nave 2.

A Nave 3, representada na ilustração da figura 23, apresenta-se como a menor em termos de área produtiva. Contudo, conta com a presença de 4 células projetadas para os produtos MT/MTC, MT-HP, BD/BD-HP e Minimatic. Numa outra área, designada como “Linhas pequenas”, realizam-se apenas testes e embalagem dos produtos, ficando a cargo do subcontratado a montagem de cada um deles.



Figura 23 - Área produtiva da Nave 3.

Numa outra secção, encontra-se o armazém que é responsável pela receção, armazenamento e correta distribuição dos materiais (figura 24), assim como deve abastecer cada um dos postos de trabalho de cada linha ou célula de produção. Estas operações realizam-se através de um comboio logístico, o “*petit-train*”, segundo uma rota e frequência pré-definida (figura 25).



Figura 24 – Armazém.



Figura 25 – *Petit-train*.

No caso de produto acabado, o armazém movimenta-o desde o respetivo posto de produção até um local próprio, onde o coloca à disposição do controlo da qualidade para efetuar a auditoria ao produto final, caso seja necessário. Após aprovação, fica também a cargo do armazém a expedição do produto final embalado e/ou pré-montagens requisitadas pela Gewiss S.p.A.

3.2 Projeto Aleluia

Integrado no programa Gewiss ON de melhoria contínua da empresa, este projeto nasce da necessidade de mudança de uma das suas secções, nomeadamente, o sistema de produção de disjuntores *Restart*. O nome “Aleluia” deve-se ao facto de ser um projeto desejado já há bastante tempo, não tendo sido ainda alvo de transformação.

Com vista a integrar produção, qualidade, logística, programação e manutenção, o projeto é constituído por uma equipa com elementos dos vários departamentos, onde cada um deles contribuiu com os seus amplos conhecimentos nas diferentes áreas. Contudo, a sua coordenação ficou à responsabilidade da autora da presente dissertação.

O sistema de produção de disjuntores *Restart* apresentava-se segundo uma reconfiguração tradicional, pelo que se pode considerar como sendo um sistema pobre face à elevada concorrência no mercado. Desta forma, torna-se fundamental apostar em novos métodos que permitam à organização aumentar a sua competitividade.

Esta família de disjuntores é constituída pelo RD2, RM2, RD4, RM4, RMTOP+CM e Autotest, montados na sua totalidade em linhas de produção dedicadas a cada um. Todos eles têm a funcionalidade de rearmar na presença de um corte de corrente elétrica pelo que devido às suas semelhanças, o projeto Aleluia pretendia inicialmente a junção de RD2 e RM2, RD4 e RM4, RMTOP+CM e Autotest. No entanto, devido a alguns destes tipos de produto se encontrarem em fase de modificação, o trabalho desenvolvido focou-se apenas na junção de RD2 e RM2 num único sistema produtivo.

Para além deste objetivo, é ainda de salientar outro aspeto importante que ambicionava a integração da qualidade junto da produção, evitando movimentações e deslocamentos até ao departamento da qualidade e permitindo ao disjuntor sair da linha de produção pronto a ser expedido.

3.2.1 Caracterização dos disjuntores RD2 e RM2

A gama *Restart* permite o restabelecimento automático da energia elétrica após resolução da falha através de uma verificação do sistema elétrico (versão RD2) e também do curto-circuito (versão RM2). Maioritariamente, estes disjuntores são aconselhados para utilizações habitacionais na medida em que para aplicações terciárias/industriais se recomenda uma versão Pro existente de cada um deles devido ao seu sistema de monitorização contínuo. As grandes vantagens de utilização destes disjuntores são que permitem alcançar não só uma maior segurança, como também uma maior proteção individual e uma continuidade de alimentação à energia elétrica, evitando perdas económicas. Na figura 26, apresentam-se estes disjuntores com rearme automático.

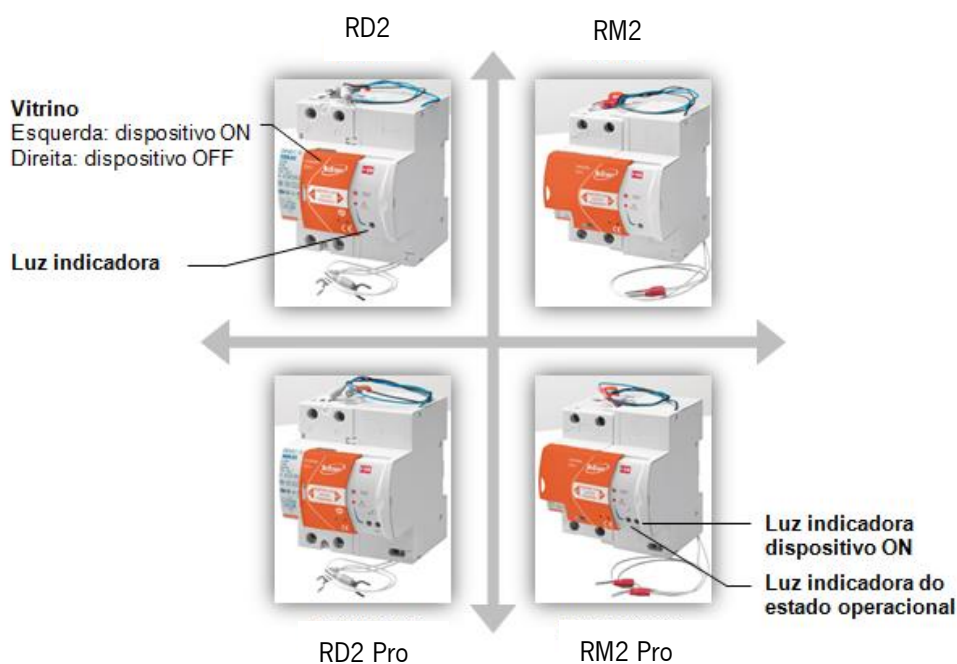


Figura 26 – Disjuntores *Restart*.

No caso de um *Restart*, o rearme automático efetua-se após verificação do circuito elétrico através de um disparo intempestivo do interruptor. Tem a possibilidade de realizar até três tentativas de rearme, no entanto, se for encontrada uma falha permanente, o disjuntor ajusta-se na condição de bloco e sinaliza por meio de uma luz indicadora, LED. Na figura 27 é possível observar em forma de esquema o funcionamento deste disjuntor.

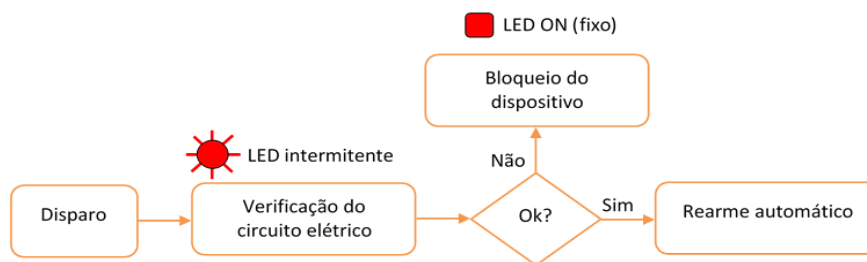


Figura 27 – Funcionamento dos disjuntores *Restart*.

Por outro lado, quando o *Restart Pro* verifica o circuito elétrico e obtém um resultado negativo, entra em modo de espera, indicando esta condição por meio do indicador frontal LED. O teste ao sistema será efetuado em intervalos regulares de 2 minutos, ao qual o disjuntor apenas irá rearmar depois de conquistar um resultado positivo. Caso contrário, permanecerá em modo de espera até ao próximo teste ou até obter um *reset* manual tal como exemplificado na figura 28.

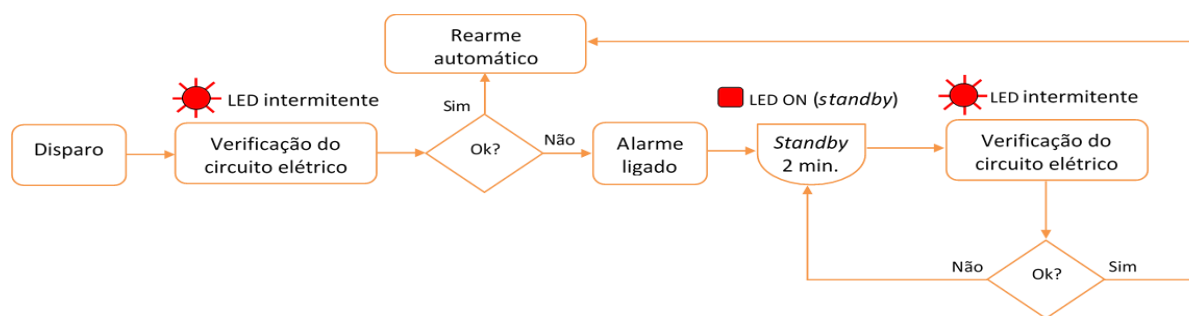


Figura 28 – Funcionamento dos disjuntores *Restart Pro*.

Estas versões apresentam diferentes tipologias, que se diferenciam segundo as características expostas na tabela 1.

Tabela 1 – Características dos disjuntores com rearme automático.

Caraterística	RD2	RD2 Pro	RM2	RM2 Pro
Número de polos			2	
Tensão nominal (V)			230	
Corrente nominal (A)	25-40-63	25-40-63	de 6 a 32	de 6 a 32
Corrente nominal residual (mA)	30	30-300	30	30-300
Tipologia SD RCCB	A-A[IR]	A-A[IR]-A[S]	-	-
Tipologia MDC RCBO	-	-	A-A[IR]	A-A[S]

É de notar que o SD e o MDC são disjuntores diferenciais produzidos pela empresa que se acoplam ao RD2 e RM2, tornando-os num só tipo de produto e proporcionando todo um leque de benefícios aos seus utilizadores.

3.2.2 Componentes dos disjuntores RD2 e RM2

De um modo geral, tanto o RD2 como o RM2 se estruturam segundo uma base, um vitrino, diversos componentes de montagem interna, placa eletrónica e materiais necessários para a embalagem, de acordo com o tipo de disjuntor.

Ambos os disjuntores possuem lista de materiais que incluem as versões *Pro* de cada um deles. Contudo, devido à sua extensão e variedade de tipologias, apresenta-se na figura 29 um esquema que de forma simples permite uma melhor perceção da quantidade de componentes existentes.

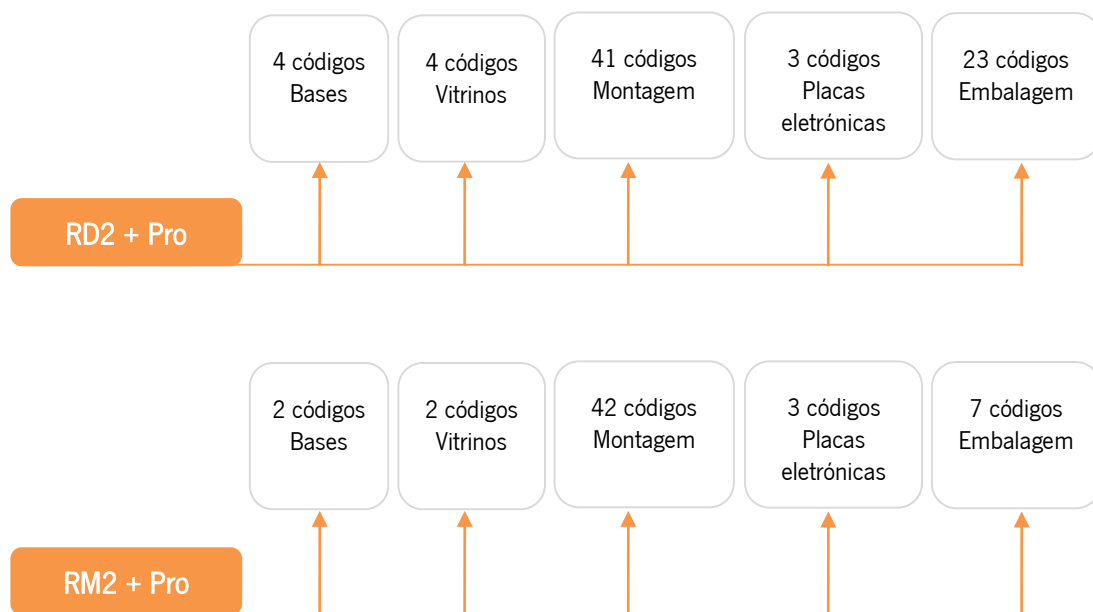


Figura 29 – Número de componentes que constituem do RD2 e RM2.

Refere-se ainda que devido às similaridades existentes entre os disjuntores, alguns dos códigos mencionados são comuns, nomeadamente, no que diz respeito à montagem e embalagem.

O facto de o disjuntor RD2 apresentar maior número de componentes resulta da produção que se realiza para outras marcas além da Gewiss. O mesmo não se verifica para o RM2 que apenas produz a marca da empresa.

3.2.3 Processo produtivo e implantação

Na figura 30 encontra-se o fluxograma que auxilia a compreensão do processo geral de produção do RD2 e RM2, desde o abastecimento de componentes realizado pelo armazém até à expedição do produto final.

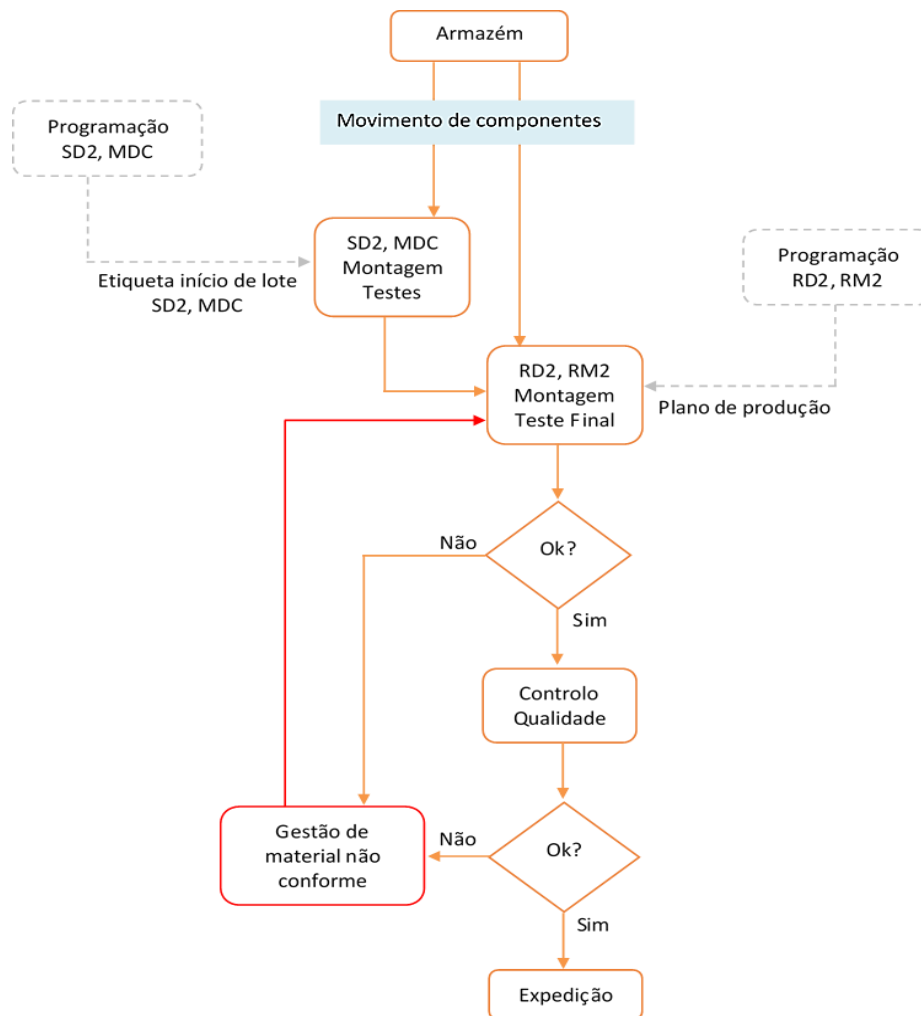


Figura 30 – Fluxograma para a produção do RD2 e RM2.

O processo produtivo dos disjuntores *Restart* divide-se em duas linhas de montagem configuradas para a produção das versões de cada disjuntor, constituídas essencialmente por 5 etapas principais: soldadura, montagem mecânica, montagem da placa eletrónica, teste final e embalagem. Em adição, o RD2 possui ainda uma outra etapa designada como impressão a laser.

As operações realizadas nos postos de trabalho são maioritariamente manuais, recorrendo-se apenas a equipamentos e ferramentas simples para a montagem dos disjuntores, tais como: estações de soldar, máquinas de cravar e aparafusadoras. É ainda de salientar, que estes equipamentos são comuns pelo que podem ser usados para as várias versões.

Após produção, os disjuntores são transportados para a zona de expedição não se encontrando ainda aptos a serem enviados ao cliente. Torna-se imprescindível um controlo da qualidade para verificação de todas as condições dos disjuntores, ou seja, se de facto se encontram conforme o pretendido e explícito no plano de controlo.

Na tabela 2, apresentam-se todas as etapas do processo produtivo assim como uma breve descrição de cada uma delas.

Tabela 2 – Etapas do processo produtivo.

Etapa do processo	Descrição
Soldadura	Preparação dos kits que são utilizados na montagem mecânica. Os componentes utilizados são os mesmos para RD2 e RM2, variando apenas na versão <i>Pro</i> de cada um destes disjuntores.
Montagem mecânica	Aplicação do kit pré-montado na base do aparelho e montagem da parte mecânica.
Montagem placa eletrónica	Colocação da placa eletrónica através da utilização da pulseira anti-estática.
Testes	Acoplamento do SD2 e MDC. Execução dos testes de bloco e rearme em máquinas destinadas para cada um dos disjuntores.
Laser	O RD2 passa ainda pela máquina de laser onde é impressa a revisão do tipo de produto.
Embalagem	Preparação para expedição.
Controlo da qualidade	Realização de testes no departamento da qualidade a 10% da produção diária do RD2 e RM2.

A implantação produtiva ocupava no início do projeto uma área total de 49,15m², considerando todos os espaços ocupados pelo stock de materiais existente ao longo das linhas de montagem. Na figura 31 encontra-se a representação desta secção através de um modelo 3D.

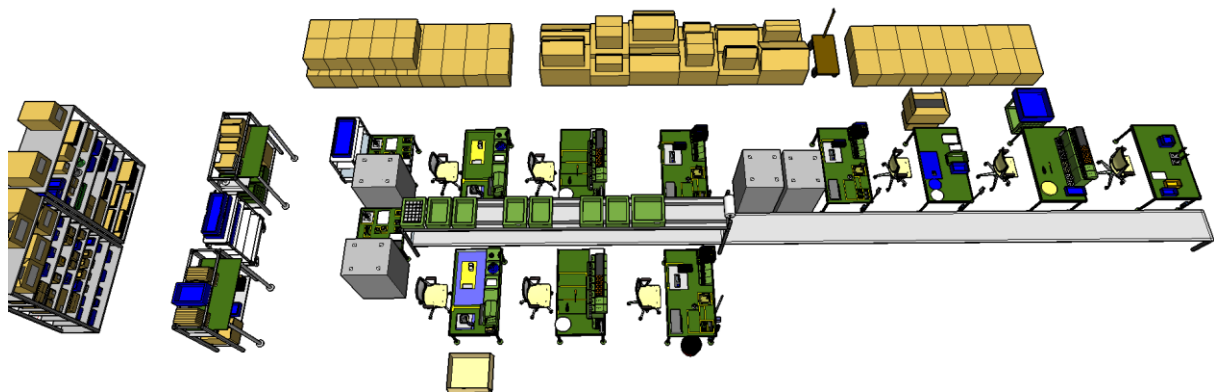


Figura 31 – Secção produtiva do RD2 e RM2 num modelo 3D.

Relativamente ao departamento da qualidade, este dispunha de 7,92 m² dedicados exclusivamente ao controlo do produto final do tipo RD2 e RM2, o que conduz a uma área total ocupada de, aproximadamente, 57m².

3.3 Descrição das linhas de montagem

Tendo em mente as etapas do processo anteriormente referidas, de seguida apresenta-se uma descrição das linhas RD2 e RM2, mostrando-se uma esquematização de ambos os fluxos produtivos.

3.3.1 Linha de montagem RD2

A linha RD2 é composta por 4 operadoras, às quais lhes foi conferido determinado posto de trabalho. As ordens de produção são efetuadas ao primeiro posto de trabalho, designado por soldadura, através da entrada do tabuleiro SD2 na linha. Este tabuleiro, constituído por 32 disjuntores diferenciais, inclui uma etiqueta de início de lote (figura 32) que permite identificar o código do produto final do tipo RD2.



Figura 32 – Etiqueta de início de lote do SD2.

Visto que o fator que influencia a montagem seguinte é a versão do produto, neste instante interessa apenas identificar se é RD2 ou RD2 Pro, para dar início à formação do kit de pré-montagem.

Na figura 33 apresenta-se uma visão geral do primeiro posto de trabalho e na figura 34 o kit que resulta das sucessivas operações de soldadura entre os diferentes componentes que irão integrar a montagem do posto seguinte. Todo este processo reúne tarefas bastante minuciosas que requerem muita atenção e dedicação por parte da operadora que as executa.



Figura 33 – Posto de soldadura.



Figura 34 – Kit de pré-montagem.

Nesta perspetiva, o 2º posto de trabalho, representado na figura 35, recebe o kit pré-montado e prepara-se para a montagem mecânica. Todos os componentes que constituem a mecânica do disjuntor são colocados na base através de operações realizadas manualmente.



Figura 35 – Posto de montagem mecânica do RD2.

Após finalização, os aparelhos são empurrados para a montagem da placa eletrónica que constitui o terceiro e último posto de trabalho no que diz respeito às montagens. De acordo com o código do produto final, a operadora deve identificar a intensidade de corrente do disjuntor para confirmação da placa eletrónica, ou seja, se o disjuntor é RD2 30mA, RD2 Pro 30 mA ou RD2 Pro 300 mA. Este posto de trabalho, figura 36, apresenta-se com poucos componentes uma vez que se fundamenta na inserção da placa eletrónica no aparelho e ligação dos respetivos fios.



Figura 36 – Posto de montagem da placa eletrónica do RD2.

Visto que o corpo humano armazena grande quantidade de energia estática ao longo do dia e as placas eletrónicas são componentes que devem ser manuseados delicadamente, é de salientar a importância que o tapete e a pulseira anti-estática possuem neste posto de trabalho. Estes equipamentos de proteção anti-estática permitem descarregar a energia estática acumulada sobre o corpo através de um cabo com ligação à terra, evitando que o material se danifique.

Seguindo para o 4º posto de trabalho os aparelhos são encaminhados para o teste final uma vez que precisam de ser testados para verificação das suas condições de correta funcionalidade. O objetivo deste teste passa por analisar se o disjuntor é capaz de efetuar até três rearmes e bloquear no terceiro, caso considere que não consegue proporcionar segurança aos utilizadores. Contudo, é de salientar que primeiramente se necessita de realizar o acoplamento do RD2 com o SD2 passando a formar apenas um só tipo de produto, figura 37 e 38.

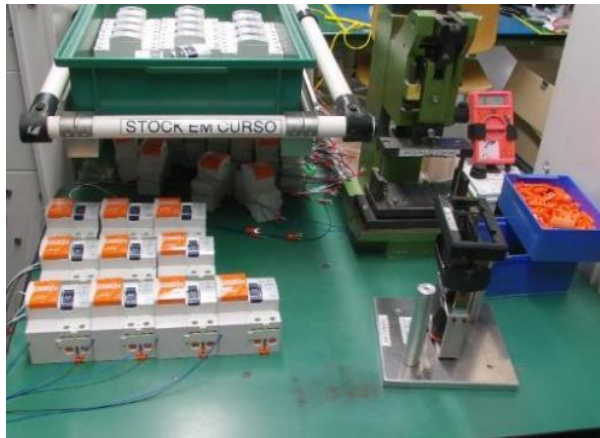


Figura 37 – Acoplamento do RD2 com o SD2.



Figura 38 – Conjunto montado.

Por outro lado, visto que a máquina de teste final tem um tempo consideravelmente elevado e não necessita de um controlo a 100%, a operadora após iniciar o teste aproveita para efetuar a operação de acoplamento dos aparelhos que irão para a máquina de teste na próxima ronda, obtendo assim uma maior rentabilização do seu tempo. Apresenta-se na figura 39 a máquina de teste final.



Figura 39 – Máquina de teste final do RD2.

Existem duas máquinas de teste final que se distinguem de acordo com a versão do disjuntor, ambas com uma capacidade de 10 aparelhos pelo que após terminar o teste são mantidos em stock até que

todos os aparelhos necessários para satisfazer a produção desse dia sejam testados. Posteriormente, são levados a laser onde se realiza a impressão de acordo com o disjuntor em fabrico, exceto o RD2 Pro que não passa por esta etapa do processo produtivo. A máquina de laser encontra-se ligada a um computador que por sua vez integra os diferentes programas necessários para os diversos tipos de produtos que podem ser executados. A etiqueta de início de lote que deu entrada no primeiro posto de trabalho é também utilizada para leitura do código do disjuntor no *scanner*, sendo a informação transmitida do computador para a máquina que rapidamente deteta o programa que deve executar. Esta máquina, figura 40, encontra-se noutra secção da empresa por ser comum a vários produtos. Na figura 41 mostra-se a impressão a laser no respetivo disjuntor RD2.



Figura 40 – Máquina de laser



Figura 41 – Impressão a laser.

Finalmente, o último posto de trabalho consiste na embalagem dos disjuntores tendo em conta os vários tipos de embalagem, figura 42. Depois de embalados, são colocados numa palete de produto acabado.



Figura 42 – Posto de embalagem do RD2.

No final do dia, uma das operadoras desta linha contabiliza as quantidades produzidas e anota no quadro de produção, onde se encontra o objetivo diário de produção que pretende indicar a quantidade de aparelhos que devem ser produzidos diariamente para satisfazer as necessidades do cliente.

De modo a tornar mais compreensível todo o processo produtivo, na figura 43 está representado o fluxo de materiais assim como o diagrama de análise do processo que mostra as principais atividades desenvolvidas para a montagem do disjuntor RD2.

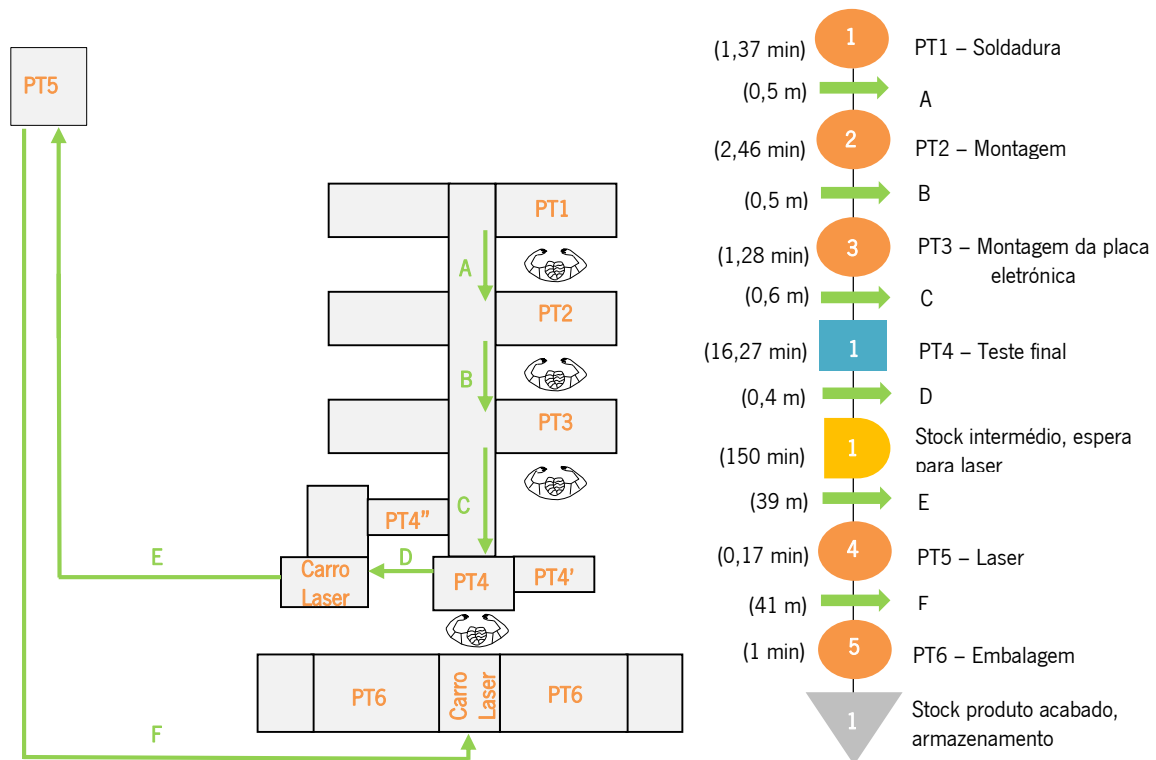


Figura 43 – Fluxo de materiais do RD2 e diagrama de análise do processo.

Desta forma, é possível comprovar que o fluxo do disjuntor RD2 inclui 5 operações, 6 transportes, 1 controlo, 1 espera e 1 armazenamento permanente, perfazendo um total de 173 minutos, ou seja, 2,88 horas e 82 metros percorridos pelo disjuntor.

Verifica-se que o posto de trabalho 2 e 3 apresentam dois postos adjacentes exatamente iguais e destinados às mesmas montagens que não são utilizados, constituindo apenas um armazenamento de material. Porém, estes postos já funcionaram na altura em que a produção do RD2 teve um aumento de produção bastante considerável mas que deixaram de operar assim que a produção voltou a estabilizar.

3.3.2 Linha de montagem RM2

Para este disjuntor, as ordens de produção funcionam de forma diferente àquela que se verificou para o RD2. Semanalmente, o programador da produção emite um plano, exemplificado na figura 44, no qual consta as quantidades que são necessárias produzir para cada código de produto, no período de uma semana, e entrega à operadora da linha. Esta fica responsável por analisar o programa e fazer corresponder ao tabuleiro do MDC, constituído por 24 disjuntores diferenciais.

Linha: RM2		PROGRAMA DE PRODUÇÃO											De 11-02-2014																
Tipo	Código	Descrição	Inventário	A Produzir	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª	13ª	14ª	15ª	16ª	17ª	18ª	19ª	20ª	21ª	22ª	23ª	24ª	Notas
RM2	GW9433P	MDC SWITCH-RMPRO RESTT 2P25A 6		22	22																								Aparelhos (China)
RM2	GW9434P	MDC SWITCH-RMPRO RESTT 2P 33A		44	40	4																							
RM2	GW9584P	INT. MDC+REST-RMPRO 2P 25A 6 0.		1					1.																				
RM2	GW9580P	INT. MDC+RESTART RM 2P 25A 6 0.		1					1.																				
RM2	GW95810R	INT. MDC+RESTART RM 2P 33A 6 0.		2		2																							
RM2	GW9423R	RCBO 2P C25 4.5KA A.O.03 2M W/		48		48																							

Figura 44 – Plano de produção semanal para o RM2.

Em questão de postos de trabalho, nesta linha existe um posto de pré-montagens composto por duas prensas manuais onde são cravados componentes imprescindíveis para a montagem mecânica do disjuntor, figura 45.



Figura 45 – Posto de pré-montagens do RM2.

Iniciando-se o processo no primeiro posto de trabalho da linha RD2, prepara-se de igual forma o kit de pré-montagem tendo em conta a versão do disjuntor a produzir. Quando se encontrar totalmente completo, a operadora do RM2 deve deslocar-se até ao local com o intuito de o transportar até à linha, nomeadamente, até ao posto da montagem mecânica representado na figura 46.



Figura 46 – Posto de montagem mecânica do RM2.

Após finalização da montagem, os aparelhos são enviados para o seguinte posto de trabalho que é a montagem da placa eletrônica, ficando à responsabilidade da operadora confirmar a intensidade de corrente do tipo de produto e introduzir acertadamente a respetiva placa. Na figura 47 apresenta-se uma visão geral deste posto de trabalho.



Figura 47 – Posto de montagem da placa eletrônica do RM2.

Seguidamente, no decorrer do teste final realiza-se o acoplamento e, por último, a embalagem. Na figura 48 está representada toda a área onde se executam estas operações.

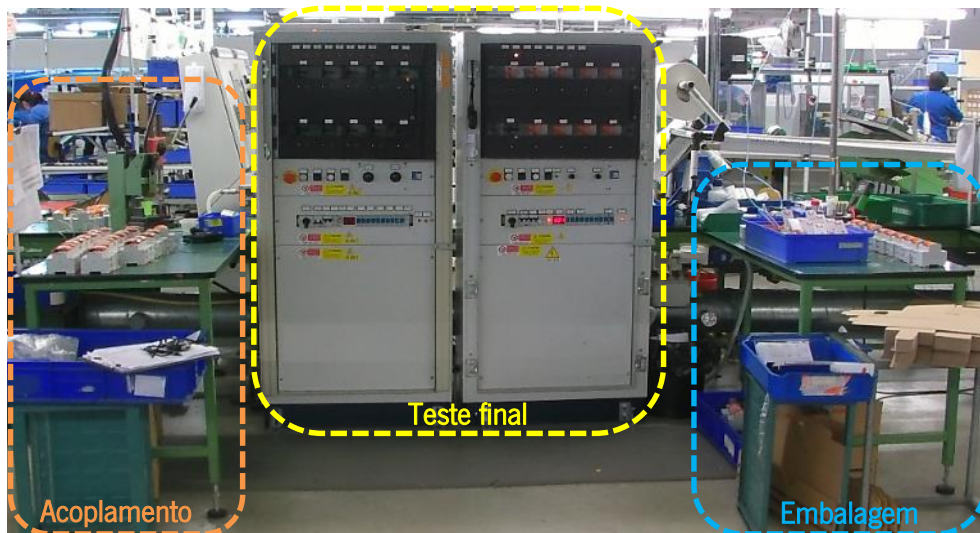


Figura 48 – Área de acoplamento, teste final e embalagem do RM2.

Tanto as montagens como o teste final são diferentes do RD2, mas bastante semelhantes em alguns aspetos, apresentando mesmo alguns componentes em comum. Contudo, o RM2 não vai a laser, ou seja, a seguir ao teste final os aparelhos encontram-se prontos a serem embalados.

No final do dia, é apontado a produção diária de modo a verificar se o objetivo de produção foi alcançado ou se ocorreu alguma situação irregular que impossibilitou tal acontecimento.

Na figura 49 está representado o fluxo de materiais assim como o diagrama de análise do processo para o RM2.

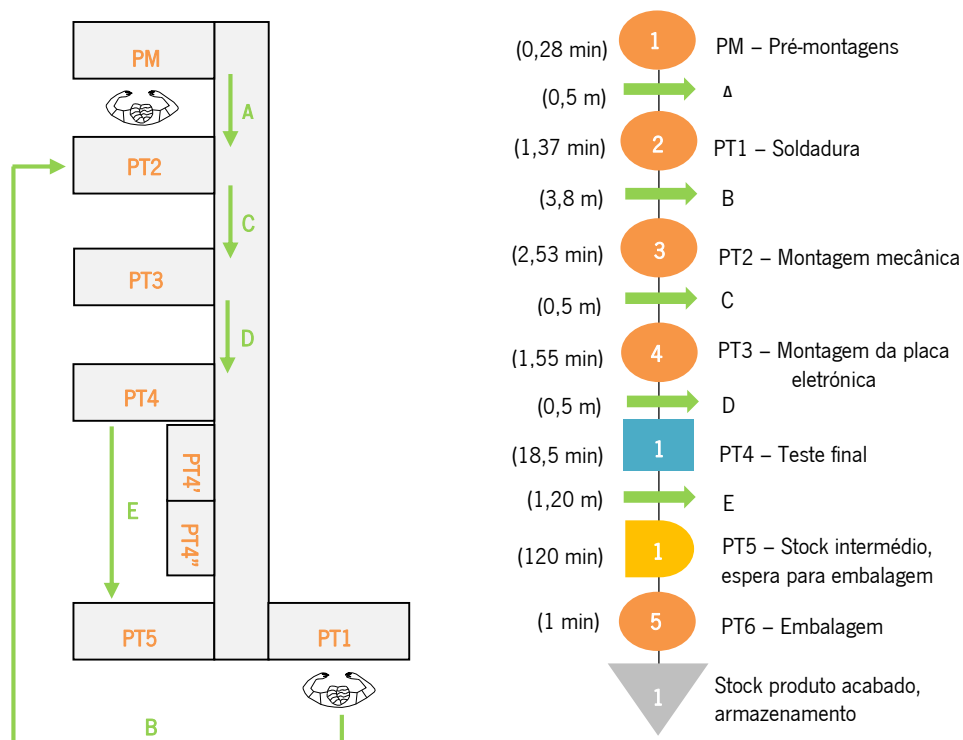


Figura 49 – Fluxo de materiais do RM2 e diagrama de análise do processo.

Desta forma, é possível comprovar que o fluxo do disjuntor RM2 inclui 5 operações, 5 transportes, 1 controlo, 1 espera e 1 armazenamento permanente, perfazendo um total de 145 minutos, ou seja, 2,42 horas e 6 metros percorridos pelo disjuntor.

Tal como se pode verificar através do esquema, esta linha é constituída por uma operadora, necessitando apenas que a operadora do primeiro posto de trabalho do RD2 lhe dedique algum tempo para soldadura do kit de pré-montagem.

3.4 Controlo final dos disjuntores produzidos

No final de cada dia de produção, composto por 8h, os disjuntores que se encontram na palete de produto acabado são transportados pelo armazém até à área de expedição mostrada na figura 50. No entanto, estes ainda não se encontram prontos a expedir uma vez que carecem de controlo final para garantir elevados padrões de qualidade e satisfazer totalmente os requisitos estabelecidos pelo cliente.



Figura 50 – Área de expedição dos disjuntores *Restart*.

Todos os dias ao início da manhã, o controlador da qualidade dirige-se até à área de expedição com o intuito de recolher uma amostragem de 10% da produção total de ambas as tipologias de produto. Esta amostra corresponde àquela que será inspecionada e verificado o desempenho do disjuntor produzido. No entanto, todos os disjuntores ficam retidos pela qualidade e só podem ser expedidos quando esta os libertar. De modo a bloquear todos os lotes produzidos, é colocada uma etiqueta “Lotes em inspeção” que impede a sua movimentação durante o intervalo de tempo em que estes são inspecionados. Passando para o departamento da qualidade, o método adotado segue sempre os mesmos procedimentos que se baseiam essencialmente no controlo visual do disjuntor, um teste diferencial e um teste à função através de máquinas específicas para o efeito.

Iniciando a auditoria, o primeiro passo é desembalar a versão do produto final, verificando a integridade e qualidade de embalagem. Importa conferir as condições de embalagem, a presença do

índice de revisão e a correspondência da etiqueta dos dados. Seguidamente, efetua-se a inspeção visual ao aparelho uma vez que este se deve encontrar em condições corretas não sendo aceitável apresentar-se partido, sujo ou danificado. Ainda a nível visual, é controlada a qualidade de impressão a laser visto que deve ser legível e estar de acordo com o tipo de produto.

Seguidamente, na fase de testes, primeiro efetua-se o teste diferencial com o objetivo de verificar os disparos do aparelho como mostra a figura 51.

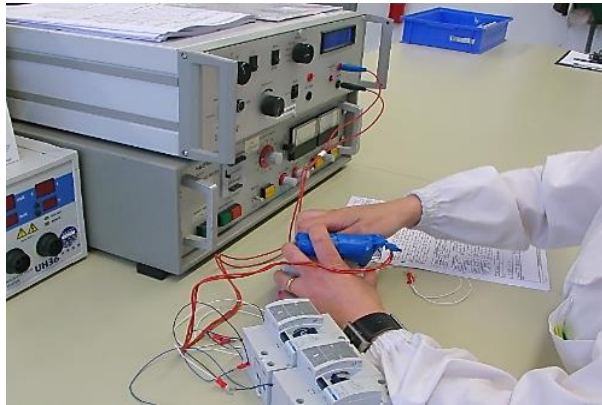


Figura 51 – Teste diferencial dos aparelhos.

De acordo com a sua tipologia, se é 30mA deverá disparar num intervalo de 16,5 a 27mA mas se, por outro lado, for um aparelho de 300mA, o intervalo ideal será entre 165 a 270mA. Valores acima dos mencionados podem pôr em causa a segurança dos utilizadores pelo que este é um ponto bastante relevante no processo de controlo.

Em relação ao teste à função, um disjuntor com rearme automático deve bloquear em aproximadamente 20 segundos ao fim de 3 rearmes. Para este efeito, existem no departamento da qualidade duas máquinas dedicadas a cada um dos aparelhos, RD2 e RM2, ambas com capacidade para 3 aparelhos como é possível comprovar na figura 52.



Figura 52 – Teste à função dos aparelhos.

Este teste é idêntico ao que se realiza na produção contudo é essencial que se efetue uma vez que também permite verificar se ambos os testes estão de acordo e se são capazes de alcançar os mesmos resultados, dissipando o erro máquina.

Após verificação dos lotes, os disjuntores voltam a ser embalados e o departamento da qualidade emite uma decisão identificando o material em conformidade. É colocada etiqueta verde no caso de disjuntores conformes e etiqueta vermelha no caso de não conformes. Neste último caso, o lote é rejeitado pelo que é imediatamente removido para área de segregação de não conformes, sendo possível movimentá-los para outros locais com o objetivo de se executarem ações corretivas (assinaladas na etiqueta) definidas para o respetivo lote. Desta forma, perante uma não conformidade detetada durante o controlo final dos disjuntos produzidos, o departamento da qualidade desencadeia um processo de resolução de problemas assente na ferramenta BNC – Boletim de Não Conformidade – para que sejam tomadas as devidas ações de forma a evitar que o mesmo erro volte a suceder.

Para finalizar, o controlador volta a carregar os disjuntores novamente para a área de expedição onde retira a etiqueta colocada inicialmente e liberta os lotes através de uma outra etiqueta com a indicação “paleta pronta para expedição”.

3.5 Abastecimento de materiais às linhas

A nível do abastecimento de materiais da secção *Restart*, podem distinguir-se três tipos possíveis: o abastecimento dos componentes imprescindíveis para a montagem dos disjuntores, o abastecimento das etiquetas utilizadas no processo de embalagem e o abastecimento do SD2 e MDC para posterior acoplamento. Nas secções seguintes, são explicadas as formas como se processam estes abastecimentos.

3.5.1 Abastecimento de componentes

Cada uma das linhas de produção possui uma prateleira onde se encontram os componentes que abastecem cada um dos postos de trabalho existentes. Estas prateleiras, mostradas na figura 53, são constituídas por contentores e caixas de fornecedor que possuem código e quantidade definidos. Contudo, existem ainda componentes que são abastecidos através de caixas denominadas como S3 e S4. Neste caso, não se dirigem para as prateleiras mas sim depara-se com a presença de um corredor de componentes paralelamente às linhas de produção, tal como ilustrado na figura 54.



Figura 53 – Prateleiras de armazenamento de materiais.



Figura 54 – Corredor de armazenamento de materiais.

O *petit-train* é responsável pelo abastecimento desde o armazém até cada uma das prateleiras e uma operadora de cada linha é encarregue de todo o abastecimento desde as prateleiras até aos postos de trabalho. Todas as manhãs, antes de se iniciar a produção, a operadora da linha RD2 tem de verificar quais os materiais em falta em cada um dos postos de trabalho de modo a poder abastecê-los. Ao longo do dia de trabalho, na ausência de componentes necessários para a produção, é também esta mesma operadora que deve satisfazer tais necessidades.

O abastecimento da prateleira do RD2 é realizado através de etiquetas *kanban* existente para cada contentor ou caixa. Quando um contentor fica vazio, ou seja, na ausência de componentes, a operadora coloca o etiqueta na parte lateral da prateleira assim como é demonstrado na figura 55.



Figura 55 – Pedido de material através de etiqueta *kanban*.

Ao início da manhã, o *petit-train* passa pela linha e efetua a leitura do código de barras da etiqueta do componente em falta que volta a ser abastecido assim que possível. De igual forma funcionam as caixas que se encontram no corredor que operam de acordo com um *kanban* no chão, figura 56.



Figura 56 – Kanban no chão para a secção *Restart*.

Relativamente ao RM2, se a operadora que realiza o abastecimento verificar que faltam componentes, efetua um pedido de material ao armazém identificando a quantidade que pretende. Para tal, preenche uma folha que coloca num local destinado para o efeito e o abastecimento é realizado assim que o pedido for validado.

3.5.2 Abastecimento das etiquetas

De acordo com os tipos de produto em curso de fabrico, todas as manhãs uma das operadoras de cada linha de montagem, efetua um pedido ao armazém das seguintes etiquetas:

- Etiquetas para as caixas exteriores e interiores da embalagem, figura 57.
- Etiquetas prateadas para identificação do índice do disjuntor, figura 58.



Figura 57 – Etiquetas para as caixas exteriores e interiores.

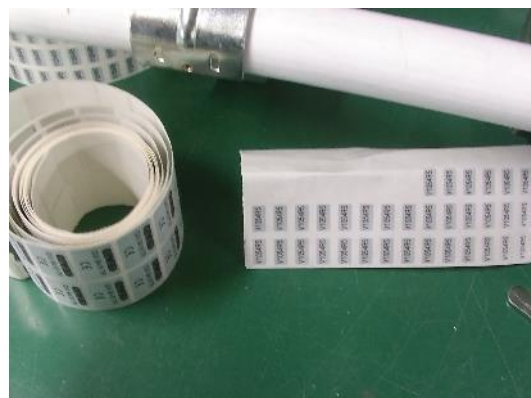


Figura 58 – Etiquetas prateadas para os disjuntores.

O *petit-train* é responsável por fazer chegar cada uma destas etiquetas à respetiva linha que realizou o pedido.

3.5.3 Abastecimento do SD2 e MDC

O SD2 e o MDC que provêm de outras seções da empresa apresentam formas diferentes de abastecimento. No que concerne ao SD2, este é abastecido diretamente na linha RD2 através do comboio logístico. Contudo, o mesmo não se verifica para o MDC que previamente necessita de passar nos testes efetuados pelo departamento da qualidade e que após a sua realização são colocados numa prateleira ficando assim armazenados. Desde a prateleira até à linha RM2 é a própria operadora que efetua o seu transporte.

Na figura 59 apresenta-se a rack de entrada dos kits SD2 na linha RD2 e na figura 60 a prateleira da qualidade para armazenamento dos dispositivos MDC.



Figura 59 – Abastecimento do SD2.



Figura 60 – Abastecimento do MDC.

3.6 Métricas de desempenho

Com o objetivo de avaliar o atual desempenho das linhas de produção dos disjuntores RD2 e RM2, a empresa baseia-se no cálculo da eficiência e da taxa de rejeição. Adicionalmente, de modo a complementar este estudo, a autora desta dissertação considerou pertinente efetuar uma análise à sucata resultante dos componentes que estão na origem da rejeição dos aparelhos.

3.6.1 Eficiência

No final de cada dia, o chefe da secção *Restart* é responsável por efetuar o cálculo da eficiência. De acordo com o tempo total de operações que a empresa possui para cada tipo de produto, é previsto o tempo necessário para o número de disjuntores produzidos diariamente e este é comparado com o

tempo realmente despendido pelas operadoras para essa mesma produção. Assim, os valores da eficiência são obtidos através da equação:

$$Eficiência = \frac{Tempo\ previsto\ de\ produção}{Tempo\ real\ de\ produção} \times 100$$

Para análise e discussão destes dados, construiu-se o gráfico da figura 61 que diz respeito aos valores médios que a eficiência assumiu durante o ano de 2013.

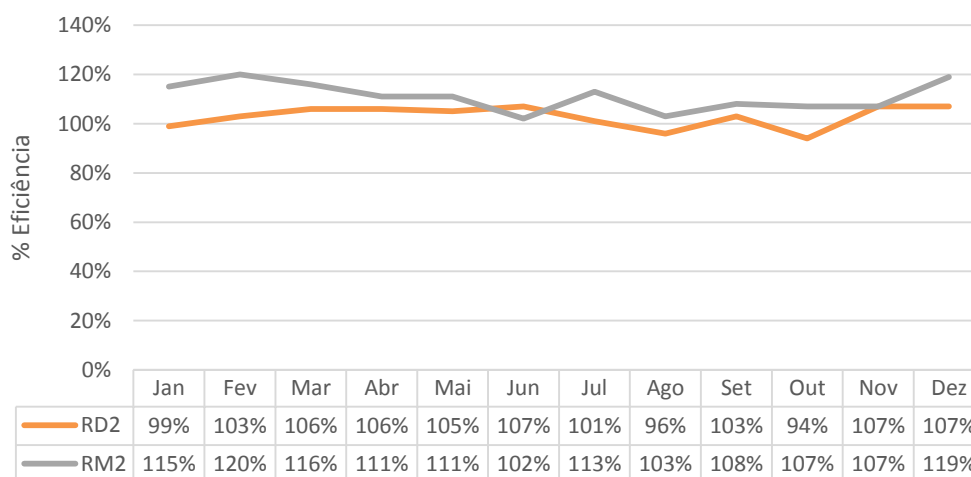


Figura 61 – Eficiência média das linhas RD2 e RM2, durante o ano de 2013.

Tal como se pode evidenciar, os valores da eficiência encontram-se acima dos 100% pelo que nos remete para duas situações que podem provocar tal acontecimento. Uma das causas passa pela desatualização dos tempos uma vez que a empresa não possuía tempos de ciclo por operação mas sim um tempo total do conjunto de operações que após sucessivas transformações não foi atualizado.

O segundo motivo, refere-se ao excesso de produção que se realiza em determinado dia. Quando por algum motivo não se consegue embalar os disjuntores que dizem respeito à produção diária, geralmente, por avarias de algum equipamento ou falta de pessoal, esta mesma produção pode vir a ser recuperada assim que o problema for resolvido, conduzindo a um aumento assombroso da eficiência.

3.6.2 Taxa de rejeição

Assim como é estabelecido um objetivo de produção, o departamento da qualidade determina para a quantidade produzida diariamente uma percentagem de aparelhos rejeitados que pode ser considerada admissível. Este valor tolerável varia de linha para linha, mas não deve em situação alguma ser ultrapassado, constituindo uma meta a ser alcançada. A taxa de aparelhos rejeitados é obtida através da equação:

$$\text{Taxa de rejeição} = \frac{N^{\circ} \text{ de dispositivos reparados}}{N^{\circ} \text{ de dispositivos embalados}} \times 100$$

Os aparelhos são rejeitados quando não obtêm um resultado positivo após teste final ou caso visualmente se mostrem danificados. Na deteção de não conformidades, a operadora responsável deve identificar numa etiqueta o tipo de erro para que este possa ser reparado e enviado novamente para o teste.

Neste contexto, o departamento da qualidade estipulou que para o disjuntor RD2 a percentagem de rejeitados não deve superar os 3% enquanto para o RM2 não são admissíveis valores superiores a 6%. Apesar da estrutura destas tipologias ser bastante semelhante, a diferença de percentagens aceitáveis deve-se ao facto do MDC apresentar uma constituição mais complexa e portanto ser mais suscetível a falhas comparativamente com o SD2. Caso o valor dos rejeitados se mostre superior a estas percentagens, devem ser analisados os motivos para tal ocorrência e definidas medidas para que a situação regresse à normalidade.

Na figura 62, encontra-se representado o gráfico relativo às taxas de rejeição média no ano 2013 para os aparelhos em estudo.

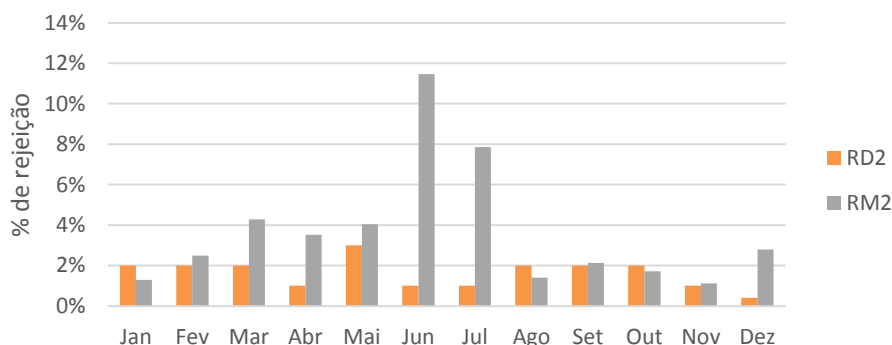


Figura 62 – Taxa de rejeição média dos disjuntores RD2 e RM2, durante o ano de 2013.

Comprova-se que o RD2 não superou em nenhum mês do ano a percentagem estipulada pelo departamento da qualidade, apresentando uma percentagem média de rejeitados de 2%. Em contrapartida, apesar do RM2 ter ostentado uma percentagem média de 4%, verificou-se uma taxa de rejeição demasiado elevada nos meses de Junho e Julho devido aos motivos explícitos anteriormente. Desta forma, pela observação do gráfico é possível constatar que de facto a taxa de rejeição média do RM2 é superior à do RD2, tal como seria de esperar.

3.6.3 Sucata

A taxa de rejeição e o número de sucata encontram-se intimamente relacionados. A reparação dos aparelhos que falham no decorrer do teste final resulta em componentes que são substituídos e reencaminhados para a sucata. A estes juntam-se todos os materiais que no momento de utilização se apresentam em condições impróprias, muitas vezes devido ao incorreto manuseamento e fraco abastecimento de materiais.

Todas as quintas-feiras uma operadora das linhas realiza a contagem da sucata e informa o supervisor do valor encontrado. Com base nesta informação, procedeu-se à construção da tabela 3 que permite visualizar a quantidade de peças que se mostraram desadequadas e o prejuízo que estas representaram para a empresa no último ano.

Tabela 3 – Sucata média das linhas RD2/RM2 no ano de 2013.

Mês	Quantidade (peças)	Valor	Percentagem de valor
Janeiro	1.652	161,60 €	8,1%
Fevereiro	2.260	193,09 €	9,7%
Março	1.624	115,75 €	5,8%
Abril	1.140	85,67 €	4,3%
Maiο	1.390	100,14 €	5,0%
Junho	3.110	362,33 €	18,1%
Julho	2.951	482,13 €	24,1%
Agosto	365	19,45 €	1,0%
Setembro	665	67,20 €	3,4%
Outubro	2.234	150,03 €	7,5%
Novembro	1.945	158,53 €	7,9%
Dezembro	1.016	102,14 €	5,1%
TOTAL	20.352	1.998,02 €	100%

Pela análise da tabela, confirma-se que os meses onde se verificou maior taxa de rejeição do disjuntor RM2, Junho e Julho, foram os que apresentaram maior número de peças sucata. Estes dois meses resultaram numa perda para a empresa de 844,46€ que correspondem a 42% do valor total de sucata. Por outro lado, o mês de Agosto apresentou-se como aquele que menos danos obteve.

4. ANÁLISE CRÍTICA E IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS

Ao longo do período de observação, análise de documentação e discussão com os colaboradores acerca da situação atual da secção *Restart*, foram reconhecidos vários problemas que impedem o bom funcionamento das linhas de produção. Deste modo, considerou-se apropriado efetuar uma análise crítica da área em estudo, identificando os códigos dos produtos mais importantes para a empresa através de uma análise ABC e realizando um estudo de tempos inexistente até ao momento para estes disjuntores. Para um melhor diagnóstico, construiu-se um VSM que permitiu identificar as atividades que acrescentam valor e apontar os desperdícios que influenciam toda a produção. No final, é apresentada uma síntese de todos os problemas detetados.

4.1.1 Análise dos disjuntores mais produzidos

Seguindo o grande objetivo da empresa que passa pela integração do produto do tipo RD2 e RM2 em apenas um único sistema de produção, deverá ser dada igual importância à análise de ambos os disjuntores. É de relembrar que os fluxos produtivos apenas se distinguem pela etapa da impressão a laser e que para a produção de um disjuntor é somente necessário ter em conta a sua versão, normal ou pro, e qual a intensidade da corrente nominal.

Neste sentido, considerou-se relevante uma análise ABC por quantidade de modo a identificar o código mais produzido de cada tipo de produto. Relativamente ao RD2, concluiu-se que num total de 25 disjuntores com códigos diferentes, 5 deles correspondem à classe A, ou seja, a 76% da produção total. De modo a facilitar a compreensão desta análise, no gráfico da figura 63 apresentam-se resumidos os resultados obtidos.

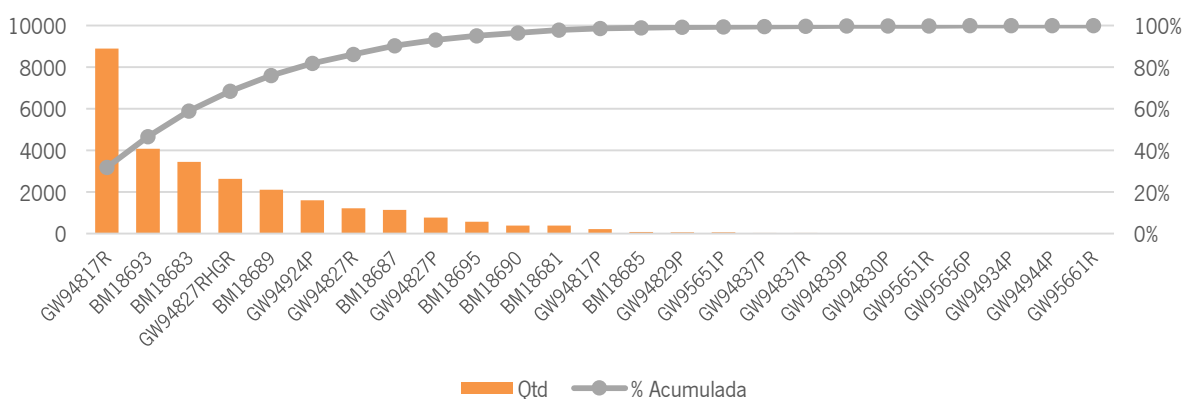


Figura 63 – Curva ABC para os disjuntores RD2.

Dentro da classe A, selecionou-se o artigo RD2 GW94817R, que diz respeito à versão normal com intensidade de corrente nominal de 30 mA. Esta escolha deve-se ao facto deste corresponder a cerca de 32% da produção total no último ano e, como tal, o disjuntor mais produzido no ano anterior.

Em contrapartida, quanto ao RM2, comprovou-se que dos 28 disjuntores com códigos diferentes, à classe A pertencem 6 artigos fazendo correspondência a 82% da quantidade acumulada de produção. Os dados podem ser conferidos o gráfico da figura 64.

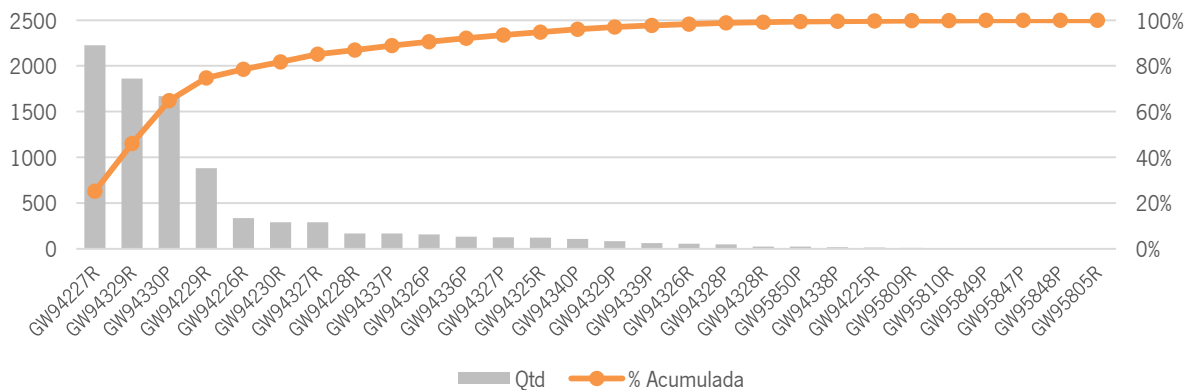


Figura 64 – Curva ABC para os disjuntores RM2.

Representando cerca de 25% da produção total anual, optou-se pelo artigo RM2 GW94227R para uma análise mais aprofundada. De igual forma, este pertence à versão normal com a mesma intensidade de corrente nominal que o artigo RD2 selecionado.

No anexo I, encontra-se a totalidade da análise realizada para ambos os disjuntores.

4.1.2 Estudo de tempos

Para a secção *Restart*, a empresa apenas possuía o tempo total para o conjunto de operações desenvolvidas pelas operadoras nas linhas RD2/RM2 e, devido às várias modificações que já foram efetuadas nos disjuntores, este encontrava-se desatualizado. Desta forma, surgiu a necessidade de um estudo de tempos de modo a obter resultados coerentes acerca do desempenho atual de ambas as linhas de produção.

No seguimento deste estudo, foi indispensável adotar uma série de procedimentos. Primeiramente, por observação direta, efetuou-se um acompanhamento diário às operadoras de modo a compreender todas as atividades praticadas bem como a perceber o grau de complexidade de cada uma delas. Após assimilar as tarefas executadas e as suas sequências operatórias, realizou-se uma decomposição em elementos de trabalho que correspondem a um ou vários movimentos essenciais. Na figura 65 apresenta-se uma parte da folha utilizada para anotar todos os elementos observados.



Observação Inicial

Linha / Nome Processo: _____ Data: _____ Verificado por: _____

Pedido Cliente	Nº Turnos	Tempo / Turno	Linhas	Takt Time	Actual Takt Time

Desenho Processo WIP Segurança Verificação Qualidade Operação Crítica

Elementos de Trabalho	
1 -	
2 -	
3 -	
4 -	
5 -	

Figura 65 – Folha utilizada para observação inicial.

Seguidamente, recorreu-se à técnica da cronometragem para determinar o tempo necessário para a realização de cada elemento, apontando ser este o método mais adequado para tarefas realizadas manualmente e em ciclos operatórios curtos e repetitivos. Já para o registo dos resultados obtidos, a empresa forneceu uma folha de observações normalizada, em formato excel, onde todos os campos se encontravam organizados, sendo apenas necessário o preenchimento dos dados conseguidos com auxílio do cronómetro. O número mínimo de observações encontrava-se estipulado, sendo 10 o número mínimo de medições assim como expõe a figura 66.



Medida de Tempo dos Elementos de Trabalho

Linha/Nome Processo: _____ Data: _____

ID	Elementos de Trabalho Ciclicos	Início	Fim	Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Flutuação	Mais Baixo c/ Mais repetição
1				Manual												0,00
				Andar												0,00
2				Manual												0,00
				Andar												0,00
3				Manual												0,00
				Andar												0,00
4				Manual												0,00
				Andar												0,00
5				Manual												0,00
				Andar												0,00

Figura 66 – Folha normalizada para medição de tempos.

Na tabela 4 encontram-se os resultados alcançados por posto de trabalho para a produção de um disjuntor.

Tabela 4 – Tempos de ciclo por posto de trabalho.

Linha	TC total	Tempo de Ciclo em segundos							
		Pré Montagem	Soldadura	Montagem Mecânica	Montagem Eletrónica	Teste final	Laser	Embalagem	Controlo Qualidade
RD2	864,5	-	81,1	147,4	76,7	97,7	9,9	59,86	391,9
RM2	900,1	17	73,4	151,8	93,3	111,2	-	61,5	391,9

Assim, verifica-se que ambos os disjuntores têm um tempo total de operações de aproximadamente 15 minutos incluindo o controlo efetuado por parte da qualidade que se apresenta como o mais demorado no processo.

4.1.3 Análise da cadeia de valor

Para uma melhor compreensão do funcionamento de todo o processo de produção dos disjuntores selecionados através da análise ABC, construiu-se um VSM para cada um dos tipos de produto que têm maior impacto na cadeia de valor. A utilização desta ferramenta permitiu uma visualização do fluxo de materiais e fluxo de informação assim como tornou possível a identificação de uma série de desperdícios presentes nas linhas de produção, distinguindo-se as atividades que acrescentam valor das atividades que não agregam qualquer tipo de valor ao disjuntor. Neste sentido, tornou-se necessário obter informações acerca dos seguintes dados:

- Número de operadoras (N° op.);
- Tempos de ciclo dos postos de trabalho (C/T);
- Tempos de mudança de ferramentas (C/O);
- Trabalhos em curso de fabrico (I).

Para o número de operadoras foi tido em conta a forma como estas se encontram distribuídas nas linhas de produção, partindo do princípio que algumas operadoras estão afetas a apenas um posto de trabalho enquanto outras são responsáveis pela execução de tarefas de vários postos. Seguidamente, os valores dos tempos de ciclo obtiveram-se através do estudo de tempos descrito na secção 4.9.2. Contudo, relativamente aos tempos de mudança de ferramentas, estes verificaram-se em poucos postos de trabalho uma vez que as operações são maioritariamente manuais. Desta forma, utilizou-se novamente a técnica da cronometragem com o intuito de descobrir o tempo desperdiçado nas trocas.

Por último, para obtenção do número de trabalhos em curso de fabrico (WIP), recorreu-se à técnica da amostragem onde todos os dias ao longo de uma semana de trabalho, de hora a hora, foram registadas as quantidades observadas. Posteriormente, calculou-se a média destas quantidades e considerou-se como sendo o valor padrão. No entanto, é de referir a existência de postos que acumulam toda a produção diária e só depois se encaminham para o posto seguinte, como por exemplo, do teste final do RD2 para a impressão a laser. Para o disjuntor RM2, visto que só existe uma operadora, esta só passa para o posto seguinte quando tiver montado todos os aparelhos que dizem respeito ao objetivo de produção.

No que refere às encomendas, ambos os disjuntores funcionam de igual forma. A Gewiss S.p.A efetua diariamente encomendas à Gewiss Portugal, indicando a quantidade pretendida e o prazo de entrega que deverá ser cumprido. A empresa fica encarregue de verificar o stock de material existente e

confirmar se este será suficiente para a produção requisitada. Se não for, efetua pedidos de material aos fornecedores que satisfazem as necessidades impostas todas as segundas-feiras de cada semana.

A produção é programada para o período de uma semana mas as ordens são enviadas para as linhas do SD2 e MDC diariamente através das etiquetas de início de lote. Como já foi referido, a etiqueta de início de lote do SD2 desencadeia a produção do RD2. Enquanto para o RM2, a operadora segue o programa de produção fornecido pelo programador fazendo corresponder à etiqueta de início de lote do MDC.

Posto isto, o VSM do disjuntor RD2 encontra-se parcialmente representado na figura 67.

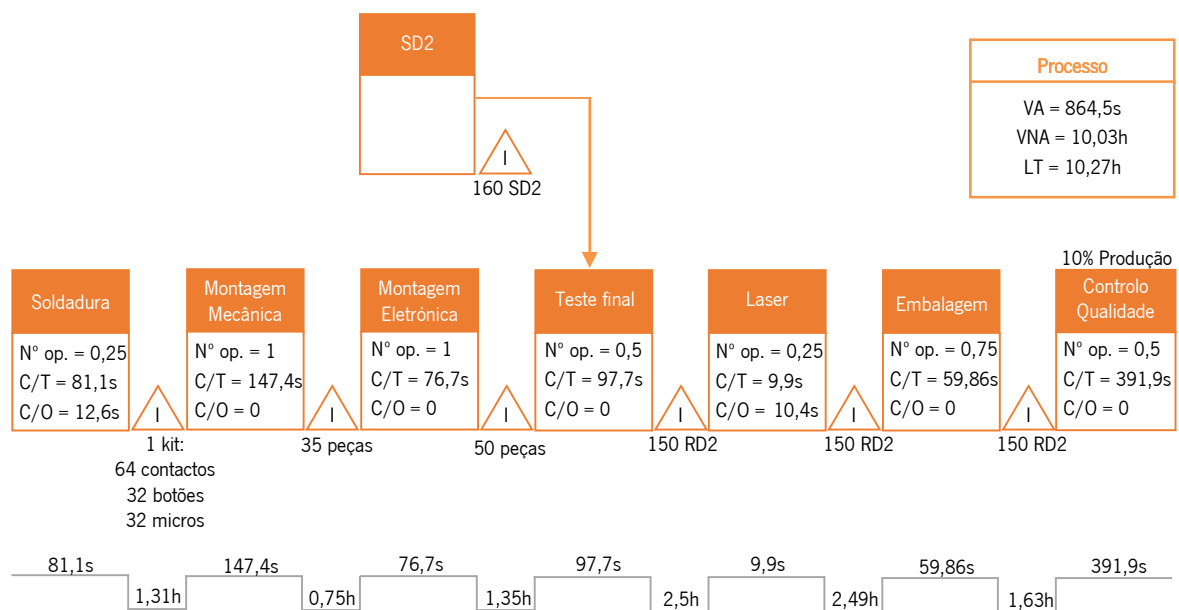


Figura 67 – Versão parcial para o disjuntor RD2.

Através da análise da cadeia de valor foi possível confirmar que 864,5 segundos representam operações que acrescentam valor ao disjuntor, sendo o *lead time* de cerca de 10,27 horas. Assim, verificou-se que a percentagem de atividades que acrescentam valor ao disjuntor é de apenas 2% em contraste com 98% de atividades que não acrescentam valor.

Uma versão parcial do VSM do disjuntor RM2 é apresentada na figura 68.

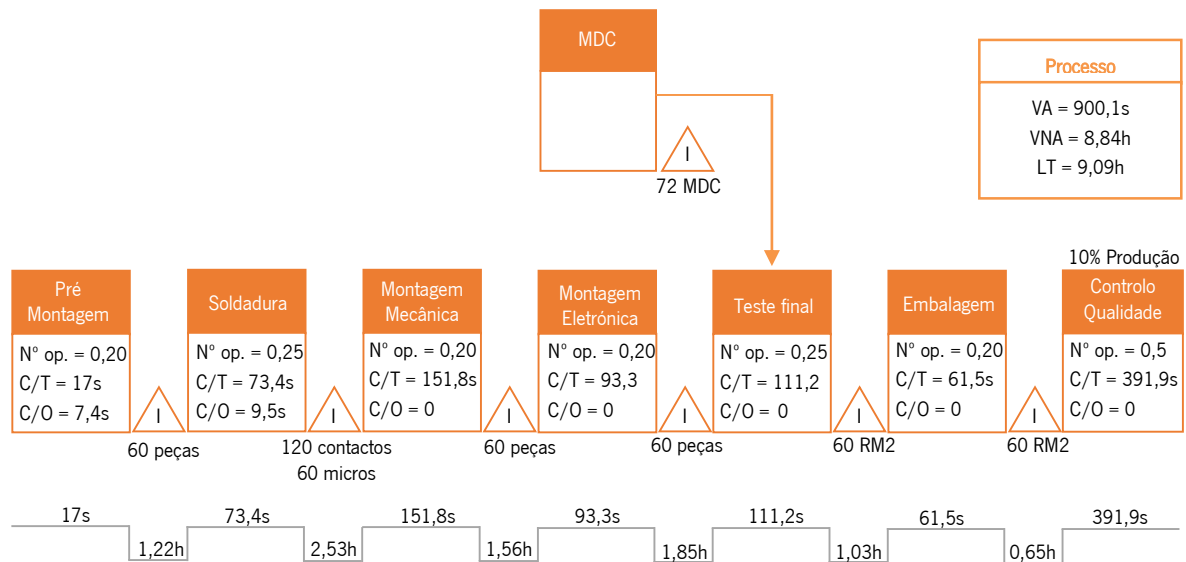


Figura 68 – Versão parcial do VSM para o disjuntor RM2.

Assim como é possível constatar, o valor acrescentado do disjuntor RM2 é de apenas 900,1 segundos enquanto 8,84 horas são gastas em atividades que não agregam qualquer tipo de valor ao disjuntor. Com um *lead time* de aproximadamente 9 horas, pode mencionar-se que somente 3% das atividades destinam-se a valor acrescentado do disjuntor.

O VSM completo para cada um destes disjuntores pode ser consultado no Anexo II.

4.1.4 Elevado tempo de percurso

Através da construção e análise do VSM apresentado anteriormente é possível constatar que apesar do tempo de ciclo para cada um dos disjuntores ser de 864,5 segundos para o RD2 e 900,1 segundos para o RM2, o tempo de percurso ou *lead time* para estes tipos de produto é bastante elevado.

Para completar este estudo, elaborou-se um diagrama de causa-efeito, apresentado na figura 69, que permite identificar as causas que contribuem para o aumento do tempo de percurso constituindo, desta forma, problemas que devem ser reduzidos e/ou eliminados.

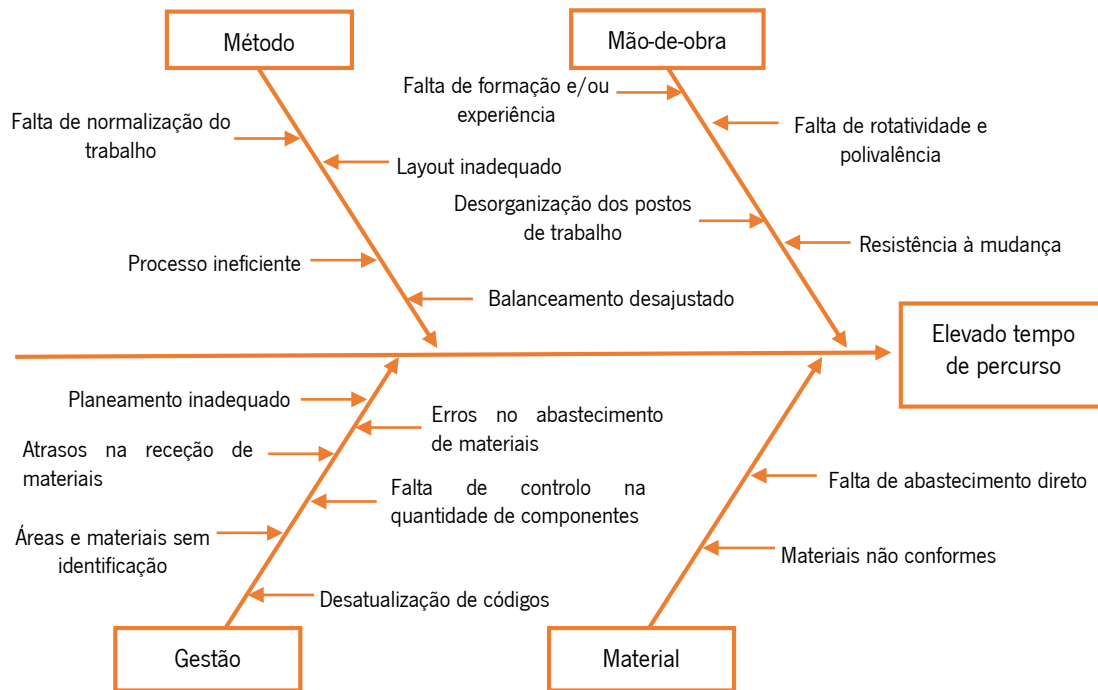


Figura 69 – Diagrama causa-efeito para o elevado tempo de percurso.

4.1.5 Falta de balanceamento dos postos de trabalho

Com o intuito de mostrar o balanceamento das linhas, procedeu-se ao cálculo do *takt time* que representa o intervalo de tempo em que o mercado pede uma unidade de produto. Para este cálculo considerou-se a produção requerida pelo cliente no momento de análise, utilizando a seguinte equação:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ total\ disponível\ por\ turno}{Quantidade\ requerida\ por\ turno}$$

No momento de análise do estado atual, a linha de montagem do RD2 apresentava um objetivo de produção de 150 unidades por dia enquanto o RM2 apenas ostentava uma procura média diária de 60 disjuntores. Uma vez que o tempo total disponível por turno é de 473 minutos, ou seja, 28380 segundos, interpreta-se que atualmente o mercado consome um aparelho RD2 num intervalo de 189 segundos enquanto o RM2 apenas necessita que a cada 473 segundos se encontre um aparelho produzido de modo a responder à procura diária.

Atendendo aos tempos de ciclo e valores do *takt time* obtidos, realizou-se uma comparação entre estes de modo a averiguar a capacidade de resposta das linhas de montagem ao objetivo diário de produção. A figura 70 pretende demonstrar na forma de gráfico a diferença destes tempos por cada posto de trabalho, na linha RD2.

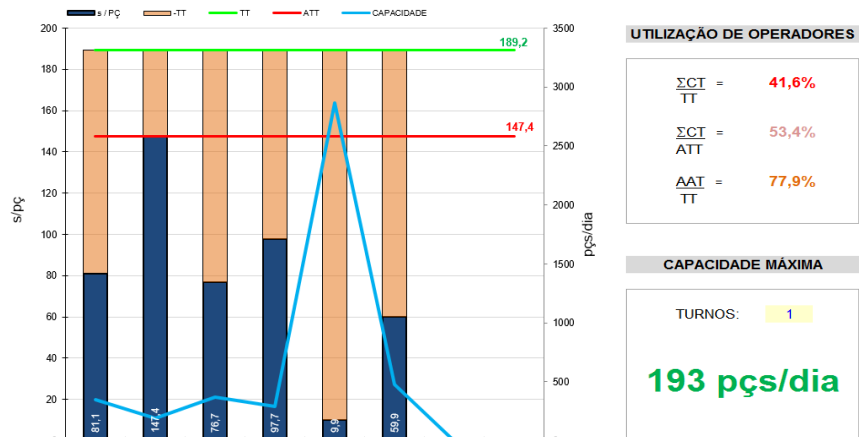


Figura 70 – Balanceamento da linha de produção do RD2.

Através da análise do gráfico do balanceamento é possível concluir que não existe nenhum posto de trabalho com tempo de ciclo superior ao *takt time*, sendo a capacidade da linha ditada pelo segundo posto de trabalho que se apresenta como sendo o mais lento. Deste modo, verifica-se que a capacidade máxima é de 193 peças por dia, o que satisfaz as necessidades do cliente visto que atualmente são apenas produzidos 150 disjuntores, que representam cerca de 78% da capacidade. É ainda de referir o diminuto tempo de laser, muito inferior ao TT, que resulta de uma operação bastante rápida mas que, contudo, acaba por demorar mais tempo pelo facto de a operadora ter de se deslocar até ao respetivo local. A diferença entre o TT e o TC, designado como *idle time*, comprova a inexistência de um balanceamento da linha. Este período de inatividade reflete os tempos que as operadoras desperdiçam em reparações de aparelhos, transportes, movimentações e deslocações que devem ser reduzidos e/ou eliminados para um melhor desempenho do processo produtivo.

Na figura 71 exhibe-se o balanceamento atual da linha RM2, onde se podem observar os mesmos problemas citados anteriormente.

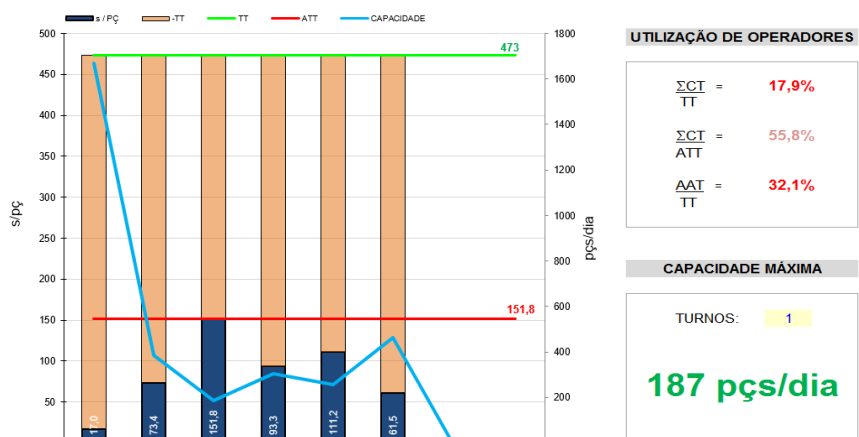


Figura 71 – Balanceamento da linha de produção do RM2.

Conclui-se que o posto de trabalho da montagem mecânica (PT3) é o que apresenta maior tempo de ciclo comparativamente com os restantes postos, determinando a capacidade da linha. Como se pode constatar, esta linha apresenta uma taxa de utilização de apenas 32,1% para a produção diária dos 60 disjuntores RM2 enquanto a capacidade máxima de produção é de 187 peças por dia. Deste modo, verifica-se uma falta de balanceamento dos postos de trabalho, existindo um enorme desfasamento entre os TC e o TT.

4.1.6 Causas das não conformidades

Uma vez que o objetivo deste projeto passa pela integração da qualidade, considerou-se pertinente estudar os motivos pelos quais os disjuntores tendem a falhar durante o teste final. Os defeitos classificam-se segundo 12 tipos que se diferenciam de acordo com a versão do produto, RD2 e RM2, encontrando-se uma descrição de cada um deles no Anexo III.

De modo a avaliar os principais problemas detetados nos disjuntores RD2, construiu-se o gráfico da figura 72 que resume as falhas identificadas no ano de 2013.

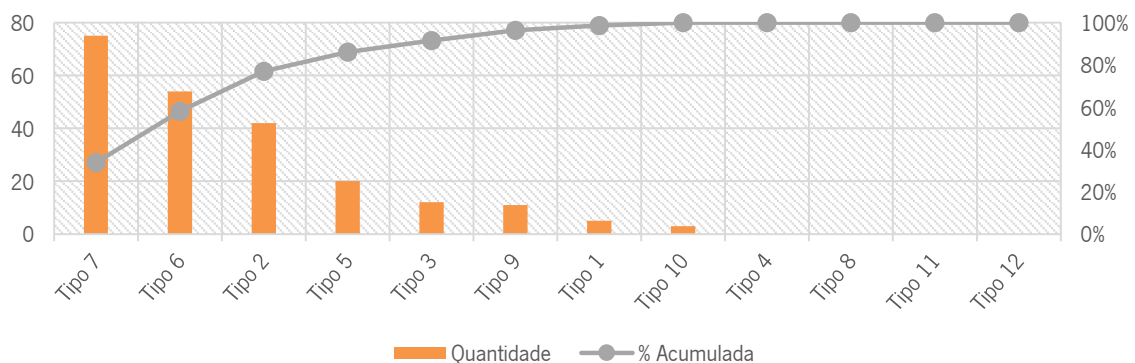


Figura 72 – Tipos de defeitos do disjuntor RD2.

É possível observar que 77% das não conformidades encontradas no decorrer do teste final se devem aos seguintes erros:

- **Tipo 7:** termos “lentos” indica que o termoatuador integrado na parte mecânica do disjuntor não funciona ou encontra-se partido, devendo ser retirado e trocado por um novo.
- **Tipo 6:** falta de tensão no 2º/3º rearme que se deve essencialmente à constituição do SD2, sendo necessário conduzi-lo até à sua linha de produção para que seja reparado;
- **Tipo 2:** RD não liga o SD, pode ser consequência de uma montagem incorreta ou de um defeito no componente.

Todos estes erros conduzem a um desacoplamento do RD2 e SD2, para que a falha seja corrigida. Após reparação do disjuntor este deve voltar a acoplar-se, regressando à fase do teste final para verificação das suas novas condições de funcionalidade.

Relativamente ao RM2, o gráfico da figura 73 representa os resultados obtidos para o mesmo ano de análise.

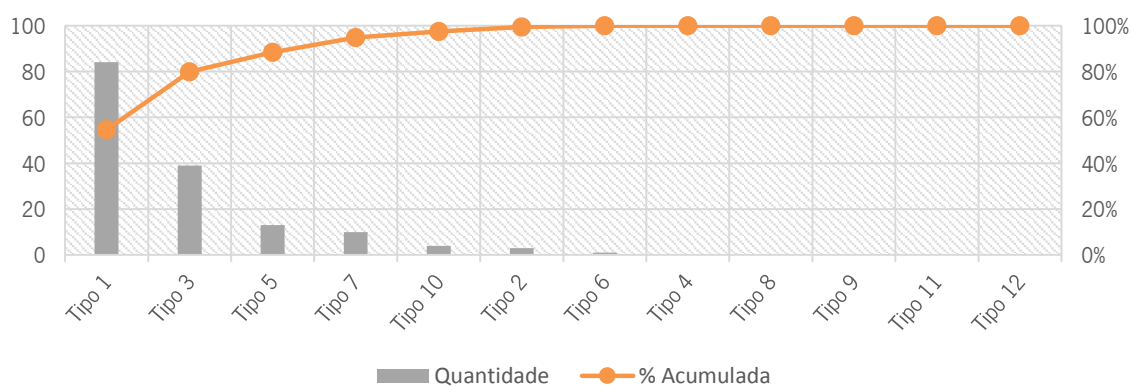


Figura 73 – Tipos de defeitos do disjuntor RM2.

Verifica-se que, aproximadamente, 80% dos defeitos encontrados correspondem aos seguintes erros:

- **Tipo 1:** falta de tensão no 2º/3º rearme que normalmente se associa a problemas do MDC. Contudo, deve-se certificar se de facto a causa para este erro advém do MDC, confirmando primeiramente a correta montagem do RM e só posteriormente conduzi-lo até à sua área de reparação.
- **Tipo 3:** em vez de rearmar, bloqueia, o que requer uma decomposição do aparelho para análise de toda a parte mecânica.

Tal como no caso anterior, após deteção de algum tipo de erro, os aparelhos devem ser desacoplados, reparados e voltados a testar.

4.1.7 Falta de rotatividade e polivalência das operadoras

A linha RM2 possui apenas uma operadora que se encontra apta a desempenhar as tarefas de todos os postos de trabalho, desde a montagem até à embalagem do disjuntor. Pelo contrário, a linha RD2 que possui quatro operadoras não apresenta qualquer programa de rotatividade entre elas. Executam somente as tarefas afetas ao posto de trabalho que lhes foi atribuído, constituindo assim um fator importante que não pode deixar de ser analisado.

A autora desta dissertação comprovou vários problemas relacionados com a escassa polivalência das operadoras uma vez que, por exemplo, na falta da pessoa que realiza o teste final mais nenhuma operadora possui competências suficientes para o realizar.

Desta forma, surgiu a necessidade de entender com maior clareza quais as aptidões de cada operadora relativamente aos respetivos postos de trabalho. Com a colaboração de todas as operadoras envolvidas na linha de produção do RD2, através de observação e entrevistas procedeu-se à construção de uma matriz de competências dividida em quatro níveis:

- Nível 1: Pouco conhecimento;
- Nível 2: Conhecimento razoável;
- Nível 3: Bom conhecimento;
- Nível 4: Elevado conhecimento.

Na tabela 5 é possível consultar a matriz de competências para as 4 operadoras em função dos postos de trabalho constituintes da linha.

Tabela 5 – Matriz de competências.

	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6
<i>Operadora 1</i>	4	3	1	1	4	3
<i>Operadora 2</i>	2	3	1	4	2	4
<i>Operadora 3</i>	2	3	4	1	2	3
<i>Operadora 4</i>	3	4	3	2	1	3

É possível confirmar a reduzida flexibilidade das operadoras que se deve à falta de rotatividade e, conseqüentemente, polivalência das mesmas. Comprova-se ainda que para cada posto existe apenas uma operadora com o nível de competência necessário para a correta execução das respetivas atividades o que significa que se esta faltar, não haverá outra pessoa com formação suficiente para a substituir. Apesar das operadoras terem conhecimentos superficiais das tarefas desenvolvidas nos diversos postos, o facto de passarem todo o dia de produção a desempenharem sempre as mesmas operações resulta numa limitação das suas capacidades a nível dos outros centros de trabalho. Constatou-se que apenas executam outras tarefas na necessidade de ajudar outra operadora.

4.1.8 Falta de normalização dos postos de trabalho

A inexistência de documentação referente ao método de trabalho e processo produtivo de ambos os tipos de produto resulta numa falta de normalização dos postos de trabalho.

Visto não possuírem instruções de trabalho, as operadoras após aprenderem as tarefas que devem desenvolver no posto que lhes foi conferido, efetuam as mesmas da forma que consideram mais adequada. Assim, na entrada de novo pessoal para a linha de produção, os conhecimentos são transmitidos pela operadora com maior experiência e que já adotou a sua própria metodologia de trabalho. Como não existem documentos que indiquem os procedimentos corretos é possível encontrar num posto de trabalho operadoras a executarem a mesma operação de diferentes formas.

Em consequência de um trabalho não normalizado e da ausência de um método bem definido, verificou-se uma grande variabilidade na execução das tarefas o que dificulta o controlo do processo produtivo.

4.1.9 Desorganização geral das linhas

Em geral, é possível observar-se uma desorganização nas duas linhas de produção. Verificou-se que a constituição dos postos de trabalho não se adaptam às necessidades das operadoras e a disposição dos componentes pelos contentores existentes não se encontram de uma forma correta.

Foi possível reparar num problema relativo aos vitrinos que devido à grande dimensão dos tabuleiros que os carregam, subsiste certa dificuldade em transportá-los até ao posto de trabalho e em mantê-los na posição correta. À medida que são consumidos, apresentam uma tendência em deslizarem pelo tabuleiro e em exibirem uma disposição como se pode constatar na figura 74.



Figura 74 – Tabuleiro de vitrinos inadequado.

Este facto pode gerar alguns conflitos no que concerne à qualidade do disjuntor uma vez que os vitrinos são componentes delicados que requerem uma inspeção visual antes da sua montagem. Desta forma, pode afirmar-se que carecem de uma grande atenção pela sua facilidade em se poderem danificar, devendo sempre mostrarem-se em perfeitas condições. Com o desígnio de alcançar a total satisfação do cliente e partindo do princípio que o aspeto visual é imprescindível, este é um problema que deve ser eliminado.

Um aspeto que a autora desta dissertação teve oportunidade de testemunhar diz respeito ao kit de pré-montagem. No primeiro posto de trabalho são realizadas todas as soldaduras necessárias para as montagens dos postos a seguir, tanto no RD2 como no RM2. O problema encontra-se nas micros e respetivos fios que quando amontoados em grande número prendem-se uns aos outros e, conseqüentemente, representam um desperdício de tempo para a operadora na medida em que tem de os separar quando necessita de efetuar a sua montagem no aparelho, figura 75.

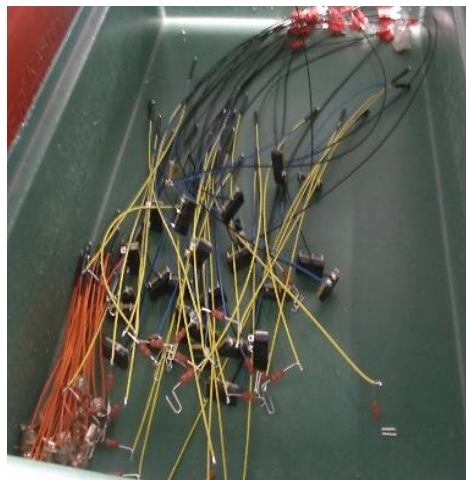


Figura 75 – Problema dos fios no kit de pré-montagem.

Assim, o referente kit não se comprova como sendo o mais correto e a sua existência deve ainda ser reconsiderada.

Partindo para outro ponto importante, salienta-se a inexistência de identificação de alguns componentes. É certo que a grande maioria dos contentores se apresentavam com código correspondente, contudo, alguns ainda se mostravam sem ele assim como a figura 76 pretende mostrar.



Figura 76 – Falta de identificação de componentes.

Para além desta questão, verificou-se uma desatualização de certos códigos que devido a alterações dos disjuntores, os componentes modificaram-se mas os respetivos códigos não foram alvo de transformação por parte da produção o que pode conduzir a erros na requisição dos componentes.

Outro problema refere-se ao espaço ocupado por material disperso pelo chão em determinados postos de trabalho, nomeadamente, no posto da montagem da placa eletrónica de ambas as linhas, representados na figura 77.



Figura 77 – Exemplos de obstrução aos postos de trabalho.

Este material diz respeito ao posto onde se encontra mas quando necessário por parte da operadora tem de ser movimentado para um local de fácil acesso. Assim, estas caixas constituem um obstáculo que condicionam e limitam o espaço de trabalho da operadora uma vez que a cada passo que dá necessita de as deslocar.

4.1.10 Abastecimento inadequado

Muitos dos problemas anteriormente mencionados são consequência de um abastecimento totalmente desadequado às necessidades das linhas de produção.

As operadoras responsáveis pelo abastecimento desde as prateleiras até ao respetivo posto, estão ainda encarregues de verificar os materiais em falta e de efetuar a sua requisição ao armazém, seja através do *kanban* (RD2) ou pelo preenchimento da folha de pedido de material (RM2). Assim, vários erros poderão acontecer durante este procedimento.

Um equívoco na solicitação de materiais pode automaticamente provocar paragens nas linhas de produção uma vez que as operadoras ficam impedidas de avançar sem o respetivo componente em falta. Contudo, as falhas no abastecimento podem também provir do pessoal do armazém que realiza a recolha dos pedidos e que, geralmente, por esquecimento não concretizam a reposição dos componentes.

Ainda a este nível, não existe quantidade definida por contentor em cada posto de trabalho. Na altura de abastecimento, a operadora enche os contentores até considerar que existe material suficiente para a produção desse dia o que pode levar a falhas de material caso não se concretize. Na figura 78 é possível observar a forma destes contentores.



Figura 78 – Contentores sem quantidade definida.

O processo de abastecimento pode caracterizar-se totalmente inadequado mas tal facto não se deve apenas aos erros e falhas que advêm por parte da operadora na requisição de materiais ou por parte do armazém em satisfazer esses pedidos. Deve-se também a todas as deslocações desnecessárias que as operadoras efetuam para reporem o material em falta, recorrendo às prateleiras que podem ser completamente dispensáveis no futuro.

Um abastecimento direto na linha através do comboio logístico seria a solução ótima para todos estes dilemas. As operadoras deixavam de se preocupar com o abastecimento, verificação de materiais em falta e respetivo pedido, passando apenas a concentrarem-se nas suas tarefas a tempo inteiro.

4.1.11 Síntese dos problemas encontrados

Na tabela 6 encontram-se sintetizados todos os problemas que impedem o bom funcionamento das linhas em estudo, dando ênfase às causas e consequências de cada um.

Tabela 6 – Síntese dos problemas identificados.

Problema	Descrição do problema	Consequência
Falta de balanceamento das linhas	<ul style="list-style-type: none"> - Tempos de ciclo muito discrepantes; - Grande desfasamento entre os tempos de ciclo e o <i>takt time</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado WIP entre postos de trabalho; - Elevado <i>idle time</i>;
Falta de polivalência e rotatividade das operadoras	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de um programa de rotatividade entre postos de trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa produtividade das linhas; - Desmotivação e desinteresse das operadoras; - Monotonia do trabalho.
Falta de normalização dos postos de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de documentação referente ao método de trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Variabilidade nos procedimentos de montagem; - Probabilidade de ocorrência de erros no processo.
Produção de não conformes	<ul style="list-style-type: none"> - Descuido no manuseamento de materiais; - Peças não conformes enviadas pelos fornecedores; - Erros na montagem dos disjuntores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de confiança por parte do cliente; - Necessidade de retrabalho; - Aumento do nº de peças sucata.
Desorganização geral das linhas	<ul style="list-style-type: none"> - Layout inadequado; - Falta de espaço ou espaço obstruído por materiais; - Falta de identificação de componentes; - Errada disposição dos materiais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da percentagem de atividades que não acrescentam valor ao produto; - Perturbação do processo produtivo; - Erros de processamento; - Danificação de materiais.
Abastecimento ineficiente	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento realizado pelas operadoras e não por alguém especializado; - Locais de armazenamento de materiais inadequados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado número de movimentações e deslocamentos; - Probabilidade de trocas ou perda de material; - Elevada quantidade de material em <i>stock</i>; - Paragem da produção.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas para a reconfiguração do sistema de produção com o objetivo de resolver os problemas identificados na secção anterior, eliminando as atividades que não acrescentam qualquer tipo de valor. Neste contexto, criou-se um plano de ações de melhoria baseado na metodologia 5W2H, que se encontra representado na tabela 7.

Tabela 7 – Plano de ações de melhoria.

What	Why	How	Where	When
Uniformização do fluxo de produção	Existência de etapas distintas no processo produtivo dos disjuntores	Alteração do programa da máquina de laser	Máquina laser	Jul-Out
Uniformização das máquinas de teste final	Tempo elevado do teste final	Alteração nas cavidades das máquinas	Máquina teste	Jul-Out
Adequação da prensa de cravação	Eliminar tempo de <i>setup</i>	Eliminação de uma das prensas Ajuste da base da prensa existente para cravação dos componentes	Processo produtivo RD2/RM2	Set
Adaptação do dispositivo de soldar	Eliminar tempo de <i>setup</i>	Eliminação de um dos dispositivos Integração de uma cavidade no dispositivo existente para soldadura das resistências e micros	Processo produtivo RD2/RM2	Set
Integração do lote de transferência	Falta de normalização das quantidades de disjuntores transferidas entre postos	Determinação de uma quantidade fixa por lote	Processo produtivo RD2/RM2	Jul
Reconfiguração do layout	Elevado nº de desperdícios Falta de balanceamento Baixo desempenho Fracca capacidade de resposta	Balanceamento da célula Implantação da célula de montagem em U Organização dos postos Definição e identificação do local dos componentes	Processo produtivo RD2/RM2	Jul-Out
Substituição da caixa das bases	Grande dimensão das caixas S3	Alteração para caixas S4	Armazém Célula RD2/RM2	Set

What	Why	How	Where	When
Alteração do tabuleiro dos vitrinos	Grande dimensão dos tabuleiros existentes	Alteração para tabuleiros mais pequenos	Armazém Célula RD2/RM2	-
Normalização do trabalho	Atividades não normalizadas	Definição da melhor sequência de operação Criação de uma <i>standard work combination table</i> por posto de trabalho Criação de instruções de operador	Célula RD2/RM2	Jul
Integração do controlo da qualidade	Rejeição de não conformes e necessidade de reparação	Definição de pontos de controlo ao longo do processo produtivo	Célula RD2/RM2	Out
Abastecimento direto dos postos de trabalho	Elevado nº de atividades de VNA realizadas pelas operadoras	Definição de nova rota do comboio logístico Determinação dos locais de abastecimento Criação de etiquetas para os contentores	Célula RD2/RM2	Set
Programa de rotatividade	Falta de polivalência e rotatividade das operadoras	Formação das operadoras Criação de um programa de rotatividade ABAB	Célula RD2/RM2	Out
Programa 5S e gestão visual	Desorganização dos postos de trabalho Falta de identificação e marcação do local de componentes	Introdução do código de cores para delimitação das áreas Identificação de espaços	Célula RD2/RM2	Out

5.1 Uniformização do fluxo de produção

Dado que a impressão a laser era a etapa do processo pelo qual nem todos os aparelhos passavam, surgiu a ideia de a implementar em todos os tipos de produto com o desígnio de uniformizar o processo do RD2 e RM2, de maneira a seguirem sempre o mesmo fluxo produtivo. Para tal, propõe-se retirar a etiqueta colocada no aparelho Gewiss durante o processo de embalagem, indicando a semana, ano e índice do disjuntor. A figura 79 exemplifica a forma como estes dados se apresentam na etiqueta.

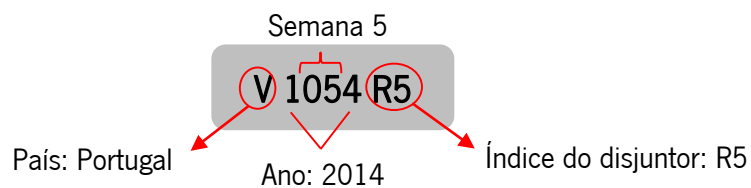


Figura 79 – Informação da etiqueta prateada colocada nos disjuntores.

Tal como se verifica, as etiquetas do RD2 e RM2 apenas se distinguem pelo índice do disjuntor visto que não existem códigos comuns. Os outros dados referem-se ao país, ano e semana em que a etiqueta é impressa.

Com a passagem para impressão a laser não só se obtém um processo uniforme como também se torna desnecessário o pedido destas etiquetas realizado pelas operadoras todas as manhãs e o posterior abastecimento efetuado pelo *petit-train*. Ou seja, não só deixa de existir esta preocupação por parte das operadoras como também impede a constante impressão de etiquetas do ponto de vista do armazém. Para tornar possível esta situação, é necessário uma nova programação da máquina de laser, adaptando-a aos códigos existentes para estes disjuntores com rearme automático. A figura 80 mostra a proposta mencionada.



Figura 80 – Substituição da etiqueta pela impressão a laser.

5.2 Modificação dos equipamentos existentes

Os equipamentos utilizados nas linhas de produção mostravam-se desadequados ao processo, conduzindo a procedimentos incorretos e ineficientes. Deste modo, nesta secção serão apresentadas modificações que podem melhorar o desempenho do sistema produtivo.

5.2.1 Uniformização das máquinas de teste final

Para verificação do correto desempenho dos disjuntores RD2/RM2, existiam duas máquinas de teste final em cada uma das linhas de produção, diferenciando-se segundo as características dos aparelhos. Uma vez que cada máquina possui um elevado tempo de teste com uma capacidade para apenas 10 aparelhos, surgiu a ideia de uniformizar estes equipamentos de modo a torná-los capazes de testar qualquer um destes disjuntores. A proposta foi enviada para o departamento de manutenção que após estudo e análise do caso, comunicou que não seria possível a uniformização das quatro máquinas devido às diferenças existentes entre elas. Contudo, foi confirmada outra alternativa que passava por standardizar as máquinas de acordo com a versão do produto, ou seja, duas para o RD2/RM2 e duas para RD2 Pro/RM2 Pro, através da alteração de um mecanismo nas cavidades. Esta sugestão foi aceite pela líder deste projeto, dando início ao processo de mudança.

Na figura 81, apresentam-se as máquinas de teste final dispostas de acordo com os tipos de produto.



Figura 81 – Uniformização das máquinas de acordo com a versão do produto.

Desta forma, no mesmo tempo máquina existirá a possibilidade de testar 20 aparelhos idênticos, o que representa o dobro da capacidade atual.

5.2.2 Adequação da prensa de cravação

Na linha RM2 existiam duas prensas referentes às pré-montagens essenciais à mecânica do aparelho, que se apresentavam visualmente idênticas mas que se destinavam a diferentes funções. Uma dedicava-se à cravação do botão do disjuntor e a outra à cravação da chapa na tampa de modo a permitir uma maior estabilidade do botão. Visto que estas prensas se mostravam com grandes dimensões podendo dificultar a sua integração no novo sistema de produção, considerou-se oportuna a adequação de uma das prensas para a cravação de ambos os componentes.

5.2.3 Adaptação do dispositivo de soldar resistência e micro

Com o objetivo de eliminar o problema encontrado na separação das micros, explicado na secção 4.1.9, foi do consentimento de toda a equipa a supressão do kit de pré-montagem, passando os componentes a serem montados peça a peça de acordo com as necessidades e evitando a acumulação de *stock* de peças montadas. Assim, foi estudada a melhor forma para soldar as micros visto que o processo não se mostrava de todo eficiente. Após análise de várias alternativas, propõe-se a adaptação do dispositivo existente para a soldadura da resistência com integração de uma cavidade destinada à soldadura das micros. Na figura 82 mostram-se os dispositivos usados atualmente e a proposta de melhoria posta em prática.

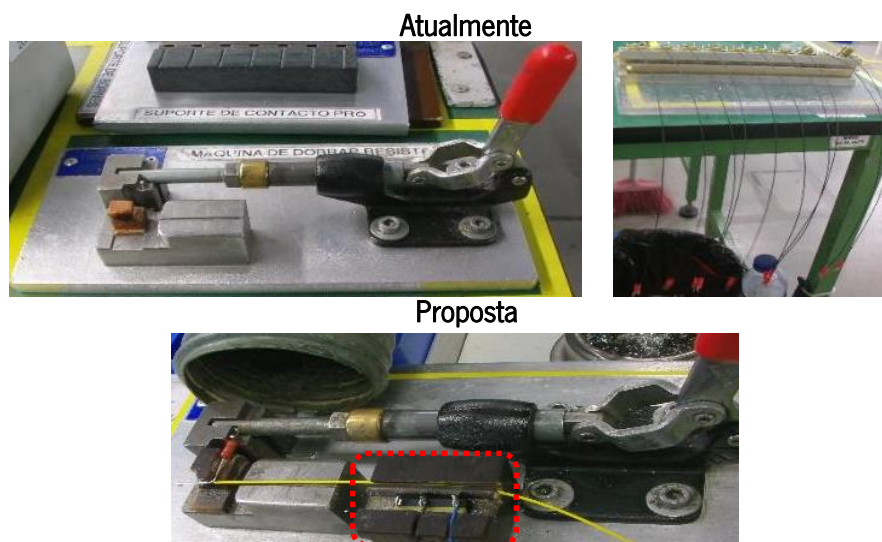


Figura 82 – Dispositivo de soldar resistência e micro.

Desta forma, em apenas um dispositivo é possível efetuar as soldaduras referentes à resistência e micro, pegando a operadora uma única vez no ferro de soldar. Para além desta vantagem, um dos grandes benefícios é também deixar de existir tempo de *setup*, havendo um local fixo e demarcado para o dispositivo adaptado.

5.3 Integração do lote de transferência

Nas antigas linhas do RD2 e RM2 não existia quantidade de disjuntores bem definida para a translação entre postos de trabalho. Neste sentido, para a nova configuração, surgiu a necessidade de integrar um lote de transferência que defina para todas as operadoras o número de aparelhos que devem montar.

A idealização deste lote passa por conter uma quantidade fixa de aparelhos que permita não só uma maior flexibilidade do sistema como também uma rápida capacidade de resposta a mudanças no mercado. Assim, juntamente com todos os elementos do projeto Aleluia, foram estabelecidos os seguintes critérios para a definição do número ótimo de disjuntores a serem transferidos entre postos de trabalho:

- Deve ser múltiplo do número de disjuntores embalados por caixa de forma a corresponder a embalagens exteriores completas;
- Cada lote deve possuir apenas uma tipologia de produto, evitando possíveis erros de montagem no decorrer do processo.

Tendo em conta que existem embalagens exteriores constituídas por 4 e 12 unidades, ficou decidido que o lote de transferência seria de 12 que corresponde exatamente a 3 embalagens exteriores completas do tipo Gewiss, 1 do tipo Schneider e 1 do tipo Hager.

Este lote será movimentado ao longo do processo produtivo segundo o tabuleiro *standard* da empresa através de um sistema de rolamentos. Contudo, na sua implementação verificou-se a existência de problemas relacionados com o deslocamento entre postos de trabalho devido à instabilidade dos aparelhos que apresentavam tendência em se distanciar da posição correta. Com vista à total segurança dos disjuntores, mantendo-os nas condições ideais desde o início até ao final do processo, simultaneamente com o tabuleiro propõe-se o uso de separadores, assim como mostra a figura 83.

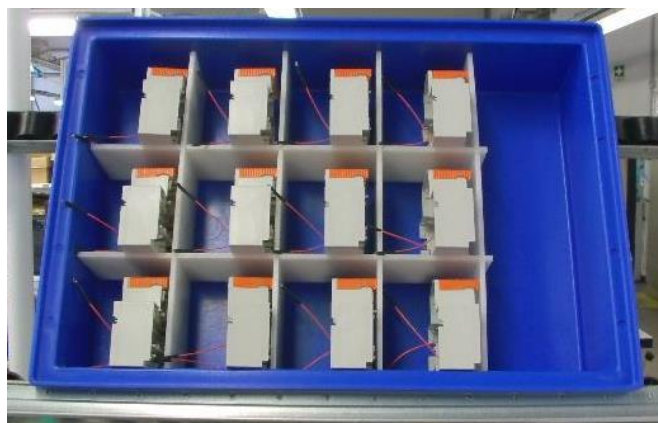


Figura 83 – Lote de transferência.

5.4 Reconfiguração das linhas em célula de montagem

O objetivo da empresa com este projeto passou sempre pela reconfiguração das duas linhas de montagem em apenas um único sistema de produção. A razão de tão desejada mudança justifica-se pela totalidade de desperdícios encontrados durante o período de análise realizado pela autora desta dissertação. Apesar de ser conhecimento da Gewiss Portugal que estas linhas se apresentavam com muitas falhas e problemas, nunca haviam procedido a um estudo tão aprofundado que fundamentasse as suas inquietações.

Desta forma, após realização do capítulo 4, comprovou-se a necessidade de uma configuração que fosse capaz de eliminar os desperdícios expostos, aumentando a sua capacidade de resposta e encontrando-se apta a qualquer mudança inesperada do mercado. Na tentativa de adaptar as características que o cliente impõe ao sistema de produção *Restart*, a nova reconfiguração baseou-se nos seguintes aspetos:

- Tamanho do lote de transferência definido e constante;
- Baixos tempos de *setup*;
- Balanceamento dos postos de trabalho;
- Fluxo de produção uniforme;
- Lançamento de produção exigente;
- Maior flexibilidade dos equipamentos;
- Tempo de produção constante;
- Rápida capacidade de resposta.

Foram muitas as reuniões realizadas com a equipa do projeto Aleluia para discutir qual a melhor configuração tendo em conta os aspetos referidos. Depois de várias tentativas, chegou-se à conclusão que uma célula de montagem que englobasse todos os postos de trabalho seria a solução mais eficaz.

5.4.1 Identificação da família de produtos

Desde o início do projeto que ficou determinado que a família de disjuntores com rearme automático, constituída pelo RD2, RD2 Pro, RM2 e RM2 Pro, seria totalmente fabricada na nova célula de montagem uma vez que estes disjuntores apresentavam fluxos de produção e características semelhantes. A única diferença no fluxo produtivo era a impressão a laser que através da uniformização do processo, explicado anteriormente, dá por finalizado este dilema. Contudo, nas secções seguintes serão abordados com maior profundidade os disjuntores RD2 (código GW94817R) e

RM2 (código GW94227R) uma vez que foram estes os escolhidos pela análise ABC para um estudo mais pormenorizado.

5.4.2 Balanceamento dos postos de trabalho

No momento de diagnóstico do estado atual, as linhas estavam preparadas para uma capacidade de 150 disjuntores RD2 e 60 disjuntores RM2, ou seja, 210 disjuntores no total. Contudo, para o novo sistema de produção, a empresa transmitiu a informação que deveria ser possível o fabrico de 350 disjuntores diários, o que significa um aumento da capacidade em cerca de 40%. Assim, a nova célula deveria estar projetada de forma a responder adequadamente à procura do mercado independentemente do tipo de produto requerido. Para esta produção diária de artigos, o takt time é:

$$Takt\ time = \frac{28380}{350} = 81,1\ segundos$$

Tendo o TT como ponto de partida, tornava-se necessário definir os postos de trabalho com tempos de execução não superiores ao valor anteriormente calculado de forma a responder satisfatoriamente à procura de 350 disjuntores produzidos diariamente. Assim, a formação dos novos postos de trabalho, fundamentou-se nos seguintes aspetos:

- Dado que os tempos de ciclo variavam de acordo com o tipo do produto, optou-se por uma distribuição das operações ao longo dos postos de trabalho tentando aproximá-los o mais possível ao TT e reduzindo o desfasamento entre estes tempos.
- Uma vez que os disjuntores apresentam muitas semelhanças a nível de montagem, um dos princípios também considerados na formação de postos de trabalho passou pela não duplicação de componentes. Ou seja, os componentes comuns às duas linhas que no momento de análise do estado atual se encontravam em postos de trabalho diferentes por serem utilizados em ambas as tipologias de produto, na nova configuração apenas se deverão encontrar num único local, não existindo componentes repetidos ao longo da célula de montagem.
- Pretende-se que as mesmas operações ou operações similares sejam executadas no mesmo posto de trabalho de modo a tornar não só um processo uniforme para todos os disjuntores como também facilitar a adaptação das operadoras no momento de mudança. Portanto, apesar de existirem tipos de produto diferentes, a cada posto corresponderá uma série de operações que serão desempenhadas segundo a mesma sequência de produção para RD2 e RM2.

Deste modo, procedeu-se a uma nova medição dos tempos de acordo a sequência operativa desejada e de forma a respeitar os critérios anteriormente mencionados. Sucintamente, apresentam-se na tabela 8 os postos de trabalho criados bem como os tempos de ciclo de cada um.

Tabela 8 – Posto de trabalho para a nova configuração do sistema produtivo.

Posto de trabalho	Descrição	TC RD2 (seg./peça)	TC RM2 (seg./peça)
PT1	Soldadura dos contactos 1ª Montagem mecânica	70,3	67,7
PT2	Soldadura da resistência e micro 2ª Montagem mecânica	70,8	71,5
PT3	3ª Montagem mecânica	68,1	68,7
PT4	Pré-montagens que abastecem o PT1, PT2 e PT3	31,3	31,3
PT5	Montagem da placa eletrónica	74	78,3
PT6	Acoplamento	30,3	36,3
PT7	Laser	9,9	9,9
PT8	Teste final	68,8	58,8
PT9	Embalagem	68,2	76,2
TOTAL		520,5	531,5

É possível observar que os tempos de processamento dos disjuntores são relativamente próximos, diferenciando-se apenas em alguns segundos pelo que não se torna de todo relevante. Contudo, de modo a tornar mais perceptível a forma como as operações se encontram distribuídas pelos postos de trabalho, mostram-se nas figuras 84 e 85 os gráficos referentes aos balanceamentos.

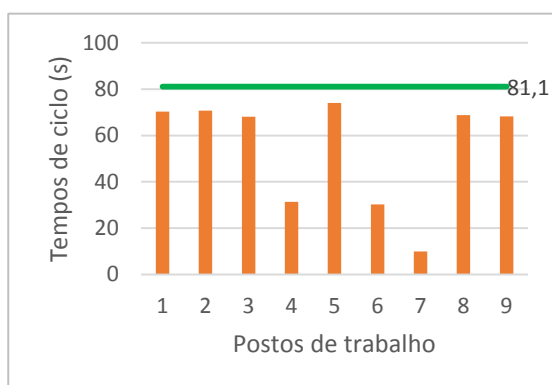


Figura 84 – Balanceamento para o RD2.

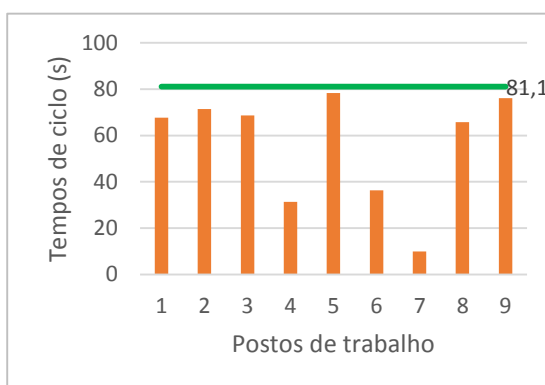


Figura 85 – Balanceamento para o RM2.

Em ambos os gráficos é possível verificar a existência de postos que não se encontram balanceados, nomeadamente, o PT4, PT6 e PT7. Os motivos que estão na origem de tal evidência são explicados a seguir.

PT4 (pré-montagens) – As pré-montagens são efetuadas em prensas específicas que devido às suas dimensões e tempos de execução impossibilitou a integração destas noutra posto de trabalho. Para além disto, uma das prensas é também utilizada noutra linha da secção, nomeadamente, do disjuntor RD4 que se encontra em vias de extinção no mercado mas que no momento de mudança continuava a necessitar destas montagens. Visto ser bastante dispendioso para a empresa a compra ou criação de um equipamento similar, foi do consenso de toda a equipa do projeto arranjar disponibilidade para que outra operadora se pudesse dirigir até ao novo sistema produtivo e usar esta prensa no tempo estipulado, sem interferir na produção do RD2/RM2.

PT6 (acoplamento) – O tipo de operação realizada neste posto de trabalho só poderá ser efetuada após montagem completa dos disjuntores, sendo a criação deste posto a melhor hipótese apesar de apresentar tempo de ciclo diferente quando comparado com outros.

PT7 (laser) – A impressão a laser é efetuada noutra local da empresa, pelo que só se realizará de acordo com o horário-laser uma vez que a máquina é utilizada por vários produtos, como já explicado na secção 5.1. A possibilidade de existir uma máquina destinada aos disjuntores RD2/RM2 estava fora de questão devido aos custos que daí resultariam.

5.4.3 Afetação de operadoras

Seguidamente, procedeu-se ao cálculo do número de operadoras necessárias por posto de trabalho com recurso à seguinte equação:

$$\text{Número de operadoras} = \frac{\text{Tempo de ciclo total}}{\text{Takt time}}$$

Este cálculo foi efetuado para os disjuntores em estudo, permitindo constatar que o número de operadoras necessárias para a nova célula de produção seria de 7 operadoras, partindo do princípio que trabalhariam a 100%. Visto que ao longo de um dia de trabalho, não se mantém sempre o mesmo fator de atividade e que nem todas as operadoras trabalham ao mesmo ritmo, considerou-se oportuno estudar outras possibilidades com diferentes fatores. Os valores obtidos apresentam-se na tabela 9.

Tabela 9 – Determinação do número de operadoras com diferentes fatores de atividade.

Tipo de produto	TC total	TT	Fator de atividade			Nº de operadoras
			100%	95%	90%	
RD2	520,5	81,1	6,4	6,7	7,1	7
RM2	531,6		6,5	6,8	7,1	7

Analisando os diferentes cenários, verifica-se que com uma diminuição da eficiência por parte das operadoras, a única situação da qual poderá resultar maior risco é perante um fator de atividade de 90%. Contudo, considera-se 7 o número apropriado de operadoras alocadas ao novo sistema produtivo para atingir a produção estipulada.

Posto isto, procedeu-se à distribuição das operadoras pelos postos de trabalho criados, aproximando quanto possível os tempos totais de operação de cada uma e reduzindo tempos mortos. Esta afetação de operadoras encontra-se na tabela 10, sendo igual para os disjuntores RD2 e RM2.

Tabela 10 – Afetação de operadoras

Operadora	Posto de trabalho
1	PT1
2	PT2
3	PT3
4	PT4 + PT6 + PT7
5	PT5
6	PT8
7	PT9

Verifica-se que na maioria dos postos, existe apenas uma operadora responsável. Contudo, devido aos tempos diminutos dos postos 4, 6 e 7, as tarefas a eles afetos serão desempenhados somente por uma operadora. De modo a comparar os tempos totais de operação por operadora em relação ao *takt time*, elaborou-se o gráfico de barras apresentado na figura 86 onde se pode confirmar que existe um balanceamento das cargas de trabalho.

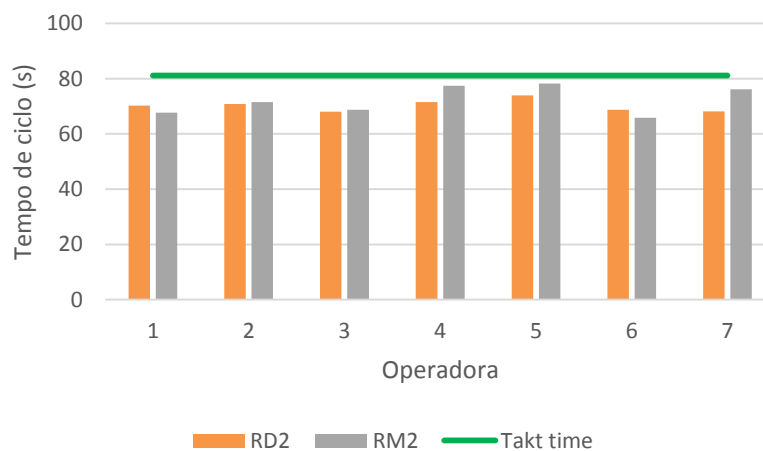


Figura 86 – Balanceamento das operadoras.

5.4.4 Implantação da célula de montagem

O tipo de implantação da célula de montagem foi um passo bastante importante do projeto que só ficou resolvido após várias reuniões e discussões com a equipa de trabalho. Visto que encontrar um layout que se adeque às características dos produtos e à flexibilidade do mercado nem sempre é uma tarefa fácil, foram elaboradas várias tentativas através de uma maquete de cartão feita à escala pela autora da presente dissertação.

Durante uma semana, esta maquete esteve disponível para todos os elementos do projeto que poderiam contribuir com ideias ou sugestões que considerassem adequadas. O espaço disponível também esteve sempre limitado, tendo como objetivo uma diminuição de pelo menos 20% do espaço total que as linhas ocupavam no momento. Assim, as várias propostas não deveriam ultrapassar o limite estabelecido. Na figura 87, apresentam-se alguns exemplos de layout considerados nesta fase.

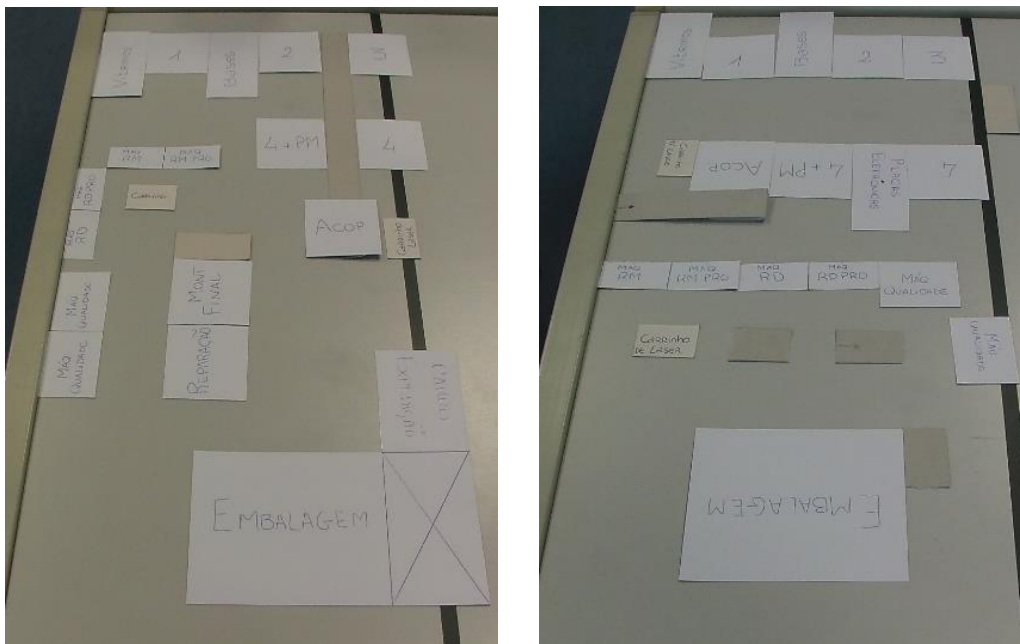


Figura 87 – Exemplos de propostas de layout.

Após várias experiências considerou-se como solução ótima a implantação de uma célula em U que englobasse todos os postos de trabalho, sendo possível alcançar uma maior flexibilidade, um aumento da qualidade, uma diminuição de trabalhos em curso de fabrico, aumento da produtividade e eliminação de desperdícios relativos a transportes, movimentações e deslocamentos completamente desnecessários. Este layout foi aprovado por toda a equipa e encontra-se representado na figura 88.

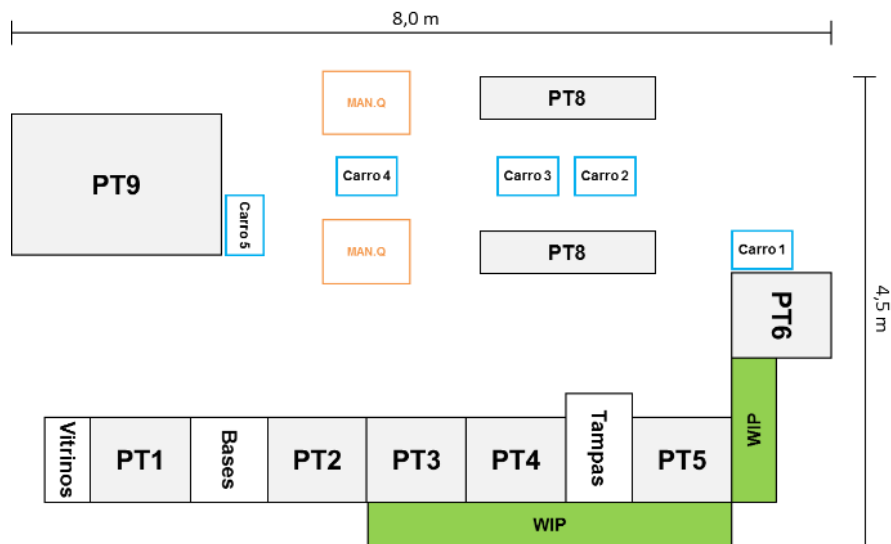


Figura 88 – Layout da célula de montagem RD2/RM2.

No layout apresentado é possível comprovar que para além de todos os postos de trabalho criados, existe ainda outro espaço referente às máquinas de teste da qualidade, MAN.Q. Desta forma, a área total ocupada, integrando produção e qualidade, passou a ser 36 m² o que representa uma diminuição de cerca de 37%.

5.4.5 Adaptação do modo operatório

Desde o início do projeto que as operadoras se encontravam conscientes da necessidade de mudança das linhas onde operavam, entendendo os benefícios que se poderiam alcançar. Contudo, quando confrontadas com a possibilidade de trabalharem em pé, devido ao diminuto tempo despendido em cada posto, mostraram-se pouco à vontade pois desde que fazem parte do grupo Gewiss sempre operaram sentadas, excetuando no posto de teste final e embalagem. Neste sentido, para um melhor entendimento das possíveis dificuldades que poderiam ter ao trabalharem em pé, a autora desta dissertação passou para o campo da produção e juntamente com as operadoras procedeu à montagem dos aparelhos, concluindo que de facto alguns postos deveriam ser sentados devido à exatidão e complexidade de algumas operações. Expostas estas condições ao restante grupo do projeto, todos se mostraram compreensivos e de acordo com as razões pelas quais a nova célula irá integrar postos de trabalho sentados (PT3, PT4 e PT5) e postos realizados em pé.

Definida a situação dos postos de trabalho e de acordo com a distribuição equitativa das tarefas pelas operadoras, descrita na secção 5.4.3, foi aplicado o modo operatório *Working Balance*, de acordo com a atuação em 5 áreas diferentes, representadas na figura 89.

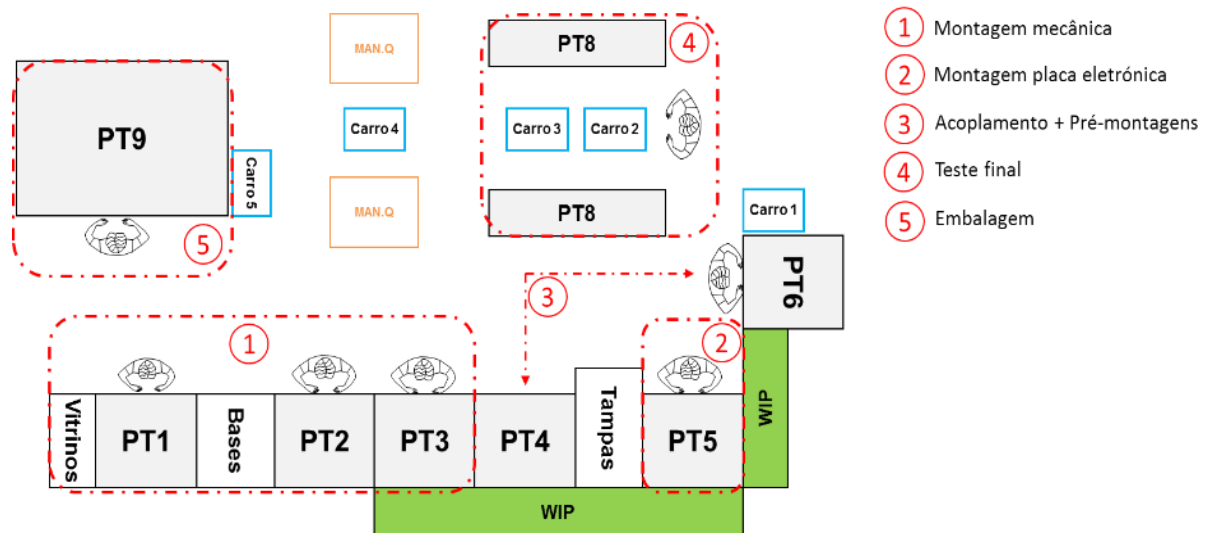


Figura 89 – Áreas de atuação das operadoras na célula.

Nesta representação não referencia a área da qualidade uma vez que será efetuada por uma operadora do departamento MAN.Q que ficará responsável pela validação dos lotes, procedimentos explicados com maior pormenor na secção 5.8.

Para além desta divisão de postos de trabalho pelas operadoras, surgiu a ideia de adaptar o modo operatório *Rabbit Chase* aos três primeiros postos de trabalho com o intuito de todas as operadoras obterem os mesmos conhecimentos ao nível da montagem mecânica e soldadura. É de salientar que este modo só não foi aplicado a todo o processo produtivo devido a restrições das operações que assim impediam a sua implementação.

5.4.6 Fluxo de materiais

O novo processo do RD2/RM2 divide-se em 6 áreas fundamentais: montagem mecânica, montagem placa eletrónica, acoplamento, laser, teste final e embalagem. Na figura 90 está representado um modelo 3D da célula de produção construída assim como assinalado o fluxo de materiais desde a entrada de matéria-prima até à saída do tipo de produto final.

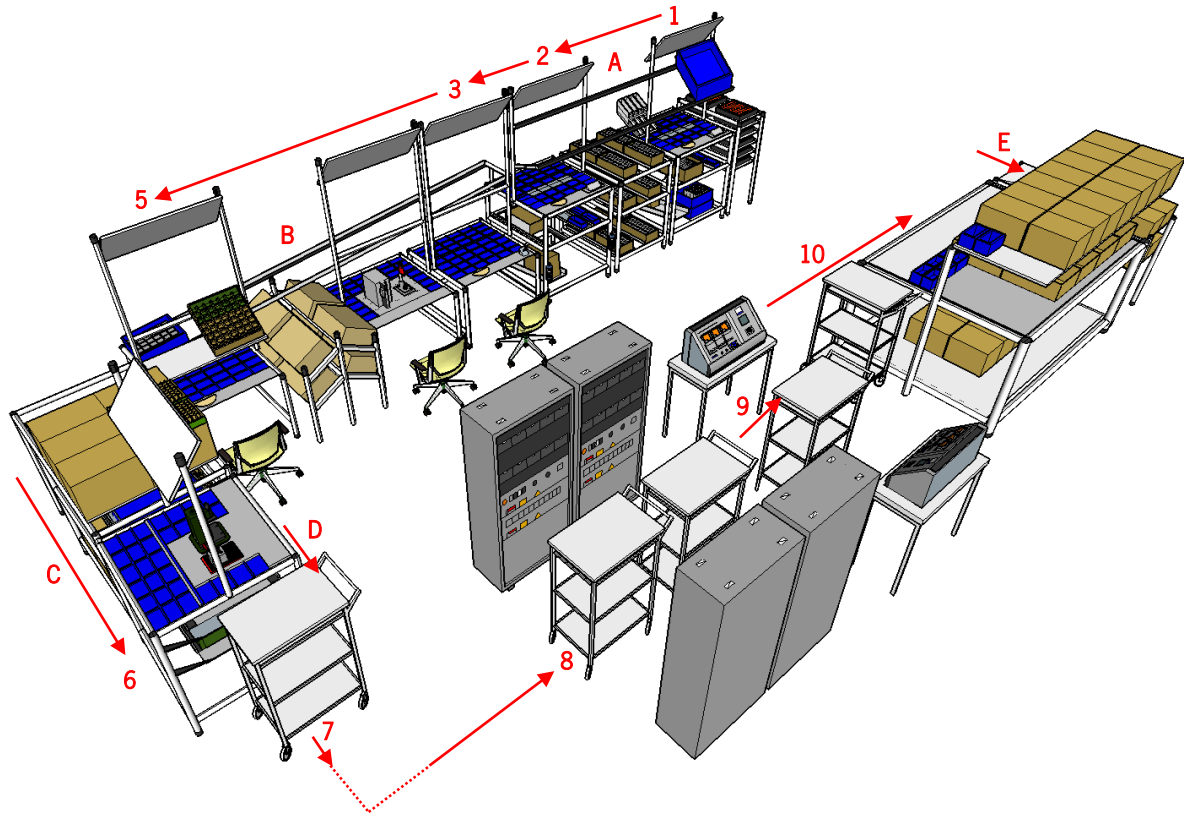


Figura 90 – Fluxo produtivo da célula RD2/RM2.

No 1º posto de trabalho (1) é colocado na rack de entrada o tabuleiro *standard* referente ao lote de transferência, com capacidade para os 12 aparelhos, que percorre todo o processo produtivo. As operações realizadas neste posto referem-se à soldadura dos contactos e montagem inicial da parte mecânica do disjuntor. Quando finalizada a montagem, o tabuleiro é empurrado através do sistema de rolamentos (A) até ao posto seguinte.

No 2º posto de trabalho (2), é soldada a resistência ao fio conetor juntamente com a micro. Este conjunto é inserido na base do aparelho e são colocadas as peças referentes à segunda montagem mecânica.

Posteriormente, no 3º posto (3), dá-se por terminada toda a montagem mecânica e o tabuleiro é então colocado na rack de WIP do PT3 para o PT5 (B), onde se realiza a montagem da placa eletrónica (5).

Seguindo pela rack de WIP do PT5 para o PT6 (C), neste posto (6) é efetuada a operação de acoplamento do RD2/RM2 com o SD2/MDC, respetivamente, que entram na rack segundo uma sequência bem definida pelo programador da produção. Quando todos os aparelhos referentes ao lote de transferência estiverem acoplados, o respetivo tabuleiro é colocado no carrinho para laser (D).

De acordo com a disponibilidade da máquina de laser, a operadora responsável efetua o deslocamento para concretizar a gravação do índice do disjuntor (7). Quando terminar, regressa novamente à célula, onde coloca o carrinho no posto de teste final (8).

Os disjuntores passam ainda pela área MAN.Q (9) e só depois se dirigem para o posto da embalagem (10). Desta forma, os aparelhos são embalados e colocados na rack de saída de produto final (E), encontrando-se prontos a serem expedidos para o cliente final.

5.4.7 Fluxo de informação

Com a reconfiguração das linhas na célula de montagem, também o fluxo de informação sofre alterações relativamente ao modo como era realizado. Para dar as ordens de produção, propôs-se a conceção de uma etiqueta de início de lote que é impressa pelo programador do RD2/RM2 e colocada no sequenciador que se encontra no primeiro posto de trabalho, acompanhando todo o processo produtivo. Nas figura 91 apresentam-se as formas como estas etiquetas se encontram dispostas no sequenciador e o modo como seguem no tabuleiro do lote de transferência, constituído por 12 unidades.

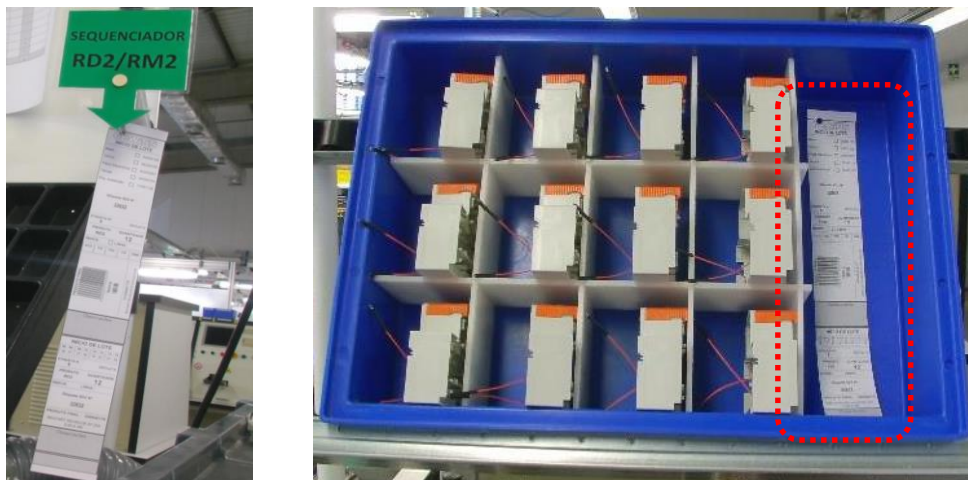


Figura 91 – Sequenciador e modo como as etiquetas se integram no tabuleiro *standard*.

A etiqueta pretende identificar o disjuntor a produzir, a sua tipologia e alguns dos seus componentes chave que devem ser validados no posto de trabalho correspondente. Como ainda não existia base de dados para estas tipologias de produto, o programador da produção procedeu à sua criação. Porém, outro aspeto igualmente importante foi ainda a implementação de um campo que indica o código correspondente da etiqueta de início de lote do SD2/MDC de modo a evitar possíveis erros ou falhas no momento de acoplar. Desta forma, a operadora deve sempre confrontar os códigos das etiquetas para confirmação do correto acoplamento dos disjuntores.

Na figura 92 encontra-se uma exemplificação da etiqueta de início de lote para o disjuntor RD2 juntamente com uma breve descrição de cada campo.

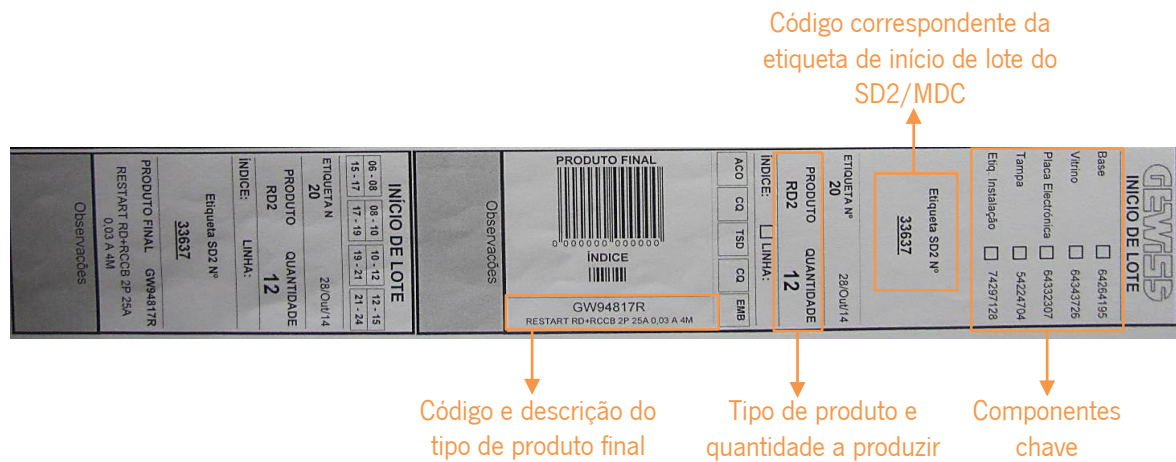


Figura 92 – Exemplo da etiqueta de início de lote.

Quando chega ao último posto de trabalho referente à embalagem, o *scanner* efetua a leitura do código de barras do tipo de produto final e transfere a informação para o computador que atualiza a produção diária.

No que diz respeito às ordens de produção efetuadas as células do SD2/MDC foi criado um novo método nunca antes experimentado pela empresa. As etiquetas do RD2/RM2, que acompanham todo o processo de produção, quando chegam ao momento de embalagem são guardadas e colocadas num gancho existente no posto de trabalho. O *petit-train* quando fizer a sua volta de abastecimento, se reparar que existem etiquetas no respetivo local fica responsável pelo transporte destas até às células do SD2/MDC, onde existem dois sequenciadores:

- Um para a colocação das etiquetas de início de lote segundo a sequência definida pelo programador;
- E outro com o propósito de guardar as etiquetas velhas devolvidas pela célula de montagem RD2/RM2.

A essência desta ideia passa por iniciar a produção do SD2/MDC referentes ao RD2/RM2, apenas quando uma etiqueta velha for devolvida de modo a evitar um excesso de produção e de manter mínima a quantidade de trabalhos em curso de fabrico. Quando uma etiqueta velha é colocada no sequenciador, as operadoras das células SD2/MDC sabem que devem dar início à produção de um novo lote, deitando esta para o lixo e agarrando uma nova etiqueta de início de lote.

5.5 Mudança no fornecimento de componentes

Devido ao fornecimento inapropriado de determinados componentes, na secção seguinte são propostos novos métodos para melhorar o processo produtivo do RD2/RM2.

5.5.1 Substituição da caixa das bases

A nova configuração do sistema produtivo deve ter disponível as seis tipologias de bases existentes para o RD2/RM2 de modo a se adaptar a qualquer variação que possa surgir na procura de qualquer um dos tipos de produto. Atualmente, as bases são enviadas pelos fornecedores em caixas S3 (38x30x30 cm), constituída por 116 unidades, que se consideram de grande dimensão e que podem dificultar a integração de cada uma delas no novo sistema devido ao espaço excessivo que ocupam. Neste sentido, foi proposto aos fornecedores que enviassem as bases em caixas com altura inferior, denominadas por S4 (38x30x18 cm), com habilitação para reunir 60 bases. A figura 93 apresenta um exemplo da substituição destas caixas.

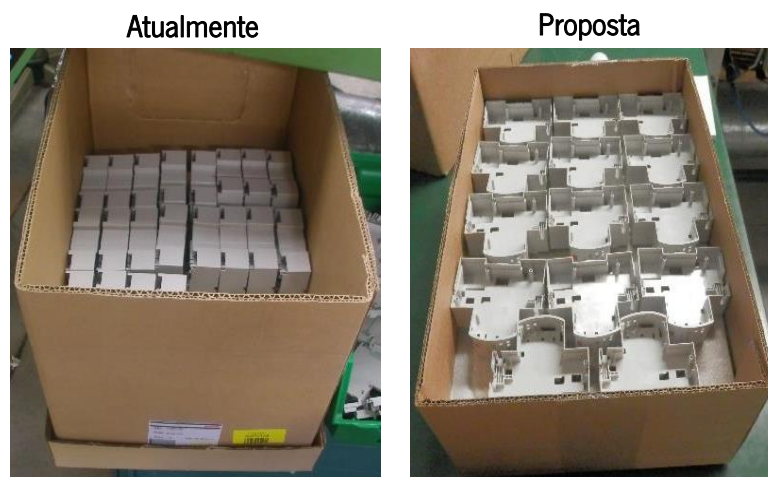


Figura 93 – Substituição das caixas S3 por caixas S4 de menor dimensão.

No momento de análise do estado atual, as caixas das bases dos disjuntores eram as únicas fornecidas em S3, sendo as restantes caixas, nomeadamente das tampas, enviadas em S4. Desta forma, com esta mudança consegue-se não só uma redução do espaço ocupado como também uma homogeneidade das caixas, passando a serem todas do modelo S4.

5.5.2 Alteração do tabuleiro dos vitrinos

Atualmente o tabuleiro dos vitrinos apresenta-se com grande dimensão (62x30x4 cm) e a sua disposição não é a mais adequada visto que correm o risco de facilmente se riscarem ou danificarem, não existindo qualquer tipo de segurança, como referido na secção 4.1.9.

Indica-se como possível melhoria do processo produtivo, a sua alteração para tabuleiros mais pequenos (39x30x4 cm) com espaços individuais para cada vitrino, diminuindo desta forma o risco de eles se danificarem assim como se demonstra na figura 94.



Figura 94 – Alteração do tabuleiro dos vitrinos.

Como é possível verificar, o tabuleiro que no momento apresentava 108 unidades passa a estar organizado num tabuleiro de apenas 32 peças, proporcionando estabilidade e segurança aos vitrinos bem como facultando uma diminuição do espaço ocupado pelos tabuleiros.

5.6 Organização dos postos de trabalho

Com a reconfiguração das linhas em célula de montagem houve a necessidade de criar de raiz novos postos de trabalho, sendo aplicada a estrutura *standard* existente na empresa constituída por um tampo de 90x90 cm e com capacidade para alocar 24 contentores do tipo L60. O tampo encontra-se repartido em dois, onde os contentores de uma parte são o espelho da outra, como representado na figura 95.



Figura 95 – Constituição do tampo de um posto de trabalho *standard*.

Quando o componente do contentor em utilização termina, a operadora coloca-o na rack dos vazios e retira o contentor respetivo que se encontra no lado espelho através de um funcionamento de contentor cheio – contentor vazio. Deste modo, existem por posto de trabalho dois contentores iguais de cada componente de modo a evitar paragens na produção por falta de material.

A cada cavidade do tampo está associado um determinado número composto por três algarismos: número do posto de trabalho, número da coluna correspondente e número da fila. Desta forma, cada contentor indica o número da sua correta localização, facilitando o trabalho do abastecedor. Na figura 96 é possível consultar o exemplo de um micro-layout para o PT3.

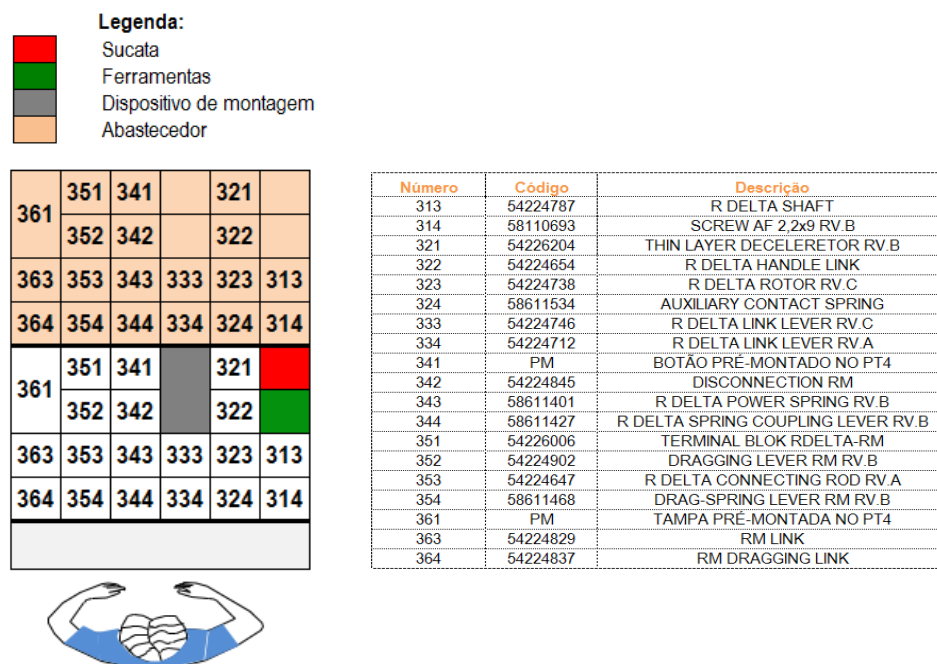


Figura 96 – Micro-Layout do PT3.

Este tipo de posto de trabalho apenas se indica para a utilização de contentores *standard*, tornando-se necessário a adoção de outras medidas no caso das caixas S4 e tabuleiros dos vitrinos. Tendo em mente as propostas descritas na secção 5.5, foi montada uma estrutura à medida para o armazenamento das 6 tipologias de bases, apresentada na figura 97. Porém, visto que retirar diretamente as bases da estrutura se mostrava uma solução pouco viável, criou-se ainda um suporte no nível inferior do posto de trabalho com o intuito de colocar a caixa em utilização, figura 98.



Figura 97 – Estrutura para as bases.

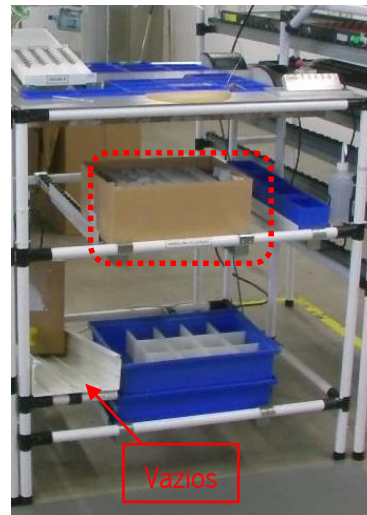


Figura 98 – Bases em utilização.

A estrutura possui uma capacidade para reunir duas caixas de cada tipologia, constituídas por 60 unidades. Quando uma terminar, é colocada na rack dos vazios para posteriormente voltar a ser abastecida. Relativamente às caixas em utilização, o código da base correspondente ao disjuntor encontra-se indicado na etiqueta de início de lote, ficando à responsabilidade da operadora conferir o código e efetuar, se necessário, a respetiva troca das caixas para assim impedir equívocos na produção.

De forma similar, procedeu-se à montagem de uma prateleira para guardar os 6 tipos de vitrinos existentes, implementando-se um suporte de encaixe no sistema de rolamentos para a colocação do tabuleiro em utilização como mostra a figura 99. Esta apresentou-se ser a maneira mais fácil e conveniente, de modo a serem executados pela operadora os menores movimentos possíveis.



Figura 99 – Estrutura para os vitrinos e tabuleiro em utilização.

No PT5 e PT6 existem duas tipologias de tampas para a montagem de cada disjuntor. Uma vez que estes postos de trabalho são sentados, não havia espaço suficiente para a integração de mais duas caixas em cada posto, motivo pelo qual se tornou necessário a montagem de um suporte de dois níveis com a possibilidade das tampas serem retiradas diretamente da caixa. Esta estrutura é apresentada na figura 100, sendo possível verificar que as caixas se apresentam com uma certa inclinação de forma às operadoras conseguirem retirar com maior facilidade as tampas em questão. Ficou ainda estipulado que de acordo com o código em utilização, a operadora deve tapar a outra caixa para não se enganar nem se confundir na hora de montagem.



Figura 100 – Suporte para as caixas das tampas em utilização.

Todas estas estruturas apresentadas, já se encontravam incluídas no layout proposto na secção 5.4.4., estando o seu espaço considerado na área total ocupada.

5.7 Normalização do trabalho

Com a conceção do novo sistema de produção, foi necessário definir a melhor sequência das operações de modo a alcançar não só um trabalho normalizado como também documentar todos os procedimentos executantes. Nesta perspetiva, recorreu-se à ferramenta *Standard Work* com o designio de criar uma *standard work combination table* para cada posto de trabalho da célula, que descreve sequencialmente todas as operações necessárias à produção dos artigos e indica cada tempo de ciclo previsto. Esta tarefa foi desenvolvida juntamente com o chefe de secção e todas as operadoras envolvidas no processo de produção do RD2/RM2 de maneira a encontrar a solução ideal.

No Anexo IV podem ser consultadas todas as *standard work combination table*, apresentando-se na figura 101 um exemplo para a montagem executada no 1º posto de trabalho.

Work Combination Table

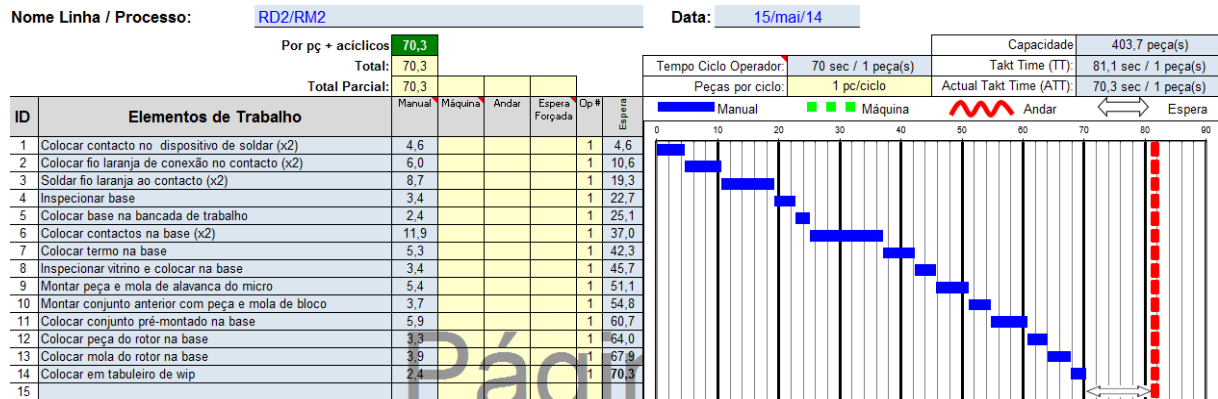


Figura 101 – *Standard work combination table* para o PT1.

Para complementar a documentação relativa ao trabalho normalizado definido através do *standard work*, foram criadas instruções de operador que especificam para cada posto de trabalho as atividades desenvolvidas na produção dos artigos. Assim, a informação relativa à sequência das operações encontra-se registada juntamente com fotografias que auxiliam visualmente todo o processo. No anexo V, encontram-se as instruções de operador para todos os postos de trabalho.

No momento de mudança, este documento facilitou bastante a adaptação das operadoras aos postos de trabalho uma vez que as instruções de operador permitiam-lhes a consulta em caso de dúvidas acerca da montagem. Desta forma, foi implementado em cada posto de trabalho um quadro para colocação das instruções, diferenciando-se segundo as diferentes montagens executadas para todas as versões dos produtos como ilustra a figura 102.



Figura 102 – Disposição das instruções de operador por posto de trabalho.

5.8 Integração do controlo da qualidade

Um dos grandes objetivos deste projeto passava pela integração do controlo da qualidade ao longo do processo, ou seja, ser possível “vender” o disjuntor *Restart* no final do posto de embalagem. Neste sentido, foram realizadas várias reuniões com o departamento da qualidade de forma a estabelecer os pontos de controlo necessários no processo produtivo. Após várias discussões e partilha de ideias, foram determinados três áreas de atuação do MAN.Q, indicadas na figura 103, partindo do princípio que os erros devem ser detetados o mais cedo possível e que os aparelhos devem ser impedidos de avançarem no processo sem se encontrarem nas devidas condições.

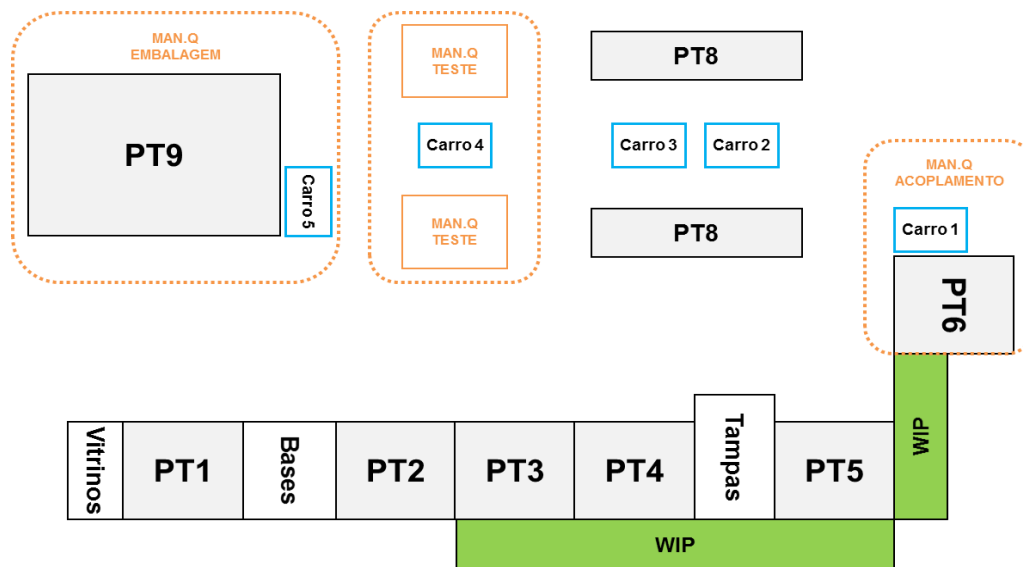


Figura 103 – Pontos de controlo da qualidade ao longo do processo produtivo.

Tendo em conta o horário de laser, o controlador dirige-se até à célula de montagem 15 minutos antes da hora planeada de modo a validar os aparelhos que se encontram no carrinho após o acoplamento. Ficou estipulado que neste ponto devem ser analisadas apenas 3 peças por tabuleiro *standard*, constituído por 12 aparelhos, impedindo o processo de avançar até que o carrinho seja libertado pela qualidade. Neste ponto, as características analisadas são essencialmente visuais, verificando o controlador toda a estética e integridade dos disjuntores assim como a sua correta construção. Interessa ainda confirmar se o aparelho acoplado corresponde na sua totalidade aos dados indicados na etiqueta de início de lote.

No seguimento do teste final, a qualidade bloqueia novamente os tabuleiros e efetua o teste à função em 10% por tipologia do produto, confirmando o adequado funcionamento do SD2/MDC com o vitruvino (movimento), o bloqueio e os três rearmes.

Por último, no posto da embalagem (PT9) o controlo é efetuado em 10% por código do disjuntor. Como os aparelhos já foram validados nas etapas anteriores, neste ponto de controlo importa apenas averiguar se a embalagem se encontra nas condições apropriadas não só esteticamente como também a nível de correspondência das etiquetas e presença de manuais de instrução.

Sentido a necessidade de assinalar toda a informação referente aos pontos de controlo no processo, foi criada uma folha de registo que indica todos os parâmetros que devem ser analisados e quais os critérios de aceitação. De maneira a efetuar estatísticas acerca dos aparelhos rejeitados, na mesma folha existe um campo para indicação do tipo de defeito. Assim, a folha é impressa de dois lados, um destinado ao preenchimento de dados e outro que inclui a tabela de defeitos para facilitar ao controlador da qualidade a identificação do defeito em causa. Na figura 104, apresenta-se o documento para controlo do processo do RD2/RM2.

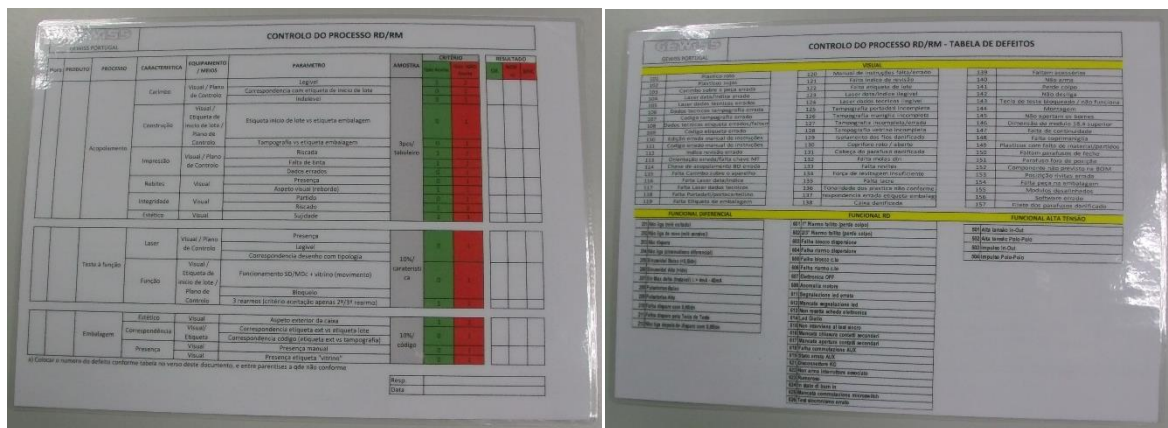


Figura 104 – Documento para controlo do processo RD2/RM2.

Como se pode observar, a folha encontra-se plastificada na medida em que se considerou oportuno o seu aproveitamento, evitando a impressão diária de folhas e utilizando um marcador próprio para registo de informação. No final de cada dia de produção, a folha é scanizada para o computador de forma a ficarem guardados todos os resultados obtidos e a informação é limpa para que a folha volte a ser usada no dia seguinte. Todos os campos podem ser consultados com maior detalhe no anexo VI.

5.9 Integração de carrinhos de transporte na célula

De modo a efetuar o transporte dos lotes de transferência desde o acoplamento até ao posto de embalagem foi introduzido o conceito de carrinho cheio – carrinho vazio. A proposta passa pela existência de um movimento cíclico de cinco carrinhos que permitem um fácil deslocamento entre postos de trabalho e possibilitam às operadoras identificar o momento de validação dos lotes por parte do departamento da qualidade. Sempre que um carrinho é empurrado para o posto seguinte dá a

indicação que todas as suas características foram validadas, encontrando-se nas devidas condições para seguir normalmente o processo produtivo. Uma vez que a Qualidade não verifica 100% da produção, este método mostrou-se como sendo o mais adequado na medida em que visualmente se consegue perceber quando um carrinho é bloqueado ou libertado. Na figura 105, apresenta-se o modo de funcionamento deste conceito em que as setas azuis representam o movimento efetuado.

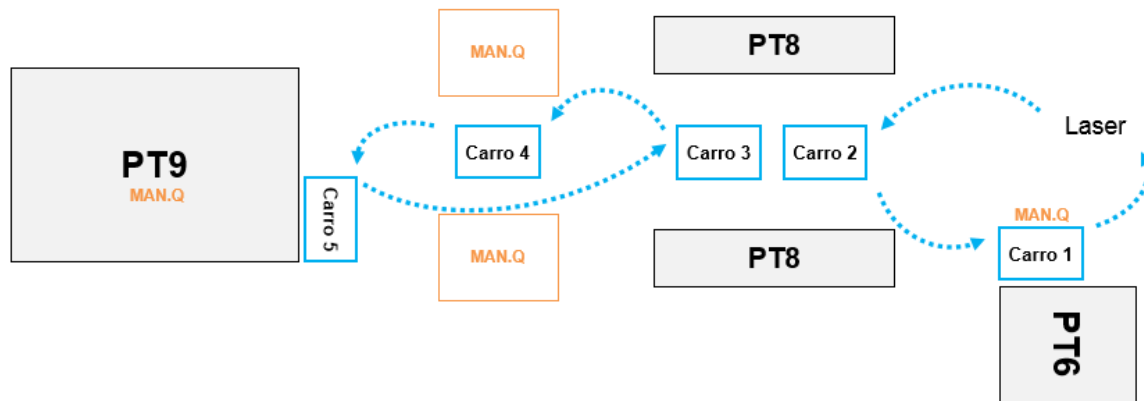


Figura 105 – Movimento dos carrinhos de transporte entre postos de trabalho.

O carrinho 1 que seguiu para laser e que já se encontra validado, é colocado para teste final no PT8. Os aparelhos são colocados na máquina e após término do teste são dispostos no carrinho 3 que será transportado mais tarde pela qualidade. Entretanto, o carrinho 2 ficou vazio, sendo reencaminhado para o PT6 para que se volte a encher.

A qualidade após efetuar o teste à função dos disjuntores que se encontram no carrinho 4, transfere-o para o PT9. Neste posto, existe o carrinho 5 que depois de embalados os aparelhos ficou vazio e que é conduzido novamente até ao PT8, trocando-se pelo carrinho 3 que ficou cheio depois dos aparelhos serem testados.

5.10 Abastecimento direto dos postos de trabalho

Com a reconfiguração do sistema na célula de montagem, tornou-se necessário implementar um modo de abastecimento mais eficiente e capaz de satisfazer adequadamente as necessidades de materiais. O objetivo passa por abastecer diretamente os postos de trabalho através da definição de uma nova rota do comboio logístico já existente, estipulado para efetuar a reposição de componentes de hora a hora.

Na figura 106, apresenta-se a rota definida para o *petit-train* de modo a contemplar o novo sistema produtivo.

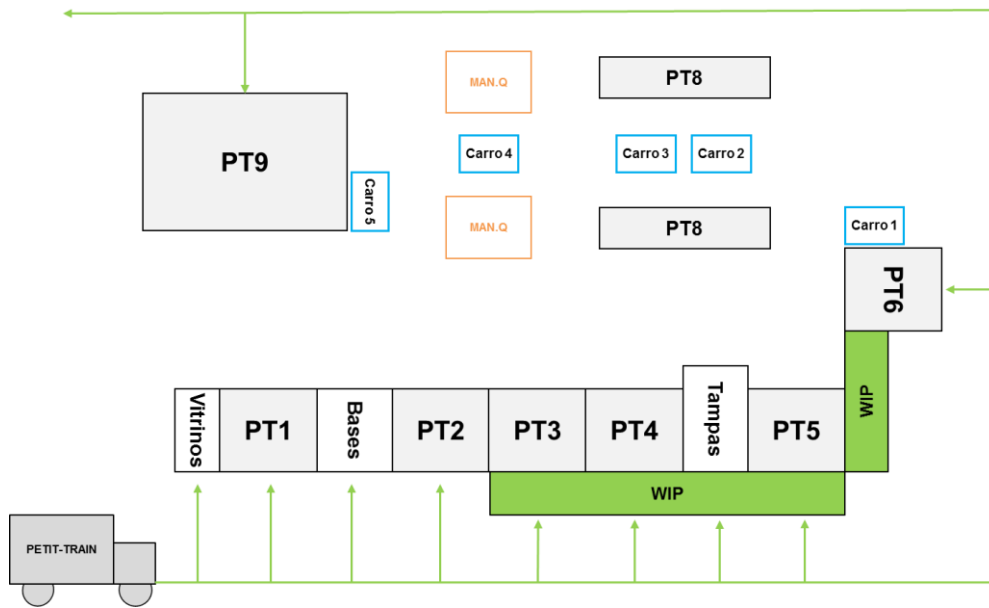


Figura 106 – Rota de abastecimento efetuado pelo *petit-train*.

De acordo com o consumo de materiais por hora de produção, foram programadas todas as quantidades de componentes necessários, recorrendo-se à metodologia de *kanban* contentor cheio – contentor vazio. Para isso, em cada posto de trabalho existem dois contentores do mesmo componente de forma a impossibilitar a ocorrência de quebras na produção. Quando um contentor fica vazio é colocado na rack projetada para essa finalidade, sendo posteriormente recolhido pelo *petit-train* que volta a efetuar o respetivo abastecimento na próxima ronda.

Tendo em conta os números atribuídos às cavidades dos postos de trabalho expostos na secção 5.6, colocaram-se etiquetas de identificação de componentes. Assim, para cada contentor existe um local específico com o principal objetivo de permitir ao abastecedor o fácil reconhecimento do local exato dos componentes. Nas figuras 107 e 108 é possível compreender com maior clareza o modo como estes contentores se encontram dispostos no posto de trabalho.



Figura 107 – Identificação do posto.



Figura 108 – Identificação do contentor.

5.11 Programa de rotatividade das operadoras

A falta de polivalência e rotatividade das operadoras, analisada na secção 4.9.7, acabava por tornar o trabalho monótono e desinteressante, conduzindo não só a uma baixa flexibilidade como também a elevados níveis de fadiga no trabalho. Para além disso, as operadoras da linha RD2 não tinham qualquer tipo de conhecimento do processo de fabrico do RM2, e vice-versa, pelo que de modo a alargarem as suas aptidões a nível da produção de ambos os tipos de produto, todas as operadoras receberam a devida formação junto do supervisor da secção *Restart*. Com paciência e dedicação, as operadoras mostraram-se totalmente recetivas a novas aprendizagens e interagiram positivamente no desenvolvimento do projeto, alargando as suas capacidades nos diversos postos de trabalho.

Compreendendo as necessidades das trabalhadoras e de forma a proporcionar qualidade de vida no trabalho, recorreu-se ao modelo de rotação A-B-A-B para elaborar um programa de rotatividade onde as operadoras rodam entre 2 postos de trabalho ao longo de um dia de trabalho dividido em 4 intervalos de tempo. Como na célula de produção existem postos de trabalho sentados e em pé, este programa foi preparado de modo a intercalar as duas posições, evitando que as operadoras adotem sempre a mesma postura. Na tabela 11, apresenta-se o programa de rotatividade criado.

Tabela 11 – Programa de rotatividade das operadoras.

Operadora	8:00 - 10:15	10:15 - 12:15	12:15 - 15:00	15:00 - 17:00
M^a da Glória	PT1/PT2/PT3	PT4+PT6+PT7	PT1/PT2/PT3	PT4+PT6+PT7
Raquel	PT1/PT2/PT3	PT5	PT1/PT2/PT3	PT5
Agostinha	PT1/PT2/PT3	PT8	PT1/PT2/PT3	PT8
Fátima	PT4+PT6+PT7	PT9	PT4+PT6+PT7	PT9
Glória	PT5	PT1/PT2/PT3	PT5	PT1/PT2/PT3
Goreti	PT8	PT1/PT2/PT3	PT8	PT1/PT2/PT3
Alexandra	PT9	PT1/PT2/PT3	PT9	PT1/PT2/PT3

Como é possível constatar, este programa encontra-se organizado segundo o balanceamento alcançado na secção 5.4.3, relembrando que o PT1, PT2 e PT3 operam segundo o modo *rabbit-chase*. Assim, através de uma rotação de 2 em 2 horas pretende-se uma maior polivalência das operadoras assim como um aumento da satisfação e motivação, quebrando a monotonia no trabalho.

Concebido para uma aprendizagem progressiva, o programa de rotatividade pode ser alterado à medida que as operadoras atinjam novas competências nos postos de trabalho por onde rodam.

5.12 Aplicação do programa 5S e gestão visual

O programa 5S já era do conhecimento geral de todas as operadoras visto a sua prática ser cada vez mais estimulada pela empresa. Contudo, na análise do estado atual constatou-se com uma realidade indesejada, onde eram notáveis os problemas relacionados com a desorganização dos postos de trabalho. Assim, com a reconfiguração das linhas na célula de produção, tornou-se fundamental proporcionar às operadoras uma formação adequada no sentido de as sensibilizar para a importância de manter um local de trabalho limpo e organizado, conservando apenas o necessário.

Com o intuito de auxiliar a aplicação do programa 5S na secção produtiva, foram delimitados e sinalizados todos os espaços referentes a ferramentas e materiais com recurso ao código de cores existente na empresa apresentado no Anexo VII.

Para integração da gestão visual, recorreu-se a fitas adesivas correspondentes a cada cor e acompanhou-se com uma etiqueta descritiva de modo a ficar tudo corretamente indicado. Na figura 109 apresentam-se exemplos da gestão visual implementada na célula RD2/RM2, nomeadamente, nos dispositivos de soldar, contentores de ferramentas e sucata.

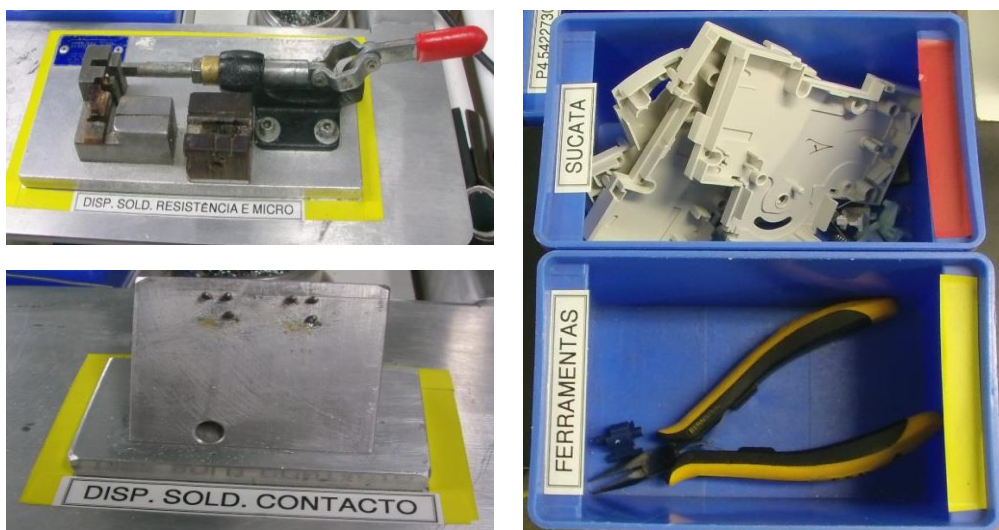


Figura 109 – Exemplos de gestão visual.

Todos os espaços referentes a WIP, entrada e saída de material foram igualmente identificados como exemplificado na figura 110.

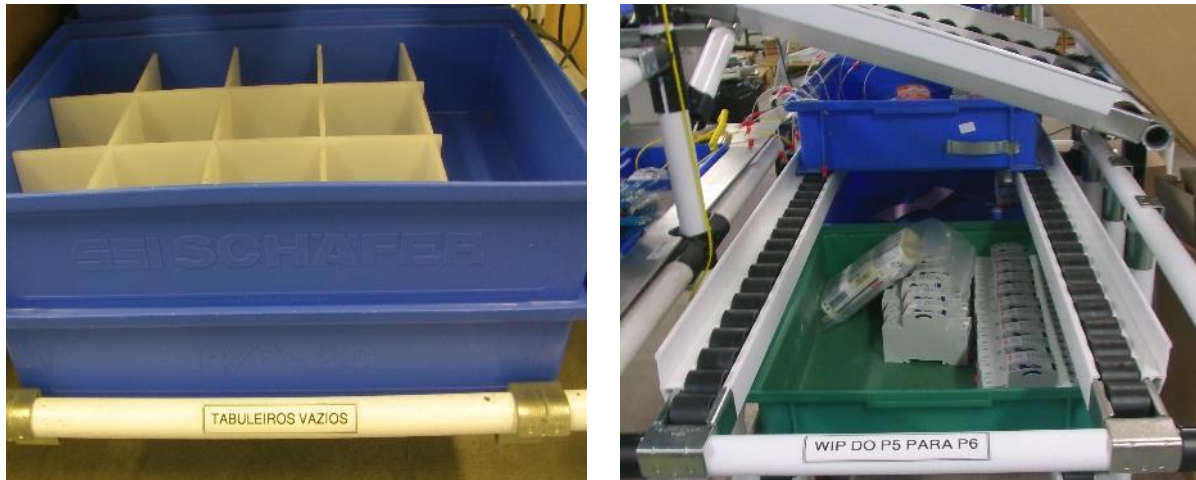


Figura 110 – Exemplos de etiquetas de identificação de espaços.

Relativamente ao terceiro S que diz respeito à limpeza, ficou estipulado que nos últimos 5 minutos antes de terminar o dia de produção, todas as operadoras devem efetuar as seguintes tarefas:

- Limpar ferramentas e dispositivos do posto de trabalho;
- Limpar bancada de trabalho;
- Limpar o chão da zona adjacente ao posto de trabalho.

De modo a manter limpa toda a área produtiva, são disponibilizados os seguintes equipamentos de limpeza: pano/papel, álcool, vassoura e apanhador, que se encontram indicados na figura 111.



Figura 111 – Equipamentos para limpeza diária da célula.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

No presente capítulo realiza-se uma análise e discussão dos resultados obtidos com a implementação das propostas de melhoria decorrentes da reconfiguração das linhas em célula de montagem.

6.1 Vantagens da uniformização do fluxo de produção

Uma vez que os disjuntores apresentavam etapas distintas de fabrico, a uniformização do fluxo de produção através da integração da impressão a laser no RM2 permitiu uma redução da variabilidade do processo, tornando-o mais estável e proporcionando uma maior consistência dos tipos de produto. Desta forma, é possível deparar-se com um processo que flui continuamente, sem interrupções nem preocupações por parte das operadoras em distinguirem os disjuntores de acordo as etapas de produção.

Aproveitando a operação a laser para a impressão do índice do disjuntor, que é um requisito estipulado pelo cliente final, e retirando a etiqueta prateada colocada em ambas as tipologias, obtêm-se os benefícios apresentados na tabela 12.

Tabela 12 – Ganhos obtidos com a eliminação da etiqueta prateada.

Operação	Unidade	Peça	Dia (350 peças)	Semana
Colocar etiqueta	min.	0,066	23,3	117
Impressão	€	0,03	10,5	52,5

Comprova-se que semanalmente são aproveitados 117 minutos, aproximadamente 2h, destinados à montagem dos aparelhos assim como um ganho de 52,5€ que se poupa na impressão das etiquetas.

6.2 Ganhos com as modificações nos equipamentos

De acordo com as alterações propostas para os equipamentos existentes, esta secção pretende demonstrar o impacto que cada uma obteve no sistema produtivo de disjuntores *Restart*.

6.2.1 Máquinas de teste final

Uma das propostas de melhoria para o desempenho da célula de montagem, passava pela uniformização das máquinas de teste final de acordo com a versão do produto, normal ou pro. O objetivo era aumentar a capacidade das máquinas visto que o elevado tempo de teste final poderia, eventualmente, colocar em causa o objetivo de produção diária. Tendo em vista a produção de 350

disjuntores, a uniformização das máquinas permite no mesmo tempo-máquina, testar 20 disjuntores RD2/RM2 ou RD2 Pro/RM2 Pro. De acordo com o tempo de teste final, o resultado alcançado encontra-se na tabela 13.

Tabela 13 – Resultado da uniformização das máquinas de teste final.

Tempo teste final	Antes	Depois	Resultado
780,5 segundos	10 Aparelhos	20 Aparelhos	+ 50%

Conclui-se que no mesmo intervalo de tempo é possível testar 20 disjuntores da mesma versão em duas máquinas distintas, o que possibilita um aumento de 50% da capacidade e uma diminuição do tempo que os disjuntores esperam pela fase de teste final. Com a integração de um mecanismo nas cavidades da máquina, não só se consegue um maior vazamento de aparelhos como também se evita o estrangulamento da célula nesta etapa do processo produtivo.

6.2.2 Prensa de cravação e dispositivo de soldar

As modificações efetuadas na prensa de cravação e no dispositivo de soldar consideraram-se vantajosas na medida em que permitiram uma diminuição dos equipamentos existentes, aumentando a flexibilidade de cada um e possibilitando a eliminação dos tempos de *setup*. Desta forma, foram excluídos a prensa de cravar os botões do RM2 e o dispositivo de soldar as micros através da adaptação de outros equipamentos similares a estas funções, tornando possível a definição de locais fixos para cada um. Suprimindo o tempo de troca de ferramenta, obtiveram-se os resultados expostos na tabela 14.

Tabela 14 – Resultados da adaptação dos equipamentos

Equipamento	Tempo de <i>setup</i> (min.)		Redução	Ganho semanal (min.)
	Antes	Depois		
Prensa de cravação	0,12	0	0,12	36
Dispositivo de soldar	0,21	0	0,21	273
Total	0,33	0	0,33	309

Utilizando-se os valores atuais da produção dos disjuntores, 60 RM2 e 200 RD2, verifica-se um aproveitamento mensal de 309 minutos que antes da reconfiguração eram puro desperdício.

6.3 Resultados com o balanceamento dos postos de trabalho

Com a reconfiguração das linhas numa célula de montagem, tornou-se essencial uma distribuição equitativa das tarefas pelos postos de trabalho de forma a aproximar os tempos de ciclo do *takt time*, reduzindo o *idle time* existente. Em relação ao desequilíbrio que existia entre os tempos de ciclo de cada posto de trabalho das linhas, a diferença média entre os tempos comparativamente ao sistema atual encontra-se sintetizada na tabela 15.

Tabela 15 – Ganhos *no idle time*.

Tipo de produto	Valor médio <i>idle time</i> linha (seg.)	Valor médio <i>idle time</i> célula (seg.)	Ganho
RD2	110,4	28,5	74,2%
RM2	388,4	26,7	93,1%

Por outro lado, uma vez que a célula de montagem possui uma capacidade máxima para 350 aparelhos a serem produzidos diariamente, verifica-se que o novo sistema produtivo se encontra preparado para um aumento de 40% da produção, relativamente aos 210 que eram fabricados nas linhas, através da afetação de mais duas operadoras.

6.4 Redução do tempo de percurso

O elevado tempo de percurso dos disjuntores era resultado da grande diversidade de desperdícios presentes nas linhas de produção que impediam o alcance de um correto e eficiente desempenho. Com a reconfiguração das linhas na célula de produção pretendeu-se não só a junção dos disjuntores *Restart* num único sistema produtivo como também uma otimização dos processos, diminuindo o *lead time* através da redução e/ou eliminação das diversas atividades que não acrescentavam qualquer tipo de valor. De acordo com as medidas adotadas e com todas as propostas implementadas no novo sistema de produtivo, os resultados obtidos relativamente ao tempo de percurso encontram-se sintetizados na tabela 16.

Tabela 16 – Ganhos obtidos com a redução do tempo de percurso.

Tipo de produto	Tempo de percurso (h)		Ganho (h)	Redução
	Linha	Célula		
RD2	10,27	3,35	6,92	67%
RM2	9,09	3,46	5,63	62%

Em ambas as tipologias, verifica-se uma drástica redução do tempo de percurso, situada na casa dos 60%, o que representa um ganho de 6,92 e 5,63 horas para o RD2 e RM2, respetivamente.

6.5 Atualização da eficiência

Os tempos que tinham como base o cálculo da eficiência das linhas de produção mostravam-se desatualizados uma vez que os valores facilmente se encontravam acima dos 100%, assim como demonstrado na secção 3.6.1. Contudo, de maneira a efetuar uma comparação do antes e depois da reconfiguração, foram usados os mesmos tempos. O gráfico da figura 112 apresenta os valores da eficiência desde Janeiro até Outubro de 2014, altura em que se iniciou e concluiu o estágio, respetivamente. A linha verde representa o momento da transformação do sistema.

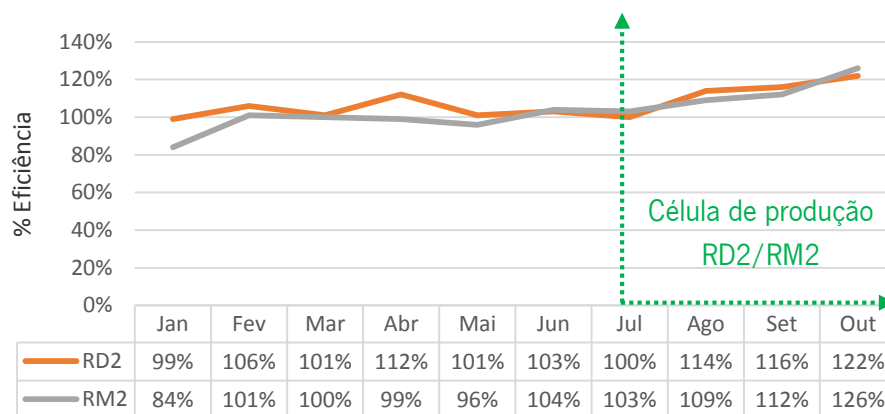


Figura 112 – Eficiência da secção *Restart* desde Janeiro até Outubro de 2014.

É possível observar que a eficiência aumentou gradualmente a partir do mês de Julho, obtendo os melhores resultados em Outubro com valores acima dos 120%.

Concretizada a comparação, tornou-se fundamental a atualização dos tempos para alcançar valores mais realistas do desempenho do sistema produtivo através da utilização do novo ciclo calculado para cada um dos tipos de produto. Considerando o tempo de ciclo por tipologia produzida e o tempo realmente despendido pelas operadoras, foi calculada a eficiência atual para os meses de Julho a Outubro. A tabela 17 apresenta os dados referentes à eficiência e os valores médios da produtividade para cada um dos disjuntores no período considerado.

Tabela 17 – Eficiência e produtividade média dos disjuntores em cada mês após reconfiguração.

Mês	RD2		RM2	
	Eficiência	Produtividade (disjuntores/h-h)	Eficiência	Produtividade (disjuntores/h-h)
Julho	76,28%	5,45	77,30%	5,15
Agosto	78,53%	5,61	78,48%	5,23
Setembro	80,06%	5,71	79,13%	5,29
Outubro	84,76%	6,05	86,19%	5,75

Após reconfiguração em célula de montagem, verificou-se que a eficiência média ronda valores próximos de 80% para ambos os disjuntores, o que numa fase inicial da mudança suscita grandes expectativas para o futuro do sistema produtivo. É ainda possível constatar o aumento progressivo da produtividade ao longo destes meses, verificando-se um valor médio de 5,71 e 5,36 disjuntores/h-h para o RD2 e RM2, respetivamente.

6.6 Redução do número de defeitos e valores de sucata

Com a integração do controlo da qualidade ao longo do processo produtivo, considerou-se pertinente analisar a evolução da taxa de rejeição dos disjuntores na célula. A figura 113 mostra a forma como a percentagem de disjuntores rejeitados se modificou ao longo do ano de 2014, encontrando-se indicado com uma seta verde o momento em que os tipos de produto passaram a ser fabricados na célula.

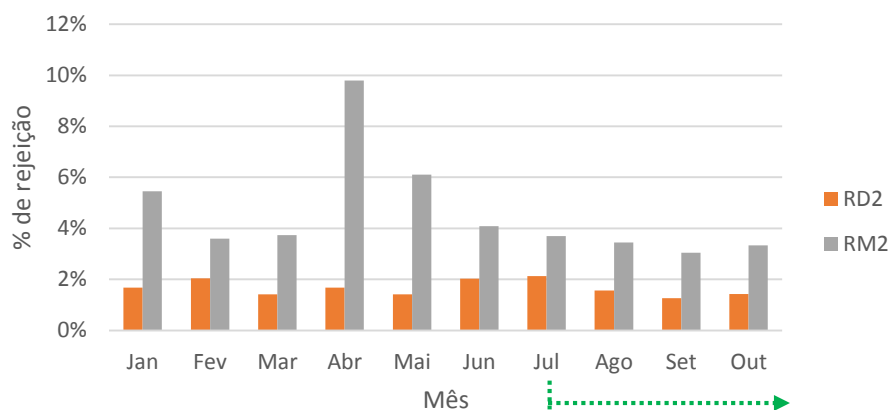


Figura 113 – Taxa de rejeição dos disjuntores RD2/RM2 ao longo do ano de 2014.

Por observação do gráfico é possível constatar que as taxas de rejeição oscilaram ao longo do ano principalmente no que se refere ao disjuntor RM2. Contudo, após conversão do sistema verificou-se uma redução da percentagem de disjuntores rejeitados e uma maior estabilidade do número de defeitos, sendo objetivo primordial a sua constante diminuição. É ainda possível aferir, que os melhores

resultados obtidos nesta secção de produção se verificaram em Setembro do mesmo ano com 1,27% de rejeição para o RD2 e 3,05% para o RM2. Na tabela 18 apresentam-se as melhorias alcançadas ao nível da taxa de rejeição média dos disjuntores inicialmente nas linhas de produção e posteriormente na célula.

Tabela 18 – Comparação da taxa de rejeição média antes e depois da reconfiguração.

Tipo de produto	Taxa de rejeição média Linha	Taxa de rejeição média Célula	Redução
RD2	1,71%	1,60%	0,11%
RM2	5,47%	3,39%	2,08%

Relativamente ao valor de sucata produzido mensalmente, a tabela 19 mostra a forma como este variou ao longo dos meses de 2014.

Tabela 19 – Valores de sucata desde Janeiro até Outubro de 2014.

Mês	Quantidade (peças)	Valor
Janeiro	1464	164,32€
Fevereiro	1023	94,55€
Março	1432	117,71€
Abril	3071	358,07€
Maio	2119	195,19€
Junho	1457	131,49€
Julho	1643	171,50€
Agosto	1431	109,19€
Setembro	925	88,25€
Outubro	1242	144,37€

Confirma-se que em Setembro de 2014, para além de se ter verificado os valores mais baixos da taxa de rejeição média também se alcançou o menor número de peças sucataadas, resultando numa perda para a empresa de apenas 88,25€ comparativamente com os outros meses do ano. Desta forma, apurou-se que a menor perda a nível monetário se concedeu após transformação das linhas. Para comprovação dos ganhos, a tabela 20 confronta as diferenças obtidas na quantidade média de peças sucataadas por mês e o prejuízo que elas acarretam.

Tabela 20 – Comparação dos valores de sucata, antes e depois.

Sucata	Linhas RD2/RM2	Célula RD2/RM2	Ganho mensal
Quantidade (peças)	1761	1311	450
Valor	176,89€	128,33€	48,56€

Pela análise da tabela, comparando os valores de sucata é possível averiguar que de facto a reconfiguração do sistema obteve para a empresa uma diminuição da quantidade média em sucata assim como um ganho mensal de 48,56€. Desta forma, conclui-se que a junção dos disjuntores RD2/RM2 na célula de montagem permitiu alcançar valores mais baixos de rejeição, reduzindo o número de defeitos e, conseqüentemente, diminuindo os valores de sucata.

6.7 Redução da área ocupada

A implementação da célula RD2/RM2 permitiu uma redução da área total ocupada inicialmente de 57m² para 36m², o que significa uma diminuição de cerca de 37%, superando o objetivo mínimo da empresa que era 20%. Assim, foram eliminados todos os espaços desnecessários tais como as prateleiras de armazenamento, o corredor constituído por caixas de materiais e todas as zonas dedicadas à colocação dos tipos de produto final.

Com a reconfiguração do sistema foi possível ainda integrar as máquinas da qualidade, libertando assim cerca de 8m² que incluem o espaço reservado para os disjuntores em inspeção, que deixa de ser necessário, e que pode ser aproveitado pelo departamento da qualidade para outros efeitos. Na tabela 21, apresenta-se resumida toda a informação referente à redução da área ocupada.

Tabela 21 – Redução da área ocupada.

	Linhas RD2/RM2	Qualidade	Célula RD2/RM2	Redução
Área ocupada	49 m ²	8m ²	36 m ²	37%
Total	57 m ²			

6.8 Trabalho normalizado e instruções de operador

A normalização do trabalho permitiu definir a melhor sequência para execução das tarefas assim como elucidar os tempos de ciclo previstos para cada uma. Deste modo, todos os procedimentos de fabrico se encontram normalizados o que leva todas as operadoras a realizarem as tarefas de igual forma, reduzindo as variações no processo e proporcionando um melhor controlo produtivo. Assim, qualquer erro que possa surgir ao longo do período de produção, pode ser rapidamente detetado e posteriormente resolvido.

Relativamente às instruções de trabalho criadas com o intuito de auxiliar as operadoras na execução de tarefas em cada posto de trabalho, permitiram na fase de aprendizagem uma maior facilidade na compreensão das atividades desenvolvidas na medida em que constituíam documentação de consulta sempre que suscitasse alguma dúvida.

Através da definição dos procedimentos corretos e com o apoio dos documentos com informação relativa aos mesmos, para além de um trabalho normalizado é ainda esperado um aumento da previsibilidade do processo de produção e um impacto positivo na qualidade dos disjuntores.

6.9 Benefícios do abastecimento direto dos postos de trabalho

No que concerne ao abastecimento direto dos postos de trabalho, a definição de uma nova rota do comboio logístico já existente, mostrou-se como sendo um dos pontos cruciais deste projeto uma vez que os problemas relacionados com a necessidade de abastecimento eram uma constante no dia-a-dia das operadoras da secção *Restart*.

A integração do *petit-train* no sistema de produção permitiu um abastecimento contínuo e regular de materiais, libertando as operadoras da fastidiosa tarefa de requisição diária de componentes para a dedicação de atividades de valor acrescentado. Assim, deixam de se preocupar com o abastecimento, podendo dedicarem-se inteiramente à produção de disjuntores. Além deste benefício que impede movimentações e deslocamentos desnecessários por parte das operadoras, o facto de todos os componentes de cada posto de trabalho se encontrarem com quantidades bem definidas e determinadas de acordo com o período de reposição de materiais, de hora em hora, permite evitar erros e paragens na produção por falta de material.

6.10 Polivalência das operadoras

O programa de rotatividade proposto permite potencializar a motivação e interesse das operadoras, possibilitando não só uma aprendizagem gradual de um vasto conjunto de tarefas como também uma redução do risco de lesões músculo-esqueléticas resultantes do trabalho repetitivo. As operadoras habituadas a operarem individualmente e a desempenharem ao longo do dia de produção sempre as mesmas operações, na célula de montagem em U passam a trabalhar em equipa desenvolvendo dessa forma o espírito de grupo. Para além disso, o programa oferece uma maior envolvimento das operadoras no sistema produtivo, aumentando os seus conhecimentos a nível dos disjuntores em fabrico e proporcionando uma maior autonomia com a aquisição de competências suficientes para atuarem em cada posto de trabalho. Com a rotação dos postos de trabalho é possível alcançar uma maior satisfação das funcionárias, reduzindo o absentismo e melhorando a qualidade do trabalho. Desta forma, o programa de rotatividade promove o desenvolvimento de uma maior variedade de aptidões e, conseqüentemente, um aumento da polivalência e flexibilidade das operadoras.

7. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as conclusões do trabalho desenvolvido, sintetizando os principais objetivos do projeto e enumerando os resultados alcançados com a reconfiguração da secção *Restart*. Adicionalmente, propõe-se ainda algumas oportunidades de melhoria para trabalho futuro.

7.1 Considerações finais

O principal objetivo deste projeto passou pela reconfiguração das linhas de montagem de disjuntores *Restart* numa célula de produção, integrando o controlo da qualidade ao longo do processo produtivo. Assim, com vista a juntar dois tipos de produto similares num único sistema, realizou-se um estudo aprofundando de toda a secção produtiva com recurso a diversas ferramentas, tais como: análise ABC por quantidade, estudo de tempos, fluxo produtivo, cadeia de valor e competências das operadoras. Com a análise efetuada foi possível confirmar a necessidade de mudança das linhas face ao elevado número de desperdícios que impediam o seu correto funcionamento.

De forma a combater todos os problemas encontrados no diagnóstico do estado atual, a nova célula de produção foi montada de raiz partindo de vários princípios e metodologias *Lean Manufacturing*. Uma vez que os disjuntores apresentavam fases distintas de fabrico, uma das propostas passou pela uniformização do fluxo de produção através da implementação da máquina de laser em todos os disjuntores, reduzindo a variabilidade do processo produtivo e proporcionando maior estabilidade do sistema. Para este efeito, considerou-se apropriado retirar a etiqueta prateada dos aparelhos de modo a ser impressa a laser, obtendo-se uma poupança semanal de 117 minutos que eram consumidos na sua colocação assim como um ganho de 52,5€ resultante da impressão das etiquetas por parte do armazém.

Relativamente aos equipamentos existentes, foram adotadas medidas com intuito de alcançar maior versatilidade e flexibilidade dos mesmos. Através da uniformização das máquinas de teste final, obteve-se um aumento de 50% da capacidade, passando a ser possível testar 20 aparelhos no mesmo tempo-máquina. Por outro lado, a adaptação da prensa de cravação e do dispositivo de soldar permitiu a exclusão de equipamentos desnecessários, que ocupavam grande volume, e possibilitou um ganho de 309 minutos/semana que seriam utilizados para mudanças de ferramenta.

Com a reconfiguração do sistema produtivo, procedeu-se também a um balanceamento dos postos de trabalho de modo a diminuir os elevados tempos mortos verificados no estado atual. De acordo com a

capacidade máxima de 350 aparelhos a serem produzidos diariamente, o resultado obtido demonstrou ser claramente positivo visto que se reduziu o *idle time* em cerca de 74,2% para o RD2 e 94,1% para o RM2. Verificou-se ainda que a célula se encontra preparada para um aumento de 40% da produção relativamente às linhas, mostrando ser necessário a afetação de mais duas operadoras.

A normalização do trabalho, através do *Standard Work*, tornou possível a definição da melhor sequência operativa para cada posto de trabalho, proporcionando maior facilidade no controlo do sistema e aumentando a previsibilidade do processo produtivo. As instruções de operador criadas foram fundamentais na fase de adaptação das operadoras aos novos postos de trabalho na medida em que permitiam o esclarecimento de dúvidas relativas aos procedimentos corretos de execução.

Outra proposta, igualmente importante, foi a definição de uma nova rota do comboio logístico existente de modo a contemplar o sistema produtivo *Restart*. A integração do *petit-train* permitiu às operadoras desprenderem-se de todas as atividades relacionadas com o abastecimento e a dedicarem-se apenas a atividades de valor acrescentado, evitando movimentações e deslocamentos completamente desnecessários.

No que respeita às medidas de desempenho da célula, o resultado final é conclusivo: aumento da eficiência média de ambos os disjuntores em cerca de 13% relativamente aos períodos anteriores; redução da taxa de rejeição média de 0,11% para o RD2 e 2,08% para o RM2; redução das peças sucataadas com um ganho mensal de 48,56€; diminuição do tempo de percurso com percentagens superiores a 60%; redução da área ocupada em cerca 37%.

O desenvolvimento deste projeto permitiu à autora desta dissertação adquirir competências no que se refere ao trabalho em ambiente industrial, estimulando o espírito de equipa e aprendendo a lidar com todas as personalidades envolvidas. Foi ainda possível perceber que um projeto com esta dimensão apenas se torna possível com a participação de todos na medida em que cada um desempenhou um papel fundamental na resolução dos problemas que foram surgindo no decorrer do projeto.

7.2 Trabalho futuro

No que se refere ao trabalho futuro, este passa pelo ajuste constante de todas as medidas adotadas no sistema de produção de modo a envolver-se num processo de melhoria contínua. Apesar das alterações efetuadas nesta secção produtiva se terem demonstrando benéficas para a empresa, nunca serão suficientes e com vista a alcançar a perfeição deve-se melhorar o que já foi realizado assim como adotar novos métodos para a constante evolução do desempenho da célula.

Todas as propostas apresentadas foram aprovadas pelo grupo do projeto Aleluia contudo, até à data de realização desta dissertação, alguns pontos ficaram por finalizar:

- O tabuleiro dos vitrinos apesar de já ter sido solicitado, ainda não se encontra implementado uma vez que se aguarda o envio dos mesmos por parte do fornecedor. Assim, é necessário efetuar o transbordo para tabuleiros mais pequenos que não coloquem em causa as condições ideais dos vitrinos;
- Visto a existência de dois postos de trabalho com operações de soldadura, PT1 e PT2, sugere-se a melhoria do sistema de aspiração de fumos de forma a impedir futuros danos na saúde das operadoras que lidam com o fumo diariamente;
- O posto de embalagem, PT9, encontra-se em processo de validação. Embora já se tenham definido todos os locais dos componentes, faltam as racks de saída dos disjuntores. O esboço ficou terminado, pelo que apenas é necessária a sua devida construção;
- Integração das máquinas da qualidade no processo produtivo. Apesar de se terem efetuado várias experiências do controlo da qualidade ao longo do processo, falta a transferência das máquinas para os respetivos locais considerados no layout.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 4Lean. (2011). Ferramentas Lean. Retrieved 23 de Março de 2014, from http://www.4lean.net/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=188&lang=pt
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236. doi: 10.1016/j.ijpe.2006.09.009
- Alves, A. C. (2007). *Projecto dinâmico de sistemas de produção orientados ao produto*, Universidade do Minho Portugal: Tese de Doutoramento em Engenharia de Produção e Sistemas.
- Associação Empresarial de Portugal. (2003). Métodos e tempos. Manual pedagógico PRONACI.
- Bell, S. (2006). *Lean Enterprise Systems: Using IT for Continuous Improvement*. New Jersey: InterScience.
- Black, J. T., & Hunter, S. L. (2003). Lean Manufacturing Systems and Cell Design. *Society of Manufacturing Engineers*
- Citisystems. (2014). Muda, Mura e Muri: o modelo 3D do sistema Toyota da Produção. Retrieved 23 de Março de 2014, from <http://www.citisystems.com.br/muda-mura-muri/>
- Costa, L. F., & Arezes, P. M. (2003). *Introdução ao Estudo do Trabalho. Sebenta de apoio à disciplina de Ergonomia e Estudo do Trabalho I*. Guimarães: Grupo de Engenharia Humana do Departamento de Produção e Sistemas. Universidade do Minho.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2007). *Gestão da produção: LiDEL*.
- Fleischer, M., & Liker, J. (1997). *Concurrent Engineering Effectiveness*. Cincinnati: Hanser Gardner.
- Hallihan, A., Sackett, P., & Williams, G. M. (1997). JIT manufacturing: The evolution to an implementation model founded in current practice. *International Journal of Production Research*, 35(4), 901-920. doi: 10.1080/002075497195443
- Herrmann, C., Thiede, S., Stehr, J., & Bergmann, L. (2008). *An environmental perspective on Lean Production*. Paper presented at the The 41st CIRP Conference on Manufacturing systems.
- Ho, S. (1999). The 5-S auditing. *Managerial Auditing Journal*, 14 (6), 294 - 301.
- Imai, M. (1991). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. New York: Random House.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*: McGraw-Hill Professional.
- Jang, Y., & Lee, J. (1998). Factors influencing the success of management consulting projects. *International Journal of Project Management*, 16(2), 67-72. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(97\)00005-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(97)00005-7)
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681-3698. doi: 10.1080/00207540701223519
- Lean Enterprise Institute. (2009). Standardized work process capacity sheet. Retrieved 30 de Março de 2014, from <http://www.lean.org/common/display/?o=2191>
- Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J., & Lamb, T. (2000). *Lean Manufacturing Principles Guide: A Guide to Shipbuilding*.
- Liker, J., & Morgan, J. (2006). The Toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5-20.
- Losonci, D., Demeter, K., & Jenei, I. (2011). Factors influencing employee perceptions in lean transformations *Internation Journal of Production Economics*, 30-34.
- Mackelprang, A. W., & Nair, A. (2010). Relationship between just-in-time manufacturing practices and performance: A meta-analytic investigation. *Journal of Operations Management*, 28(4), 283-302. doi: 10.1016/j.jom.2009.10.002

- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673. doi: <http://dx.doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System*. Georgia: Institute of Industria Engineers.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: an integrated approach to Just-In-Time*. Norcross: Engineering and Management Press.
- O'Brien, R. (1998). *An overview of the methodological approach of action research*. Faculty of Information Studies: University of Toronto.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Orgatex Lean Visual Management Tools. (2012). Floor markings. Retrieved 30 de Março de 2014, from http://www.leanproducts.eu/eng/lean_segn_floor.php
- Ortiz, C. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. New York: CRC Press.
- Ortiz, C. (2009). *Kaizen and Kaizen Event Implementation*: Prentice Hall.
- Palmer, V. S. (2001). Inventory management Kaizen. *Emat 2001: 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology, Proceedings*, 55-56.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075-3090. doi: 10.1080/0020754021000049817
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean*. Lisboa: LIDEL.
- Reason, P., & Bradbury, H. (2008). *The sage handbook of action action research: participative inquiry and practice*. Los Angeles: Sage Publications.
- Rother, M., & Harris, R. (2001). *Creating continuous flow : an action guide for managers, engineers and production associates*. Brookline: The Lean Enterprise Institute
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda* Massachusetts: The Lean Enterprise Institute
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System*. Portland: Productivity Press.
- Silva, S. C. (2008). *Textos e elementos de apoio: organização de sistemas de produção*. Braga: Publicação Interna: Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho.
- Susman, G. (1983). *Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective*. London: Sage Publications.
- The Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shop Floor*. New York: Productivity Press.
- Towill, D. R. (2006). - Handshakes around the world. - 85(- 1), - 25.
- Ungan, M. (2006). Towards a better understanding of process documentation. *The TQM Magazine*, 18(4), 400-409.
- Vancza, J., Monostori, L., Lutters, D., Kumara, S. R., Tseng, M., Valckenaers, P., & Van Brussel, H. (2011). Cooperative and responsive manufacturing enterprises. *Cirp Annals-Manufacturing Technology*, 60(2), 797-820. doi: 10.1016/j.cirp.2011.05.009
- Velaction Continuous Improvement. (2009). Standard work combination sheet. Retrieved 30 de Março de 2014, from <http://www.velaction.com/standard-work-combination-sheet-swcs-blank-form/>
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A conceptual model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11(0), 1292-1298. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: The Free Press.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: the story of Lean production*. New York: Rawson Associates.

ANEXO I – ANÁLISE ABC

Tabela 22 – Análise ABC para os disjuntores RD2.

Código	Qtd.	%	% Acumulada	% Artigo	% Artigo Acumulada	Classe
GW94817R	8901	31,94%	31,94%	4,00%	4,00%	A
BM18693	4084	14,65%	46,59%	4,00%	8,00%	
BM18683	3458	12,41%	59,00%	4,00%	12,00%	
GW94827RHGR	2640	9,47%	68,47%	4,00%	16,00%	
BM18689	2112	7,58%	76,05%	4,00%	20,00%	
GW94924P	1600	5,74%	81,79%	4,00%	24,00%	B
GW94827R	1216	4,36%	86,16%	4,00%	28,00%	
BM18687	1152	4,13%	90,29%	4,00%	32,00%	
GW94827P	768	2,76%	93,05%	4,00%	36,00%	
BM18695	576	2,07%	95,11%	4,00%	40,00%	
BM18690	390	1,40%	96,51%	4,00%	44,00%	
BM18681	384	1,38%	97,89%	4,00%	48,00%	
GW94817P	224	0,80%	98,69%	4,00%	52,00%	C
BM18685	86	0,31%	99,00%	4,00%	56,00%	
GW94829P	64	0,23%	99,23%	4,00%	60,00%	
GW95651P	64	0,23%	99,46%	4,00%	64,00%	
GW94837P	32	0,11%	99,58%	4,00%	68,00%	
GW94837R	32	0,11%	99,69%	4,00%	72,00%	
GW94839P	28	0,10%	99,79%	4,00%	76,00%	
GW94830P	20	0,07%	99,86%	4,00%	80,00%	
GW95651R	16	0,06%	99,92%	4,00%	84,00%	
GW95656P	16	0,06%	99,98%	4,00%	88,00%	
GW94934P	4	0,01%	99,99%	4,00%	92,00%	
GW94944P	1	0,00%	100,00%	4,00%	96,00%	
GW95661R	1	0,00%	100,00%	4,00%	100,00%	

Tabela 23 – Análise ABC dos disjuntores RM2.

Código	Qtd.	%	% Acumulada	% Artigo	% Artigo Acumulada	Classe
GW94227R	2226	25,09%	25,09%	3,57%	3,57%	A
GW94329R	1860	20,96%	46,05%	3,57%	7,14%	
GW94330P	1668	18,80%	64,85%	3,57%	10,71%	
GW94229R	880	9,92%	74,77%	3,57%	14,29%	
GW94226R	336	3,79%	78,55%	3,57%	17,86%	
GW94230R	288	3,25%	81,80%	3,57%	21,43%	
GW94327R	288	3,25%	85,04%	3,57%	25,00%	B
GW94228R	168	1,89%	86,94%	3,57%	28,57%	
GW94337P	168	1,89%	88,83%	3,57%	32,14%	
GW94326P	156	1,76%	90,59%	3,57%	35,71%	
GW94336P	132	1,49%	92,08%	3,57%	39,29%	
GW94327P	125	1,41%	93,49%	3,57%	42,86%	
GW94325R	120	1,35%	94,84%	3,57%	46,43%	C
GW94340P	108	1,22%	96,06%	3,57%	50,00%	
GW94329P	84	0,95%	97,00%	3,57%	53,57%	
GW94339P	60	0,68%	97,68%	3,57%	57,14%	
GW94326R	53	0,60%	98,28%	3,57%	60,71%	
GW94328P	48	0,54%	98,82%	3,57%	64,29%	
GW94328R	24	0,27%	99,09%	3,57%	67,86%	
GW95850P	24	0,27%	99,36%	3,57%	71,43%	
GW94338P	16	0,18%	99,54%	3,57%	75,00%	
GW94225R	12	0,14%	99,67%	3,57%	78,57%	
GW95809R	9	0,10%	99,77%	3,57%	82,14%	
GW95810R	7	0,08%	99,85%	3,57%	85,71%	
GW95849P	5	0,06%	99,91%	3,57%	89,29%	
GW95847P	4	0,05%	99,95%	3,57%	92,86%	
GW95848P	3	0,03%	99,99%	3,57%	96,43%	
GW95805R	1	0,01%	100,00%	3,57%	100,00%	

ANEXO II – VSM PARA OS DISJUNTORES RD2 E RM2

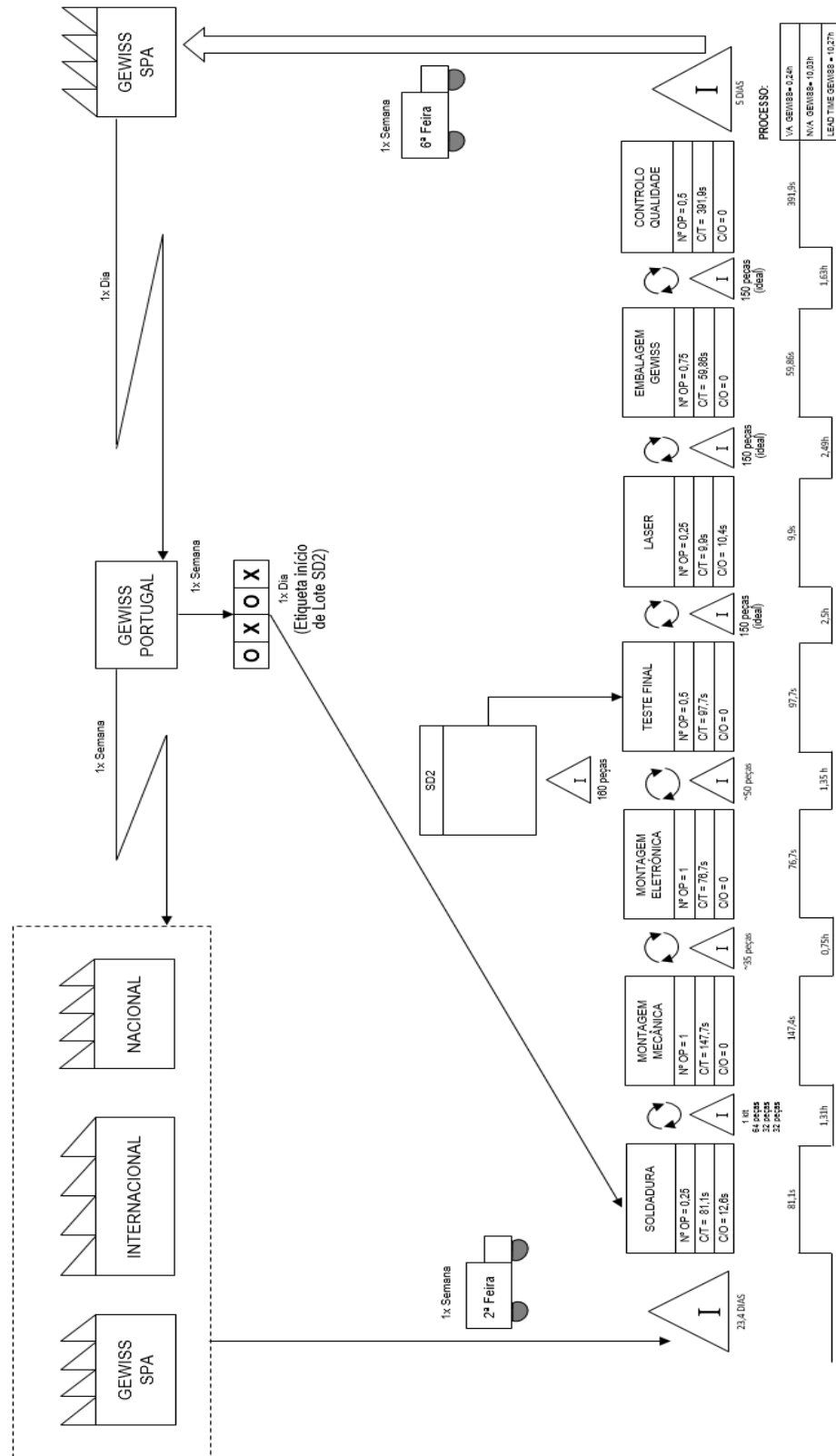


Figura 114 – VSM para o disjuntor RD2.

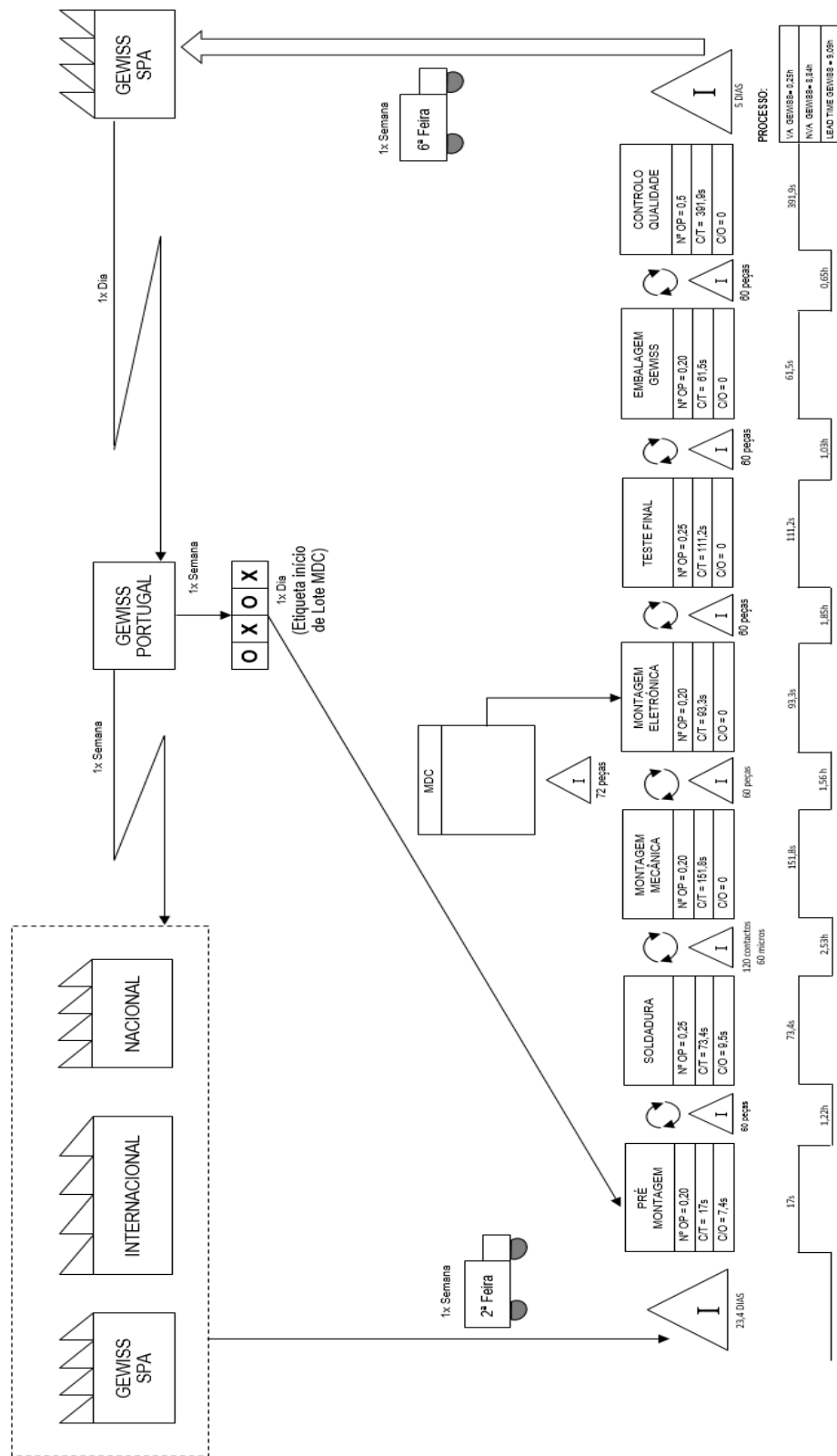



Figura 115 – VSM para o disjuntor RM2.


ANEXO III – TIPOS DE DEFEITOS

Tabela 24 – Descrição dos tipos de defeitos para o disjuntor RD2.

		REPARAÇÃO RD/RD PRO		Anexo 4 I514
				Ed.1, rev.1
Identificação do defeito			Reparação	
Teste	Erro	nº/código a)	nº b)	Tarefa
	Não "bloca"	1	001	Falta de continuidade no micro seccionador
			002	Placa electrónica n.ok
	RD não liga o SD (termoactuador move-se)	2	003	Termoactuador não funciona
			004	Termoactuador partido
			(=002)	Placa electrónica n.ok
			005	Mola de ligação n.ok
			006	Falta continuidade nos fios do termoactuador
			(=006)	Falta continuidade nos fios do termoactuador
	RD não liga o SD (termoactuador não se move)	3	(=003)	Termoactuador não funciona
			(=004)	Termoactuador partido
			(=002)	Placa electrónica n.ok
			007	SD não dispara
	SD não desliga	4	008	SD dispara, mas apenas >30mA
			009	"Cinematismo" no SD
	Falta de tensão no 1º Teste	5	010	SD muito sensível
			011	"Cinematismo" no SD
	Falta de tensão no 2º / 3º teste	6	012	RD não dá tempo ao SD para desligar totalmente
			(=003)	Termoactuador não funciona
	Tudo OK, mas muito lento	7	(=004)	Termoactuador partido
			(=004)	Termoactuador partido
Está sempre a fazer o teste (demasiado rápido)	8	013	Mola da resistência n.ok	
		014	Falta a mola da resistência	
		015	Micro switch com sujidade	
Led OFF	9	(=002)	Placa electrónica n.ok	
		016	Falta de continuidade nos fios (especificar)	
Quando desliga o Led fica ON	10	(=001)	Falta de continuidade no micro seccionador	
		(=002)	Placa electrónica n.ok	
Botão não recua	11	017	Micro switch NOK	
		018	Colocar mais massa	
		019	Problema mecânico	
Não faz "reset"	12	020	Tampa com empeno	
		(=017)	Micro switch NOK	

a) colocar numa etiqueta lateralmente ; b) colocar na mesma etiqueta entre parêntesis. ex. 2 (5)

Tabela 25 – Descrição dos tipos de defeitos para o disjuntor RM2.

 GEWISS PORTUGAL		REPARAÇÃO RM/RM PRO			Anexo 5 I514 Ed.1, rev.1
Identificação do defeito			Reparação		
Teste	Defeito	nº/código a)	nº b)	Tarefa	
Rearme	Falta tensão no 2ª / 3ª ligação (rearme)	1	001	MDC com problema "cinematismo" (quando ocorrer este problema, deve-se certificar que realmente o problema é do MDC). (troca-se por outro MDC)	
			002	Fios do micro da parte mecânica, invertidos na placa	
			003	Verificar toda a montagem da parte mecânica	
Rearme	Não bloqueia após a 3ª ligação	2	004	Resistência auxiliar fora do sitio	
			005	Falta mola do contacto auxiliar ou mau contacto	
Rearme	Em vez de rearmar, bloqueia	3	006	Falta mola da "leva" de ligação.	
			(=003)	Verificar toda a montagem da parte mecânica	
			007	Substituir termoactuator	
Bloqueio	Depois de bloquear, não rearma (tudo off)	4	(=024)	Placa electrónica NOK	
			(=007)	Substituir termoactuator	
			008	Defeito de funcionamento da lamela da tampa	
Bloqueio	Não bloqueia	5	(=003)	Verificar toda a montagem da parte mecânica	
			009	Verificar as soldas dos fios à placa	
Bloqueio	Não bloqueia	6	010	Provavelmente um dos relés da placa n.ok (substituir por uma nova placa)	
			011	Verificar as ligações dos fios à placa	
			012	Verificar a qualidade das soldas na placa	
Rearme	Muito lento	7	013	Curto-circuito na placa electrónica (substituir por uma nova placa)	
			014	Verificar mola do micro e/ou micro	
			015	Verificar o livre movimento mecânico do micro+"leva"	
Bloqueio	Tudo off 1º teste	8	016	Verificar <i>thermoactuator</i>	
			017	Lento mas dentro do tempo admissível	
Rearme	Depois de rearmar, faz-se disparar o MDC (off). Botão não desliga	9	018	Verificar continuidade no MDC	
			019	Verificar a ligação do MDC+RM	
			020	Trocar pino de ligação	
Bloqueio	Led OFF	10	021	Trocar tampa do RM	
			022	Falta de continuidade nos fio (especificar)	
			023	Falta de continuidade no Micro-switch	
Rearme	O MDC dispara, o RM não rearma (LED sempre a lampear). Ouve-se o ruído do termoactuator mas o MDC mantém-se em posição off.	11	024	Placa electrónica NOK	
Rearme			025	Trocar a tampa	

a) colocar numa etiqueta lateralmente ; b) colocar (marcador) na parte frontal após reparação.

ANEXO IV – *STANDARD WORK COMBINATION TABLE*



Work Combination Table

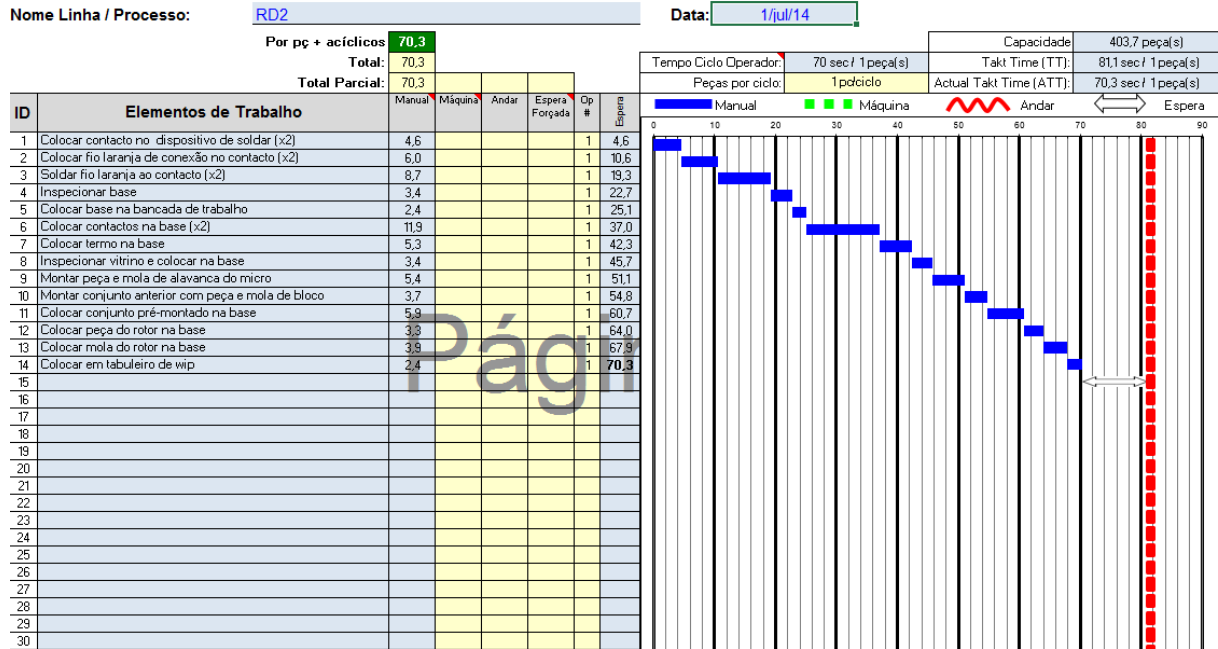


Figura 116 – SW combination table para o PT1, versão RD2.



Work Combination Table

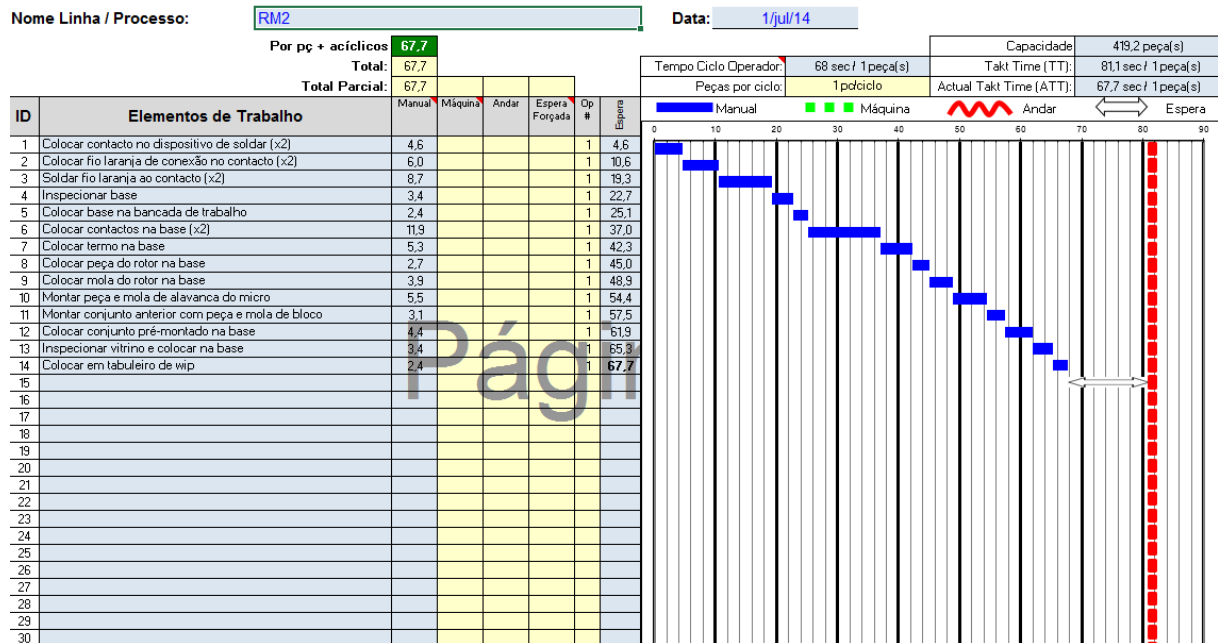


Figura 117 – SW combination table para o PT1, versão RM2



Work Combination Table

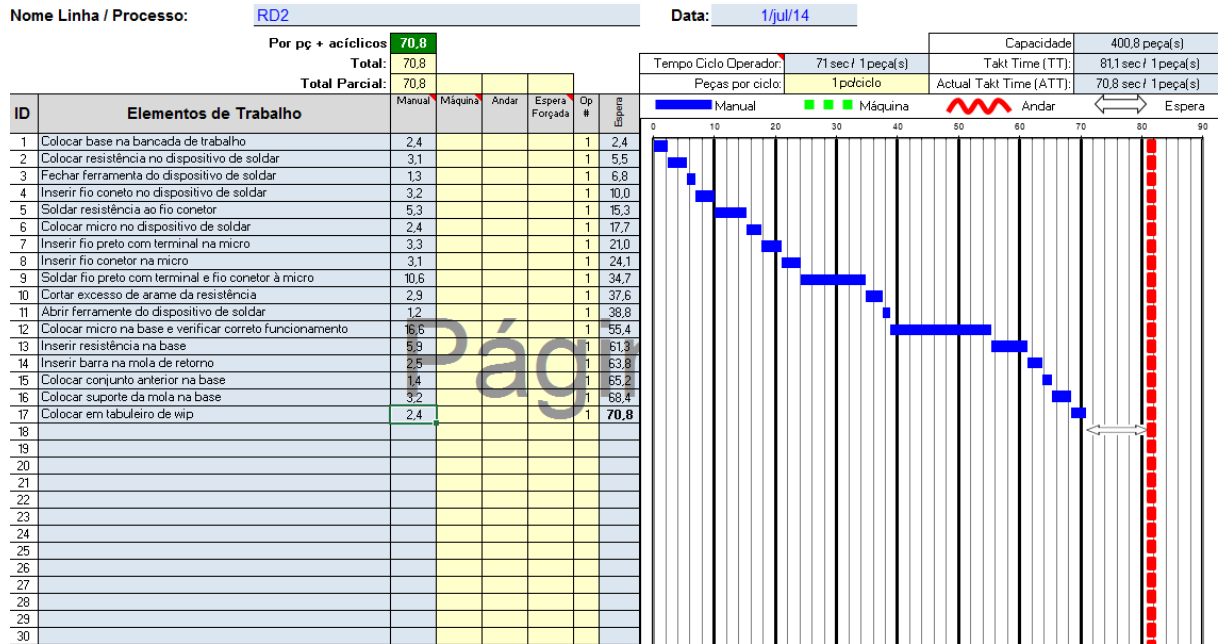


Figura 118 – SW combination table para o PT2, versão RD2.



Work Combination Table

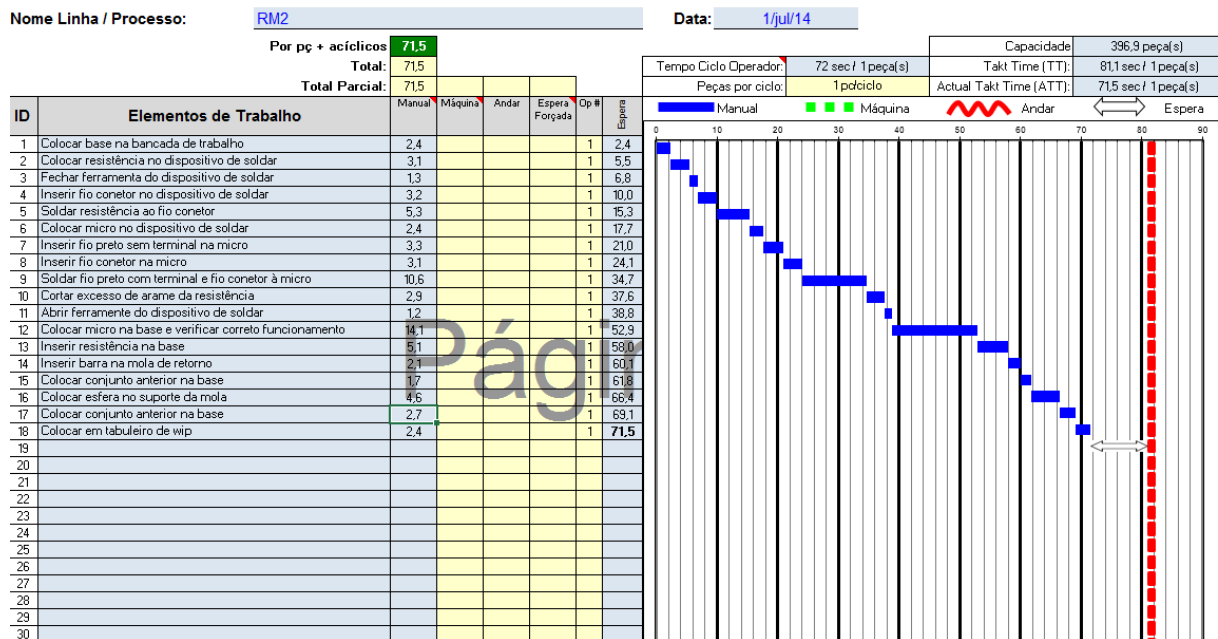


Figura 119 – SW combination table para o PT2, versão RM2.



Work Combination Table

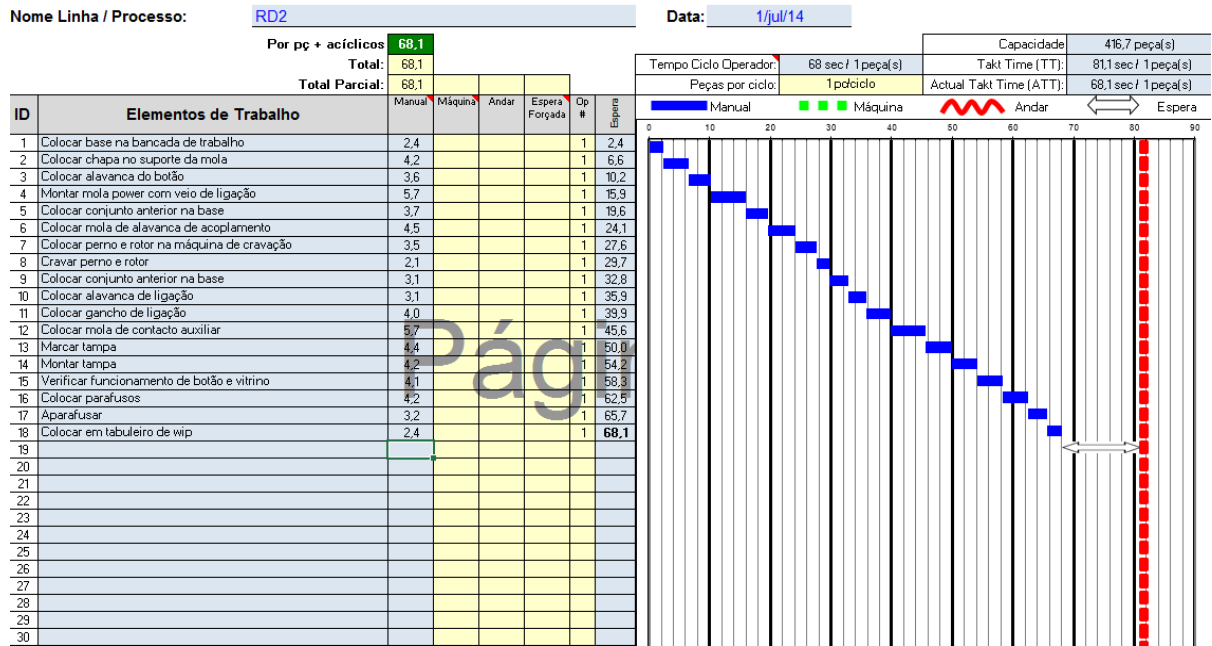


Figura 120 – SW combination table para o PT3, versão RD2.



Work Combination Table

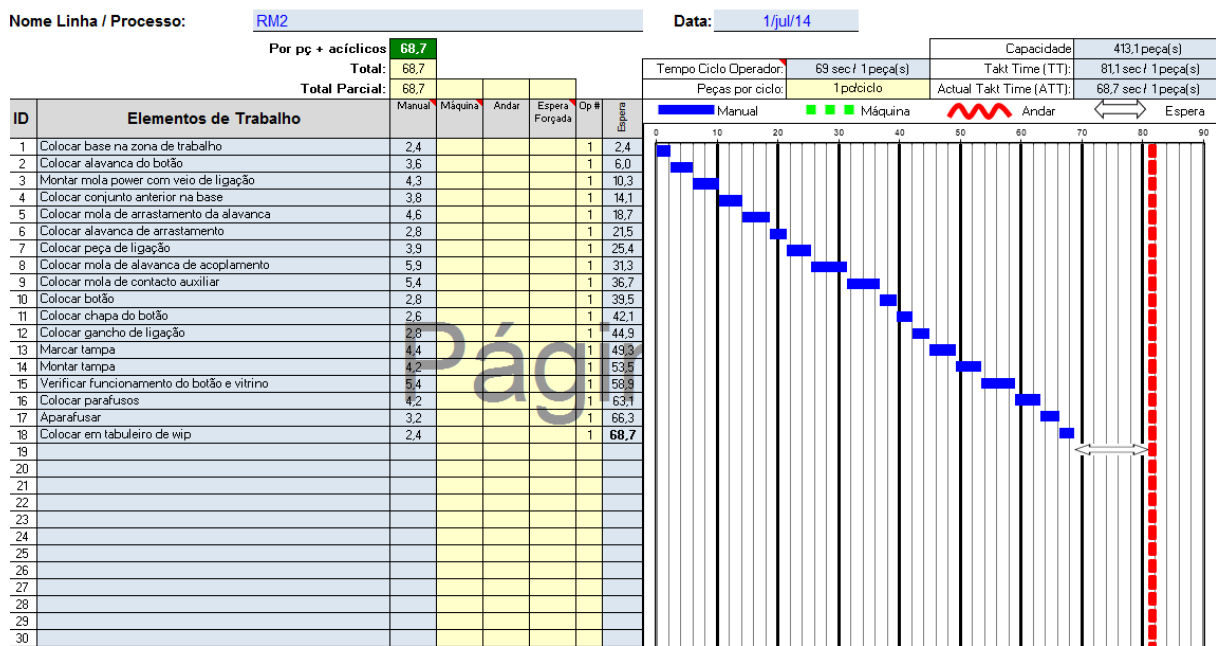


Figura 121 – SW combination table para o PT3, versão RM2.



Work Combination Table

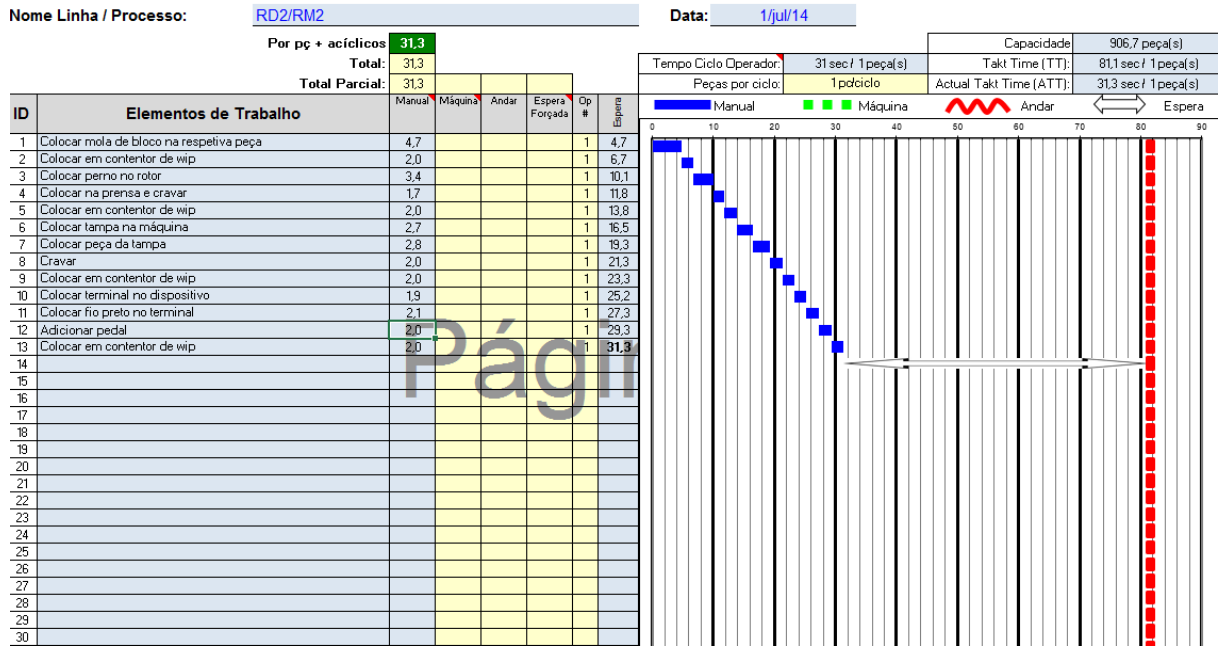


Figura 122 – SW combination table para o PT4.



Work Combination Table

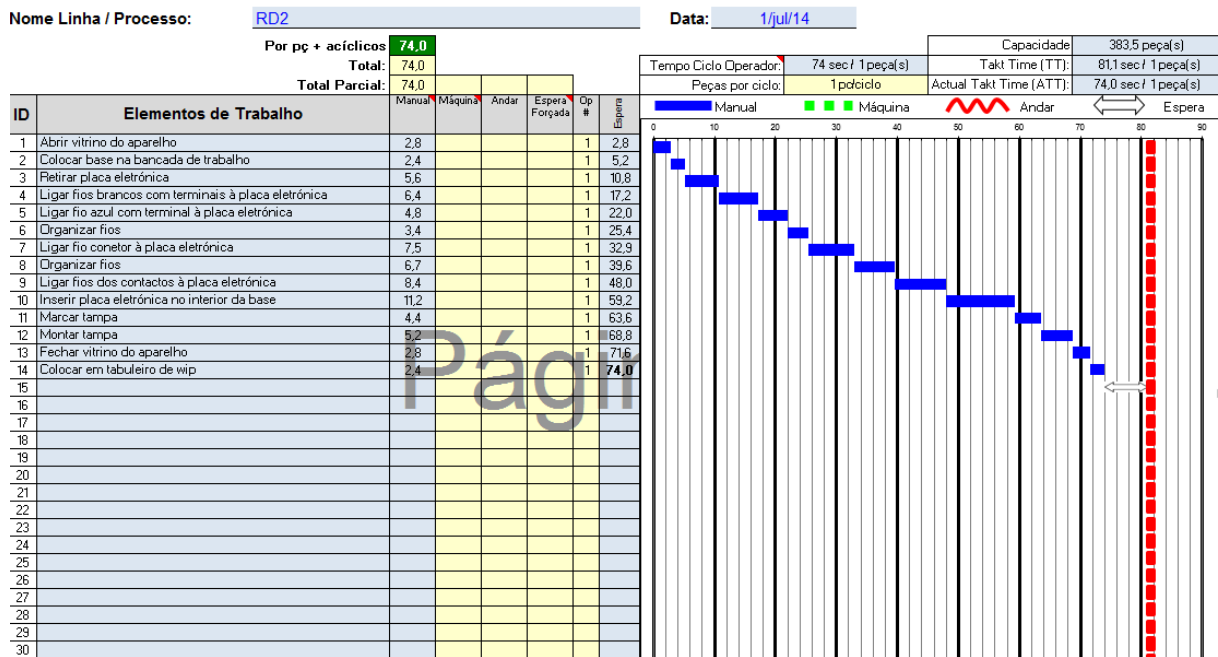


Figura 123 – SW combination table para o PT5, versão RD2.



Work Combination Table

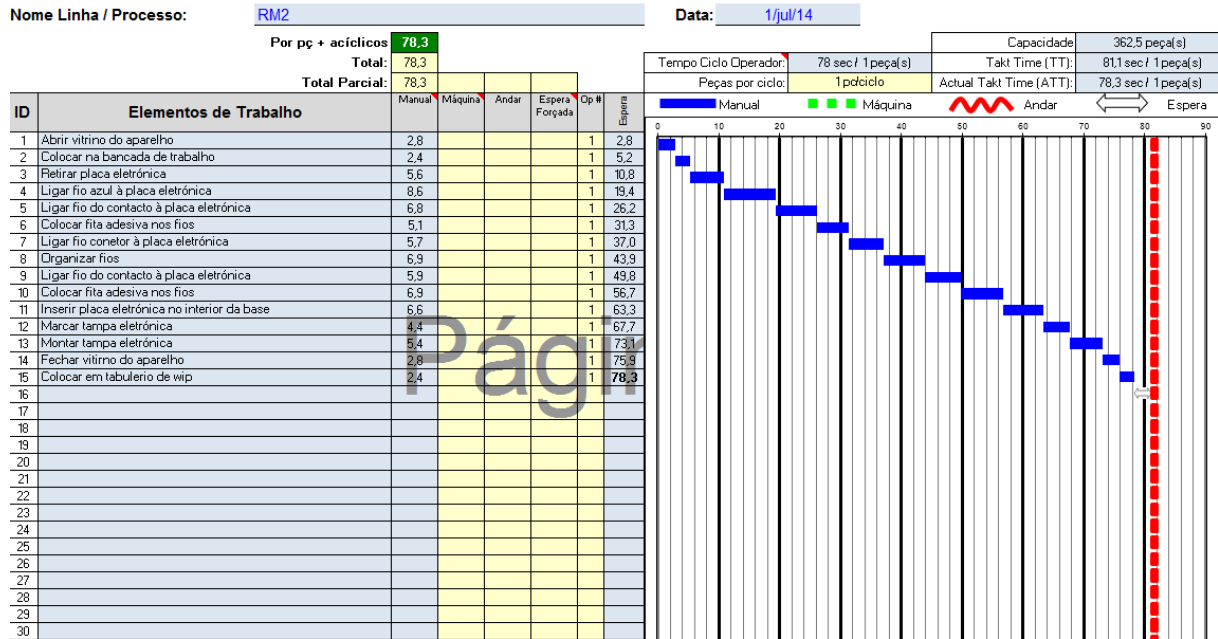


Figura 124 – SW combination table para o PT5, versão RM2.



Work Combination Table

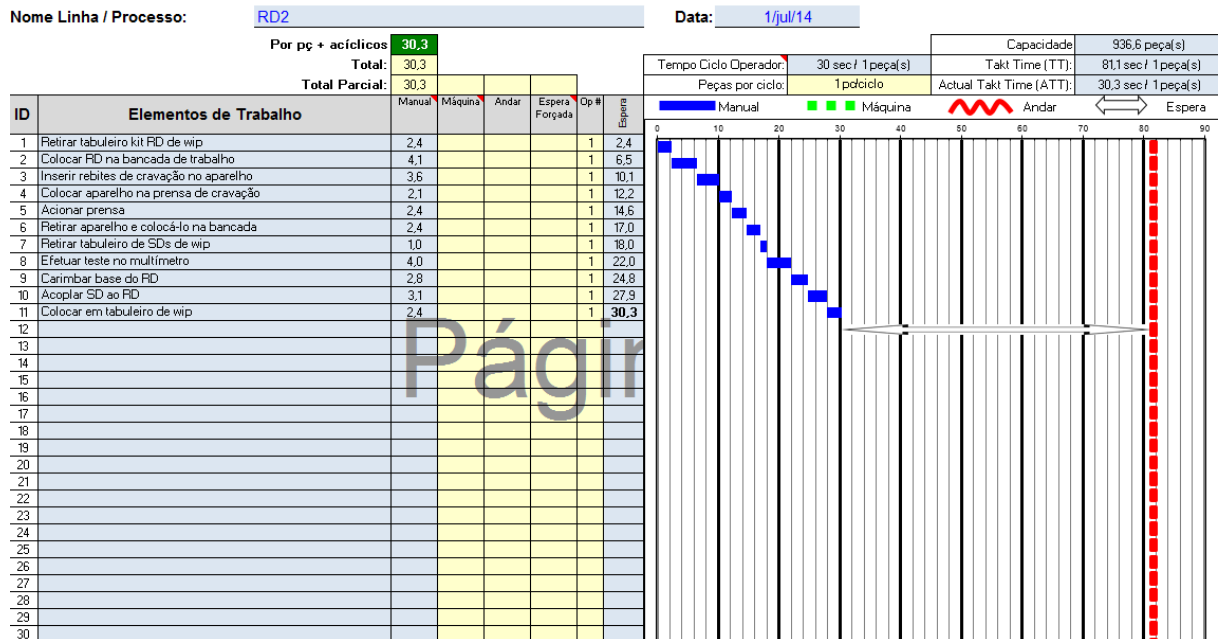


Figura 125 – SW combination table para o PT6, versão RD2.

Work Combination Table

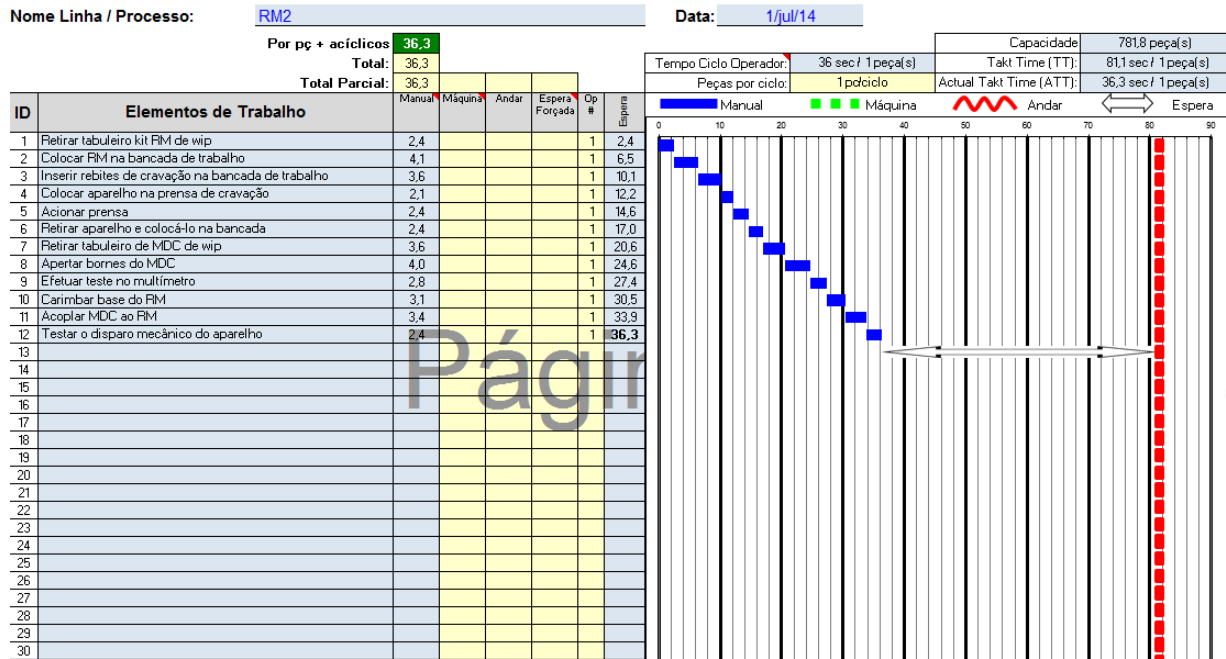


Figura 126 – SW combination table para o PT6, versão RM2.

Work Combination Table

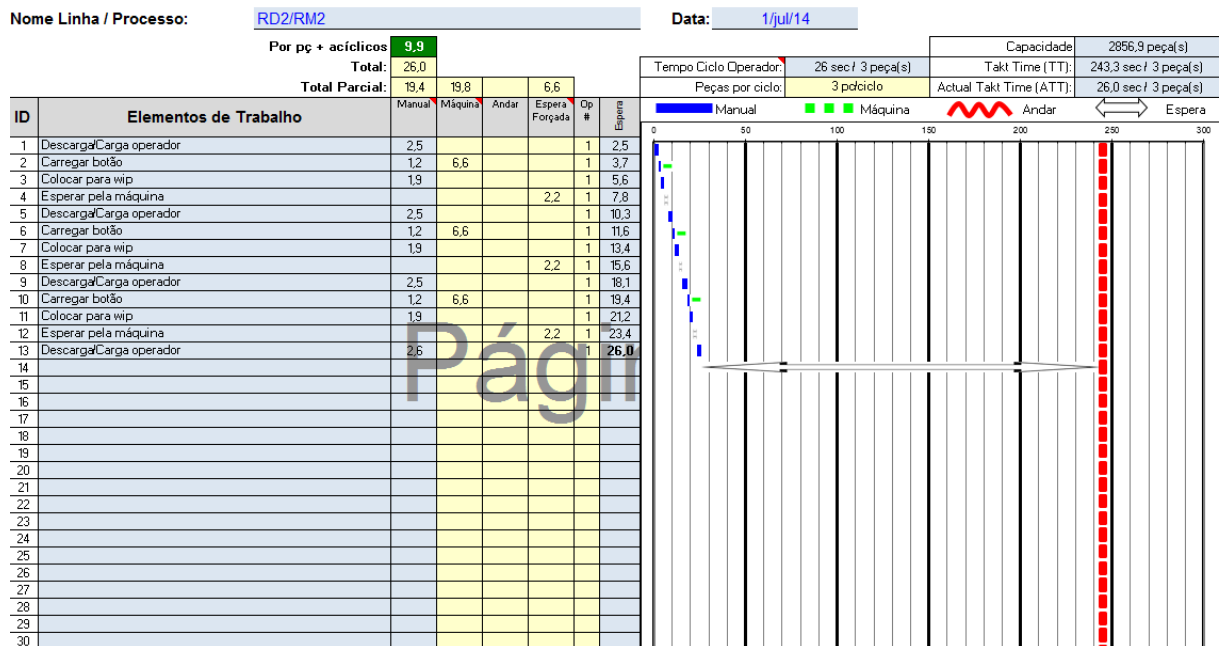


Figura 127 – SW combination table para o PT7.



Work Combination Table

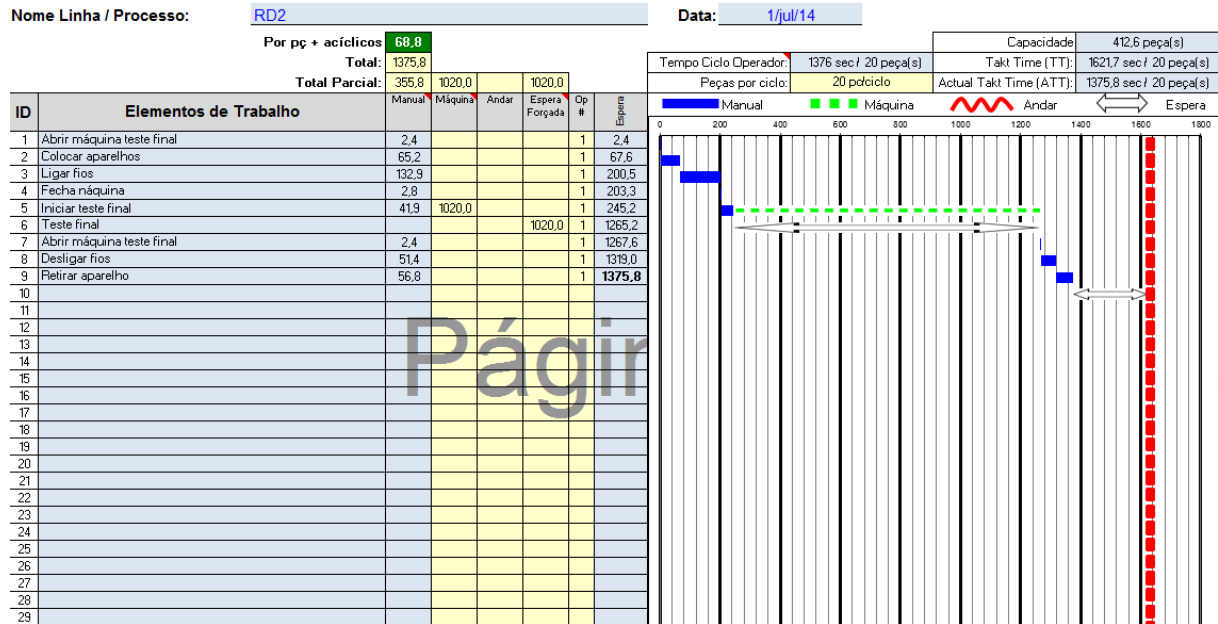


Figura 128 – SW combination table para o PT8, versão RD2.



Work Combination Table

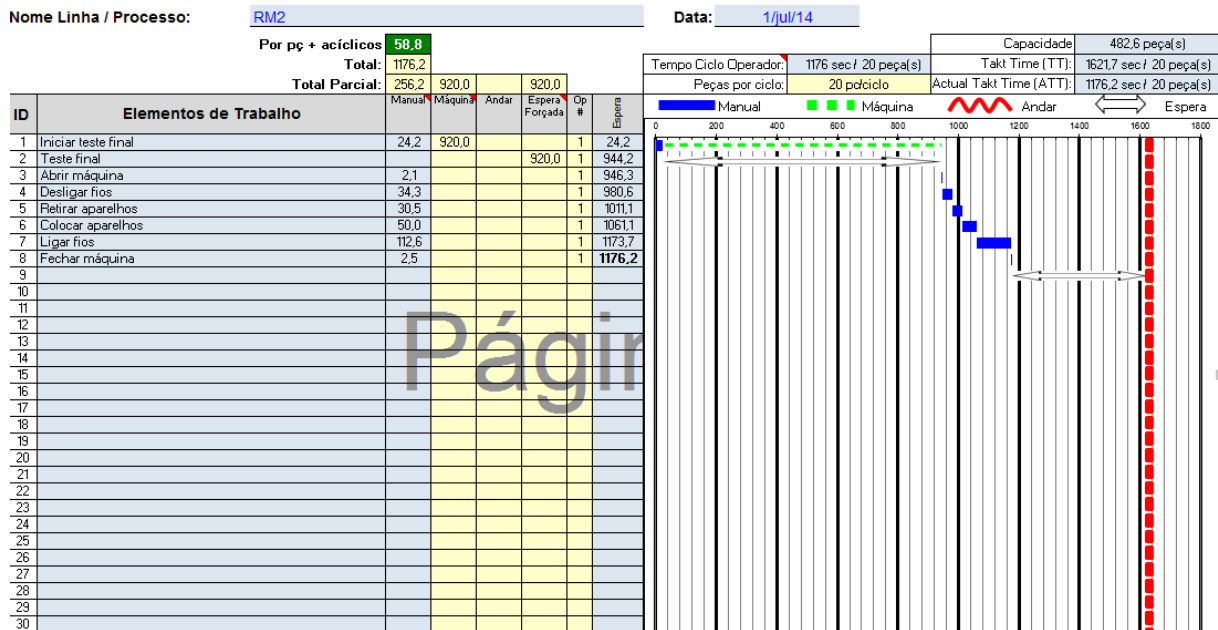


Figura 129 – SW combination table para o PT8, versão RM2.



Work Combination Table

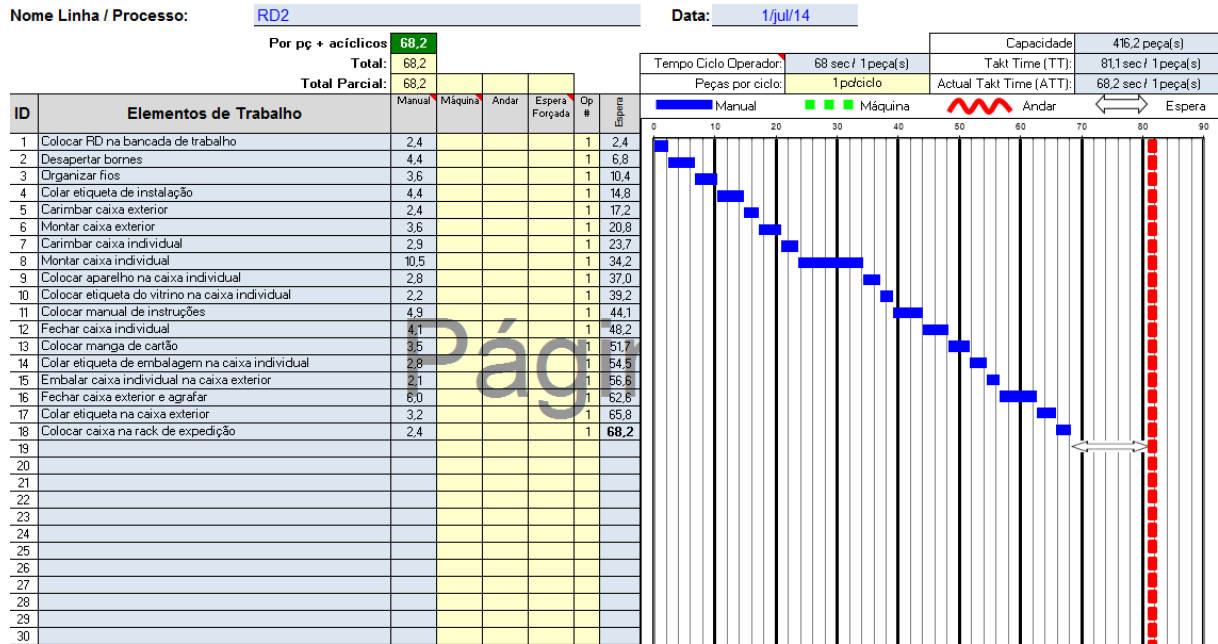


Figura 130 – SW combination table para o PT9, versão RD2.



Work Combination Table

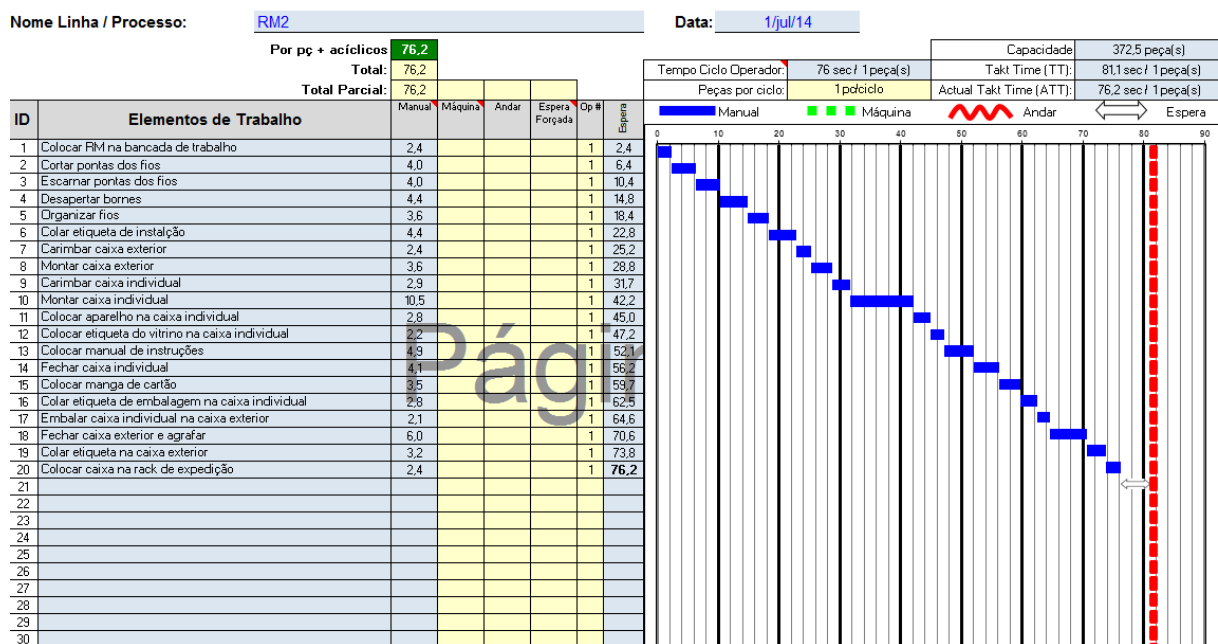
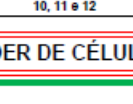














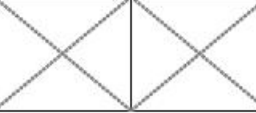
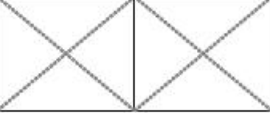
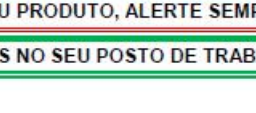
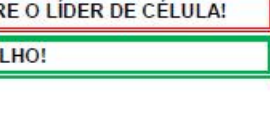
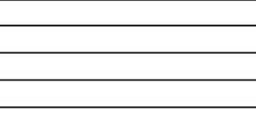
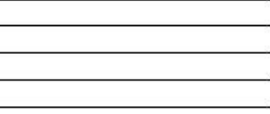
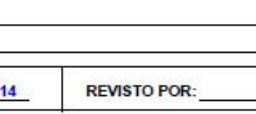
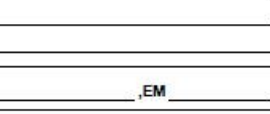
Figura 131 – SW combination table para o PT9, versão RM2.

ANEXO V – INSTRUÇÕES DE OPERADOR CÉLULA RD2/RM2

		<h2>INSTRUÇÃO DE OPERADOR</h2>		IO-RD2-P1-01-01	
VALUE STREAM: RD2					
ÁREA: MONTAGEM		POSTO: 1		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO	
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.	FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO		
1	Colocar contacto no suporte (x2)	disp.			
2	Colocar fio laranja de conexão no contacto (x2)				
3	Soldar fio laranja ao contacto (x2)	f. soldar			
4	Inspecionar base				
5	Colocar base na bancada de trabalho				
6	Colocar contactos na base (x2)	alicate			
7	Colocar termo na base	alicate			
8	Inspecionar vitrino e colocar na base				
9	Montar peça e mola de alavanca do micro	pinça			
10	Montar conjunto anterior com peça e mola de bloco				
11	Colocar conjunto pré-montado na base	pinça			
12	Colocar peça do rotor na base				
13	Colocar mola do rotor na base	pinça			
14	Colocar em tabuleiro de wip				
			  		
			 		
					
					
			10, 11 e 12		
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 4 e 7 - Integridade e impressão.					










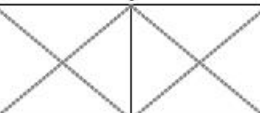
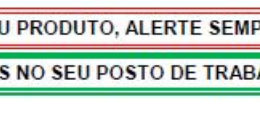
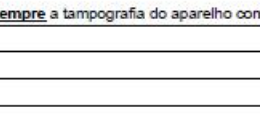
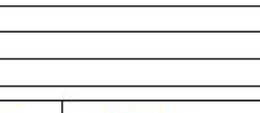
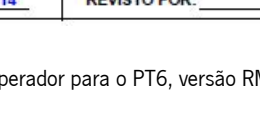





ELABORADO POR: MARISA CASTRO			,EM 27/07/2014		
_____			REVISTO POR: _____		
_____			,EM _____		

Figura 132 – Instrução de operador para o PT1, versão RD2.

		<h2 style="margin: 0;">INSTRUÇÃO DE OPERADOR</h2>		IO-RM2-P5-01-01	
VALUE STREAM: <u>RM2</u>					
ÁREA: <u>MONTAGEM</u>		POSTO: <u>5</u>		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO	
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.	FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO		
1	Abrir vitrino do aparelho				
2	Colocar base na zona de trabalho				
3	Retirar placa eletrónica				
4	Ligar fio azul à placa eletrónica				
5	Ligar fio do contacto à placa eletrónica	alicate			
6	Colocar fita adesiva nos fios				
7	Ligar fio conetor à placa eletrónica	alicate			
8	Organizar fios				
9	Ligar fio do contacto à placa eletrónica	alicate			
10	Colocar fita adesiva nos fios				
11	Inserir placa eletrónica no interior da base				
12	Marcar tampa eletrónica	marcador			
13	Montar tampa eletrónica				
14	Fechar vitrino do aparelho				
15	Colocar em tabuleiro de wip				
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
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:					

ELABORADO POR: <u>MARISA CASTRO</u> ,EM <u>27/07/2014</u>			REVISTO POR: _____ ,EM _____		

Figura 139 – Instrução de operador para o PT5, versão RM2.

		<h2>INSTRUÇÃO DE OPERADOR</h2>		IO-RM2-ACO-01-01	
VALUE STREAM: RM2					
ÁREA: TESTES		POSTO: ACO		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO	
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.	FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO		
1	Retirar tabuleiro de RMs de wip				
2	Colocar RMs na bancada de trabalho				
3	Inserir rebites de cravação no aparelho				
4	Colocar aparelho na prensa de cravação	disp.			
5	Acionar prensa				
6	Retirar aparelho e colocá-lo sobre a mesa				
7	Retirar tabuleiro de MDCs de wip				
8	Apertar bornes do MDC	aparaf.			
9	Efetuar teste no multímetro	disp.			
10	Acoplar RM ao MDC				
11	Testar o disparo mecânico do aparelho	pinça			
12	Carimbar base do RM				
13	Organizar fios do aparelho				
14	Colocar em tabuleiro de wip				
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
					
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 10 - Antes de acoplar o primeiro aparelho de cada lote, confrontar sempre a tampografia do aparelho com a etiqueta de início de lote.					

ELABORADO POR: MARISA CASTRO			,EM 27/07/2014		
REVISTO POR: _____			,EM _____		

Figura 141 – Instrução de operador para o PT6, versão RM2.


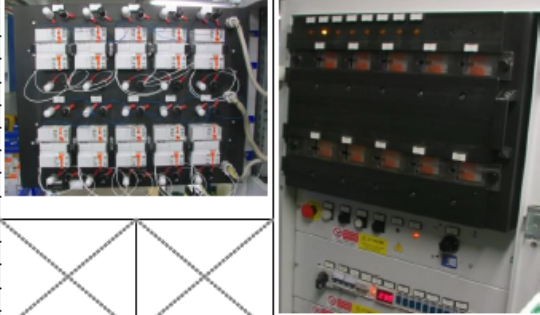
		<h2 style="margin: 0;">INSTRUÇÃO DE OPERADOR</h2>		IO-RD2-TF-01-01	
VALUE STREAM: RD2					
ÁREA: TESTES		POSTO: TF		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO	
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.			
1	Abrir máquina de teste final	máq.			
2	Colocar aparelho na máquina (x10)				
3	Ligar fios do aparelho às cavidades da máquina (x10)				
4	Fechar máquina de teste final				
5	Dar alimentação, SD ON e fechar vitrino	ferram.	(Grid of 19 rows and 3 columns of empty cells with diagonal lines)		
6	Selecionar a resistência				
7	Desligar o SD (diferencial)				
8	Verificar que bloqueia (após aproximadamente 20 segun				
9	Selecionar a 1ª resistência de rearme				
10	Desligar o SD (diferencial)				
11	Verificar o 1º rearme automático				
12	Selecionar a 2ª resistência de rearme				
13	Desligar o SD (diferencial)				
14	Verificar o 2º rearme automático				
15	Selecionar a 3ª resistência de rearme				
16	Desligar o SD (diferencial)				
17	Verificar o 3º rearme automático				
18	Selecionar a resistência				
19	Verificar que bloqueia após 3 rearmes				
20	Abrir vitrino, verificar que o seccionamento funciona	ferram.			
21	Retirar tensão				
22	Abrir máquina de teste final				
23	Desligar fios do aparelho (x10)				
24	Retirar aparelho da máquina (x10)				
25	Colocar aparelho em tabuleiro de wip				
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: _____ _____ _____ _____ _____					
ELABORADO POR: MARISA CASTRO			,EM 27/07/2014		REVISTO POR: _____ ,EM _____

Figura 142 – Instrução de operador para o PT8, versão RD2.

 GEWISS PORTUGAL		<h2>INSTRUÇÃO DE OPERADOR</h2>	IO-RD2-EMB-01-01	
VALUE STREAM: <u>RD2</u>				
ÁREA: <u>EMBALAGEM GEWISS</u> POSTO: <u>EMB</u>		FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO		
ID	ELEMENTO DE TRABALHO	EQUIP.	FOTOS ILUSTRATIVAS DO PROCESSO	
1	Retirar tabuleiro de RDs de wip			
2	Colocar RDs na bancada de trabalho			
3	Colar etiqueta Gewiss no aparelho (x4)			
4	Desapertar bomes (x4)	aparaf.		
5	Organizar fios (x4)			
6	Colar etiqueta de instalação (x4)			
7	Carimbar caixa exterior (x4)	carimbo		
8	Montar caixa exterior (x4)			
9	Carimbar caixa individual	carimbo		
10	Montar caixa individual			
11	Colocar aparelho na caixa individual (x4)			
12	Colocar etiqueta do vitrino na caixa individual (x4)			
13	Colocar manual de instruções (x4)			
14	Fechar caixa individual (x4)			
15	Colocar manga de cartão (x4)			
16	Colar etiqueta de embalagem na caixa individual (x4)			
17	Embalar caixa individual na caixa exterior (x4)			
18	Fechar caixa exterior e agrafar			
19	Colar etiqueta na caixa exterior	agraf.		
20	Colocar caixa no carro/palete de expedição			
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
<p align="center">SE DETECTAR ANOMALIAS NO PROCESSO E / OU PRODUTO, ALERTE SEMPRE O LÍDER DE CÉLULA!</p> <p align="center">RESPEITE E MANTENHA OS 5S NO SEU POSTO DE TRABALHO!</p>				
OBSERVAÇÕES:				
ET 1 a 20 - Antes de embalar o primeiro aparelho de cada lote, verificar <u>sempre</u> se o aparelho corresponde ao descrito na etiqueta de início de lote.				
ET 6 - Na versão RD2 PRO, não colar etiqueta de instalação.				
ET 17 - Embalar exatamente como o ilustrado na foto.				
_____ _____ _____ _____				
ELABORADO POR: <u>MARISA CASTRO</u> ,EM <u>27/07/2014</u>		REVISTO POR: _____ ,EM _____		

Figura 144 – Instrução de operador para o PT9, versão RD2.

ANEXO VI – DOCUMENTO PARA CONTROLO DA QUALIDADE

GEWISS		CONTROLO DO PROCESSO RD/RM										
GEWISS PORTUGAL												
Hora	PRODUTO	PROCESSO	CARATERÍSTICA	EQUIPAMENTO / MEIOS	PARÂMETRO	AMOSTRA	CRITÉRIO		RESULTADO			
							Qde Aceite	Qde NÃO Aceite	OK	NOK a)	BNC	
		Acoplamento	Carimbo	Visual / Plano de Controlo	Legível	3pçs/ tabuleiro	1	2				
					Correspondência com etiqueta de início de lote		0	1				
					Indelével		0	1				
			Construção	Visual / Etiqueta de início de lote / Plano de Controlo	Etiqueta início de lote vs etiqueta embalagem		0	1				
					Tampografia vs etiqueta embalagem		0	1				
			Impressão	Visual / Plano de Controlo	Riscada		1	2				
					Falta de tinta		1	2				
					Dados errados		0	1				
			Rebites	Visual	Presença		0	1				
					Aspecto visual (rebordo)		1	2				
		Integridade	Visual	Partido	0	1						
				Riscado	1	2						
		Estético	Visual	Sujidade	2	3						
		Teste à função	Laser	Visual / Plano de Controlo	Presença	10%/ caraterística	0	1				
					Legível		0	1				
			Função	Visual / Etiqueta de início de lote / Plano de Controlo	Funcionamento SD/MDC + vitrino (movimento)		0	1				
					Bloqueio		0	1				
				3 rearmos (critério aceitação apenas 2º/3º rearmo)	1	2						
		Embalagem	Estético	Visual	Aspecto exterior da caixa	10%/ código	1	2				
					Correspondência		Visual/ Etiqueta	Correspondência etiqueta ext vs etiqueta lote	0	1		
			Presença	Visual	Correspondência código (etiqueta ext vs tampografia)		0	1				
					Presença manual		0	1				
					Presença etiqueta "vitrino"		0	1				

a) Colocar o número do defeito conforme tabela no verso deste documento, e entre parêntesis a qde não conforme


Resp.	
Data	

Figura 146 – Parte frontal do documento para controlo da qualidade.

GEWISS		CONTROLO DO PROCESSO RD/RM - TABELA DE DEFEITOS						
GEWISS PORTUGAL								
VISUAL								
101	Plástico roto	120	Manual de instruções falta/errado	139	Faltam acessórios			
102	Plásticos sujos	121	Falta índice de revisão	140	Não arma			
103	Carimbo sobre a peça errada	122	Falta etiqueta de lote	141	Perde colpo			
104	Laser data/índice errado	123	Laser data/índice ilegível	142	Não desliga			
105	Laser dados técnicos errados	124	Laser dados técnicos ilegíveis	143	Tecla de teste bloqueado / não funciona			
106	Dados técnicos tampografia errada	125	Tampografia portadati incompleta	144	Montagem			
107	Código tampografia errada	126	Tampografia manigília incompleta	145	Não apertam os bornes			
108	Dados técnicos etiqueta errados/faltam	127	Tampografia incompleta/errada	146	Dimensão do módulo 18,4 superior			
109	Código etiqueta errado	128	Tampografia vetrino incompleta	147	Falta de continuidade			
110	Edição errada manual de instruções	129	Isolamento dos fios danificado	148	Falta coprimanigília			
111	Código errado manual de instruções	130	Copiforo roto / aberto	149	Plásticos com falta de material/partidos			
112	Índice revisão errado	131	Cabeça do parafuso danificada	150	Faltam parafusos de fecho			
113	Orientação errada/falta chave MT	132	Falta molas din	151	Parafuso fora de posição			
114	Chave de acoplamento BD errada	133	Falta revites	152	Componente não previsto na BOM			
115	Falta Carimbo sobre o aparelho	134	Força de revitagem insuficiente	153	Posição rivetes errada			
116	Falta Laser data/índice	135	Falta lacre	154	Falta peça na embalagem			
117	Falta Laser dados técnicos	136	Tonalidade dos plásticos não conforme	155	Módulos desalinçados			
118	Falta Portadati/portacartellino	137	respondecia errada etiqueta embalag	156	Software errado			
119	Falta Etiqueta de embalagem	138	Caixa danificada	157	Filete dos parafusos danificado			
200 DIFERENCIAL		600 REARMO (RESTART)		600 ALTA TENSÃO				
201	Não liga (relé extado)	601	Falha 1º Rearmo (perde colpo)	601	Alta tensão In-Out			
202	Não liga de novo (relé sensível)	602	Falha 2/3º Rearmo (perde colpo)	602	Alta tensão Polo-Polo			
203	Não dispara	603	Falha bloco dispersão	603	Impulso In-Out			
204	Não liga (cinematismo diferencial)	604	Falha rearmo dispersão	604	Impulso Polo-Polo			
205	Sinusoidal Baixo (<0.5kdn)	605	Falha bloco c.to					
206	Sinusoidal Alto (>kdn)	606	Falha rearmo c.to					
207	Sin Max delta (Instável) Δ > 4mA - 40mA	607	Placa Eletrónica OFF					
208	Pulsatorias Baixo	608	Anomalia motor					
209	Pulsatorias Alto	611	Sinalização led errada					
210	Falha disparo com 0,95kdn	612	Falha sinalização led					
211	Falha disparo pela Tecla de Teste	613	Não faz reset à placa eletrónica					
212	Não liga depois de disparo com 0,95kdn	614	Led amarelo					
		615	Não faz teste de sincronismo					
		616	Falha fecho contactos secundários					
		617	Falha abertura contactos secundários					
		618	Falha comutação AUX					
		619	Estado errado AUX					
		621	Disconector KO					
		622	Não liga interruptor associado					
		623	Ruidoso					
		624	Em estado de burn-in					
		625	Falha comutação microswitch					
		626	Teste sincronismo errado					

Figura 147 – Parte traseira do documento para controlo da qualidade.

ANEXO VII – CÓDIGO DE CORES GEWISS

	Código de Cores GEWISS – Áreas	Anexo 1 1518
GEWISS PORTUGAL	pág. 1 de 7	Ed.1, rev.8

	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
	Laranja Reparação Retrabalho		Cinza Áreas (Office)
<p>ATENÇÃO: Use fita até estar definida a localização definitiva do item. Use então tinta se desejado e financeiramente viável. Certifique-se que o objecto não tapa a linha exterior; As linhas devem estar visíveis quando o objecto está no seu local. Pode ser necessário pintar estantes, prateleiras, contentores, etc.</p>			Riscas Amarelas e Pretas Materiais Perigosos Perigo

Figura 148 – Código de cores da empresa.