



Análise e aplicação de técnicas Lean na
produção de uma família de motores elétricos

UMinho | 2013



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Carlos Santos Ribeiro

Análise e aplicação de técnicas Lean na
produção de uma família de motores elétricos

outubro de 2013



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Carlos Santos Ribeiro

Análise e aplicação de técnicas Lean na
produção de uma família de motores elétricos

Tese 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 Francisco Pereira Moreira

DECLARAÇÃO

Nome: João Carlos Santos Ribeiro

Endereço eletrónico: jcs.ribeiro11@gmail.com Telefone: 918797551

Número do Bilhete de Identidade: 13391979

Título da dissertação: Análise e aplicação de técnicas Lean na produção de uma família de motores elétricos

Orientador(es): Professor Doutor José Francisco Pereira Moreira

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta Tese de Mestrado não seria possível sem apoio de diversas naturezas, nesse sentido quero deixar registado o meu total apreço e reconhecimento às pessoas e entidades que contribuíram para a sua realização.

Agradeço ao professor Doutor Francisco Moreira pelo tempo despendido e pela sua opinião crítica e objetiva ao longo deste projeto.

Agradeço ao Engenheiro Adriano Mesquita, meu orientador na empresa, pela sua disponibilidade e paciência no esclarecimento de dúvidas e troca de ideias, motivando-me sempre a expor e experimentar hipóteses de melhoria.

Agradeço ao Tiago Guinea por toda a transmissão de conhecimentos, atenção, ajuda e paciência no decorrer deste projeto.

Agradeço à equipa da Engenharia Industrial da WEGeuro pela fácil adaptação à equipa e o apoio fornecido ao longo deste projeto, assim como a paciência e disponibilidade demonstradas face às minhas dúvidas.

Agradeço igualmente a todos os colaboradores da WEGeuro que contribuíram direta e indiretamente para o sucesso deste projeto.

Agradeço à minha família pela paciência e incentivo prestado, não só ao longo deste projeto, mas também ao longo de todo o período de formação académica.

Por último deixo uma palavra de apreço à Ana Sousa, pela confiança, motivação, paciência que teve para comigo ao longo deste projeto, assim como o estímulo e auxílio para a realização deste projeto.

RESUMO

Este documento constitui a dissertação de mestrado do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, e teve por base um projeto desenvolvido em contexto industrial na empresa WEGeuro.

O projeto aqui apresentado teve como principal objetivo a redução de custos e tempos de fabrico de uma família de motores elétricos através da aplicação da metodologia e ferramentas *Lean*. Foi inicialmente realizada uma revisão da literatura sobre *Lean Manufacturing*, nomeadamente origem, princípios e conceitos de valor e desperdício, bem como sobre técnicas e ferramentas relevantes para o trabalho.

Após seleção da gama de motores, foi realizado um diagnóstico profundo a três setores da empresa, envolvendo uma equipa bastante abrangente e multidisciplinar. A abordagem inicial teve por base o mapeamento do fluxo de valor e diagnóstico de desperdícios usando VSM. Os diagramas VSM produzidos são muito detalhados e abrangentes. A secção de bobinagem apresentava taxas de *Value Added Time* ligeiramente superiores a 20%, a de Montagem taxas próximas de 20% e a secção de rotores exibia taxas inferiores a 10%.

Foram identificadas várias oportunidades de melhoria, tendo-se construído o VSM futuro e um plano de ações envolvendo diversos *Gemba Kaizen*. O VSM futuro prevê uma redução de 44% no *Lead Time* de fabrico de motores *standards* e de 50% para motores especiais, também prevê um aumento da percentagem de valor acrescentado em 46% para motores *standards* e de 74% para os especiais, redução de *stocks* em WIP de 76%, redução de encargos com recursos humanos em 23% e redução no custo total de fabrico dos motores em 13%, estimando-se uma poupança total acumulada de 739.900,00€ após execução das medidas contempladas no plano.

A implementação de 2 *kanbans* na secção de bobinagem veio permitir uma redução de 80% do *stock* destes artigos no chão de fábrica. A criação de um supermercado de componentes para abastecimento há secção de montagem estima-se que permita uma redução de 51% de *stocks* nesta secção, com um espaço libertado de 12% e um ganho anual líquido de 22.255,66€.

Palavras-Chave: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Gemba Kaizen, Kanban, Supermercado*

ABSTRACT

This document comprises the MSc dissertation on the Integrated Master degree on Industrial Engineering and Management at the University of Minho, which was based upon the context of an industrial project developed at the WEGeuro company.

The project aimed mainly the reduction of the costs and times involved in manufacturing a family of electric motors through the application of the Lean methodology and tools. A literature review was initially conducted on Lean Manufacturing, including its origin, principles and on value and waste concepts, as well as on relevant techniques and tools.

Following the selection of the range of engines, a thorough assessment was conducted on three company's sectors, involving a comprehensive and multidisciplinary team. The initial approach was based on value stream mapping and waste diagnosis using VSM. The VSM diagrams produced are very detailed and comprehensive. The coiling section revealed a *Value Added Time* rate slightly higher than 20%, the assembly section rates close to 20%, and the rotor section exposed rates lower than 10%.

Several improvement opportunities were identified, having been built the future map for the VSM as well as an action plan involving several Gemba Kaizen. The VSM future map foresees a reduction of 44% on the lead time for the manufacture of standard motors and a reduction of 50% on the special ones. It also predicts an increase on the value added activities percentage by 46% for the standard motors and 74 % for the special motors, reduction of the WIP stocks by 76%, reduced burdens on human resources by 23% and a decrease on the total cost for manufacturing the engines by 13%. After implementation of all measures included in the plan is estimated a cumulative total saving of about €739,900.00.

The implementation of two kanban system in the coiling section has allowed a reduction of 80% of the stock of these items on the shop floor. The creation of a supermarket for supplying components to the assembly section is estimated to allow the reduction of stocks by 51% on this section, while releasing 12% of the space and a net annual economic benefit of €22,255.66.

Keywords: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Gemba Kaizen, Kanban, Supermarket

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xix
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura.....	3
2. Revisão bibliográfica.....	4
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	4
2.1.1 Origem e Enquadramento.....	4
2.1.2 Princípios <i>Lean Thinking</i>	5
2.1.3 Conceito de Valor vs. Conceito de Desperdício.....	7
2.2 Técnicas e Ferramentas.....	11
2.2.1 <i>Value Stream Mapping</i>	12
2.2.2 Metodologia 5S's.....	18
2.2.3 <i>Gemba Kaizens</i>	20
2.2.4 Gestão Visual.....	20
2.2.5 Logística de Supermercado.....	21
2.2.6 <i>Kanbans</i>	23
3. Apresentação da Empresa.....	26
3.1 Identificação.....	26
3.2 História.....	28
3.3 Políticas.....	28
3.3.1 Eficiência Energética.....	29

3.3.2	Política de Melhoria Contínua.....	29
3.4	Estrutura Organizacional	29
3.5	Fornecedores, Clientes e Concorrência	30
3.6	Produtos	31
3.6.1	Composição de um motor	32
3.7	Volume de Produção	32
3.8	Produção	33
3.8.1	Secções da WEGeuro	33
3.8.2	Setores Produtivos.....	34
3.8.3	Setores de Apoio à Produção	36
3.8.4	Roteiros Produtivos	37
4.	Diagnóstico e Análise	39
4.1	Definição da Equipa	39
4.2	Seleção dos Motores.....	41
4.2.1	Subsecção de Montagem.....	43
4.2.2	Subsecção da Pintura-Embalagem	43
4.2.3	Secção da Bobinagem	43
4.2.4	Subsecção de Rotores.....	44
4.2.5	Subsecção de Veios	44
4.3	VSM Atual.....	45
4.3.1	VSM Atual na Secção Veios e Rotores.....	45
4.3.2	VSM Atual na Secção de Bobinagem Baixa Tensão	53
4.3.3	VSM Atual na Secção de Apropriações de peças constituintes do motor	59
4.3.4	VSM Atual na Montagem I.....	60
4.3.5	Resultados	69
4.4	Diagnóstico de desperdícios	70
4.4.1	Secção de Veios Rotores e Apropriações.....	70
4.4.2	Secção da Bobinagem	73
4.4.3	Secção da Montagem	77
4.4.4	Organização e Limpeza Geral	79

5.	Propostas de Melhoria.....	81
5.1	VSM Futuro.....	81
5.1.1	Secção da Montagem I.....	81
5.1.2	Secção da Bobinagem BT.....	83
5.1.3	Secção de Veios Rotores e Apropriações.....	84
5.2	Cronograma de Implementação.....	85
5.3	Previsão de Ganhos.....	86
5.3.1	Ganhos de <i>Lead Time</i>	87
5.3.2	Ganhos com redução de WIP e com espaço ocupado.....	87
5.3.3	Ganhos com o aumento da produtividade.....	88
6.	Implementação das melhorias.....	90
6.1	<i>Kanbans</i> de Abastecimento na Bobinagem.....	90
6.1.1	<i>Kanban</i> 11 – Material de Acabamento.....	91
6.1.2	<i>Kanban</i> 12 – Perfis Pultrudados.....	94
6.1.3	Reorganização do <i>Layout</i> e marcação do chão de fábrica (Área Piloto).....	96
6.2	<i>Gemba Kaizen</i> 2 – Supermercado da Montagem 1.....	97
6.2.1	Análise do Histórico do Consumo.....	98
6.2.2	Método de Gestão dos <i>Stocks</i>	100
6.2.3	Abastecimento à Montagem I.....	103
6.2.4	<i>Layout</i> do Supermercado.....	106
6.2.5	Sincronismo.....	110
6.2.6	Recursos Humanos.....	114
6.2.7	Ganhos com a implementação do Supermercado.....	115
6.3	Criação de um indicador para implementação dos 5 S's.....	117
7.	Conclusões.....	120
7.1	Considerações Finais.....	120
7.2	Trabalho Futuro.....	121
	Referências Bibliográficas.....	123
	Anexo I – VSM Atual de uma empresa.....	128
	Anexo II – VSM Futuro de uma empresa.....	129
	Anexo III – Cronologia da WEG.....	130

Anexo IV – Políticas Empresariais do Grupo WEG	132
Anexo V – Organigrama	134
Anexo VI – Desenho técnico de um motor	135
Anexo VII – <i>Layout</i> da unidade produtiva da WEGeuro	136
Anexo VIII – Histórico de produção de motores W22 por altura de eixo	137
Anexo IX – Produção de motores W22 por número de polos para o ano 2012.....	138
Anexo X – Seleção de Gamas Operatórias para analisar no VSM	139
Anexo XI – Cronograma de Realização do VSM	144
Anexo XII – Indicadores de Produção de Veios, Rotores e Bobinagem no Motor Especial. 145	
Anexo XIII – Legenda da Simbologia Utilizada no VSM.....	147
Anexo XIV – VSM Atual Motor <i>Standard</i>	149
Anexo XV – VSM Atual Motor Especial	153
Anexo XVI – Levantamento dos Desperdícios no Chão de Fábrica.....	157
Anexo XVII – Organização e Limpeza dos Postos de Trabalho.....	160
Anexo XVIII – VSM Futuro Motor <i>Standard</i>	163
Anexo XIX – VSM Futuro Motor Especial	165
Anexo XX – Indicadores de Produção para VSM Futuro.....	167
Anexo XXI – Cronograma de Implementação dos <i>Gemba Kaizen</i>	174
Anexo XXII – Quadro Resumo de <i>Lead Time</i> e Valor Acrescentado	175
Anexo XXIII – Valor Monetário em WIP no Mapa Atual	176
Anexo XXIV – Valor Monetário em WIP no Mapa Futuro	177
Anexo XXV – Valor Monetário em Recursos Humanos no Mapa Atual.....	178
Anexo XXVI – Valor Monetário em Recursos Humanos no Mapa Futuro.....	179
Anexo XXVII – Descrição das Operações de Bobinagem para Implementação de <i>Kanban</i> 180	
Anexo XXVIII – Dados dos Consumos Bobinagem	181
Anexo XXIX – Artigos para Gestão 2Bin	184
Anexo XXX – <i>Layout</i> 3D do Supermercado	185
Anexo XXXI – Mapa de Tarefas Associadas ao Supermercado	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo simplificado do TPS (adaptado de Ghinato, 2000)	5
Figura 2 - Princípios <i>Lean Thinking</i>	6
Figura 3 - Os sete desperdícios (fonte: www.Terzoni.com.br)	8
Figura 4 - Cadeia de valor global (adaptado de Rother & Shook, 1999)	12
Figura 5 - Etapas do VSM	13
Figura 6 - Matriz de Fluxo de Produção (adaptado de Rother & Shook, 1999)	14
Figura 7 - Simbologia do VSM	15
Figura 8 - Indicadores que resultam do VSM	16
Figura 9 - Gestão Visual através da delimitação de espaços (fonte: http://www.4lean.net)	21
Figura 10 - Supermercado	22
Figura 11 - Funcionamento de um <i>Kanban</i>	24
Figura 12 - Sede, Fábricas e Filiais Comerciais	26
Figura 13 - WEGeuro na Zona Industrial da Maia	27
Figura 14 - <i>Sales Overview</i> WEGeuro (€ Milhões)	27
Figura 15 - <i>Sales Overview</i> Grupo WEG (R\$ Mil Milhões)	28
Figura 16 - Fundadores da WEG - Equipamentos Elétricos S.A	28
Figura 17 - Evolução do número de colaboradores	30
Figura 18 - Fornecedores, Clientes e Concorrência	31
Figura 19 - Produtos WEGeuro	31
Figura 20 - Motor W22 BT Explodido	32
Figura 21 - Histórico da Capacidade/Produção da WEGeuro (motores/semana)	33
Figura 22 - Setor dos Veios e Rotores	34
Figura 23 - Bobinagem BT	35
Figura 24 - Montagem I	36
Figura 25 - Fluxo produtivo de 2 grandes grupos de motores	37
Figura 26 - Equipa VSM	40
Figura 27 - Seleção dos motores e gamas operatórias a utilizar como referência no VSM	41
Figura 28 - Criação de Subsecções Virtuais para facilitar a análise	42
Figura 29 - Motores em Análise	45
Figura 30 - Carrinho <i>Kanban</i> de produção dos veios	46
Figura 31 - Cantilever interno de aço	46

Figura 32 - Escatel numa das extremidades do veio	47
Figura 33 - Supermercado de Veios	47
Figura 34 - Alocação das massas rotóricas na cadeia produtiva	48
Figura 35 - Formação do Rotor	48
Figura 36 - Operação de torneiar o rotor	49
Figura 37 - Processo de choque térmico	50
Figura 38 - Passos da Bobinagem	54
Figura 39 - Esquema de Ligação das Bobines	54
Figura 40 - Ligação do Estator	55
Figura 41 - Amarrar Testas	55
Figura 42 - Acabamento e ensaio do estator	56
Figura 43 - Impregnação	57
Figura 44 - Tipologias de abastecimento à Montagem 1	61
Figura 45 - Operação de Introdução	61
Figura 46 - Torneiar a carcaça	62
Figura 47 - A) Posto de ligação 1; B) Posto de Montagem 1	63
Figura 48 - A) Posto de Montagem 2; B)Posto de Ligação 2	63
Figura 49 - WIP's na secção veios e rotores	71
Figura 50 - Transporte no Choque Térmico	72
Figura 51 - Deslocação dos Operadores ao Centro de Verificação de Qualidade	72
Figura 52 - Exemplos de não conformidades	73
Figura 53 - Transportes na Bobinagem	74
Figura 54 - Excesso de <i>Stock</i> na Bobinagem	75
Figura 55 - Sobreprodução na bobinagem	76
Figura 56 - Operações Inúteis na Bobinagem	76
Figura 57 - WIP na secção de montagem 1	77
Figura 58 - Operações Inúteis	78
Figura 59 - Sobreprodução na Montagem I	79
Figura 60 - A) Sensores de Temperatura B) Terminais	91
Figura 61 - Acondicionamento do <i>Stock</i> antes e depois da implementação do <i>Kanban</i>	93
Figura 62 - Antes e Depois da Implementação do <i>Kanban</i> 12	95
Figura 63 - Evolução do <i>Layout</i> com a introdução dos <i>Kanbans</i>	96
Figura 64 - Caixas de Tampas	103
Figura 65 - <i>Kit Junjo</i> para abastecer Montagem I	105

Figura 66 - Fluxo dos <i>Kits Junjo</i> na Montagem 1	105
Figura 67 - Zona 1 do Supermercado.....	106
Figura 68 - Zona 2 do Supermercado.....	107
Figura 69 - Zona 3 do Supermercado.....	110
Figura 70 - Postos de Preparação de <i>Kits Junjo</i>	111

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Abastecimento Tradicional vs Supermercado.....	22
Tabela 2 - Equipa VSM.....	39
Tabela 3 - Cronograma Resumo da execução do VSM	40
Tabela 4 - Indicadores de Produção de Veios e Rotores.....	51
Tabela 5 - Testes ao Estator Bobinado.....	56
Tabela 6 - Indicadores de Produção da Bobinagem.....	58
Tabela 7 - Indicadores de Produção das Apropriações	59
Tabela 8 - Indicadores de Produção da Montagem de motores A e B.....	66
Tabela 9 - Indicadores de Produção da Montagem de Motores Especiais.....	68
Tabela 10 - Resultados Finais Mapa Atual	69
Tabela 11 - Cronograma de Implementação Ano 2013	86
Tabela 12 - Ganhos em <i>Lead Time</i> e Valor Acrescentado.....	87
Tabela 13 - Ganhos com a redução da quantidade de artigos em <i>WIP</i>	88
Tabela 14 - Ganhos com a Redução de Espaço Ocupado	88
Tabela 15 - Ganhos com redução de Recursos Humanos	89
Tabela 16 - Ganhos Financeiros do Projeto	89
Tabela 17 - Artigos <i>Kanban</i> 11.....	92
Tabela 18 - Artigos <i>Kanban</i> 12.....	94
Tabela 19 - Redução de <i>Stock</i> de Perfis Pultrudados.....	95
Tabela 20 - Matriz ABC x FMS.....	99
Tabela 21 - Matriz ABC x FMS para artigos de Gestão <i>Kanban</i>	99
Tabela 22 - Artigos 2Bin Tipo A	101
Tabela 23 - Artigos 2Bin Tipo B.....	102
Tabela 24 - Artigos 2Bin Tampas	103
Tabela 25 - Ganhos de Espaço	110
Tabela 26 - Simulação da preparação de <i>Kit's</i> em picos de produção.....	113
Tabela 27 - Tarefas em Supermercado (Necessidade de Recursos).....	114
Tabela 28 - Comparação da necessidade de colaboradores	115
Tabela 29 - Ganhos com a movimentação de <i>Stock</i>	116
Tabela 30 - Ganhos com a redução de colaboradores.....	116
Tabela 31 - Investimentos para o Supermercado	117

Tabela 32 - Tabela de cálculo do indicador de 5 S's com dados fictícios	118
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

FIFO – First In First Out

GK – Gemba Kaizen

GOP – Gama Operatória

IMVP – International Motor Vehicle Program

JIT – Just in Time

LT – Lead Time

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PCP – Planeamento e Controlo da Produção

SMED – Single Minute Exchange of Die

TC – Tempo de Ciclo

TPS – Toyota Production System

TT – Takt Time

VAT – Value Added Time

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Process

1. INTRODUÇÃO

O relatório que se segue descreve o projeto de dissertação do Autor, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, levado a cabo na empresa WEGeuro – Indústria Elétrica S.A.

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento da dissertação e descrevem-se os respetivos objetivos. Também é apresentada de forma sucinta a metodologia de investigação, assim como a descrição da estrutura da presente dissertação.

1.1 Enquadramento

A disputa de mercados requer uma melhoria permanente da capacidade de gestão e de organização nas empresas, bem como de capacidade de adequação da respetiva gama de produtos ao mercado. Por sua vez, os clientes possuem requisitos sucessivamente mais exigentes, nomeadamente ao nível do cumprimento de prazos de entrega, de qualidade e preço. Portanto uma resposta mais eficiente a estes requisitos permite fidelizar clientes e até mesmo abrir um leque de oportunidades. O negócio da produção de motores elétricos está igualmente sujeito a estas condições de mercado e tem-se vindo a adaptar a estas novas exigências através de operações fabris de alto desempenho e elevado nível de reatividade através do lançamento de produtos diferenciados.

O projeto de dissertação decorreu na empresa WEGeuro – Indústria Elétrica S.A, que se dedica à produção e montagem de motores elétricos para o sector das energias renováveis e petrolífero. Em 2009, a empresa começou a produzir uma nova gama de produtos mais eficientes designada W22. Porém esta gama tem tido sérias dificuldades em impor-se no mercado europeu, uma vez que concorre diretamente com motores originários de filiais da WEG do Brasil que possuem preços bastante competitivos. As dificuldades da WEGeuro resultam de custos acrescidos com o transporte de algumas matérias-primas (nomeadamente carcaças dos motores) originárias da empresa mãe no Brasil, bem como de volumes de produção comparativamente mais reduzidos na unidade WEG em Portugal. Portanto, existem sérias dificuldades em tornar as operações de fabrico mais eficientes que as empresas do Brasil (devido à economia de escala), bem como na redução dos custos associados às matérias-primas incorporadas nos motores. Por outro lado, a distância elevada dos fornecimentos dessas matérias-primas, que se realiza via marítima entre Brasil e Portugal, com duração média de 45 dias, também representa um problema acrescido ao nível da gestão

dos movimentos logísticos e a sua sincronização com a atividade de produção. Assim sendo, como não é possível diminuir o preço da matéria-prima nem aumentar o preço do produto final (por razões competitivas), a única via é tornar o sistema produtivo mais eficiente para reduzir o custo de fabrico. No sentido de maximizar a agregação de valor, bem como a eliminação de desperdícios existentes na empresa, foi sugerida a aplicação de conceitos e ferramentas *Lean Manufacturing*.

A perceção dos processos ou tarefas que agregam valor a um produto ou serviço, dentro de uma organização, é fundamental, por isso, muitas delas adotam um método que se denomina mapeamento do fluxo de valor. Este mapeamento pode ser realizado através de várias ferramentas, sendo o *Value Stream Mapping* (VSM) a mais utilizada.

Este projeto centra-se inicialmente na construção do VSM, em ambiente *Gemba Kaizen* (GK), suportado por trabalho de equipa bem estruturado e com uma programação exigente, tendo em conta o curto período de tempo disponível.

Com base nesse trabalho são sugeridas e estruturadas sugestões de melhorias que serão posteriormente alvo de processos de implementação uma sequência estabelecida. Estas melhorias terão por base algumas ferramentas *Lean Manufacturing*.

1.2 Objetivos

O objetivo deste projeto passa por melhorar o sistema produtivo associado ao fabrico da gama de motores elétricos W22 na empresa WEGeuro, através da aplicação de um conjunto de técnicas *Lean*. Dentre estas técnicas destacam-se *Value Stream Mapping* para diagnosticar o estado atual da produção da referida gama de motores e projetar um cronograma de implementação de melhorias. A intervenção deverá efetuar-se ao nível da gestão de *stocks*, chão de fábrica, da aplicação de 5S, Gestão Visual e Melhoria Contínua, para atingir os seguintes objetivos:

- Revelar os principais desperdícios existentes no chão de fábrica;
- Redução de WIP;
- Melhoria do nível de organização e limpeza de alguns Postos de Trabalho;
- Racionalização do uso da capacidade produtiva;
- Automatização de abastecimentos.

Apesar de existir uma diversidade considerável de modelos de motores elétricos em produção, foi apenas selecionada a gama W22, com altura de eixo entre os 225 a 315S/M.

1.3 Metodologia de Investigação

Esta dissertação abordou um leque de temáticas afins à área de Engenharia e Gestão Industrial e nesse sentido foi necessário rever, documentar e aprofundar o conhecimento existente na área. Com essa finalidade, foi levada a cabo uma pesquisa bibliográfica, acerca da metodologia *Lean Production* e ferramentas associadas, bem como a pesquisa de casos práticos de implementações.

Foram adquiridos conhecimentos, especificamente sobre Mapeamentos de Fluxo de Valor, usando VSM, assim como a criação de Supermercados e o seu funcionamento.

A metodologia de investigação aplicada foi *Action Research*. Esta implica uma investigação ativa que abrange as pessoas diretamente envolvidas no projeto. Esta metodologia recorre a aplicação das seguintes fases (Whyte, 1991):

1. Diagnóstico;
2. Planeamento de Ações;
3. Implementação das Ações;
4. Avaliação do Resultado;
5. Especificação da Aprendizagem.

Esta metodologia adequa-se especialmente a este projeto de investigação, uma vez que o seu foco reside na resolução de problemas reais (Guiffrida, Douthit, Lynch, & Mackie, 2011).

1.4 Estrutura

Esta dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos. O capítulo inicial efetua uma introdução ao projeto, enquadrando a dissertação, definindo os objetivos e sucintamente apresentada a metodologia de investigação e a estrutura da dissertação.

O capítulo 2 efetua a revisão da literatura do projeto. No capítulo 3 apresenta-se a empresa onde se desenvolveu este projeto o seu posicionamento no mercado, os produtos e o respetivo sistema de produção. O capítulo 4 documenta o diagnóstico efetuado à situação produtiva atual, nomeadamente o diagnóstico dos desperdícios. No capítulo 5 são apresentadas as propostas de melhoria e os resultados previstos. No capítulo 6 são apresentadas as implementações de melhorias assim como os resultados obtidos. No capítulo 7 efetuam-se as considerações finais e conclusões ao trabalho desenvolvido.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo que se segue efetua uma revisão da literatura sobre *Lean Manufacturing*. O capítulo está dividido em duas grandes secções, a primeira apresenta a filosofia *Lean Manufacturing*, no que toca à sua origem e enquadramento, às vantagens da sua implementação, à definição do que é valor e à elucidação dos grandes desperdícios reconhecidos por esta filosofia. A segunda secção pretende especificar as técnicas e ferramentas que têm como base a filosofia *Lean* e que serão utilizadas no decorrer do projeto, tais como a análise de uma cadeia de valor através de um *Value Stream Mapping* (base deste projeto), a metodologia de 5S's, o conceito de Gestão Visual, os *Gemba Kaizen*, *Standard-Work*, a logística em *Kanban* e em Supermercado.

2.1 *Lean Manufacturing*

Atualmente, o mundo de transações comerciais é de tal forma exigente que torna fatores como diferenciação, tempo de resposta, eficiência, qualidade e preço cada vez mais importantes para uma companhia produtiva. A desvalorização destes fatores pode muitas vezes ditar o afastamento de um cliente para a concorrência, nesse sentido é cada vez mais importante a atualização e otimização tanto dos produtos ou serviços, como dos processos de uma organização, com vista à criação de valor e à fidelização dos clientes. Segundo Womack (Womack, Jones, & Roos, 1990), a metodologia *Lean Manufacturing* permite estabelecer um foco no cliente, objetivando sempre a eliminação de desperdícios, com altos índices de resposta, qualidade e preço.

2.1.1 Origem e Enquadramento

Os conceitos que estiveram na base do desenvolvimento da metodologia *Lean Manufacturing* surgiram no final do século XIX. Porém, na segunda parte do século XX, a Toyota utiliza estes conceitos e adapta-os à sua realidade, criando o *Toyota Production System* (TPS) (Ohno, 1988). Ohno cria assim uma alternativa ao modelo de produção em massa de Henry Ford, com o objetivo de criar uma gama produtiva com elevada variabilidade, assegurando sempre

A figura 1 representa o modelo TPS de forma simplificada. Como se pode verificar, este assenta em dois pilares fundamentais denominados *Jidoka* (também designado *Autonomation* e *Just-in-Time* (JIT)). O *Jidoka* consiste em dar ao operador ou à máquina a capacidade de decisão (autonomia) para parar a máquina sempre que detetar alguma anomalia com o intuito de impedir o aparecimento de problemas ou defeitos durante o fluxo de produção (Gong,

Wang, & Lai, 2009). O JIT visa produzir quando necessário, o fundamental e nas quantidades necessárias. É sobretudo um sistema de gestão da produção de empresas que funciona em sistema Pull, e que tenta minimizar ao máximo os excessos de *stock* e os custos que daí advêm (Schonberger, 2007).

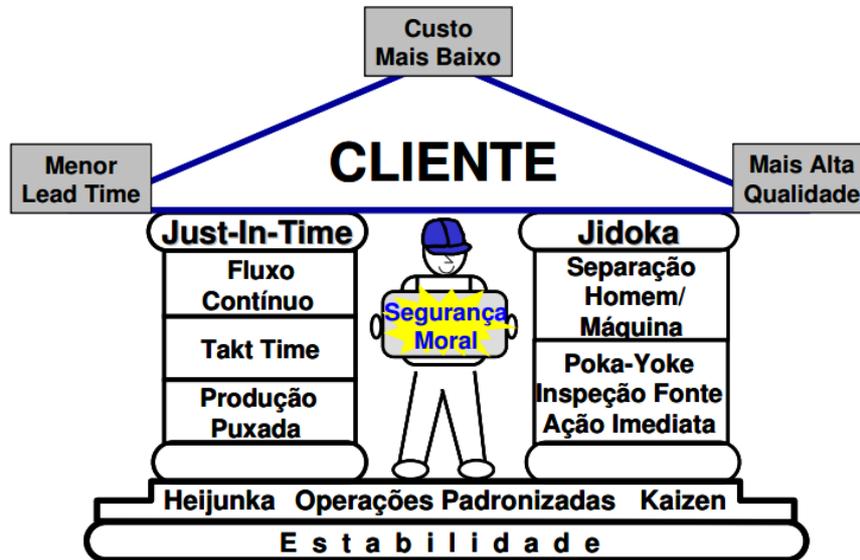


Figura 1 - Modelo simplificado do TPS (adaptado de Ghinato, 2000)

2.1.2 Princípios *Lean Thinking*

Os princípios do *Lean Thinking* são criados na década de 1990, no MIT/ IMVP e surgem a partir de estudos sobre a indústria automóvel (Holweg, 2007), com base em entrevistas, conversas e discussões com entidades empresariais focadas na metodologia TPS, identificando os principais problemas, como por exemplo, o obstáculo para o sucesso de uma unidade produtiva (Womack, Jones, & Roos, 2007). Estes princípios caracterizam-se sobretudo pela sua simplicidade, transversalidade ao tempo e um grande foco nos requisitos do cliente (Jina, Bhattacharya, & Walton, 1997). A figura 2 apresenta os cinco princípios do *Lean Thinking*.

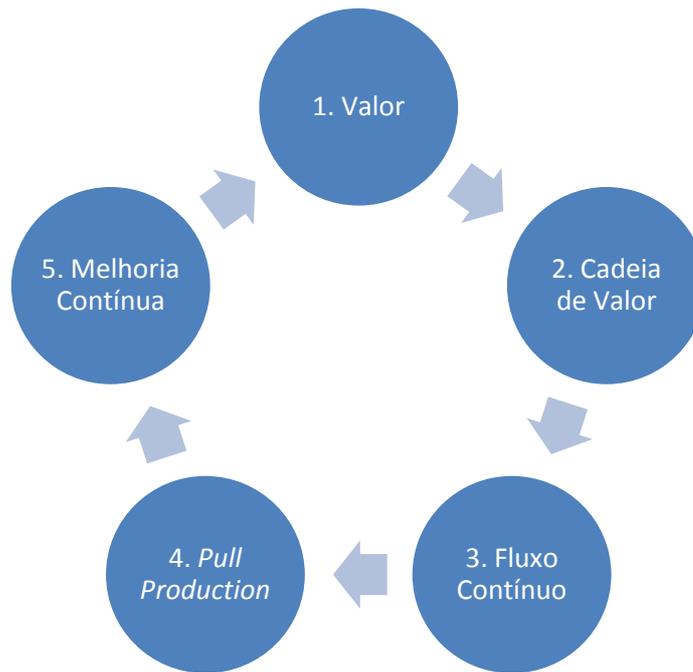


Figura 2 - Princípios *Lean Thinking*

1. Definir Valor

É o primeiro princípio *Lean* e reside em definir as características do produto ou serviço que interessam efetivamente ao cliente, ou seja, pelas quais o cliente está disposto a pagar. No momento da seleção do produto pelo cliente, essas características fazem toda a diferença. A análise vai recair entre o esforço realizado para adquirir o bem ou serviço e o retorno que daí surge (Goforth, 2007). Quanto maior for este quociente, mais satisfeito ficará o cliente e a probabilidade de futuros negócios e fidelizações é crescente. Na subsecção seguinte, esta definição será aprofundada já que se trata de um conceito central no desenvolvimento deste projeto.

2. Identificar a Cadeia de Valor

O passo seguinte passa por identificar três grandes tipos de tarefas existentes num sistema produtivo, as tarefas que agregam valor ao produto, as que não agregam valor mas que são importantes para garantir a qualidade ou a manutenção e por fim as tarefas que não agregam qualquer tipo de valor e consideradas puro desperdício (Rother & Shook, 1999). Cada vez é mais importante dissecar a cadeia produtiva da empresa, desde o fornecedor até ao cliente, focando no que realmente agrega valor ao produto, de maneira a eliminar o tempo excedentário e os custos associados, de forma a conseguir maiores margens de lucro ou preços mais competitivos no mercado (Melton, 2005).

3. Garantir Fluxo Contínuo

O fluxo tem um grande foco no combate aos estrangulamentos que estão muitas vezes no cerne de paragens ou reduções de atividade em determinados pontos da cadeia de valor, representando assim um decréscimo da produtividade global. O *Lead Time* é um dos fatores cruciais para um cliente e por isso a sua otimização implica eliminar ou reduzir todos os focos de estrangulamento para maximizar a capacidade de resposta e reduzir custos, assim a empresa consegue ser mais competitiva no mercado (Hodge, Ross, Joines, & Thoney, 2011).

4. Implementar o *Pull Production*

O sistema de produção pull (puxada) tem como objetivo induzir a empresa a produzir uma quantidade pela qual o cliente já emitiu ordem de compra, garantindo o escoamento dos artigos e a inexistência de *stock* de produtos acabados (Siha, 1994). É um sistema produtivo muito focado na metodologia JIT, produzindo no momento exato e nas quantidades certas, a necessidade do cliente, isto tem inerente uma redução de *stocks*, assim como a otimização da utilização da mão-de-obra.

5. Perseguir a Melhoria Contínua

Este é o último passo considerado nos princípios do *Lean Thinking*, tem por objetivo a busca incessante e contínua pelo aperfeiçoamento da cadeia e do fluxo de valor. Estabelece o estado ideal como o objetivo macro para o qual todos os esforços da empresa devem estar direcionados, e implica que todos os membros intervenientes na cadeia produtiva tenham um conhecimento profundo do processo global, para que se possam alcançar formas novas e melhoradas de criar valor (Bhuiyan & Baghel, 2005).

2.1.3 Conceito de Valor vs. Conceito de Desperdício

Os conceitos de valor e desperdício são dois conceitos que devem ser bem distintos no funcionamento diário da empresa, a falta de definição de ambos levam as organizações a direcionarem esforços no sentido errado, o que pode levar ao fracasso (Womack & Jones, 1996). Estudos realizados em várias empresas mostram que cerca de 5% do *Lead Time* da cadeia de valor é que incrementa valor ao produto, o restante é desperdício (Kremer & Fabrizio, 2005), portanto é importante fazer uma boa distinção do que é valor acrescentado face ao desperdício.

Conceito de Valor

É um conceito base na implementação da metodologia *Lean* e representa todas as operações, serviços ou tarefas que o cliente considera vantajoso adquirir. Nesse sentido, é importante que as empresas se foquem em perceber o que realmente tem valor para o cliente, em determinado produto ou serviço, e depois direcionem os esforços necessários para tornar mais eficientes essas operações, já que acrescentam as características desejadas. Em contrapartida devem eliminar aquelas em que o cliente não demonstrou qualquer interesse. Esta abordagem possibilita às empresas ter a certeza de ter a sua cadeia produtiva totalmente focada nas necessidades do cliente e eficientes na maximização do lucro (Jones & Womack, 2002).

As atividades que não acrescentam valor dividem-se em dois tipos:

- ▶ Atividades que não acrescentam valor, mas que são intrínsecas ao processo produtivo, como o papel desempenhado pelos recursos humanos, financeiros, qualidade ou a manutenção (Monden, 1998). Os esforços de melhoria devem ter sempre em vista reduzir o seu impacto, já que não agregam qualquer valor na ótica do cliente, mas são operações que estão na base de uma empresa de sucesso.
- ▶ Atividades que são puro desperdício. Todas aquelas que devemos eliminar ou pelo menos reduzir. A eliminação das atividades que não acrescentam valor, denominado desperdício, é uma das bases da filosofia *Lean Manufacturing*, Taichi Ohno (1988) desde cedo identificou um conjunto de sete atividades que são desperdício (Muda) e que se encontram em todos os sectores da indústria, como a produção em excesso, tempos de espera, etc, representado a figura 3.

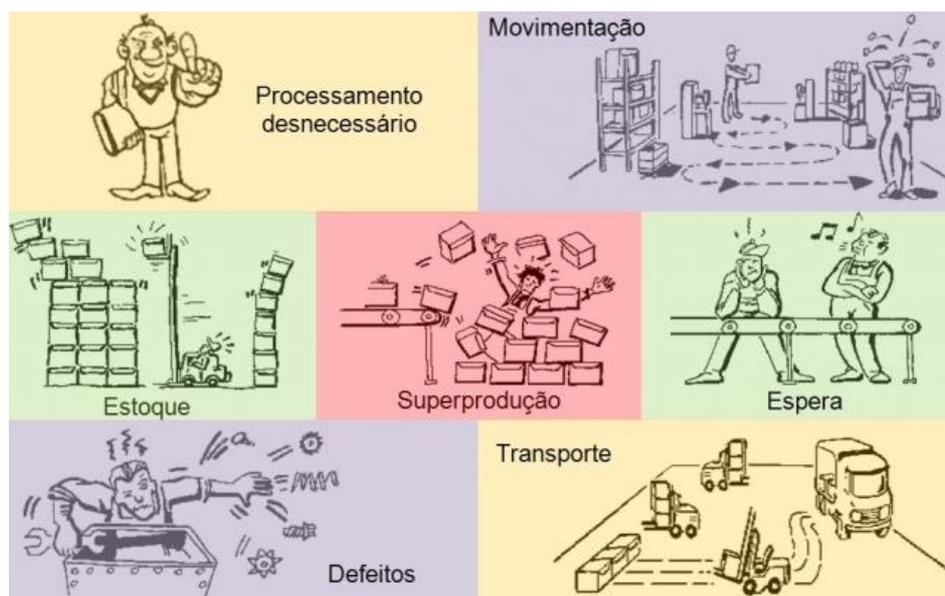


Figura 3 - Os sete desperdícios (fonte: www.Terzoni.com.br)

Produção em excesso

A produção em excesso é conhecida no ambiente *Lean* como a produção antecipada ou em quantidades superiores às encomendadas pelo cliente (Abdulmalek & Rajgopal, 2007). Este desperdício é notório quando o nível de produção está acima do nível de consumo e os produtos não são diretamente expedidos para o cliente, isto acarreta uma série de encargos sem valor acrescentado perfeitamente evitáveis, como por exemplo, o armazenamento extra tanto de produto acabado como de matéria-prima com impacto no espaço necessário e no tempo para localizar e retirar o produto para expedição e o desperdício de tempo na produção e em mão de obra direta (Monden, 1998). A produção em excesso acarreta indiretamente outro tipo de problema, isto é, o risco de o produto danificar-se ou até mesmo ficar obsoleto, durante o processo de transporte e armazenagem.

Na base deste problema pode estar um planeamento incorreto com foco na produção para *stock*, em processos de fabrico ineficazes ou com baixos índices de produtividade e de eficiência, falta de otimização do *layout*, equipamentos de produção com baixa fiabilidade, comunicação deficiente, entre outros (Dennis, 2002).

Tempos de espera

Na filosofia *Lean*, tudo o que provoca paragens, tanto do trabalhador, como do posto de trabalho, é foco de improdutividade, nesse sentido o tempo de espera é considerado quando o operador ou o equipamento é obrigado a parar porque o posto de trabalho seguinte não se encontra disponível, existe falta de operadores qualificados disponíveis ou um equipamento danificado por falta de manutenções, entre outras causas, por isso constitui um desperdício. Este desperdício pode provocar vários tipos de problemas a uma empresa, tais como recursos parados e consequente aumento de custos, quebra no ritmo de trabalho e incumprimento dos prazos de entrega do produto ao cliente e até mesmo a subcontratação de operações. O tempo de espera pode surgir por várias causas, como por exemplo, a inexistência de manutenções aos equipamentos, a falta de equipamentos adequados às tarefas, baixo índice de polivalência dos colaboradores, ou ainda falta de padronização do trabalho.

Transporte

Por norma, uma empresa necessita de movimentar os seus produtos entre diferentes postos de trabalho ao longo da cadeia produtiva. O espaço percorrido durante um transporte pode variar, no entanto todos os transportes representam encargos para a empresa. Em contrapartida, o cliente não tem qualquer interesse nos transportes realizados durante o fabrico do produto que vai adquirir e por isso não está disposto a paga-los. Este desperdício está muitas vezes associado a transportes dos produtos para locais intermédios entre postos de trabalho, ou

associado a movimentações que não estão relacionadas com as necessidades de produção no momento (Taylor & Brunt, 2001).

Um número avultado de transportes pode ter origem na falta de otimização do *layout* fabril, As suas causas estão ligadas à falta de foco do *layout* no fluxo de produção, à produção por lotes, à desorganização do posto de trabalho, à falta de proximidade dos materiais ao posto de trabalho, à falta de meios de movimentação adequados, etc.

Operações inúteis

Todas as operações, tanto de fabrico como burocráticas ou de comunicação, que acontecem numa empresa envolvem recursos materiais, humanos e de tempo. Por isso, é importante perceber que operações são absolutamente necessárias e aquelas que podem ser otimizadas ou eliminadas de forma a reduzir o impacto das operações que não acrescentam valor. Este desperdício ocorre sempre que é realizado um processo que confere características num produto que não são as desejadas pelo cliente, sendo assim é crucial perceber as características que o cliente deseja no produto ou serviço, e depois selecionar as operações que conferem essas características. As restantes operações são consideradas excedentárias e passíveis de serem ajustadas ou eliminadas. As causas deste tipo de desperdício estão relacionadas com a conceção de processos desajustados ou mal documentados, instruções de trabalho inexistentes ou desalinhas e pouca definição dos requisitos do cliente.

Excesso de *Stocks*

A visão mais tradicional da produção sugere que grandes quantidades de *stocks* eram o meio ideal para mostrar a grande capacidade da empresa ao cliente, assim como corresponder rapidamente à procura. No entanto essa visão foi perdendo terreno ao longo dos tempos para dar lugar à metodologia JIT. Este tipo desperdício acontece frequentemente quando uma empresa investe antecipadamente em quantidades excessivas de artigos ou equipamentos para serem armazenados até à data da necessidade (Lu, Yang, & Wang, 2011). Isto acarreta custos de armazenamento, assim como ocupação extra de espaço, para além do capital empatado. Isto poderá ser facilmente evitável se existirem políticas entre o cliente e o fornecedor, de fornecimentos ajustados às necessidades e nas quantidades definidas pelo nível de consumo. Na origem deste desperdício estão frequentemente previsões de vendas deficientes, fraco planeamento e acompanhamento de inventários e fornecedores que não cumprem com os requisitos de quantidade, prazo e qualidade.

Movimentação de pessoas

O tempo gasto pelos colaboradores a movimentarem-se é tempo que não gera valor, no entanto esse tempo também representa custos para a empresa que não são comportados pelo

cliente. Este facto faz das movimentações de pessoas uma causa de desperdício numa empresa, identificável quando os operadores realizam trajetos necessários (para aquisição de materiais ou equipamentos) ou entre postos de trabalho, também é considerado neste tipo de desperdício o tempo gasto pelas chefias em tarefas de planeamento ou em localização de operadores. Possíveis causas para este tipo de desperdício são as falhas de equipamentos, má organização dos postos de trabalho, falta de gestão visual e falta de adaptabilidade do *layout* ao fluxo de produção.

Defeitos de fabrico e Retrabalho

Os defeitos de fabrico incluem todos os custos que surgem com reparações ou alterações a artigos que foram processados de forma indevida, fora dos parâmetros dos requisitos do cliente, ou defeitos graves que tornam o produto descartável.

Este desperdício é facilmente detetável analisando os índices de qualidade da empresa, ou identificando uma elevada taxa de assistência pós venda ao cliente, que origina tempo gasto em burocracias, investigações e reuniões para apurar responsabilidades e encontrar soluções.

Na base deste desperdício estão vulgarmente altos níveis de inventário, ferramentas ou equipamentos desatualizados ou inapropriados, colaboradores com formação insuficiente, baixo nível de *standard work* e processos incapazes de assegurar a qualidade dos produtos de forma consistente.

2.2 Técnicas e Ferramentas

O eco provocado pelo sucesso do *Lean Manufacturing* tem-se espalhado por todo o mundo industrializado ao longo dos tempos. As empresas descrevem as suas melhorias ao nível da qualidade dos produtos, na redução dos tempos de ciclo, diminuição das quantidades de *work-in-process*, cumprimento de prazos de entrega mais exigentes, maior margem de lucro, redução de custos, aumento da produtividade por operador, redução nos investimentos em ferramentas, otimização do espaço, aumento da flexibilidade, entre outros (Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003). A razão destes ganhos tem sido ligada diretamente à utilização de ferramentas criadas com base na filosofia *Lean Manufacturing*, e que são usados essencialmente na redução de desperdícios (Carreira, 2005). Existem muitas ferramentas e técnicas *Lean*, este capítulo apenas introduz e explica aquelas que vão ter aplicação prática no decorrer deste projeto.

2.2.1 Value Stream Mapping

O conceito de Cadeia de Valor pode ser definido como o conjunto de atividades que acrescentam valor ao produto, na ótica do cliente, ao longo da cadeia produtiva.

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta simples e visual que permite realizar uma análise de uma cadeia de valor, incluindo os fluxos de operações, de informação e de materiais, assim como os recursos associados (Rother & Shook, 1999). Um dos objetivos é focar toda a cadeia de valor e não apenas a cadeia de valor das operações internas da empresa, pois deve analisar-se onde se cria valor para o cliente, frequentemente as perdas e os problemas sentidos pelas empresas, não estão “entre portas” mas a montante ou a jusante da empresa (Lian & Van Landeghem, 2007) (Figura 4).

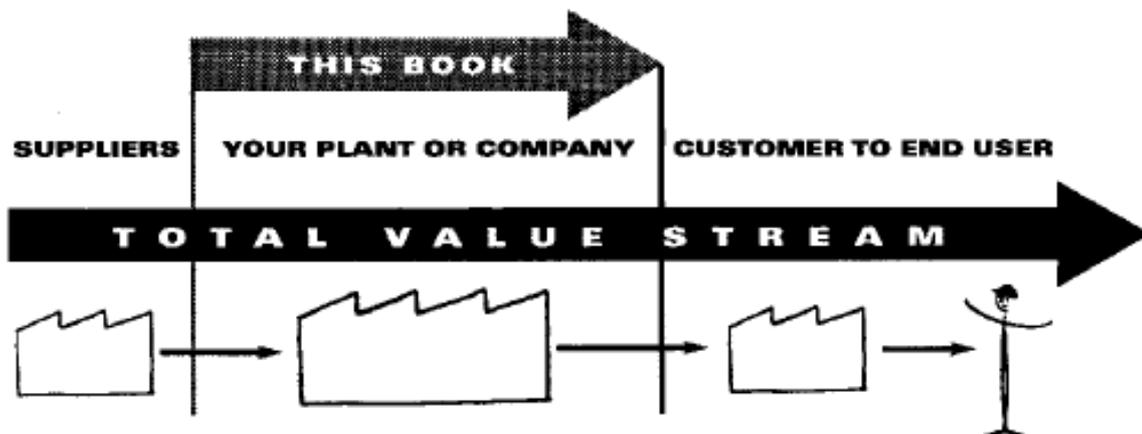


Figura 4 - Cadeia de valor global (adaptado de Rother & Shook, 1999)

Trata-se de um método sistemático de identificação de todas as atividades efetuadas para produzir um produto ou serviço, desde o fluxo de transformação do produto até à informação necessária, com uma grande versatilidade de simbologia universal e visualmente apelativo. O VSM é assim uma ferramenta poderosa, capaz de identificar os pontos fortes (processos que agregam valor) e fracos (desperdícios) numa cadeia produtiva (Braglia, Carmignani, & Zammori, 2006).

O mapeamento de uma cadeia de valor através da ferramenta VSM tem duas grandes nuances:

- O estado atual da cadeia de valor com todo o fluxo de fabrico, de informação e os indicadores associados.
- O estado futuro que vai ao encontro da melhoria do fluxo de produção, tendo sempre em conta as melhorias selecionadas para combater os desperdícios identificados.

Após um mapeamento de uma cadeia de valor com auxílio a esta ferramenta, é possível quantificar a percentagem de tempo que acrescenta valor, assim como o tempo e a capacidade

para responder à procura (Seth & Gupta, 2005). Para além disso, também é possível perceber quais são os principais focos de perdas, desperdícios e problemas que reduzem a percentagem de valor acrescentado face ao *Lead Time*.

Após a realização do VSM atual e da identificação dos problemas causadores de ineficiências e de desperdícios, é necessário encontrar soluções para resolver esses problemas e sinalizar as áreas prioritárias a intervir com auxílio de ferramentas *Lean*. De facto, o VSM expõe a imagem global do estado da empresa intervencionada e ajuda a definir o caminho a seguir para alcançar a excelência (Lian & Van Landeghem, 2007).

O VSM é de tal forma versátil que pode ser dividido em três tipos:

- VSM de produção – o foco principal é o fluxo produtivo que compõe a cadeia de valor, abrange o instante em que a matéria-prima entra na empresa até ao momento em que o produto final é expedido.
- VSM de conceção – a análise da cadeia de valor centra-se na fase de conceção do produto, abrange toda a fase inicial desde que surge a ideia até ao instante antes de ser lançado na produção.
- VSM Administrativo – a análise centra-se em toda a cadeia produtiva, desde a receção da encomenda até que o produto é expedido.

Esta ferramenta possui um leque de etapas sequenciadas e bem definidas de forma a obter a melhor utilização possível da ferramenta: Na figura 5 apresentam-se os passos para a realização de um VSM de produção.

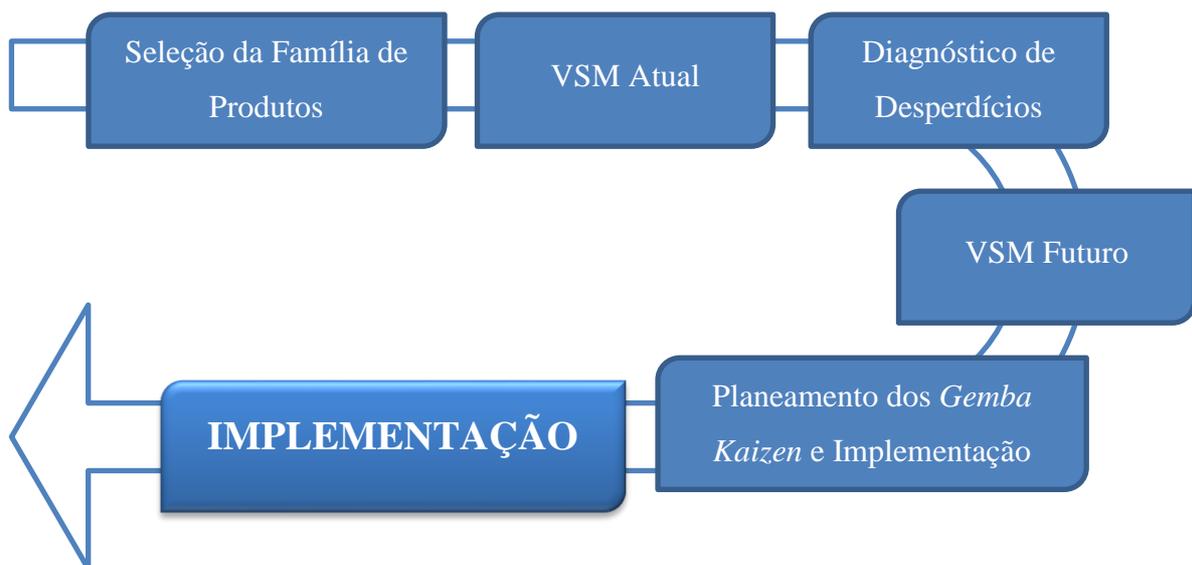


Figura 5 - Etapas do VSM

Seleção da Família de Produtos

A análise da cadeia de valor inicia-se com a seleção da equipa do VSM e com a escolha da família de produtos. Na seleção da equipa analista deve-se ter em conta fatores como o conhecimento detalhado da cadeia produtiva, a capacidade de decisão e de quebrar barreiras à implementação do *Lean*, o comprometimento com a filosofia *Lean Manufacturing* e a vontade de mudar e melhorar o sistema produtivo.

Os clientes têm apenas interesse nos seus próprios produtos e não em todos os produtos da empresa, nesse sentido a análise deve-se focar em apenas uma família de produtos representativa da cadeia de valor e não em todos os produtos que atravessam o chão de fábrica, com a exceção de fábricas com pequenas dimensões ou que apenas produzem uma família de produtos com um fluxo produtivo muito semelhante (Rother & Shook, 1999).

Designa-se por família de produtos todos os artigos que possuem um fluxo de gama operatória semelhante ou a utilização dos mesmos equipamentos como se pode verificar na figura 6, para além disso também é necessário ter em conta fatores como a procura de cada produto e a frequência com que são comprados. A seleção deste *mix* de produtos vai permitir que a análise seja a mais abrangente possível e ao mesmo tempo simplificada e de fácil compreensão (Braglia et al., 2006).

A matriz de fluxo de produção mostra a utilização de 8 equipamentos (colunas) para 7 produtos (linhas). O equipamento 1 é usado por todos os produtos. Os equipamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 são usados por subconjuntos de produtos. Uma linha curva agrupa os produtos A, B e C, rotulados como 'A Product Family', indicando que compartilham os mesmos equipamentos.

PRODUCTS	Assembly Steps & Equipment							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	X	X	X		X	X		
B	X	X	X	X	X	X		
C	X	X	X		X	X	X	
D		X	X	X			X	X
E		X	X	X			X	X
F	X		X		X	X	X	
G	X		X		X	X	X	

Figura 6 - Matriz de Fluxo de Produção (adaptado de Rother & Shook, 1999)

VSM Atual

Após a decisão do alvo a analisar, e de a equipa estar formada, focada e motivada para a realização da análise, é necessário avançar para o mapeamento atual. No chão de fábrica é necessário identificar os fluxos lógicos e físicos para se conseguir um mapa o mais realista possível, anotando todas as informações necessárias no sentido inverso ao fluxo de produção, ou seja, da expedição para a receção (Rother & Shook, 1999). Os indicadores de produção são de extrema importância, por isso, durante a visita ao chão de fábrica, devem efetuar-se

cronometragens às operações que agregam valor para obter alguns indicadores como por exemplo o tempo de ciclo e tempo de *setup*, deve registrar-se igualmente alguns dados como o número de operadores associado a cada operação, a variabilidade de produção, a disponibilidade do equipamento ou posto de trabalho e *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Para além disto, é necessário registar as quantidades de *stock* inicial (matéria-prima), intermédio (*work-in-process*) e final (produto acabado) com o intuito de estimar o tempo de *stock* que a empresa possui, assim como a sua representatividade a nível económico.

A ferramenta VSM possui uma simbologia específica (figura 7) dividida em três grupos, para representar fluxos de materiais, para representar ações e eventos *Kaizen* e também possui simbologia para o fluxo de informação. Esta simbologia é universal de forma a permitir que qualquer pessoa que conheça minimamente a ferramenta, possa perceber com precisão o que está mapeado (Chen, Li, & Shady, 2010).

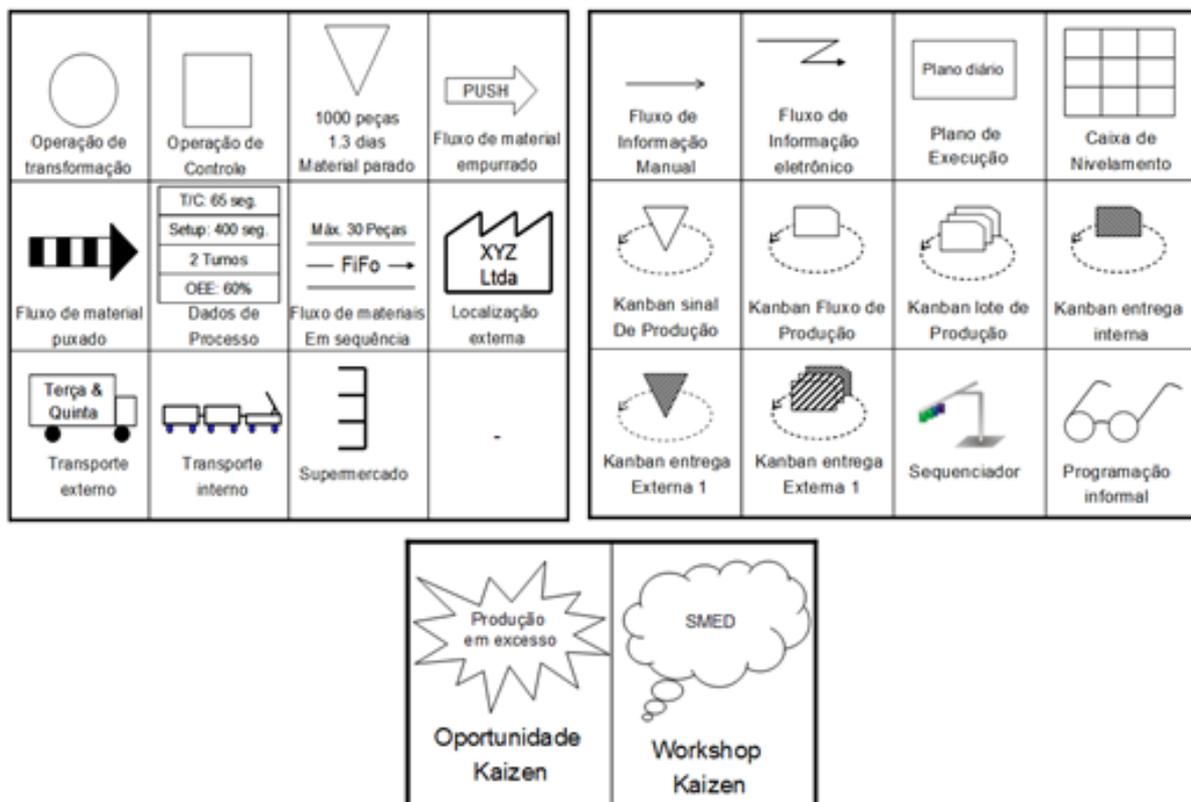


Figura 7 - Simbologia do VSM

No final da representação do mapa atual listam-se os indicadores: Tempo de Ciclo (TC); *Lead Time* (LT) e *Value Added Time* (VAT). Segundo (Rother & Shook, 1999) (Figura 8), o TC é o tempo necessário para um produto atravessar um processo ou o tempo que um operador demora a realizar um ciclo de processamento de um produto, por outro lado o LT é o tempo necessário para um produto atravessar toda a cadeia de produção, desde que a matéria-prima é

rececionada até que o produto final é expedido. O VAT é o indicador mais importante do VSM. Este indicador fornece a proporção de tempo em que o produto sofre transformações e adquire características que o cliente está interessado e disposto a pagar. No anexo I encontra-se um exemplo de um VSM de estado atual, onde está explícito o fluxo de materiais e de informação, assim como os indicadores de TC, VAT e LT (Al-Saleh, 2011).

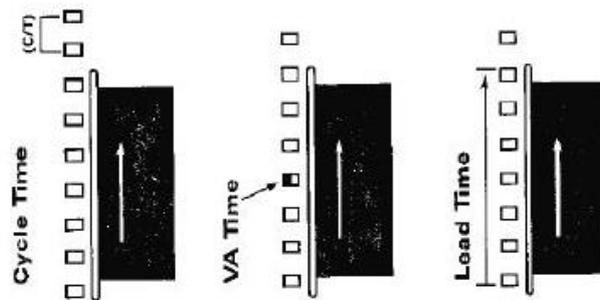


Figura 8 - Indicadores que resultam do VSM

Diagnóstico de Desperdícios

A fase que se segue é o diagnóstico dos desperdícios existentes no fluxo produtivo atual e que deverão ser eliminados no mapa futuro. É importante fazer um levantamento de todos os tipos de desperdícios *Lean* identificados no fluxo de produção. É necessário igualmente estudá-los e constatar as suas causas para corrigi-los de forma permanente. Esta análise deve ser documentada fotograficamente para no futuro se perceber as mudanças e balizar os impactos.

VSM Futuro

Tendo sempre em atenção as causas dos desperdícios observados no VSM Atual e o foco no fluxo de produção ideal e exequível na empresa, procede-se então à realização do desenho do VSM Futuro. Nesta fase, segundo Rother & Shook (1999), o grupo de trabalho deve responder às seguintes questões para obter a solução de mapeamento mais *Lean* e objetiva possível.

- 1) Qual é o *takt time*?
- 2) A produção será feita para um supermercado de produtos acabados, estabelecendo um sistema pull com o cliente ou será para expedição direta?
- 3) Onde é que se pode utilizar um processamento com fluxo contínuo?
- 4) Onde se pode utilizar um supermercado com produção pull?
- 5) Qual é o processo na cadeia de produção que vai ser utilizado para nivelamento da produção (*bottleneck*)?
- 6) Como se vai nivelar o *mix* de produtos no *bottleneck*?

- 7) Que quantidade de trabalho se pode libertar no *bottleneck*?
- 8) Que ações (*Gemba Kaizens*) vão ser necessárias implementar para se obter o fluxo produtivo desenhado no mapa futuro?

O conceito do VSM Futuro é a definição de um mapa que se poderá tornar realidade num curto, médio prazo, estabelecendo um fluxo de produção onde os processos de fabrico da empresa são sincronizados com a procura através de um sistema pull facilitado por um fluxo contínuo.

Após respondidas as questões acima e tendo em conta todas as considerações referidas, é necessário desenhar o VSM Futuro. Utilizando o mesmo método e simbologia do VSM Atual, pode-se obter os indicadores de TC, VAT e LT para o fluxo de produção mapeado e verificar os benefícios que daí surgem. Isto permite auxiliar na decisão de avançar para a validação do VSM Futuro como sendo o estado a implementar na empresa, ou voltar a repensá-lo de forma a incrementar a sua otimização. No anexo II encontra-se um VSM Futuro (Evolução do Anexo I). A partir daqui é necessário identificar os *Gemba Kaizens* necessários implementar para a obtenção do VSM Futuro no chão de fábrica, assim como identificar os mais prioritários.

Planeamento dos *Gemba Kaizens* e Implementação

Após a validação do VSM Futuro e identificação do *Gemba Kaizens* é necessário conseguir esse estado de forma efetiva no chão de fábrica, assegurando que as ações sejam implementadas corretamente. Para isso é necessário estabelecer planos de ação e comunicar um cronograma tendo em conta as prioridades previamente estabelecidas para atingir os objetivos propostos pela equipa do VSM.

O plano de implementação dos *Gemba Kaizens* deve indicar o que fazer e quando, com as etapas detalhadas, estabelecer metas quantificáveis e definir pontos de controlo concisos e prazos exequíveis, auditados por avaliadores previamente definidos.

No livro “*Learning to See – Value Stream Mapping to create value and eliminate muda*” de Rother & Shook (1999), é explícito o foco principal na implementação de um estado futuro. Tudo começa com a implementação de um sistema pull, o mais próximo possível do cliente final. Este deve funcionar como um cliente interno, capaz de controlar todos os processos a montante. Há medida que um setor de produção vai-se tornando mais eficiente e sem desperdícios, vai revelar problemas nos setores que o alimentam e desta forma o ciclo de melhoria é alargado a toda a cadeia produtiva.

Por norma, o padrão de implementação de melhorias segue uma ordem genérica. Começa com o desenvolvimento de um fluxo contínuo pautado por um TT, de seguida define uma produção controlada através de um sistema pull. À posteriori deve-se nivelar a produção e fomentar a prática da melhoria contínua. Isto permite reduzir o impacto dos desperdícios na produção, reduzir o tamanho dos lotes e o tamanho dos supermercados, fomentar o fluxo contínuo a todas as áreas da empresa e estabelecer ações cíclicas de análise destes fatores (Braglia et al., 2006).

2.2.2 Metodologia 5S's

A metodologia dos 5s foi desenvolvida no Japão por Kaoru Ishikawa em 1950 (Hirano, Talbot, & Bodek, 1995). O programa demonstrou ser tão eficaz que ainda hoje é considerado o principal instrumento de gestão da qualidade e produtividade utilizado no Japão.

Os 5s envolvem todos os colaboradores de uma organização, contudo estamos perante um método simples, com conceitos eficazes e que proporcionam benefícios para as organizações (Warwood & Knowles, 2004).

A metodologia baseia-se em cinco etapas com denominações cujas iniciais são a letra S, sendo elas:

- 1 – Seiri (Organizar)
- 2 – Seiton (Identificar)
- 3 – Seiso (Limpar)
- 4 – Seiketsu (Padronizar)
- 5 – Shitsuke (Disciplinar)

Seiri

Esta etapa consiste em manter no local de trabalho apenas o que é necessário e adequado à execução das tarefas. Os materiais que têm utilidade serão aqueles que se mantêm no local de trabalho e os que de momento não são necessários podem ser eliminados, armazenados ou disponibilizados a outros sectores.

Seiton

Esta etapa consiste em identificar todos os materiais. Desta forma, qualquer pessoa que necessite de utilizar um determinado material poderá encontrá-lo facilmente, utilizá-lo e repor no mesmo local de forma rápida e eficaz.

Tudo deve estar próximo do local de laboração e cada objeto deve ter o seu local específico e devidamente identificado, porque o objetivo é que cada equipamento tenha um lugar próprio. Contudo, não se pode menosprezar a segurança e a ergonomia no acesso aos materiais.

Seiso

Esta etapa consiste na limpeza, ou seja, manter o local de trabalho limpo e identificar as causas da sujeira. Cada colaborador deve ser responsável pela limpeza do seu posto de trabalho, máquinas e equipamentos após a sua utilização, deixando-os limpos e em perfeito funcionamento para outro colaborador utilizar.

O material de limpeza deve estar devidamente identificado e visível para todos. Os depósitos de lixo também devem estar visíveis para todos e deve-se evitar que o lixo fique acumulado.

Seiketsu

Nesta etapa definem-se e implementam-se as melhorias práticas resultantes dos 3s anteriores devendo-se, por isso, evidenciar os métodos de trabalho através de procedimentos, identificações e etiquetas.

Com esta etapa consegue-se verificar se existe algum material sem utilidade, se os materiais estão ou não no seu devido lugar e se conseguimos eliminar ou diminuir as causas de sujeira.

Shitsuke

Esta etapa consiste na execução das etapas anteriores e utiliza os padrões morais de cada indivíduo. O objetivo é que todos os colaboradores trabalhem autonomamente, utilizando a criatividade e o senso crítico, para que haja uma melhor qualidade, produtividade e segurança no trabalho, melhores relações humanas, respeito e cumprimento das rotinas estabelecidas.

Este S é o melhor exemplo de compromisso de melhoria contínua mas também é a fase mais difícil de implementar.

Os benefícios que as empresas possuem com a implementação da metodologia dos 5s, são os seguintes:

- Aumentar a segurança nos postos de trabalho;
- Permite facilitar e melhorar a manutenção dos equipamentos;
- Permitir uma rápida visualização dos problemas;
- Permite reduzir os desperdícios, os tempos de execução e movimentação;
- Baixo custo.

Em suma, esta metodologia permite uma análise e melhoria dos processos ao nível da limpeza e organização dos espaços de trabalho. Quando aplicada com uma política de melhoria contínua permite que a mudança perdure ao longo do tempo (Womack et al., 1990).

2.2.3 *Gemba Kaizens*

Gemba Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua. É uma ferramenta de trabalho que visa a melhoria contínua, na qual uma equipa de trabalho previamente definida, identifica e implementa melhorias significativas num curto espaço de tempo e com um baixo investimento (Imai, 2000).

A realização de *Gemba Kaizen* mobiliza uma quantidade significativa de pessoas e de recursos, e como tal, a escolha do tema e a sua realização deve ser importante para a empresa. O tema pode ser definido através do mapeamento de fluxo de valor ou então através da indicação do chefe de secção/gerente do departamento sobre problemas que precisam de solução, oportunidades de melhoria e melhorias de processo / eliminação de desperdícios, necessárias para melhorar o fluxo de materiais e/ou informações (Da Silva, Hornburg, Tubino, Romig, & de Andrade, 2008).

A equipa de trabalho deve ser multidisciplinar, dentro do grupo deve ser escolhido um responsável para dar suporte ao processo, ou seja, um líder, por outro lado também deverá haver um coordenador com grande conhecimento técnico da metodologia a implementar que deve funcionar como consultor interno.

A preparação da ação *Gemba Kaizen* deve ser rigorosa e detalhada com a seleção das ferramentas e dos conceitos que vão estar na base das melhorias, esta preparação também engloba a formação técnica da equipa selecionada, a recolha de informações e a definição de objetivos, metas e prazos planeados para o evento (Hornburg, 2012).

Este evento só é considerado concluído após a obtenção dos resultados esperados na fase de estudo e caso isso não se verifique, deve-se fazer uma análise ao que ocorreu mal e voltar a realizar a ação com as novas premissas.

2.2.4 *Gestão Visual*

Gestão Visual consiste numa linguagem compreensível para todas as pessoas e ao mesmo tempo simplificada e acessível (Hall, 1987). Existe um leque variado de métodos para garantir a gestão visual, como a marcação e limitação de espaços (figura 9), normalização de trabalho explícita e visível ao público-alvo, quadros com informação acerca de medidas de desempenho e até mesmo com indicadores luminosos, como por exemplo, a sinalização vermelha para máquinas avariadas ou paradas e a verde para máquinas em funcionamento (Shingo, 1989a).

Esta técnica é vista como útil à implementação de metodologias *Lean* numa empresa, já que permite uma fácil identificação de necessidades, tanto de materiais como de produção,

percecionam problemas e ainda trocar informação com as entidades superiores através de quadros com indicadores, tarefas e problemas. Por outro lado, a gestão visual confere aos operadores mais autonomia nas suas tarefas diárias e corrigir problemas de comunicação, ou até aumentar a eficácia produtiva com a rápida resposta a irregularidades que possam existir (Hall, 1987).



Figura 9 - Gestão Visual através da delimitação de espaços (fonte: <http://www.4lean.net>)

2.2.5 Logística de Supermercado

A visita de Taiichi Ohno à empresa da Ford nos Estados Unidos da América (Ford, 2007), fez transparecer as grandes debilidades do seu sistema produtivo, com elevados *stocks* e falta de *standard work* operatório, que levou ao abandono da implementação deste método na Toyota. Por outro lado, numa visita casual aos supermercados Piggly Wiggly, observaram um supermercado com um sistema JIT implementado na perfeição, o que levou mais tarde à criação do TPS (Ohno, 1988).

A adaptação do sistema logístico encontrado por Taiichi Ohno nos supermercados Piggly Wiggly ao meio industrial visa eliminar os desperdícios, não só a nível de logística, mas também na filosofia de produção que passa a ser unitária e que viabiliza a criação de fluxo ao longo da cadeia de valor (Rother, 2001).

A criação de um supermercado permite criar um sincronismo entre produtor e cliente, tal como funciona um supermercado na área de alimentação, a impossibilidade do produtor fornecer as quantidades necessárias com a frequência desejada levou os hipermercados a dimensionarem um determinado nível de inventário de forma a ter artigos sempre disponíveis para os clientes e garantir o diferencial entre a frequência de abastecimento e a frequência de consumo, tendo sempre em conta o volume de transação. Do ponto de vista de uma unidade fabril, esta problemática é semelhante, muitas vezes as empresas não conseguem responder de

forma eficaz à frequência de consumo que a procura exige e por isso necessitam de criar *stock* de produto final ou intermédio controlado e com rotatividade elevada, para que o LT de resposta ao cliente seja reduzido (Harris, Harris, & Streeter, 2010). Na figura 10 apresenta-se a estrutura de um supermercado.

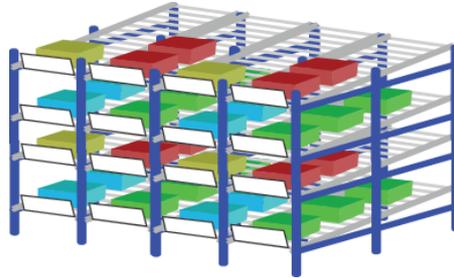


Figura 10 - Supermercado

Um supermercado caracteriza-se por ser a base de uma cadeia logística interna que viabiliza a criação de fluxo de produção entre as áreas fornecedoras de produtos e uma linha ou célula de produção, entre secções internas fornecedoras e clientes, e ainda em áreas de produto acabado (Imai, 2000). É uma área de armazenamento com regras concretas e que permitem uma fácil gestão visual, possui um local fixo para cada componente, proporciona fácil acesso aos artigos já que deve possuir um sistema de *picking* horizontal e por fim, garante a regra do *First In First Out*.

De fato, um supermercado distancia-se do sistema tradicional de abastecimento como se verifica na tabela 1.

Tabela 1 - Abastecimento Tradicional vs Supermercado

	
Abastecimento Tradicional	Supermercado
Dificulta o FIFO	Facilita o FIFO
Dificulta o acesso às peças	Facilita o acesso às peças
Múltiplos locais para o mesmo artigo (dificulta a criação de hábitos de trabalho)	Local único de armazenamento para o mesmo item (facilita a criação de hábitos de trabalho)
Paradigma da Produção em Lote	Paradigma da Produção em Fluxo Contínuo

Existem vários tipos de supermercados com diferentes propósitos (Baudin, 2004):

Supermercado de Matéria-prima

O supermercado de matéria-prima estabelece um fluxo de produção puxada para com o fornecedor, através de um sistema de “*kanban*” ou “*2Bin*”, capaz de libertar ordens de compra constantes em frequência e volume para fornecimento a um dado LT.

Supermercado de Produto Intermédio

Os diferentes LT internos de cada setor, dentro de uma unidade fabril, podem criar vários desperdícios, como *stocks* excessivos e sobreprodução, nesse sentido poderá ser necessário criar um supermercado intermedio na cadeia de valor de forma a responder ao cliente num LT a montante deste supermercado, ou seja, o prazo de resposta ao cliente é dado a partir deste supermercado. A jusante, a produção é gerida por *Kanban*, atendendo sempre à frequência e volume da procura (processos a montante do supermercado) e ao LT de produção da ordem *Kanban* (Monden, 1998).

Supermercado de Produto Acabado

Este supermercado sincroniza a empresa (produtor) com o cliente, e pretende debelar diferenças de prazos com as necessidades, ou seja, pretende responder ao cliente em prazos mais exigentes que o LT interno de produção e combater volume de procura acima da média num curto espaço de tempo face ao LT necessário.

A seleção dos artigos a ter numa gestão de supermercado é de extrema importância, em causa poderá estar uma rutura de *stock* interna ou o incumprimento. Dados como o volume e a frequência de consumo de cada artigo são essenciais para uma boa classificação e quantificação dos artigos a ter num supermercado. Para isso é necessário recorrer a duas ferramentas de análise designadas curva ABC para determinar o volume de consumo por família e a curva FMS para perceber a frequência de consumo de cada artigo (Cyplik, Hadas, & Fertsch, 2009).

2.2.6 *Kanbans*

Um sistema de gestão *Kanban* consiste num mecanismo que permite ao posto de trabalho a jusante dizer ao posto de trabalho a montante o que produzir e quando produzir, ou seja, funciona em sistema Pull (Monden, 1998). Isto permite que todos os postos de trabalho trabalhem em função da necessidade do posto imediatamente a jusante, o último posto de trabalho da cadeia produtiva produz na mesma filosofia, mas para o cliente (Schonberger, 2007).

O cartão (significado de *Kanban* em Português) contém informação específica como a referência e a quantidade a produzir ou a fornecer, podendo também conter outro tipo de informação, variável de empresa para empresa.

Dennis (2002) diferencia dois tipos de *Kanbans*:

- *Kanban* de Produção – o *Kanban* indica a quantidade a produzir de um artigo despoletando uma ordem de fabrico. É dimensionado com base na procura do posto de trabalho seguinte.
- *Kanban* de Transporte – o *Kanban* indica o artigo e a respetiva quantidade que o processo deve retirar do posto de trabalho anterior.

Segundo (Graves, Kan, & Zipkin, 1993), a fórmula para dimensionar um *Kanban* é a seguinte:

$$n = \frac{DL(1 + \alpha)}{c}$$

n – Número de *Kanbans*;

D – Procura Média;

L – Corresponde ao LT;

α – *Stock* de Segurança;

c – Capacidade do Contentor

Na figura 11 está representado um sistema de produção que usa cartões *kanban*. Como se pode observar, o fluxo de materiais é unidirecional enquanto as ordens de produção *kanban* percorrem o sentido inverso.

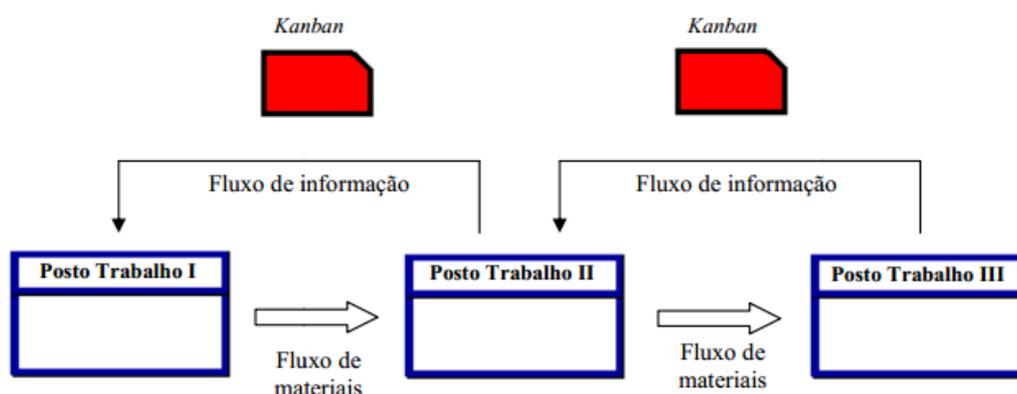


Figura 11 - Funcionamento de um *Kanban*

Um sistema *Kanban* bem implementado e adequado às necessidades, permite incrementar a circulação de informação entre postos de trabalho de forma automatizada. A dependência dos postos de trabalho vai aumentar a interação entre eles, redução de *lead times* e prazos de

entrega, a descentralização do controlo de produção, acima de tudo a redução da quantidade de inventários tanto intermédios, como de matéria-prima de ou produto acabado, com impacto nos custos de armazenamento e de capital empatado e ainda na facilidade de inventariar o *stock* existente (Chang & Yih, 1994).

Nesse sentido foram definidas cinco regras elementares para um funcionamento otimizado de um *kanban* (Monden, 1998).

- O processo seguinte deve retirar os artigos necessários nas quantidades e tempos necessários;
- O processo anterior apenas deve produzir as quantidades que o processo seguinte vai necessitar;
- Os artigos defeituosos não devem ser fornecidos ao cliente (posto de trabalho subsequente);
- O número de *kanbans* deve ser otimizado (minimizado), reduzindo a quantidade de *stock* no chão de fábrica;
- O *kanban* deve permitir ao sistema se adaptar a pequenas flutuações na procura.

O sistema *kanban* é vulgarmente utilizado numa variante *2Bin system* (sistema de dupla caixa) que consiste na utilização de duas caixas para abastecimento. Este sistema permite que durante o período de abastecimento de uma das caixas, a outra garante que não há rutura de stock no posto de trabalho a abastecer. Cada caixa deve possuir a quantidade de artigos igual ou superior ao *stock* de segurança de forma a evitar ruturas de *stock*. No caso de ser um *kanban* de produção, o artigo a produzir está explícito na etiqueta identificadora da caixa assim como a quantidade, por vezes a quantidade também pode ser limitada pelo tamanho da caixa.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa onde decorreu este projeto de dissertação. Esta descrição inicia-se com uma breve apresentação do grupo empresarial que a empresa se insere e uma posterior análise da WEGeuro.

3.1 Identificação

O Grupo WEG Equipamentos Elétricos S.A. está sediado no Brasil, possui 52 anos de existência e dedica-se sobretudo à produção de motores elétricos, drivers, *controls*, painéis elétricos e equipamentos para geração, transmissão e distribuição de energia, e também tintas e vernizes. Para além da produção dos equipamentos referidos, a WEG também se dedica à prestação de serviços ligada à área da automação industrial, manutenção, revisão e recuperação de motores e geradores de médio e grande porte, assim como reparações e ajustes em motores acima de 5 MVA.

O grupo está representado nos cinco Continentes, com distribuidores em mais 85 países, com Filiais Comerciais em 26 Países e com Unidades Fabris em 9 Países, como se pode verificar na Figura 12. A WEG está posicionada a nível internacional com exportações para cerca de 110 Países com perto de 1100 *Service Centers* em todo Mundo.



Figura 12 - Sede, Fábricas e Filiais Comerciais

A WEG está inserida no mercado Português desde 2002, através da unidade produtiva situada na Maia designada “WEGEuro – Industria Elétrica, S.A” (Figura 13). Esta empresa possui uma area aproximada de 18000 m² e produz motores elétricos industriais de baixa, média e alta tensão, com certificação para áreas seguras e perigosas. No inicio do presente ano iniciou a montagem de Quadros Elétricos. Para além da produção, a empresa tambem proporciona os serviços de Projeto e Implementação de Soluções de Automação e Energia. A unidade produtiva da Maia dispõe ainda de um polo logistico e de revenda em Gueifães com cerca de 7000 m² de area.



Figura 13 - WEGeuro na Zona Industrial da Maia

A WEGeuro possui como mercado principal o mercado Internacional, que se traduz em cerca de 80% da faturação anual. O mercado Nacional representa portanto 20% da faturação anual. Na figura 14 é possível verificar a evolução do volume de vendas, desde a criação da empresa. O crescimento medio anual ronda os 20%, acompanhando assim o crescimento do Grupo WEG, (ilustrado na figura 15) com a marca de 6,1 mil milhões de reais em receita operacional e 26000 colaboradores em 2012.

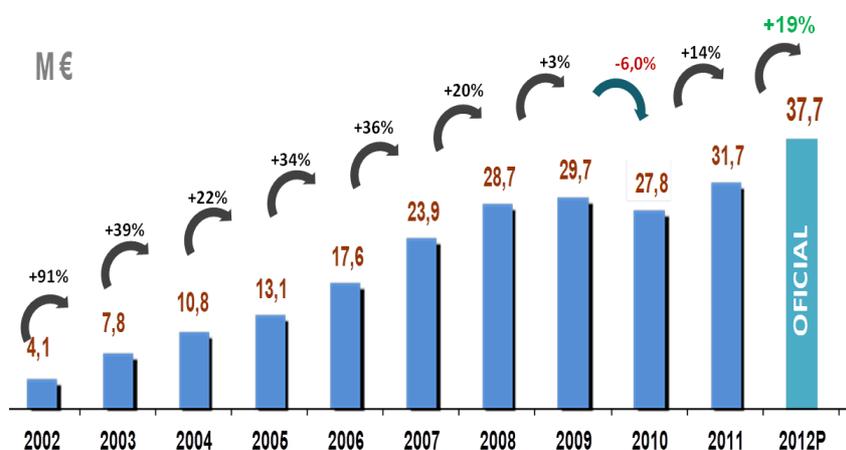


Figura 14 - Sales Overview WEGeuro (€ Milhões)

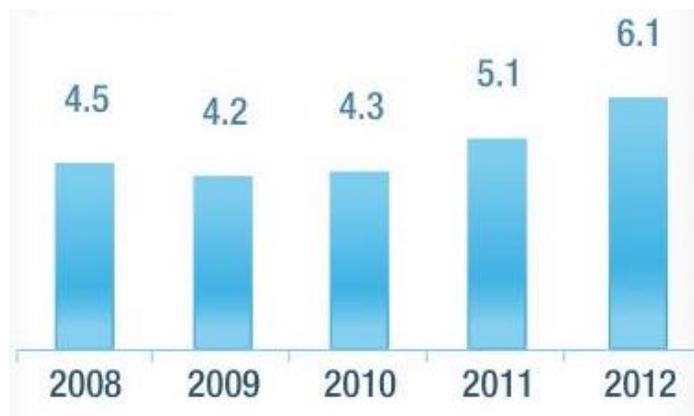


Figura 15 - Sales Overview Grupo WEG (R\$ Mil Milhões)

3.2 História

A WEG deu os primeiros passos a 16 de Setembro de 1961, quando Werner Ricardo Voight (Eletricista), Geraldo Werninghaus (Mecânico) e ainda Eggon João da Silva (Administrador) criaram a Eletromotores Jaraguá (Figura 16), com o objetivo de produzir motores elétricos.



Figura 16 - Fundadores da WEG - Equipamentos Elétricos S.A

Em 1964 a empresa adquire sede própria e no ano seguinte transformou-se em Sociedade Anonima de capital aberto, mas com controlo 100% Brasileiro. Nos anos 80 a WEG começa a ampliar as suas atividades, com o início da produção faseada de componentes eletroeletrónicos, produtos para automação industrial transformadores de força e distribuição e por fim tintas e vernizes. Desta forma a empresa começa a entrar noutros mercados para além dos motores elétricos, nomeadamente o de sistemas elétricos industriais completos. A cronologia de acontecimentos mais detalhada encontra-se no Anexo III.

3.3 Políticas

O Grupo WEG rege-se por seis políticas base, nomeadamente Políticas de Qualidade, Ambientais, Eficiência Energética, de Saúde e Segurança, Responsabilidade Social e

Melhoria Contínua. Informação mais detalhada sobre estas políticas está disponível no Anexo IV. No caso concreto da WEGeuro, realçar a política de eficiência energética, conceito principal nos motores em estudo, assim como a política de Melhoria Contínua, essencial para o bom desenvolvimento deste projeto.

3.3.1 Eficiência Energética

A WEG pretende assegurar o desenvolvimento, produção e venda de produtos e serviços com maior eficiência e melhoria contínua dos processos de negócio, atendendo assim às exigências normativas e permitindo a redução do consumo de energia e impactos sobre a matriz energética.

3.3.2 Política de Melhoria Contínua

A WEGeuro reconhece que o desenvolvimento competitivo no mercado em que se insere, só é possível assegurando um desenvolvimento sistemático, suportado por uma política de Melhoria Contínua. O foco na filosofia *Lean* e nas ferramentas *Kaizen* conjugados num ambiente estruturado permitem o incremento da produtividade com consequência no reforço da cultura da empresa e na motivação dos seus colaboradores. Atualmente existe algum trabalho realizado neste sentido, nomeadamente na redução de custos e otimização de processos com a implementação de sistemas de gestão *Kanban* para matéria-prima, componentes e acessórios; o desenvolvimento de um programa de 5S's em todo o *layout* da WEGeuro (chão de fábrica e áreas administrativa) e realização de ações SMED.

3.4 Estrutura Organizacional

A WEGeuro é uma empresa que tem vindo a evoluir consideravelmente, contrariando a conjuntura atual da economia Portuguesa. A contratação de recursos humanos tem acompanhado essa mesma evolução como se pode verificar na figura 17A. A evolução da quantidade de colaboradores da WEGeuro acompanha a evolução do Grupo WEG conforme ilustrado na figura 17B.



Figura 17 - Evolução do número de colaboradores

A)WEGEuro; B)WEG Global

A empresa está dividida em 8 departamentos funcionais designados, Mercado Nacional, Mercado Internacional, Marketing e Expedições, Financeiro e Administrativo, Produção, Engenharia Industrial, Engenharia de Qualidade e Engenharia de Produto e Logística. A chefia destes departamentos é assegurada por 8 gerentes, um por cada departamento, respondendo diretamente ao Diretor da WEGeuro. Com especial atenção para o departamento da produção, este está dividido essencialmente em três secções, a secção da Chaparia/Maquinagem, a secção da Bobinagem e a secção da Montagem, cada uma das quais orientadas por um chefe de secção. No Anexo V encontra-se o organigrama da WEGeuro.

3.5 Fornecedores, Clientes e Concorrência

A WEG tem vindo a construir relações comerciais de confiança com diversas empresas. A título informativo, e elucidativo, na figura 18 são apresentados os principais Fornecedores, Clientes e a principal concorrência no mercado em que a WEG se insere. Também é importante referir que grande parte das vezes as empresas do grupo WEG são Fornecedores e Clientes entre si, não sendo óbvio em todas as situações quem é o cliente final.



Figura 18 - Fornecedores, Clientes e Concorrência

3.6 Produtos

Como já foi referido anteriormente, a WEGeuro concentra grande parte dos esforços na produção de motores elétricos com as tipologias W22/W2B/HFG, projetados na WEG do Brasil, e os motores W2X/BFG/BF/AV de autoria Portuguesa (Figura 19). Para além destes motores também se produzem motores *Compair*, adaptados para compressores.



Figura 19 - Produtos WEGeuro

A nomenclatura atribuída aos produtos, também deve ser referenciada neste ponto para facilitar a análise do presente relatório. A tipologia do motor é indicada nos três primeiros caracteres da referência, “W22”. A parcela seguinte corresponde à altura de eixo (225, 280, 315, 450,...,710). Por fim, a terceira parcela corresponde ao número de polos (2 Polos, 4 Polos, 6 Polos, 2 velocidades, etc). Para além destas designações existem outras que

especificam características mais precisas dos motores, no entanto as designações utilizadas neste relatório serão apenas quanto à tipologia, altura de eixo e número de polos.

3.6.1 Composição de um motor

Com o intuito de perceber melhor o produto fornecido pela WEGeuro. A figura 20 descreve os componentes principais de um motor W22 de baixa tensão. Os componentes base de um motor são a carcaça, o estator e o rotor (veio e massa rotórica). A estes elementos são acoplados duas tampas, 1 ventilador protegido por um capô e a caixa de ligação com os devidos constituintes. Para uma análise mais detalhada, no Anexo VI encontra-se um desenho técnico deste tipo de motores que permite uma melhor percepção da sua composição.

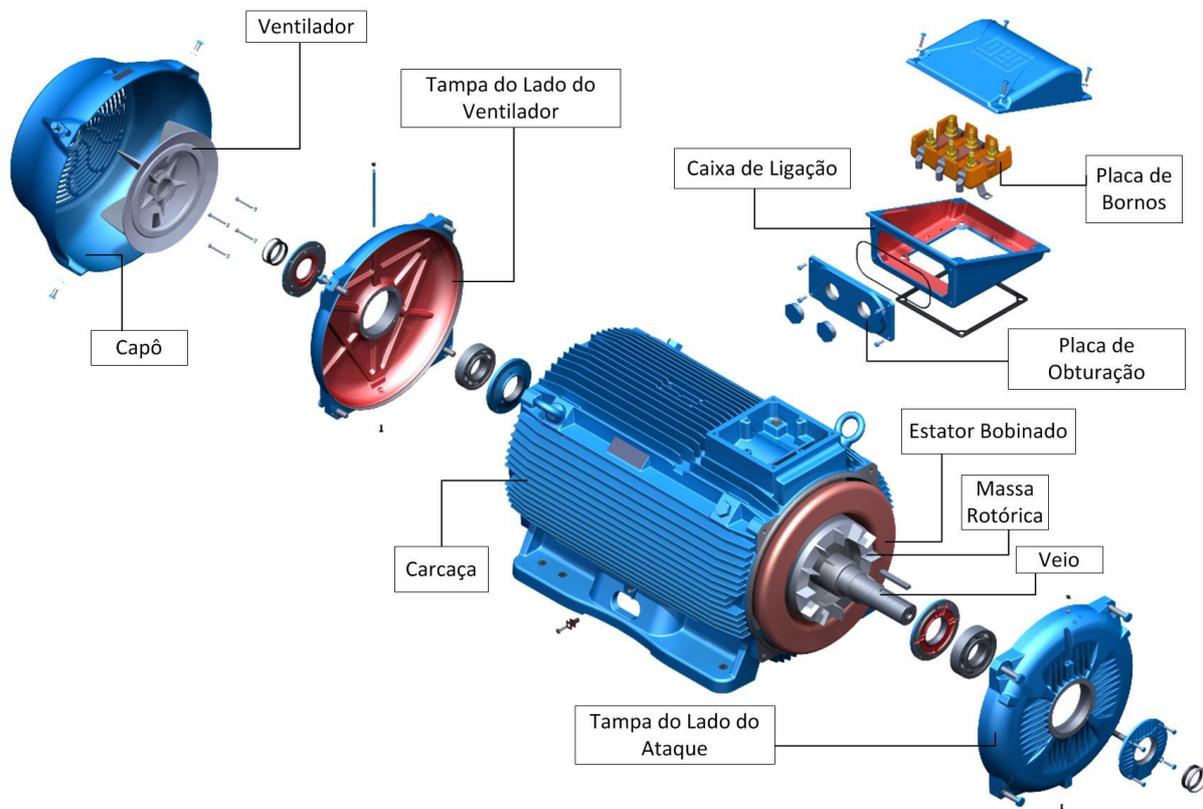


Figura 20 - Motor W22 BT Explodido

3.7 Volume de Produção

A capacidade produtiva da fábrica sempre foi uma grande preocupação da WEGeuro. Como se pode verificar pelo histórico, acompanhou sempre a evolução da procura da empresa, de forma a responder prontamente às solicitações das encomendas. A evolução conjunta produção/capacidade da WEGeuro está representada no gráfico da figura 21.

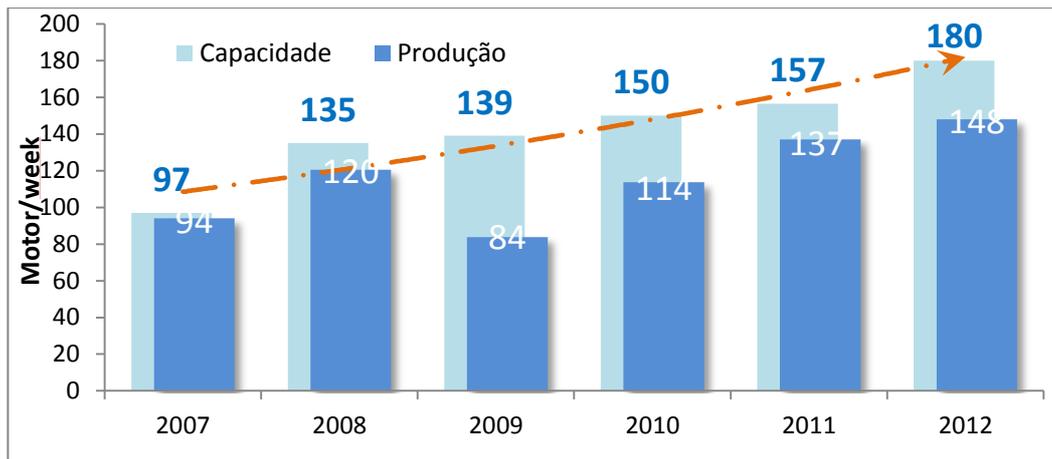


Figura 21 - Histórico da Capacidade/Produção da WEGeuro (motores/semana)

Verifica-se que a capacidade de produção evoluiu positivamente nos últimos anos, mas o mesmo não se refletiu no que toca à produção dos motores. De facto no ano de 2009 aconteceu uma quebra na procura logo após de um ano de 2008 muito motivador. Desde esse período a produção de motores tem vindo a aumentar sucessivamente. No que toca à capacidade produtiva a empresa acompanhou o crescimento do volume de encomendas, exceto no ano de 2009, em que apesar de um decréscimo acentuado na procura, a capacidade aumentou em quatro motores por semana.

3.8 Produção

Nesta secção será feita uma breve descrição de todo o sistema produtivo existente na WEGeuro focando as diferentes secções.

3.8.1 Secções da WEGeuro

Ao longo do tempo a WEG veio a desenvolver-se no sentido de se tornar mais competitiva e com mais capacidade de resposta ao mercado dos motores elétricos, por isso teve de se reconfigurar e organizar de forma a capacitar-se para responder às exigências do mercado. Esta breve exposição torna-se mais preceptível observando o *Layout* que se encontra no Anexo VII.

De forma muito geral a empresa divide-se em onze setores, dos quais sete são os produtivos: Maquinagem, Chaparia, Veios e Rotores, Bobinagem de Baixa Tensão, Bobinagem de Média Tensão, Montagem1 e Montagem2, os outros quatro são de apoio à produção: Armazém, Ferramentaria, Laboratório e Expedição. Para além destes, também existe o setor da conservação, setor dos serviços de assistência técnica e armazém externo, não assinalados no *layout* da empresa, por serem de menor relevância para este projeto

3.8.2 Setores Produtivos

Os setores produtivos estão agrupados em 3 grandes secções, Maquinagem/ Chaparia, Bobinagem e por fim a Montagem. A seguir efetua-se uma descrição destas secções.

Maquinagem/ Chaparia

Esta secção caracteriza-se pelo início da cadeia produtiva na WEGeuro, relaciona os setores da Maquinagem, dos Veios e Rotores e da Chaparia. É uma secção caracterizada por uma grande capacidade de recursos materiais como maquinaria com um elevado investimento, indispensável para responder às necessidades operacionais que aqui existem.

O setor da maquinagem, como o próprio nome indica, é onde se efetuam operações de extrusão e furação de componentes dos motores, como carcaças, caixas, tampas, desde que seja necessário realizar alguma alteração. É uma zona caracterizada pela maquinaria de grande porte, com capacidade para maquinar os componentes do motor, com grandes dimensões.

O setor dos Veios e Rotores (Figura 22) efetua grande parte das operações de transformação de veios, como por exemplo o corte de aço, torneamento e operações de acabamentos em alumínio ou cobre como a retificação. É também aqui, que após a criação dos veios, se vai formar o rotor com a introdução do veio na massa rotórica de alumínio, importada ou fundida na empresa. Já no estado de rotor, a peça sofre operações de tratamentos térmicos, torneamento e equilibragem.



Figura 22 - Setor dos Veios e Rotores

O setor da Chaparia assegura sobretudo, a formação de massas estáticas para motores fora linha *standard*, ou seja, motores com autoria exclusiva da WEGeuro. Aqui acontecem operação como corte de chapa e posterior ranhuração para formação dos blocos estáticos.

Bobinagem

Esta secção possui dois setores, um dedicado a motores de baixa tensão (Figura 23) e outro dedicado a média e alta tensão, o último com a particularidade de ser necessário um ambiente controlado para garantir a qualidade das operações e do motor.



Figura 23 - Bobinagem BT

É nesta secção que acontece a conformação do fio de cobre, a inserção do mesmo nas massas estáticas com os devidos acabamentos e por fim a impregnação com resina para garantir que não perde a conformação adquirida nas operações anteriores. É importante referir que neste sector existe uma elevada quantidade de recursos humanos, já que grande parte das operações são manuais.

Montagem

A secção da montagem, à semelhança da bobinagem, encontra-se dividida no setor da Montagem I (figura 24), responsável pela assemblagem final dos motores com uma altura de eixo limite de 315 mm, e a Montagem II, adjudicada à montagem de motores com altura de eixo superior a 315 mm. As operações principais que acontecem nesta secção passam pela inserção do estator na carcaça, montagem das caixas, inserção do rotor, fecho do motor,

realização dos testes requeridos pelo cliente, as pinturas e tratamentos necessários, bem como posterior embalagem seguido da expedição.



Figura 24 - Montagem I

3.8.3 Setores de Apoio à Produção

Armazéns

Atualmente, a WEGeuro possui 2 armazéns distintos, o Armazém na fábrica e um armazém externo, situado na localidade de Gueifães. O Armazém Interno é responsável por rececionar e fazer a gestão da matéria-prima proveniente de fornecedores que não são do Grupo WEG. O Armazém de Gueifães está diretamente ligado à gestão de materiais provenientes de empresas do Grupo WEG. A gestão dos armazéns é assegurada pelo departamento de Logística como se pode verificar no organograma (ver anexo V).

Ferramentaria/ Laboratório/ Expedição

Estes três setores possuem o seu espaço no chão de fábrica, mas têm uma gestão por departamentos distintos:

A Ferramentaria, gerida pela Engenharia Industrial, suporta as necessidades da produção no que toca ao fabrico ou alteração de ferramentas para motores que saem fora dos padrões *standard* (ex: o lançamento na maquinagem, de peça com medidas novas, o setor da ferramentaria produz as ferramentas necessárias para a máquina conseguir maquinar a peça).

Já o Laboratório é gerido pelo Departamento de Qualidade e é utilizado para realizar testes em todos os motores que foram assemblados no setor da Montagem II, ou que foram montados na Montagem I e o cliente requisitou um ensaio. É neste posto que o motor sofre ensaios que indiciam se está em conformidade com as especificações a que se propõe, ou até mesmo permitir que o cliente observe o motor a funcionar.

O setor da expedição situado à saída da fábrica, é da gestão do departamento de Marketing e é utilizado para organizar e alocar os motores finalizados para seguirem para o cliente duas vezes por semana.

3.8.4 Roteiros Produtivos

Entende-se por roteiros produtivos, o percurso que cada motor realiza durante o período em que se encontra em fabrico, desde que entra na fábrica até que é expedido. É possível identificar dois grandes grupos de motores que descrevem percursos distintos.

Os motores W22 e W2B com altura de eixo até 315 S/M que descrevem um percurso mais *standard* e “simples”. Por outro lado o grupo representado pelos motores W22X e HGF, de altura de eixo acima do limite do grupo anterior, com mais especificações, requisitos e variabilidade, de certa forma, de fabrico mais complexo. Na figura 25 é possível compreender o trajeto dos dois grandes grupos de motores assim como as áreas de fabrico comuns.

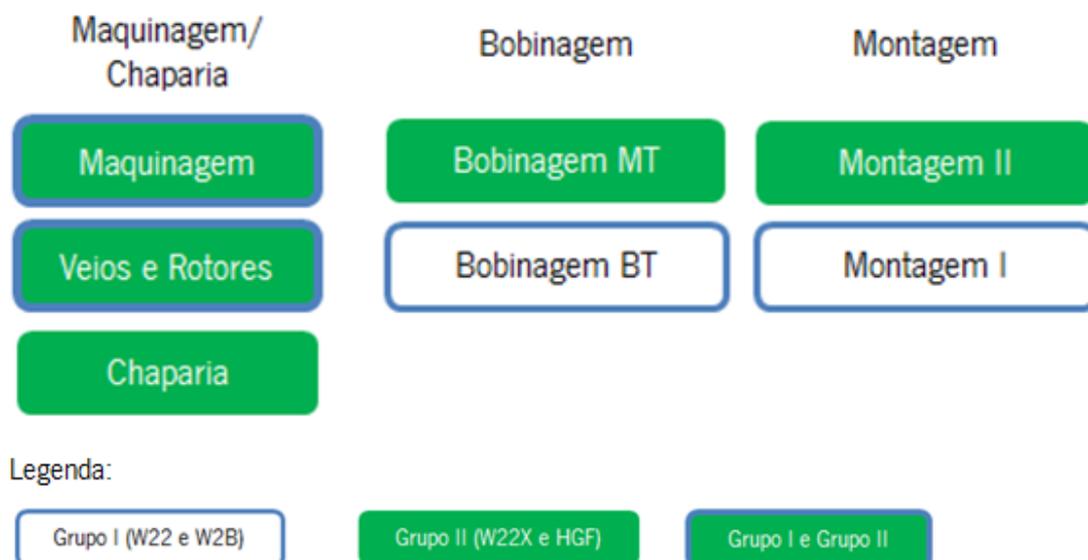


Figura 25 - Fluxo produtivo de 2 grandes grupos de motores

Verifica-se a produção dos 2 grupos de motores nos setores da maquinagem e veios e rotores de forma comum, sem que haja uma distinção dentro da secção quanto ao tipo de motor. O mesmo não acontece nas secções da Bobinagem e da Montagem já que existem diferentes setores para cada grupo de motores.

Os motores do Grupo 1 possuem um roteiro de fabrico relativamente mais simples quando comparados com os do Grupo 2, como é evidente na análise da figura 25. O setor dos Veios e Rotores e da Bobinagem Baixa Tensão abastecem a Montagem I com rotores e estatores respetivamente. Aqui acontece a montagem de todo o motor salvaguardando o pormenor de algumas das carcaças, tampas ou caixas (matéria prima da montagem) sofrerem alterações excecionais às dimensões *standards* e daí a necessidade de as deslocar à maquinagem para apropriar, não sendo norma habitual.

Quanto ao Grupo nº 2 de motores, a complexidade é mais evidente, para alturas de eixo acima de 355 mm, as massas rotóricas são produzidas internamente (setor da maquinagem/ chaparia) assim como as massas estáticas (setor da chaparia), contrariamente ao que acontece no grupo I (produção externa das massas). Os componentes externos do motor são todos maquinados inicialmente (carcaça, caixa, tampas, entre outros) seguindo para a montagem II onde acontece a montagem do rotor, do estator e da carcaça. Seguidamente desloca-se ao plano, na maquinagem para verificações dimensionais, segue para o laboratório, onde são efetuados alguns testes assim como o ensaio completo (o motor fica em funcionamento cerca de um dia e meio), após os testes o motor é pintado, as dimensões são aferidas novamente, até que por fim é embalado.

4. DIAGNÓSTICO E ANÁLISE

Neste capítulo será elaborada uma descrição do estado atual do sistema produtivo em análise, com base no evento *Gemba Kaizen* que decorreu no presente projeto e teve como objetivo a realização do *Value Stream Mapping*. Após definição do estado atual serão focados os desperdícios observados.

4.1 Definição da Equipa

O VSM é uma ferramenta útil na análise de um fluxo produtivo, e se for utilizada de forma dinâmica e por uma equipa multissetorial, pode trazer benefícios relevantes para a empresa, do ponto de vista da redução de custos de fabrico pela eliminação de desperdícios. Nesse sentido optou-se por uma equipa com capacidade de decisão e com um elevado *know how* da situação produtiva atual. Para além disso também estão inteiramente focados na redução de desperdícios através da utilização de ferramentas *Lean*.

Portanto, tendo por base as características necessárias na equipa VSM, selecionou-se, para além do autor desta dissertação, os seguintes elementos:

Tabela 2 - Equipa VSM

Engenharia Industrial	<ul style="list-style-type: none">• Gerente do departamento;• Responsável pela Melhoria Continua;• Responsável de Processos de Montagem;• Responsável de Processos de Maquinagem e Bobinagem;• Participação dos demais responsáveis pelos Processos dos Veios-Rotores, Bobinagem e Montagem.
Engenharia da Produção	<ul style="list-style-type: none">• Gerente do departamento;• Chefe da Maquinagem e Veios-Rotores;• Chefe da Bobinagem;• Chefe da Montagem.
PCP	<ul style="list-style-type: none">• Colaborador do PCP
Logística	<ul style="list-style-type: none">• Responsável pelo Armazém em Gueifães;• Responsável pelo Armazém em Fábrica;• <i>Controler</i> de Logística;• Responsável pelas Compras.



Figura 26 - Equipa VSM

A equipa selecionada (figura 26) já possuía conhecimentos sólidos no que toca à filosofia *Lean Manufacturing* o que facilita a execução do VSM. No entanto foi realizado uma apresentação, pelo autor desta dissertação, que teve em vista alinhar ideias e reavivar conceitos, focando a filosofia *Lean* e os seus desperdícios. Foram explicados diferentes tipos de VSM existentes, as diferentes etapas, com o auxílio de um caso prático que decorreu numa filial Brasileira da WEGeuro. Por fim foi apresentado o cronograma de ações para a realização do mapeamento (ver Anexo XI) que se encontra resumido na tabela 3.

Tabela 3 - Cronograma Resumo da execução do VSM

	Fevereiro						Março				
Etapa VSM	13	14	15	20	21	22	4	5	6	7	8
Mapa Atual											
Diagnóstico											
Mapa Futuro											

Para consolidar os conhecimentos passados na apresentação também foi elaborado um manual com as temáticas abordadas na reunião de forma mais detalhada.

4.2 Seleção dos Motores

Após a formação da equipa do VSM é necessário seleccionar os motores que melhor identificam o fluxo produtivo dos motores W22 de altura de eixo entre 225 e 315 S/M. O facto da produção da WEGeuro se caracterizar por variável e com volume reduzido (HVLV), implica uma análise às gamas operatórias em vez de se analisar somente as quantidades de motores produzidos com a mesma referência, já que se obteria uma infindável lista de referências com quantidades reduzidas. Na figura 27 encontra-se o esquema final da seleção dos motores e respetivas gamas operatórias a analisar no VSM com explicação detalhada a seguir.

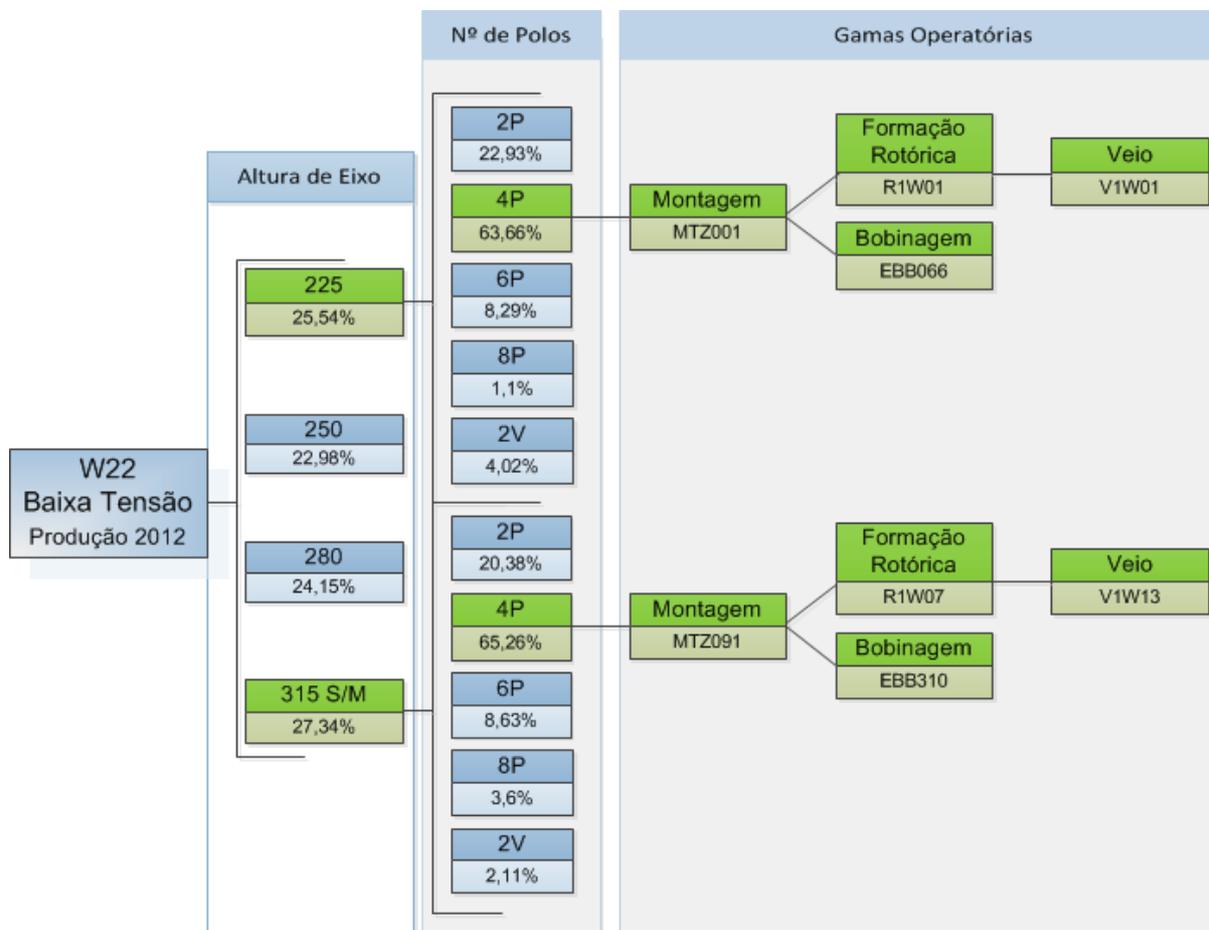


Figura 27 - Seleção dos motores e gamas operatórias a utilizar como referência no VSM

Conforme ilustrado na figura 27, no ano 2012 os dois motores mais produzidos foram os W22_225 e os W22_315 S/M, representando 25,54% e 27,34% respetivamente, do intervalo altura de eixo em análise, o mesmo acontece para o ano 2011 (Anexo VIII), portanto procede-se há seleção destas duas gamas para continuar a análise. O passo seguinte consistiu em verificar a estabilidade da produção, ou seja, de entre as duas gamas seleccionadas, verificar aquela que apresenta uma produção mais constante ao longo do ano. Com recurso às tabelas

do Anexo VIII determinou-se que o desvio padrão da produção e verificou-se que a gama W22_225 é a mais constante ao longo do ano, característica importante para selecionar como o produto mais *standard* a analisar. A gama de motores W22_315 S/M, pela sua produção mais inconstante e por ser o motor com maior dimensão em análise, será considerado para analisar o motor com especial, ou seja, com a sequência de operações produtivas mais complexa.

A especificação seguinte é quanto ao número de polos das duas gamas selecionadas, o que implica averiguar quais as quantidades produzidas, por nº de polos do motor, como evidenciado no Anexo IX. Aqui a discrepância de quantidades produzidas é de maior relevo o que torna mais evidente a característica polar selecionada. Para os 225, 63,66% da produção é de 4 polos e o mesmo se verifica nos motores W22 com 65,26%, portanto a análise vai-se centrar nos conjuntos de motores W22 225 04P e W22 315 04P.

A seleção feita até aqui reduziu em muito a percentagem de motores em análise, por isso é necessário perceber o impacto do volume de produtos não selecionado, com a pretensão de abranger a maior quantidade possível de motores. Cada tipologia de motor tem uma gama operatória diferente e por isso é necessário perceber aquelas que possuem uma sequência e tempos de ciclo de operações semelhante.

A empresa subdivide-se em três grandes secções (focando apenas as gamas de motores em análise), Veios-Rotores, Bobinagem BT e Montagem 1, mas para explorar da melhor forma as GOP's é necessário subdividir algumas das secções e por isso no total são nomeadas cinco subsecções (figura 28), a da Pintura-Embalagem, da Montagem 1, da Bobinagem, dos Rotores e por fim a subsecção dos Veios.

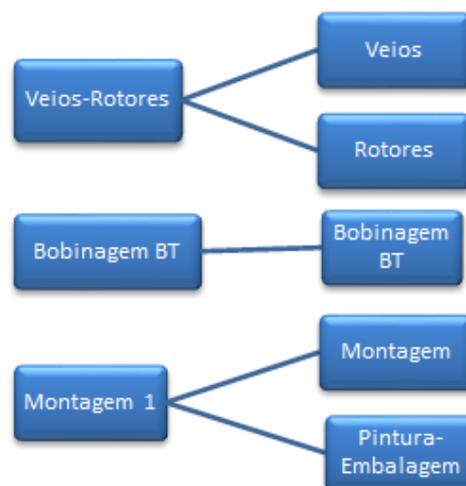


Figura 28 - Criação de Subsecções Virtuais para facilitar a análise

A secção da Montagem 1, para facilitar a análise das GOP's, dividiu-se em duas subsecções, a de montagem e a de pintura-embalagem.

4.2.1 Subsecção de Montagem

A montagem tem um leque variável de sequências de operações determinado por uma classificação artificial criada para diferenciar os motores. Os motores tipo “A” com tempos de ciclo de ligação e de montagem mais reduzidos, motores de tipologia “B” que não ultrapassam os 16 minutos no mesmo tipo de operações, e por fim os de tipo “C” que demoram mais de 16 minutos para as operações equivalentes e aos quais está associada uma complexidade e requisitos extra. As operações como a tropicalização e decapagem também são opcionais e por isso criam uma diferenciação no processo produtivo. De forma a abranger todas as possíveis operações incluídas na montagem, optou-se por seleccionar um motor W2222504P com a GOP MTZ001 associada por ser a utilizada mais frequentemente e desta forma satisfazer o motor mais *standard*. Para incluir as restantes operações seleccionou-se um motor W2231504P (motor complexo) com a GOP MTZ259 para colmatar as restantes operações. Ao analisar todas as operações existentes na montagem, através destes dois motores, é garantido que ao realizar eventos *Kaizen* vai-se influenciar a produção da totalidade dos motores que passam por esta linha.

4.2.2 Subsecção da Pintura-Embalagem

Esta subsecção é caracterizada sobretudo pela operação de pintura, onde existem motores que sofrem pinturas normais, outros com pinturas especiais e uma quantidade muito reduzida que não são pintados. A complexidade encontra-se na operação de pintura especial que necessita de duas aplicações de tinta distintas e de dois estados de secagem intercalares. Neste caso as GOP's atribuídas na subsecção de montagem coincidem com as desta subsecção, portanto a GOP MTZ001 para o motor *standard* e a MTZ259 para os mais complexos, desta forma também se está a garantir que o motor *standard* leva uma pintura normal e ao motor complexo é aplicada uma pintura especial. Todas as possibilidades são preenchidas garantindo uma análise a 100% dos motores em estudo.

4.2.3 Secção da Bobinagem

Na secção da Bobinagem a sequência de operações é sempre a mesma, o que difere é o tempo de ciclo de cada operação para cada tipologia de motor. Como a facilidade na atribuição da GOP está associada à tipologia do motor, apenas é necessário verificar as características dos

motores selecionados e verificar a GOP atribuída, portanto, para o motor de altura de eixo de 315 e de 4 polos está associada a GOP EBB310 e para o motor com altura de eixo 225 com 4 polos é associada a GOP EBB066.

4.2.4 Subsecção de Rotores

Nesta subsecção, para os motores em estudo, a sequência de operações é muito semelhante, apenas é selecionada a opção de submeter o rotor a choque térmico ou não e, seguindo o princípio de abranger a maior percentagem possível de produtos, opta-se que o rotor seja submetido a choque térmico. O passo seguinte é verificar o comprimento do rotor, já que influência o tempo de ciclo de aquecimento para o choque térmico, embora esta opção não seja de grande relevo, por uma questão de coerência, opta-se pelo que tem maior tempo de ciclo, tanto para o 225 (GOP R1W01), como para o 315 (GOP R1W07).

4.2.5 Subsecção de Veios

Os veios têm uma sequência de processos produtivos semelhante à dos rotores, existindo três nuances importantes que se devem referir:

- O facto de os furos nas pontas serem roscados ou não;
- A seleção do tipo de aço, que diverge entre RPM32, Inox e CK45 (sendo o CK45 o aço mais utilizado no fabrico de rotores);
- Por fim, quanto ao número de polos, como se pode ver na última tabela do Anexo X, existem GOP's apenas para duas tipologias, 2P e 4P+. Os 2P como o próprio nome indica, correspondem aos 2 polos, enquanto os 4P+ englobam as restantes tipologias de polos. Isto acontece porque os veios de 2 polos diferem bastante em termos de tempo de ciclo e características físicas, enquanto as polaridades acima diferem muito pouco.

Em suma a GOP selecionada para o 315 é a V1W13 enquanto para o 225 é a V1W01.

Após a seleção da altura de eixo do motor, o número de polos, e as gamas operatórias consegue-se chegar aos dois motores representativos (da produção) (Figura 29) para levar a cabo a análise do *Value Stream Mapping*.



Figura 29 - Motores em Análise

A) Motor W22 225 04P/ B) Motor W22 315 04P

4.3 VSM Atual

O mapeamento atual baseia-se numa “fotografia” do estado atual do sistema produtivo, visando as operações, transportes, paragens, tempos de ciclo e *setup's*, *batch's*, WIP assim como os colaboradores que intervêm direta e indiretamente nas operações mapeadas.

A descrição do mapa atual que se vai apresentar de seguida, foi realizada através de um VSM conjunto nas áreas produtivas já referidas. Os armazéns, interno e externo assim como a expedição não serão abrangidos pelo presente estudo. Também é relevante referir que esta descrição será feita de forma repartida (individualmente) por secções para facilitar a análise do leitor, primariamente haverá uma descrição das operações de cada secção, de seguida haverá uma análise dos indicadores de produção através de uma tabela e por secção, e por fim será apresentado o VSM Atual Geral com os respetivos indicadores e resultados.

4.3.1 VSM Atual na Secção Veios e Rotores

A formação dos veios representa o início das operações para a montagem de um motor, e como se pode prever é onde existe menor variabilidade de produto final (Veio). Conta como matéria-prima, aço de vários tipos como aço RPM32, CK45 e Inox, selecionado a partir das características físicas e mecânicas que são necessárias garantir para a qualidade do veio.

Antes de abordar as operações, é importante referir como se efetua a gestão da produção nos veios. Existem dois sistemas de gestão da produção, produção para *Kanban* (figura 30) e produção para Ordem de Fabrico. A gestão da produção inerente a este caso de estudo é em *Kanban*, e por isso será a utilizada.

A produção de veios e rotores para o fabrico dos dois motores seleccionados, apenas se diferenciam (por motor) nos tempos de ciclo de cada processo, já os operadores, *setup's* e *wip's* e quantidades em *batch* são comuns.



Figura 30 - Carrinho *Kanban* de produção dos veios

O aço é armazenado no exterior da fábrica, em cantilevers (figura 31) e é fornecido mensalmente, mas apenas segue para o chão de fábrica semanalmente. Aqui é armazenado também num cantilever situado ao lado do serrote, posto de trabalho onde o aço irá sofrer a primeira operação, o corte. É importante referir que durante a realização do VSM se encontrava aço suficiente para 20 veios no cantilever.



Figura 31 - Cantilever interno de aço

Após a receção de uma ordem de fabrico ou de um carro *kanban* vazio, o aço é cortado nas medidas requisitadas e nas quantidades indicadas no *kanban* de produção. Após o corte, a barra de aço de formato cilíndrico, (designado “veio” deste posto de trabalho para a frente na sequencia produtiva), passa pela máquina de fazer pontos para que sejam aplicados dois furos roscados nas extremidades do veio. Seguidamente o carrinho *kanban* segue para o torno.

O passo seguinte passa por criar escatéis nas duas extremidades do veio (figura 32 - Direita), este processo é realizado num centro de maquinagem que tem a particularidade de conseguir maquinar até quatro veios ao mesmo tempo.

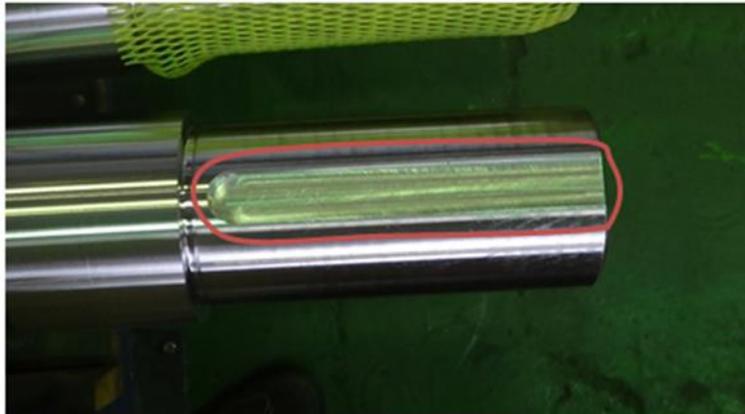


Figura 32 - Escatel numa das extremidades do veio

Depois de escatelar, o veio necessita de ser retificado para eliminar o efeito provocado no metal durante o torneamento. A vibração do torno quando está em funcionamento, provoca uma irregularidade na superfície maquinada do veio, perceptível ao tato, e necessita de ser retificada, daí a necessidade desta operação.

Com o veio retificado, o *kanban* segue para o supermercado de veios como se pode verificar na figura 33 e assim aguardar pela inserção na massa rotórica.



Figura 33 - Supermercado de Veios

A massa rotórica de alumínio, adquirida à casa mãe, encontra-se no armazém de Gueifães até ao dia anterior à necessidade. Após ser executada a requisição da massa rotórica, o armazém efetua a entrega ao local designado para armazenar as massas no chão de fábrica (figura 34),

onde aguardam pela primeira operação fabril, o aquecimento até 350° C numa estufa situada no setor Veios e Rotores.



Figura 34 - Alocação das massas rotóricas na cadeia produtiva

A) Alojamento de massas rotóricas na fábrica / B) Rotores na Estufa

Este aquecimento visa dilatar a massa para facilitar a introdução do veio, caso a temperatura se encontre muito superior à recomendada, existe a possibilidade de a massa deformar aquando da introdução, se for reduzida há o perigo de o veio agarrar à massa rotórica.

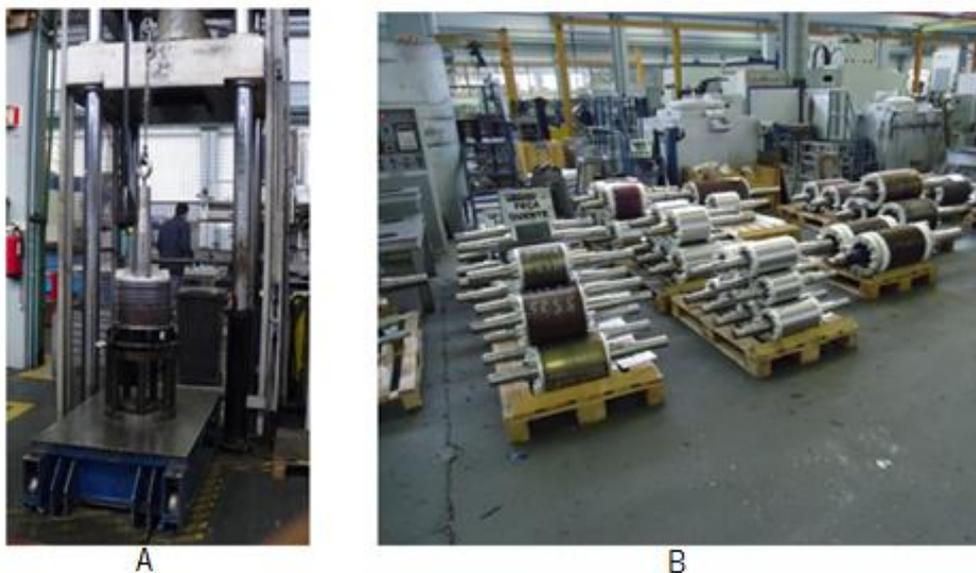


Figura 35 - Formação do Rotor

A) Introdução do Veio na massa rotórica; B) Zona de estabilização da temperatura dos rotores

Após o aquecimento da massa, é realizada a operação de introdução (Figura 35-A) numa prensa instalada ao lado da estufa, aqui recorre-se ao supermercado de veios para retirar os *kanbans* com os veios necessários para introduzir na totalidade das massas que se encontram aquecidas (a capacidade da estufa ronda as 20 massas, dependendo do tamanho e da carga fabril).

Finalizada a introdução, o rotor é colocado a arrefecer à temperatura ambiente até estabilizar (cerca de 8 horas) para posteriormente ser maquinado no torno. O torneamento do rotor (figura 36) consiste na maquinagem da chaparia que envolve a massa para reduzi-la ao diâmetro pretendido, assim como eliminar impurezas e variações no diâmetro provocadas pelas oscilações bruscas de temperatura.



Figura 36 - Operação de tornear o rotor

Como a chapa magnética se encontra curto circuitada com o bloco, a operação seguinte passa por submeter o rotor a um choque térmico, para garantir que a chapa magnética é separada do bloco de forma elétrica. Este processo consiste em colocar um rotor numa máquina de indução de calor (figura 37) que em cerca de 20 a 30 minutos eleva a temperatura do rotor para os 250°C.

A formação do rotor é finalizada após um arrefecimento à temperatura ambiente, de aproximadamente um turno, seguida de uma equilibragem. A finalidade da equilibragem do rotor é garantir o posicionamento do seu centro de massa quando este está em rotação (propósito do rotor no interior do motor), quando o centro de massa se encontra deslocado e há uma grande probabilidade de acontecerem estragos no interior do motor devido à deslocação errática do rotor, adiciona-se material em locais estratégicos para um ajuste próximo do ideal. Finalizado, o rotor segue para o cliente, a montagem.



A



B

Figura 37 - Processo de choque térmico

A) Aquecimento do Rotor por Indução / B) Choque térmico na tina de água

Após o conhecimento do processo de fabrico dos rotores, é possível avançar para a análise do mapa de fluxo de valor desta secção. Para isso é necessário recolher de indicadores de produção, como o tempo de ciclo, tempos de *setup*, quantidades em *work-in-process*, recursos materiais e humanos e o número de turnos. Esta informação, em grande parte encontra-se no sistema informático, nomeadamente nas Gamas Operatórias dos Processos, contudo, o know-how e a sensibilidade crítica da equipa de execução do VSM prevaleceu e foi ajustando os valores sempre que necessário. No Anexo XIV é possível ver o VSM Atual para o motor *Standard*, enquanto no Anexo XV encontra-se o VSM Atual para o motor especial. No Anexo XIII encontra-se a legendagem de alguns símbolos utilizados nos VSM's.

As considerações tomadas durante o VSM, em termos de indicadores de produção, relativos a cada processo ou estado que o produto passa, encontram-se na tabela 4 que será explicada de seguida.

Tabela 4 - Indicadores de Produção de Veios e Rotores

	(1) Tempo de Ciclo (min)	Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações
		(2) min/ setup	(3) setup/ dia		(5) Quantidade	(6) Tempo Ciclo Médio/ QTd (min)	(7) Tempo Total (dias)		
Cortar	6,00	15,00	1,00	1,00	20	6	$(20 \times 6 / 60) / (7,2 \times 0,5) = 0,5$ d	0,5	
Fazer Pontos	4,00	2,00	1,00	1,00	3	4	$3 \times 4 / 60 / (7,2 \times 0,5) = 0,056$ d	0,5	
Tornear	21,00	15,00	4,00	2,00	37	25	$(37 \times 25) / 60 / (7,2 \times 2 - 15 \times 3 / 60) = 1,13$ d	1	
Escatelar	8,00	45,00	5,00	2,50	60	16	$((60 \times 16) / 60) / (7,2 \times 2,5 \times 0,9 - 45 \times 4 / 60) = 1,21$ d	1	Disponibilidade de 90%
Retificar	21,00	25,00	4,00	3,00	8	35	$((35 \times 8) / 60) / (7,2 \times 3 \times 0,85 - 25 / 60 \times 3) = 0,27$ d	1	Disponibilidade de 85%
VAT Veios	0,375 dias		Lead Time Veios		3,541 dias		% Valor Agregado Veios		10,59%
Carregar Estufa	3,50	0,00	0,00	2,00	42	3,5	$42 \times 3,5 / 60 / (7,2 \times 2 \times 0,5) = 0,34$ d	0,5	
Aquecer Rotor	480,00	0,00	0,00	2,00	Lotes de 20 unidades		$480 \times 2 / 60 / (7,2 \times 2 - 1,44) = 1,23$ d	0	80% (Dedicação a Rotores de Cobre 1 turno/ semana (1,44h/dia))
Preparar Introdução	3,00	0,00	0,00	2,00	0	0	0	0,5	
Introduzir Veio	10,00	0,00	0,00	2,00	0	0	0	1	
Arrefer Rotor	480,00	0,00	0,00	0,00	0	0	$480 / 60 / 24 = 0,33$ d	0	
Tornear	11,00	6,00	1,00	2,00	13	11	$13 \times 11 / 60 / (7,2 \times 2) = 0,17$	1	
Choque Térmico	20,00	10,00	4,00	2,00	15	30	$(15 \times 30) / 60 / ((7,2 \times 2 - 10 \times 3) / 60) = 0,54$ d	1	
Arrefer Rotor	480,00	0,00	0,00	0,00	0	0	$480 / 60 / 24 = 0,33$ d	0	
Equilibragem	16,00	10,00	1,00	2,00	12	16	$12 \times 16 / 60 / (7,2 \times 2) = 0,22$ d	1	
VAT Rotor	0,207 dias		Lead Time Rotor		3,197 dias		% Valor Agregado Rotor		6,48%
VAT da Secção	0,582 dias		Lead Time da Secção		6,738 dias		% Valor Agregado na Secção		8,64%

As linhas traduzem as operações de fabrico e de estágio do produto existentes nesta secção, enquanto as colunas indicam a informação relativa aos indicadores de produção, distribuídas da seguinte forma:

- 1) **Tempo de Ciclo** – Refere-se ao tempo em que está a ser imputado valor ao produto, através de uma operação de fabrico ou montagem. A unidade é o minuto.
- 2) Tempo de *Setup* (**min/ setup**) – Refere-se ao tempo que é gasto em cada paragem para realizar ajustes ou trocas nos equipamentos de fabrico. A empresa considera que o tempo de *setup* é cobrado ao cliente, e por normativa é reconhecido como acréscimo de valor ao produto. Por esta razão um dos *setup*'s é considerado no cálculo do VAT, enquanto os restantes são considerados apenas para o LT. A unidade é o minuto.
- 3) Tempo de *Setup* (**setup/ dia**) – Refere-se ao número de vezes que ocorre uma tarefa de *setup*, em média, adjudicada a uma operação.
- 4) Nº de turnos – Existe uma grande variabilidade de número de turnos trabalhados por postos de trabalho subsequentes, ou seja, é possível ter um posto de trabalho com um turno e o posto de trabalho seguinte estar a operar a três turnos. Este fato deve-se à grande afluência de artigos para certas máquinas.

- 5) *Work in Process (Quantidade)* – Indica a quantidade de artigos que se encontram em espera na *batch* antes da operação, ou seja, a fila de espera para processamento em determinado posto de trabalho.
- 6) *Work in Process (Tempo de Ciclo médio/artigo)* – Devido à grande variabilidade de artigos, com diferentes tempos de ciclo para o mesmo processo, é necessário encontrar uma forma de medir a relevância que o tamanho da fila de espera tem na cadeia produtiva, daí foi estipulado um tempo de ciclo médio, com base na totalidade dos artigos que se encontram na *batch*. A unidade é o minuto.
- 7) *Work in Process (Tempo total)* – O tempo total corresponde ao tempo necessário para o artigo percorrer a fila de espera (temporalmente) do posto de trabalho até ser processado. A empresa considera que o tempo necessário para processar o WIP obtém-se através da multiplicação do número de artigos no WIP (5) pelo tempo de ciclo médio (6) e a disponibilidade do posto de trabalho para processar o WIP obtém-se através da multiplicação do número de turnos (7,2 horas por turno) trabalhados diariamente no posto de trabalho pelo número de recursos do posto de trabalho. O tempo total diário gasto na realização de *setup's* (exceto o tempo do *setup* numero 1) é deduzido na disponibilidade do posto de trabalho. O resultado obtido é o número de dias que demora a processar a fila de espera do posto de trabalho.
- 8) **Observações** – Nesta coluna são feitas considerações relevantes acerca do posto de trabalho como a redução de disponibilidade do posto de trabalho devido a manutenções, avarias, paragens não planeadas, dedicação dos recursos a outro tipo de operações externas ao atual estudo.

No cálculo do *Value Added Time* (VAT) é considerado todo o tempo que o cliente efetivamente paga, ou seja, o tempo de ciclo da operação mais o tempo de *setup* para o artigo em estudo, no período correspondente a 1 turno de trabalho (432 min). O tempo de atravessamento em cada operação consiste sobretudo no tempo necessário para realizar essa operação em todos os artigos que se encontram na *batch*. A exposição seguinte é apenas a título de exemplo.

- A operação de retificar possui 8 artigos diferenciados com um tempo de ciclo médio de 35 minutos mais 25 minutos vezes os 3 *setup's* que restam no dia (*setup* 1 foi considerado no VAT);

- O tempo disponível neste posto de trabalho corresponde a 3 turnos, mas em contrapartida, esta máquina estima-se que tenha uma disponibilidade para produção de 85%;

Portanto, a operação que daí advém é:

$$WIP_{Retificar} = \frac{\frac{8 * 35}{60}}{7,2 * 3 * 0,85 - (25/60) * 3} = 0,27 \text{ dias}$$

Em média, os artigos que seguem para retificar esperam na *batch* imediatamente antes cerca de 0,27 dias.

O somatório de todos os tempos em WIP mais o VAT indica o LT de fabrico de um Veio que neste caso corresponde a 3,54 dias, por fim é possível perceber que percentagem de tempo acrescenta valor ao produto, cerca de 10,59% do LT.

Quanto ao fabrico de rotores, o método de cálculo é igual, mas existem operações às quais estão associadas um tempo relevante, como as de aquecer e arrefecer o rotor (operações a amarelo na figura 4, e que não acrescentam qualquer valor ao produto mas que são necessárias pelas razões já enunciadas na descrição da operação.

VAT = 0,21 dias *Lead Time* = 3,2 dias % Valor Agregado de =6,46%

Conforme indicado na última linha da tabela 4, o LT para a produção total de um rotor no setor Veios e Rotores é de 6,74 dias, com uma percentagem de valor agregado de 8,64%.

Os dados relativos à produção de veios e rotores para motores especiais encontram-se no Anexo XII

4.3.2 VSM Atual na Secção de Bobinagem Baixa Tensão

Outro componente do motor é o estator bobinado, neste caso de baixa tensão e com produção no setor da Bobinagem BT. A WEGeuro adquire a massa estatórica de duas maneiras distintas, pela produção interna no setor da chaparia ou então pela compra à empresa mãe. Concretamente, neste caso de estudo, a matéria-prima “massa estatórica” é adquirida á empresa mãe e por isso não é relevante a explicação detalhada do processo produtivo do bloco estatórico.

A massa estatórica, à semelhança das massas rotóricas, é abastecida nas mesmas condições, inicialmente é colocada no armazém de Gueifães e, aquando da necessidade, é deslocada para as instalações da Maia. A massa é composta essencialmente de chapa magnética para auxiliar a direcionar o fluxo magnético criado pela bobine, mas também necessita de estar separada eletricamente da bobinagem para que não haja passagem de energia elétrica e posterior curto-

circuito. Esta proteção é criada com a aplicação de papel *nomex* isolante onde as bobinas são aplicadas, e para isso, este material é cortado e conformado internamente numa operação de preparação dos isolantes, para posteriormente equipar a massa estatórica. Outros componentes essenciais do estator são as bobinas. Compostas por fio de cobre, estas são enroladas mecanicamente nas dimensões e diâmetros de fio de cobre previamente estipulados.

Com o estator isolado e as bobinas enroladas, o processo seguinte passa por bobinar o estator, aqui acontece a introdução das bobinas nas ranhuras isoladas, evitando sempre o contacto entre diferentes fases (U, W, V) da bobinagem com o auxílio de papel isolante como se pode verificar na figura 38A. Após o estator estar completamente bobinado, segue para conformar (figura 38B), operação que consiste em ajustar o formato do composto de cobre lateral, para uma dimensão do diâmetro interior do estator.

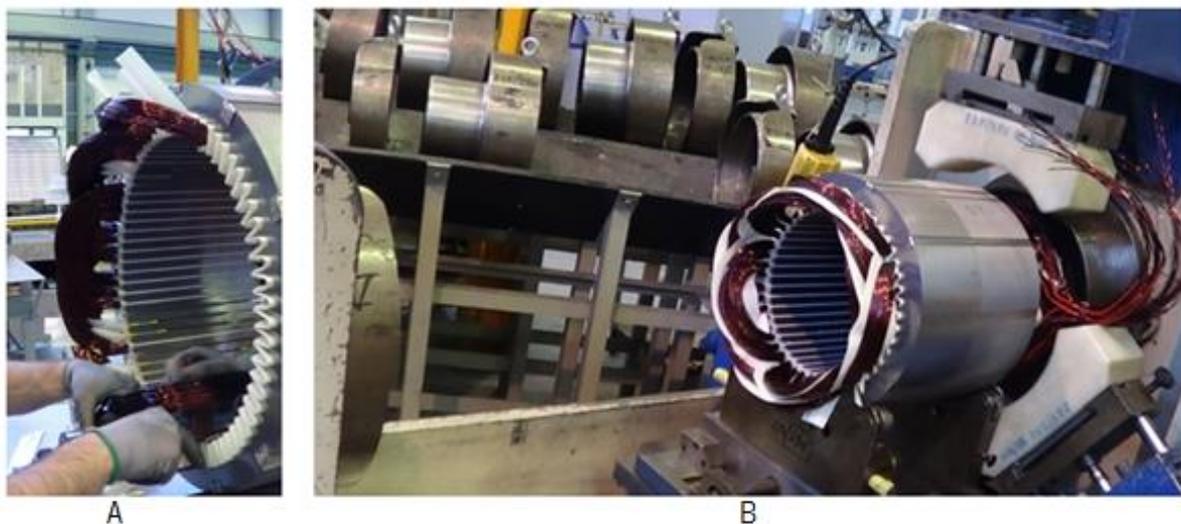


Figura 38 - Passos da Bobinagem

A) Bobinagem do Motor / B) Conformação do Estator

A operação de ligação é o próximo passo para a formação do estator e para uma melhor perceção da realidade desta tarefa é importante perceber o funcionamento das diferentes fases. Um motor trifásico, por norma, possui 3 entradas (V_1 U_1 e W_1) e 3 saídas (V_2 U_2 e W_2), formadas pela junção de diferentes fases.

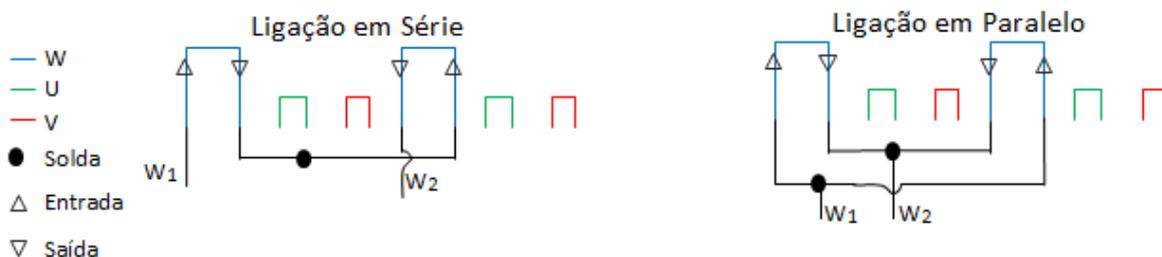


Figura 39 - Esquema de Ligação das Bobinas

A figura 39 demonstra a ligação de um motor de 2 polos com uma ligação efetuada para a fase W (para a fase U e V o processo é o mesmo), tanto em série como em paralelo. A ligação das diferentes fases é efetuada através de solda com 2% de prata para garantir a estabilidade e resistência do contacto. Na figura 40 demonstram a realidade da operação de soldadura e ligação das bobines.



Figura 40 - Ligação do Estator

Seguidamente é necessário amarrar as testas do estator para dar consistência ao formato da testa, assim como prender todos os cabos aplicados na operação anterior. Na figura 41 a testa do lado esquerdo já se encontra amarrada e a do lado direito (Testa da ligação) está a ser amarrada. Da amarração, o estator é novamente conformado nas mesmas condições referidas na primeira conformação, e segue para os acabamentos.

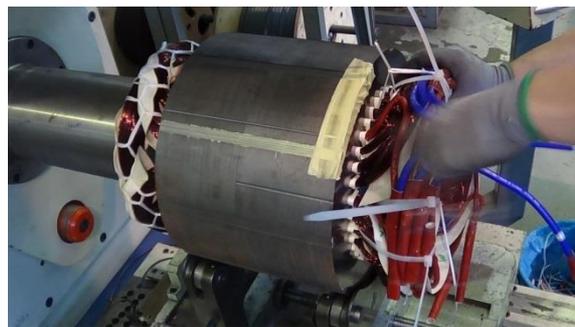


Figura 41 - Amarrar Testas

O acabamento consiste na aplicação de perfis pultrudados para garantir a compressão necessária das bobines nas ranhuras do estator. Também são incorporados sensores de temperatura e humidade caso esteja explicito na estrutura. A aplicação dos sensores consiste na ligação de Termístores, PT100 e PTO aos terminais do estator, para garantir que a informação acerca da temperatura do motor é fornecida ao cliente aquando da sua utilização,

também permite utilizar meios de ação automatizados para bloqueio do motor caso este se encontre em sobreaquecimento.

Nesta fase é importante rastrear os estatores que poderão originar problemas em funcionamento (figura 42), visto que o processo seguinte é a impregnação e impossibilita qualquer ação de correção à posteriori.



Figura 42 - Acabamento e ensaio do estator

De seguida é realizado um ensaio com quatro tipos diferentes de testes (tabela 5), o teste da rigidez dielétrica, a simetria de fases, a medida de resistência na fase e, por fim, o ensaio do campo girante.

Tabela 5 - Testes ao Estator Bobinado

1º Rigidez Dielétrica	Verificar se existe passagem de corrente à massa ou entre as diferentes fases.
2º Simetria de Fases	Verifica se existe assimetria entre fases, indicador de necessidade de verificação.
3º Medida de Resistência na Fase	Verifica-se a resistência nas três fases separadamente e se a diferença entre elas for superior a 1% é necessária uma análise pela entidade responsável, assim como se houver uma diferença de 5% entre o especificado pelo projeto e a registada no teste, também é necessário analisar.
4º Ensaio do Campo Girante	Aqui é verificado o sentido da rotação induzido pelo estator.

A submissão e aceitação do estator aos 4 testes descritos acima, viabiliza o avanço do estator para a operação seguinte, a impregnação. O objetivo desta operação é garantir a rigidez mecânica do estator e incrementar o isolamento elétrico do motor. Para o estator ser

impregnado, tem de estar a 60 °C, e para isso, após o ensaio, é colocado numa estufa a aquecer e só depois é que segue para impregnação, nas máquinas apropriadas para esse efeito como se ilustra na figura 43.



Figura 43 - Impregnação

O conhecimento necessário acerca das operações desta secção está inteiramente descrito acima, sendo agora possível analisar esta secção através dos indicadores produtivos.

O método e os critérios para o cálculo da percentagem de valor agregado são os mesmos utilizados na secção de Veios e Rotores. Na tabela 6 encontram-se os dados relativos aos tempos de ciclo de produção do motor considerado como simples (altura de eixo 225 mm e com 4 polos).

Tabela 6 - Indicadores de Produção da Bobinagem

	(1) Tempo de Ciclo (min)		(2) Tempo de Setup (min/ setup/ dia)		(4) Nº Turnos (432 min/ turno)	(5) Quantidade de	Work In Process		(8) Nº Operadores	(9) Observações
	(1) Tempo de Ciclo (min)	(2) Tempo de Setup (min/ setup/ dia)	(3) setup/ dia	(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)			(7) Tempo de Total (dias)			
Preparação de Isolantes Equipagem	20,00	15,00	1,00	0	1,00	0	0	0	2	90% Disponibilidade
Enrolar Bobines	6,00	0,00	0,00	30	1,00	30	12	$30 \times 12 / 60 / (7,2 \times 1) = 0,83$ d	1	Setup efetuado em todos os artigos
Bobinar	34,00	20,00	0,00	0	3,00	0	0	0	1	
Conformar	51,00	0,00	0,00	12	1,00	12	60	$12 \times 60 / 60 / (7,2 \times 5) = 0,33$ d	10	equipas de 2 operadores
Corte de Cabos, Cravação de Terminais e corte de Telas	5,00	5,00	15,00	6	1,00	6	5	$30 / 60 / (7,2 \times 0,5 - 5 \times 14 / 60) = 0,205$ d	0,5	Qtd de setups variavel ≈ 15 setups em média
Ligar	8,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1	
Amarrar	50,00	0,00	0,00	6	1,00	6	65	$(6 \times 65) / 60 / (7,2 \times 7) = 0,13$ d	7	
Conformar	9,00	4,00	1,00	6	1,50	6	9	$(6 \times 9) / 60 / (7,2 \times 1,5) = 0,08$ d	1	
Acabamento	5,00	5,00	15,00	6	1,00	6	5	$30 / 60 / (7,2 \times 0,5 - 5 \times 14 / 60) = 0,205$ d	0,5	WIP Comum com a 1ª operação de conformar
Ensaio BT	10,00	0,00	0,00	7	2,00	7	12	$7 \times 12 / 60 / (7,2 \times 2) = 0,1$ d	1	
Prep Impregnação	15,00	0,00	0,00	2	2,00	2	15	$(2 \times 15) / 60 / (7,2 \times 2) = 0,03$ d	1	
Carregar Estufa	15,00	0,00	0,00	7	3,00	7	12	$(7 \times 12) / 60 / (7,2 \times 0,5) = 0,13$ d	0,5	
Aquecer Estiador	16,00	0,00	0,00	0	3,00	0	0	0	0,5	
Impregnar	120,00	0,00	0,00	0	3,00	0	0	$120 / 60 / (7,2 \times 3) = 0,09$ d		Esta estufa também é a batch da operação seguinte
Limpar Estiador	35,00	0,00	0,00	4	3,00	4	45	$4 \times 45 / 60 / (7,2 \times 3 \times 2) = 0,07$ d	1,5	Aqui os recursos não são os 1,5 colaboradores mas sim 2 máquinas
Arrefecer Estiador	15,00	0,00	0,00	1	3,00	1	15	$15 / 60 / 7,2 \times 3 = 0,01$ d	0,5	
	480,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	$480 / 60 / 24 = 0,33$ d	0	
VAT Bobinagem	0,794 dias	Lead Time Bobinagem				3,334 dias	% Valor Agregado Bobinagem 23,81%			

Após todos os cálculos necessários representados na tabela 6, é possível referir que na secção de Bobinagem os indicadores produtivos são:

- *Value Added Time* = 0,794 dias;
- *Lead Time* = 3,054 dias
- % Valor Agregado = 26%

Os dados relativos à bobinagem do motor especial encontram-se no anexo XII.

4.3.3 VSM Atual na Secção de Apropriações de peças constituintes do motor

A WEGeuro foca-se sobretudo nos requisitos do cliente, por isso possui uma produção com grande variabilidade, como já foi referido anteriormente, nesse sentido, sempre que a necessidade do cliente assim o exige, é necessário realizar alterações em peças *standard* que constituem um motor (placas de fecho, tampas de fecho, base das caixas de ligação, as próprias caixas de ligação, as tampas ou até mesmo placas de obturação) e furações (placas), estas alterações denominam-se no seio da empresa como apropriações.

Estas operações acontecem em máquinas que funcionam como *jobshop's*, ou seja, são operações de correções ou alterações a artigos *standard*, por isso não acontecem como norma, são esporádicas. Apesar disso é possível identificar as operações de maquinagem (apropriações) mais recorrentes e mapeá-las por posto de trabalho, já que qualquer uma destas operações pode ser realizada unicamente ou de forma sequenciada.

O motor *standard* considerado para o estudo não possui qualquer apropriação, no entanto o motor especial possui 7 apropriações, que acontecem em 3 postos de trabalho distintos, como se pode verificar na análise da tabela 7, que lista as operações e os seus indicadores produtivos.

Tabela 7 - Indicadores de Produção das Apropriações

	(1) Tempo de Ciclo (min)	Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações
		(2) min/ setup	(3) setup/ dia		(5) Quantidade	(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)	(7) Tempo de Total (dias)		
Torno Saimp				2,00	60	60	$60 \times 60 / 60 / (7,2 \times 2) = 4,17$ d	1	
Apropriar Placa de Fecho	10,00	0,00	0,00						
Daewoo				2,50	0	0	0	1	
Apropriar Tampa de Fecho	10,00	10,00	0,00						
Apropriar Base de Caixa de Ligação	8,00	15,00	0,00						
Apropriar Placa de Obturação	60,00	17,00	0,00						
Radiais				2,00	12	10	$12 \times 10 / 60 / (7,2 \times 2) = 0,14$ d	1	
Furação de Placas	2,00	5,00	0,00						
Apropriar Tampas	8,00	15,00	0,00						
Apropriar Caixas	2,00	15,00	0,00						
VAT Apropriações	0,410 dias		Lead Time Apropriações		4,170 dias		% Valor Agregado Apropriações		9,83%

Considerações relevantes (tabela 7):

- O mapeamento foi realizado por posto de trabalho, considerando as diferentes operações, já que não existe qualquer fluxo de produção neste tipo de operações.
- O tempo de atravessamento considerado para o LT da secção foi aquele com maior impacto, ou seja, o posto de trabalho com maior tempo de espera (gargalo).
- O VAT considerado foi o somatório dos tempos de ciclo e de *setup* das operações mapeadas, como nas análises anteriores.

Conclui-se que aos processos de apropriações do motor especial em questão, estão associados um VAT de 0,41 dias, com LT de produção de 4,17 dias, sendo que 9,83% do período incrementa valor no produto.

4.3.4 VSM Atual na Montagem I

No setor da Montagem 1 decorrem os seguintes processos: teste, pintura e embalamento do motor. Aqui, os motores são classificados em 3 tipologias:

- “A” - representa os motores com um tempo de ciclo inferior 13 minutos na linha de montagem;
- “B” - são motores com um tempo de ciclo de montagem entre 13 e 16 minutos e por fim, motores com classificação;
- “C” - possuem um tempo de ciclo superior a 16 minutos, tipicamente são mais complexos e com mais especificidades, tal como referido anteriormente.

O mapeamento do fluxo de valor para os dois motores seleccionados, ao contrário das outras secções, não difere apenas no tempo de ciclo, mas também na tipologia de produção, os motores considerados A e B são montados numa linha de montagem com quatro postos de trabalho, enquanto os motores de tipologia C, são montados e ligados à parte, numa espécie de célula de montagem. Este fator torna importante a análise detalhada de ambos os motores nesta secção, já que sofrem operações diferentes em locais diferentes.

Este setor é considerado o mais *Lean* da empresa até ao momento, visto que foi onde se realizaram mais intervenções até à data de início do presente projeto. Aqui encontra-se uma gestão mista, para o abastecimento de matérias-primas (parafusos, tintas, engradados, fios elétricos, entre outros), existe uma gestão por *Kanban* para matéria-prima. À semelhança dos outros setores, existe também abastecimento por MRP2 para os restantes materiais, como rotores, estatores, carcaças e os mais diversos constituintes dos motores (Figura 44).



A



B

Figura 44 – Tipologias de abastecimento à Montagem 1

A) Kanban / B) Gestão MRP2)

A primeira operação que o motor sofre neste setor consiste na introdução do estator no interior da carcaça, para isso é necessário recorrer a viradores para modificar o seu posicionamento (da horizontal para a vertical antes de introduzir e depois da vertical para a horizontal) e a uma prensa para auxiliar na operação.



A



B



C

Figura 45 - Operação de Introdução

A) Virar Estator; B) Inserir o Estator; C) Virar Carcaça

Na Figura 45, o estator, depois de impregnado e arrefecido à temperatura ambiente, é fornecido ao setor na posição horizontal e tem de ser colocado no virador, para se posicionar na vertical. Após verticalizado é colocado na prensa e a carcaça apoiada em cima do estator de forma a poder ser introduzida. Após a introdução, o conjunto é novamente colocado noutra virador para se obter a posição horizontal do conjunto. As carcaças, compradas à empresa mãe, são adquiridas com uma pré-maquinação nos frisos e nas castanhas, e por isso, após a

introdução é necessário obter a cota pretendida nas partes indicadas do motor, portanto, seguidamente procede-se ao torneamento da carcaça (figura 46).



Figura 46 - Tornear a carcaça

Motores de tipologia A e B entram na linha de produção enquanto os motores do tipo C seguem para um espaço diferenciado do restante que se assemelha a uma célula produtiva.

Após torneamento da carcaça, os motores A e B entram diretamente para o primeiro posto de trabalho da linha, o posto de ligação 1 (Figura 47A) onde os cabos do motor são preparados e identificados. Por sua vez a placa de borne é montada na caixa do motor e os cabos são ligados à placa. No posto M1 é feita a montagem. No posto de montagem 1 (Figura 47B) procede-se à inserção do rotor no motor, lubrifica-se o rolamento e de seguida coloca-se a placa de fecho e tampa do motor no lado do ataque, portanto o motor segue para o posto de montagem seguinte já devidamente fechado do lado do ataque do motor. O posto de montagem 2 (Figura 48A) limita-se a efetuar o fecho no lado oposto, ou seja, o lado da ventilação. É colocada a tampa e a respetiva placa de fecho, de seguida coloca-se o ventilador com o respetivo sistema de anti queda de corpos. Este lado do motor fica completo no momento em que é posicionada a tampa defletora (capô). O motor de seguida segue para o posto L2 (Figura 48B) onde são feitas as ligações finais do motor, a caixa de ligação é montada, fixada e vedada e limpa. De seguida o motor segue para ensaio através da linha de rolos que também percorre toda a montagem, mas com a particularidade de ser realizado em mais do que um motor simultaneamente, ou seja, neste posto há uma acumulação de motores para ser efetuado o ensaio em lote.



Figura 47 - A) Posto de ligação 1; B) Posto de Montagem 1



Figura 48 - A) Posto de Montagem 2; B)Posto de Ligação 2

O motor após ensaiado e com a aprovação da qualidade, segue para a preparação de pintura onde a caixa de ligação e a respetiva tampa são devidamente isoladas, assim como todos os orifícios do motor, para que não haja introdução de tinta no interior quando o motor é pintado. A pintura designada de pintura normal na empresa, é realizada numa das cabines de pintura que se encontram na montagem 1 e implica fazer a preparação da tinta, limpar o motor de gorduras e outros resíduos que a sua carcaça possa conter, introduzi-lo na cabine e pintá-lo. Por fim, depois de retirar o motor da cabine é necessário retocar as zonas de difícil acesso, assim como a zona dos olhais (que servem para transportar o motor através de ponte). Após pintura o motor entra num período de secagem com duração de 30 minutos, antes de ser verificado pela qualidade no que toca à espessura da tinta na carcaça do motor (a espessura da tinta deve corresponder a mínimos estabelecidos pelo departamento de qualidade).

A embalagem do motor é o último passo da cadeia produtiva de motores da WEGeuro e consiste numa preparação do engradado, na realização de acabamentos do motor (fazer a limpeza da ponta de veio, colocar proteções de graxeira, colocar a fita de chaveta e tampões

na caixa de ligação), na cravação das chapas com os indicadores do motor e por fim o fecho do engradado (pregar laterais, topo e cabeceiras na embalagem, verificação pela qualidade, aplicação de um plástico no topo do engradado) para seguir para expedição.

Os motores de tipologia C, como referido anteriormente, são motores de complexidade extra, considerados para a análise do fluxo de valor como motores que, para além das operações de montagem comuns aos motores A e B, também sofrem decapagem, são tropicalizados, passam por um ensaio completo e levam uma pintura especial.

Portanto o fluxo de produção do motor complexo selecionado, após introdução e torneamento, segue para a célula dos motores C onde é efetuada uma pré-montagem (sem rotor e ligações) e isolamento das extremidades do motor, de seguida é embalado para seguir para decapagem. A decapagem é um serviço subcontratado e tem associado um tempo de ciclo de 3 dias. Quando o motor chega da decapagem é verificado para confirmar a conformidade da operação e é desmontado e limpo de quaisquer impurezas que nele existam. O rotor, o estator e as tampas seguem então para tropicalizar (aplicação de uma tinta protetora) numa das cabines de pintura. Após tropicalização o rotor é preparado com a inserção dos rolamentos aquecidos e as placas de fecho interiores e é realizada a montagem do motor assim como as operações de ligação do motor. Esta montagem e ligação pela qual o motor passa apenas difere dos motores A e B no formato do espaço da montagem 1, ou seja, nos motores *standard* é realizada na linha de montagem e estes são montados numa célula, mas as operações são sensivelmente iguais.

O ensaio e a gravação da chapa é em tudo igual, só o passo seguinte difere na medida em que se considerou que estes motores seguem na totalidade para ensaio completo, num laboratório próprio e com capacidade para realizar testes mais profundos ao nível da eficiência e capacidade do motor.

A nível de pintura, considerou-se que estes motores sofrem uma pintura especial, que engloba uma pintura intermédia, uma secagem da tinta e a pintura especial seguida de nova secagem, com a particularidade de que o período de secagem é consideravelmente superior à secagem depois da pintura normal (240 minutos na primeira secagem e 420 minutos na segunda secagem). A embalagem é semelhante em todos os motores desta secção (tanto especiais como *standards*).

Seguidamente, na tabela 8 é possível verificar os indicadores de produção relativos à montagem do motor *standard*.

Nesta análise (tabela 8) teve-se em consideração os seguintes fatores:

- Entre a operação de tornear e o posto L1 existe um *batch* devido à diferença de tempos de ciclo e devido à diferença de turnos.
- Na operação de “ensaio + cravar chapas” existe um loteamento de 6 motores, e por isso este posto de trabalho aguarda até possuir essa quantidade. Devido a este fator, o cálculo do tempo total em WIP foi ligeiramente diferente dos restantes.
 - Existiam 7 motores em espera, dos quais 6 são testados num lote, demorando 19 minutos no total;
 - Sobra então um motor e o posto aguarda por mais 5 motores que chegam a uma cadência de 13 minutos do posto L2;
 - Um dos motores chega enquanto o primeiro lote está a ser testado, ao minuto 13, sobrando 7 minutos com a bancada de teste em funcionamento;
 - O período de espera dos motores em WIP equivale então aos 19 minutos do primeiro lote mais 6 minutos para a chegada do 3º motor, mais 13 minutos por cada motor que falta chegar, e por fim o tempo de processar este lote.
- Para a operação de pintura, no primeiro turno está dedicado um operador a tempo inteiro, enquanto no segundo está um operador apenas a 75% do tempo total, visto que os restantes 25% do tempo estão na preparação de pintura.

Tabela 8 - Indicadores de Produção da Montagem de motores A e B

Motor Standard	(1) Tempo de Ciclo (min)		Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	(5) Quantidade de	(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)	Work In Process		(8) Nº Operadores	(9) Observações
	(2) min/ setup	(3) setup/ dia	(7) Tempo de Total (dias)	(8) Nº Operadores							
Introdução	16,00	0,00	0,00	2,00	17	17	(17x17)/60/(7,2x2) - 0,33 d	1			
Tornear	15,00	11,00	4,00	2,00	14	16	((14x16)/60)/(7,2x2x0,8-3x11/60) - 0,34 d	1	Disponibilidade - 80%		
Ligação 1	9,00	0,00	0,00	1,00	11	9	(11x9)/60/7,2 - 0,23 d	1			
Montagem 1	11,00	0,00	0,00	1,00	2	11	2x11/60/7,2 - 0,05 d	1			
Montagem 2	11,00	0,00	0,00	1,00	2	11	2x11/60/7,2 - 0,05 d	1			
Ligação 2	13,00	0,00	0,00	1,00	1	13	13/60/7,2 - 0,03 d	1			
Ensaio + Cravar Chapa	19,00	0,00	0,00	1,00	7	19	(19+6+13+13+19)/60/7,2 - 0,19 d	1	Loteamento de 6 motores		
Preparação de Pintura	10,00	0,00	0,00	1,50	3	10	30/60/(7,2x1,5x1,25) - 0,041 d	1,25			
Pintura	17,00	10,00	8,00	2,00	6	17	(17x6/60)/(7,2x1,75x0,7-7x10/60) - 0,22d	1,75	Disponibilidade - 70%		
Secagem	30,00	0,00	0,00	0,00	0	0	30/60/24 - 0,02 d	0			
Preparação de Embalagem	5,00	0,00	0,00	1,00	0	0		1			
Acabamento + Embalagem	20,00	0,00	0,00	2,00	0	0		1			
Verificação	5,00	0,00	0,00	1,00	7	5	5x7/60/(7,2x2) - 0,04 d	2			
Fecho	5,00	0,00	0,00	2,00	0	0		1			
VAT Montagem Linha	0,410 dias	Lead Time Montagem (Linha)				1,951 dias	% Valor Agregado Montagem (Linha)		21,00%		

No que toca à montagem do motor especial (modelo de motor “C”), os indicadores de produção são fornecidos na tabela 9.

Esta é a secção que mais controvérsia despoletou durante a realização do VSM devido à indefinição de muitas das operações de montagem de motores “C”, os dados apresentados na tabela 9, são resultados consensuais por parte da equipa do VSM.

Considerações necessárias a ter em conta:

- As operações de montagem “C” e Ligação “C” substituem na célula as operações dos 4 postos de trabalho da linha de montagem.
- As operações de Pré-Montagem, Embalar para Decapar, Verificação, Desmontagem e Limpeza, Tropicalização, Montagem “C” e Ligação “C” possuem apenas 2 colaboradores no total devido à reduzida cadência de motores na célula.

Após o cálculo dos indicadores de produção chegou-se à conclusão que na montagem do motor *standard*, 21% do tempo agrega valor com um LT de 1,95 dias enquanto a montagem do motor especial agrega valor ao produto durante 16,29% do tempo e possui um LT de 10.39 dias.

Tabela 9 - Indicadores de Produção da Montagem de Motores Especiais

Motor Especial	Tempo de Ciclo (min)		Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações
	(1) Tempo de Ciclo (min)	(2) min/ setup	(3) setup/ dia	(5) Quantidade		(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)	(7) Tempo Total (dias)			
	Introdução	17,00	0,00	0,00	17	2,00	17	$(17 \times 17) / 60 = 0,33$ d	1	
Tornear	21,00	11,00	4,00	14	2,00	16	$((14 \times 16) / 60) / (7,2 \times 2 \times 0,8 - 3 \times 1 / 60) = 0,34$ d	1	Disponibilidade = 80%	
Pré-Montagem	15,00	0,00	0,00	5	1,00	15	$5 \times 15 / 60 = 0,87$ d	0,2		
Embalagem p/ Decapagem	5,00	0,00	0,00	8	1,00	5	$8 \times 5 / 60 = 0,67$ d	0,07		
Decapagem	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	3 dias	0	Operação Subcontratada	
Verificação	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0,13		
Desmontagem + Limpeza	15,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0,2		
Tropicalização	30,00	0,00	0,00	4	1,00	30	$4 \times 30 / 60 = 0,694$ d	0,4		
Montagem "C"	34,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0,5		
Ligação "C"	35,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0,5		
Ensaio + Cravar Chapa	19,00	0,00	0,00	7	1,00	19	$(19 + 6 + 13 + 13 + 13 + 19) / 60 = 0,2$ d	1	Loteamento de 6 motores	
Ensaio Completo	420,00	0,00	0,00	2	2,00	420	$2 \times 420 / 60 = 0,97$ d	1		
Preparação de Pintura	10,00	0,00	0,00	3	1,50	10	$30 / 60 = 0,5$ d	1,25		
Pintura Intermédia	17,00	10,00	8,00	6	2,00	17	$(17 \times 6) / 60 = 0,22$ d	1,75	Disponibilidade = 70%	
Secagem	240,00	0,00	0,00	0	0,00	0	$240 / 60 = 0,4$ d	0		
Pintura Especial	17,00	10,00	8,00	6	2,00	17	$(17 \times 6) / 60 = 0,22$ d	1,75	Disponibilidade = 70%	
Secagem	420,00	0,00	0,00	0	0,00	0	$420 / 60 = 0,7$ d	0		
Preparação de Embalagem	5,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	1		
Acabamento + Embalagem	20,00	0,00	0,00	0	2,00	0	0	1		
Verificação	5,00	0,00	0,00	7	1,00	5	$5 \times 7 / 60 = 0,04$ d	2		
Fecho	5,00	0,00	0,00	0	2,00	0	0	1		
VAT Montagem "Célula"	1,692 dias			10,387 dias	Lead Time Montagem (Célula)		% Valor Agregado Montagem (Célula)		16,29%	

4.3.5 Resultados

A construção do VSM atual permitiu obter um vasto leque de dados relativos à eficiência produtiva da empresa. Com a utilização deste recurso foi possível perceber o que acontece atualmente na empresa, no que toca ao tempo despendido na produção de motores, nas diferentes secções. A tabela 10 apresenta resultados relativamente ao estudo das operações que agregam valor a este tipo de motores.

Tabela 10 - Resultados Finais Mapa Atual

Atual	Secção	VAT (dias)	Lead Time (Dias)	% Valor Acrescentado
Motor Standard	Montagem na Linha	0,410	1,951	21,01%
	Bobinagem	0,794	3,334	23,82%
	Rotores	0,207	3,197	6,47%
	Veios	0,375	3,541	10,59%
	Total	1,786	8,689	20,55%
Motor Especial	Montagem na Célula	1,692	10,387	16,29%
	Bobinagem	1,000	3,54	28,25%
	Rotores	0,247	3,237	7,63%
	Veios	0,410	3,58	11,47%
	Apropriações	0,410	4,17	9,83%
	Total	3,759	17,20	21,85%

Após a análise do VSM atual e com base nos dados da tabela 10, tanto para o motor simples como para o motor mais complexo, é possível concluir que existe um longo estágio dos artigos antes de serem processados, devido á grande quantidade de WIP. Isto é ainda mais crítico na secção de veios e rotores, no que toca ao tempo que acrescenta valor face ao LT de produção. No caso dos veios, a variabilidade de artigos para processar é acrescida (ex: escatelar) e gera várias execuções de *setup's* com longos tempos, assim como grandes quantidades de WIP's. No caso da produção de rotores, a mais crítica em análise neste projeto, sofre um grande impacto no LT, não só devido às grandes quantidades de *stock*, mas também aos longos tempos de aquecimento e arrefecimento dos rotores. A secção da bobinagem é aquela que aparentemente agrega mais valor ao produto. A montagem de motores *standards* é em linha, e como referido anteriormente, é o setor mais *Lean* da empresa, com o LT de produção mais reduzido em relação aos outros setores. Particularizando as apropriações existentes e também analisadas neste projeto, evidencia-se o elevado tempo de

espera (quando é praticado o FIFO) que uma peça necessita ter para que lhe seja efetuada uma alteração, nomeadamente 4,17 dias em espera. Em semelhante situação encontra-se a assemblagem de motores em célula com cerca de 3 dias para realização da decapagem (operação subcontratada externamente, assim como grandes tempos de secagem após pintura, portanto, todos estes fatores implicam aproximadamente 9 dias de LT para um motor “C”, com pintura especial, ser rececionado e concluído pela secção de montagem.

Em suma o LT de fabrico do motor *standard* centra-se nos 8,7 dias (somatório das células laranja na tabela 10 com uma taxa de incremento de valor total de 20,55% enquanto o motor especial demora cerca de 17,20 dias a ser produzido e tem associado uma taxa de incremento de valor de 21.85%.

4.4 Diagnóstico de desperdícios

De seguida expõe-se o método utilizado no diagnóstico aos desperdícios existentes no chão de fábrica, e expostos exemplos dos desperdícios mais relevantes encontrados e com a devida documentação fotográfica. No Anexo XVI pode encontrar-se a totalidade dos desperdícios encontrados durante a realização do VSM.

Após o mapeamento atual e a identificação das operações que acrescentam valor, segundo a filosofia do VSM, é necessário identificar os desperdícios existentes no chão de fábrica, em cada setor, de forma a reduzir o seu impacto aquando da execução do VSM Futuro. Nesse sentido distribui-se a equipa do VSM em três grupos, um para cada setor de produção descritos acima, e no chão de fábrica procede-se à identificação dos desperdícios enunciados no capítulo da revisão bibliográfica, sempre com justificação e suporte fotográfico.

4.4.1 Secção de Veios Rotores e Apropriações

Nesta secção, a problemática do excesso de *stock*, as esperas e a sobreprodução são transversais a todos os postos de trabalho, tanto em WIP como em matéria-prima, como se pode ver na figura 49.



Figura 49 - WIP's na secção veios e rotores

A) WIP Escateladora; B) WIP do Torno; C) WIP de massas rotóricas; D) WIP Apropriações

Quanto a excesso de *stock* em matéria-prima tem-se o WIP de massas rotóricas no chão de fábrica, constantemente com uma quantidade superior à necessidade diária, inclusive massas, como se pode verificar na figura 49C, a quantidade de artigos ultrapassa largamente a delimitação do espaço. Na figura 49A encontra-se o WIP da escateladora, verifica-se facilmente a quantidade excessiva de artigos para processar, alguns com uma estadia superior a 1 semana, para além disso também é visível a variabilidade dos artigos. Na figura 49B encontram-se rotores a processo de arrefecimento, misturados, ou de difícil perceção de quais são os rotores prontos para toronar ou prontos para choque térmico, evidenciando também o facto das quantidades de rotores neste curto espaço também serem bastante elevadas. Por fim a figura 49D, representa o WIP do torno Saimp, estimado em 4,7 dias de trabalho mapeados no estado atual. Como se pode verificar também possui uma grande variabilidade de artigos e materiais.

Outros dois desperdícios evidentes nesta secção são os transportes e movimentações de pessoas. Na figura 50 ilustra-se um dos tipos de transportes existentes na operação de choque térmico. Nesta operação existe o transporte do rotor para a máquina de indução de calor, da máquina para a tina água e de seguida transportado de volta ao local inicial de arrefecimento. Outro exemplo fulcral de transporte excessivo é o percurso efetuado entre a operação de

escatelar e a de retificar, aqui por cada carro de transporte de veios são percorridos cerca de 40 metros pelos artigos.



Figura 50 - Transporte no Choque Térmico

A movimentação de colaboradores prende-se sobretudo com as requisições de equipamentos de medição ao centro de Verificação de Qualidade. Nesta operação os operadores deslocam-se ao longo da fábrica, conforme ilustrado na figura 51, fazem a requisição e de seguida, ou aguardam pela entrega do equipamento ou seguem para o posto de trabalho. Durante o período de tempo em que o operador está ausente o posto de trabalho pode ter de parar devido a questões de segurança, e por esse motivo representa um desperdício incontornável.

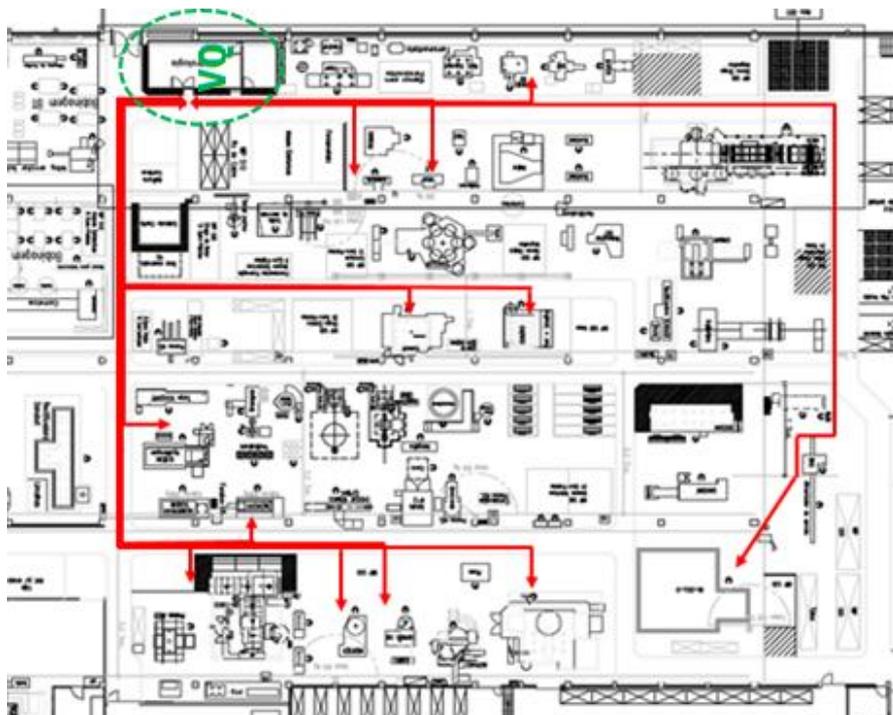


Figura 51 - Deslocação dos Operadores ao Centro de Verificação de Qualidade

Nesta secção também existe desperdício devido a Retrabalhos. Exemplos de retrabalho são as não conformidades em diversos artigos e assim que necessitam de ser retificadas, representado um trabalho extra no produto (Figura 52).



Figura 52 - Exemplos de não conformidades

A) Zona de não Conformidades; B) Peças para retrabalhar no torno Saimp; C) Veios não conformes

A figura 52 A e B apresentam-se exemplos de retrabalho, nomeadamente em peças não conformes, como os veios (figura 52 C) e peças que requerem ajuste de medidas e que acabam por sobrecarregar o trabalho do torno Saimp.

4.4.2 Secção da Bobinagem

A secção de bobinagem incorre num vasto leque de desperdícios, sendo o dos transportes o mais evidente. Por todos os postos de trabalho existem vários transportes de componentes, matéria-prima, ferramentas e acessórios, entre outros.

A figura 53 acrescenta alguns desses exemplos. As figuras 53A1 e A2 que mostram o transporte de bobines pelos bobinadores, isto implica que os postos de trabalho de bobinagem fiquem parados. As figuras 53B1 e B2 ilustram transportes que alguns operadores realizam, neste caso o transporte é realizado com o auxílio de uma ponte, o que implica mais esperas nos postos de trabalho.

O transporte do estator é um dos desperdícios transversais a todos os postos de trabalho da bobinagem, devido ao seu peso é necessária uma ponte que nem sempre está disponível. A figura 53C ilustra o transporte efetuado na preparação da máquina de fazer bobines. O operador transporta os moldes cerca de 15 metros até á máquina e de seguida transporta-os no sentido inverso até à estante dos moldes.



Figura 53 - Transportes na Bobinagem

A1/A2) Transporte de Bobines; B1/B2) Transporte de estatores; C) Transporte das formas

Também existem outros exemplos de transportes, como os que existem na zona de impregnação. Neste caso o estator é transportado para uma bancada, é preparado para impregnar, é transportado para a máquina, e no final segue para a mesma bancada para limpeza, para depois seguir para outra bancada para arrefecer. Estes transportes requerem o uso de uma ponte.

Outro desperdício facilmente identificável nesta secção é o excesso de *stock*. A figura 54 ilustra essa situação, isto é, grandes quantidades de *stock* que demoram vários dias a ser processados e ocupam uma grande área.



Figura 54 - Excesso de *Stock* na Bobinagem

A) Massas Estatóricas; B) Estante de rolos de isolante; C) Estante de carretas de cobre

A figura 54A ilustra a grande quantidade de massas estatóricas em espera para ser processadas. A figura 54C ilustra a mesma situação, no que toca a carretas de cobre. A figura 54B ilustra a grande quantidade de papel isolante para forrar os estatores.

A sobreprodução e as operações inúteis são outro fator que afetam negativamente este setor, nomeadamente a produção em excesso ou antecipada de isolantes, equipagem das massas estatóricas, cabos e estatores completos para a montagem. Existem também as operações inúteis relacionadas com a preparação das bobines de cabo, colocação das bobines de cobre numa zona intermédia entre o armazém e a estante na produção, limpeza dos cabos após impregnação e o registo manual dos resultados obtidos durante o ensaio. Alguns exemplos destas operações estão ilustrados na figura 56.



Figura 55 - Sobreprodução na bobinagem

A) Isolantes; B) Massas Estatóricas Equipadas; C) Estatores a Arrefecer; D) Cabos Preparados

A abertura da embalagem de madeira que protege as carretas é realizada na produção pelo operador que as vai utilizar (figura 56C). Esta operação não deveria existir já que as carretas deveriam estar aptas a utilizar de imediato. Por outro lado a abertura da embalagem de madeira no chão de fábrica acarreta sujidade. As bobines de cobre, quando chegam do armazém são colocadas numa zona próxima à estante de armazenar carretas no chão de fábrica, (figura 56A) para posteriormente a produção as colocar nessa mesma estante. Isto seria facilmente evitável se as carretas fossem entregues pelo armazém, diretamente na estante, portanto incorre numa operação inútil.

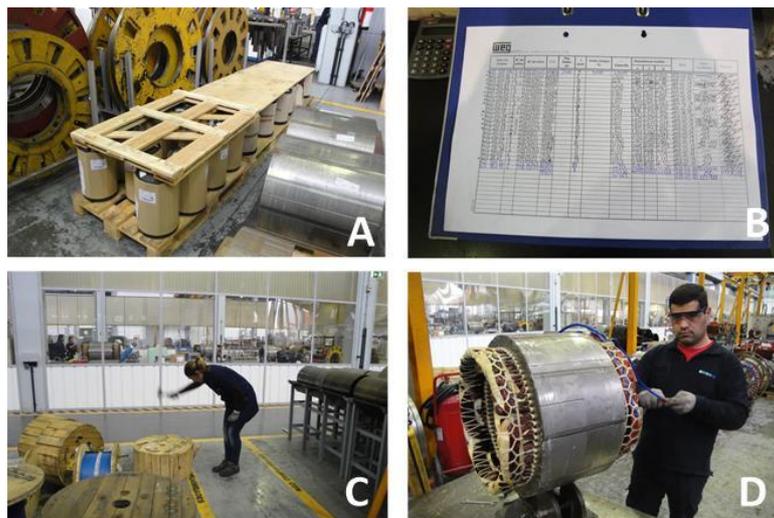


Figura 56 - Operações Inúteis na Bobinagem

**A) Desembalar bobine de cabo; B) Registo manual do ensaio; C) Bobines de cobre antes de ir para a estante
D) Limpeza de Cabos**

A figura 56D ilustra o processo de limpar os cabos do motor após a impregnação, situação que também não acrescenta qualquer valor ao artigo. Por fim uma situação específica do ensaio (Figura 56B), isto é, o duplo registo dos resultados do ensaio, manual e informático, que se traduz na duplicação de tarefas de informação.

4.4.3 Secção da Montagem

A secção da Montagem I apresenta *stocks* em excesso, de vários artigos, muito acima da necessidade diária desta secção.

É o caso do *stock* de carcaças, rotores e estatores, como evidenciado na figura 57. Com uma produção diária de média de 22 motores, a quantidade de carcaças em fábrica encontra-se muito acima dessa necessidade, esta questão ainda é mais relevante pois é sabido que existe um grande *stock* de carcaças no armazém externo, já que são executados reabastecimentos 2 vezes por dia a partir desse armazém.



Figura 57 - WIP na secção de montagem 1

A) WIP de carcaças; B) WIP de Rotores; C) WIP de Estatores

O caso dos rotores e estatores têm uma condicionante diferente, já que são produzidos internamente, mesmo assim estão em quantidades muito acima da necessidade diária, por isso também constam do mapa de desperdícios como *stock* em excesso.

As operações inúteis também têm a sua quota-parte nos desperdícios da secção de montagem 1, conforme ilustrado na figura 58.



Figura 58 - Operações Inúteis

A) Controlo da Prensa; B) Medição de Cabos; C) Cais da Montagem

A operação de prensagem tem uma tarefa extra por falta de confiança do operador na máquina. Ele tem necessidade de a utilizar a prensa em modo manual já que em modo automático pode falhar as medidas introduzidas e danificar o produto. Portanto tem necessidade de ficar próximo da máquina a acioná-la manualmente, quando poderia estar a realizar outro tipo de tarefas. A medição de cabos, ocorre durante o ensaio do motor também é uma operação de verificação que não incrementa qualquer valor ao produto, apenas acontece por falta de confiança. Por fim, a tarefa inútil mais relevante, ocorre na receção dos artigos, por parte da produção. Os artigos chegam do armazém para o cais da montagem I, sendo necessário confirmar se as quantidades dos artigos correspondem às requisições, assim como a conformidade das medidas. Isto seria facilmente evitado se a produção tivesse confiança nos fornecimentos do armazém assim como no respetivo processo de inspeção.

A sobreprodução por parte de alguns postos de trabalho da montagem 1, também é um fator de desperdício importante para contabilizar na análise, como demonstra a figura 59.



Figura 59 - Sobreprodução na Montagem I

A) Célula dos motores 'C'; B) *Batch* do torno; C) Ensaio de motores; D) Preparação para pintura

Na célula dos “C”, como se pode ver na bancada (figura 59A), existem 2 motores em espera para testar e o último está na operação de montagem. O posto de trabalho seguinte é o de ensaio das três tipologias de motores, por isso ambas as montagens (“A”, “B” e “C”) entregam os motores neste posto de trabalho, o que provoca uma fila de espera antes da tarefa. Entre a introdução do estator na carcaça e o torner dos frisos do motor, existe uma *batch* (Figura 59B) com uma sobreprodução propositada (devido à diferença de capacidades dos postos de trabalho) por parte do posto de introdução. A produção de motores no posto de montagem 1 é unitária, mas quando chega ao ensaio (figura 59C), é feito o loteamento de 6 motores para testar. Isto provoca um atraso na chegada dos motores ao posto de trabalho seguinte, a preparação de pintura (figura 59D), e quando os motores chegam, é um lote de 6 que vai voltar a ser processado unitariamente.

4.4.4 Organização e Limpeza Geral

Apesar de não ser considerado em nenhum dos desperdícios conhecidos na filosofia *Lean*, a falta de organização dos postos de trabalho, assim como a respetiva limpeza, são de extrema

importância num sistema produtivo, uma vez que podem tornar a produção mais eficiente e incrementar a produtividade. Nesse sentido, analisou-se este fator no sistema produtivo e constatou-se que a falta de organização e limpeza é transversal a todas as áreas produtivas dos postos de trabalho. No Anexo XVII são apresentados alguns exemplos desta problemática, em cada setor.

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo apresentam-se propostas de melhoria cujo principal objetivo é eliminar os desperdícios identificados no capítulo anterior, de forma a tornar o sistema produtivo estudado eficiente e competitivo.

Este capítulo estrutura-se em três subcapítulos, o primeiro demonstra o VSM Futuro através das propostas de melhoria (*Gemba Kaizen's*), de seguida é apresentado o cronograma de implementação e por fim os ganhos previstos com a implementação de melhorias.

5.1 VSM Futuro

O VSM futuro do sistema produtivo foi definido com o objetivo de satisfazer a mesma procura do VSM atual (36 motores por dia com as mesmas distribuições de A, B e C) mas com o conceito *Lean* totalmente implementado, focando a redução do impacto dos desperdícios identificados na fase de diagnóstico. Nesse sentido mapeou-se o estado previsto como ideal tendo sempre em atenção as limitações existentes, tanto a nível de instalações como a nível de equipamentos.

O Anexo XVIII apresenta o VSM futuro para o motor *standard* e o Anexo XIX apresenta o VSM futuro do motor especial. No Anexo XX encontram-se os indicadores de produção do VSM Futuro. Como se pode verificar, existem alterações, não só nas quantidades dos artigos que se encontram no chão de fábrica (WIP), como a nível dos processos e organização. Para obter o sistema produtivo mapeado no VSM Futuro, foi proposto um vasto leque de ações, GK, que permitem reduzir muitos dos desperdícios identificados no VSM atual. A descrição seguinte detalha os GK propostos. Esta exposição será do fim da cadeia produtiva, para o início, ou seja, inicialmente será abordada a secção da montagem, depois a de bobinagem e por fim a de Veios, Rotores e Apropriações.

5.1.1 Secção da Montagem I

Relembrando, a produção da montagem I tem duas grandes vertentes, motores *standards* de montagem com classificação A e B, com tempos de ciclo de montagem muito semelhante e com produção em linha, e por outro lado, motores de classificação C, com muitas especificidades e com tempos de montagem muito variáveis, montados numa célula de montagem.

Tendo por base o VSM futuro e tendo em atenção as limitações físicas da fábrica, foram elaborados 6 *Gembas Kaizen* com impacto no fluxo de produção, no fornecimento à produção e na organização produtiva:

- *Gemba Kaizen 1 – Layout, JIT e SMED (Torno + Prensa)*

O *Gemba Kaizen 1* pressupõe um trabalho continuado para a redução do tempo de *setup* do torno, otimização do *layout* entre a prensa e o torno e também o fornecimento de materiais a estes postos de trabalho. Esta intervenção pretende introduzir o JIT no sistema produtivo, de forma a reduzir o espaço de armazenamento de artigos no chão de fábrica, promovendo a rotatividade dos artigos.

- *Gemba Kaizen 2 – Supermercado, Abastecimento e Layout (Supermercado);*

No sentido de automatizar os abastecimentos à produção, foi proposta a implementação de um Supermercado de componentes, com impacto a nível da gestão de *stock*, abastecimentos por parte do armazém, assim como a forma de chegada dos artigos não *kanban* à produção. Com esta melhoria estima-se que seja possível eliminar desperdícios como excesso de *stock*, movimentações de pessoas, grande parte dos transportes efetuados e algumas das operações inúteis, como a de verificação de artigos no chão de fábrica.

- *Gemba Kaizen 3 – Balanceamento e 5´S (Pintura e Embalagem);*

O *Gemba Kaizen 3* é importante para garantir um fluxo produtivo constante nesta zona, de forma a obter a cadência de motores desejada, sendo assim, é necessário redefinir as operações e tarefas e atribuir de forma balanceada aos operadores e recursos associados a esta secção. Sendo evidente a falta de organização e limpeza, tanto no setor de pintura como no de embalagem. É proposta a sensibilização e a implementação da metodologia 5´S.

- *Gemba Kaizen 4 – Balanceamento e 5´S (Célula dos Motores C´);*

A célula de montagem dos motores “C” necessita de uma total reestruturação e redefinição de operações para eliminar os desperdícios das movimentações de pessoas e a entropia provocada pelo excesso de artigos. A organização deste local de trabalho também é muito importante a nível de marcações do chão, condições de trabalho e de limpeza. É um local que permite uma reestruturação de raiz já que possui muita flexibilidade tanto de recursos como de espaço.

- *Gemba Kaizen 5* – Nivelamento da produção (Geral);

Na secção da montagem I é crucial o nivelamento da produção. Embora exista a tendência para lançar na produção motores com a mesma tipologia é importante reforçar esta necessidade e implementar meios que garantam o nivelamento da produção. Um dos exemplos atuais de fraco nivelamento da produção é o congestionamento da linha num dia com muitos motores de tipologia A e no dia seguinte, uma grande afluência de motores B.

- *Gemba Kaizen 6* – *Layout* (Linha de montagem; Ensaio; Célula dos C's)

Existe a necessidade de otimização do *Layout* de produção da montagem I, de forma a fazer fluir os produtos sem que haja entropias, congestionamentos, transportes em quantidade excessiva. O espaço deve ser adequado e deverão ocorrer melhorias das condições ergonómicas e de acessibilidade.

5.1.2 Secção da Bobinagem BT

Esta secção, como já foi referido no capítulo de diagnóstico, possui desperdícios de transporte, movimentações, excessos de *stock* e desorganização. Foram propostos 3 *Gemba Kaizens* gerais para esta secção:

- *Gemba Kaizen 7* – *Layout* da secção

Os grandes desperdícios desta secção podem ser minimizados, com a otimização do *layout*. É necessário garantir um meio de movimentação de estatores acessível e disponível para todos os postos de trabalho para que ocorram esperas. Também é necessário garantir proximidade nas operações subsequentes assim como dos seus recursos.

- *Gemba Kaizen 8* – SMED e *Standard Work* (Preparação de isolantes, Equipagem e Enrolar bobines)

A preparação de isolantes e equipagem dos motores, é gerida pela operadora com base na sua sensibilidade e experiência laboral. Tal situação tem provocado elevados *stocks* de artigos produzidos e ausência de um padrão de trabalho. Com base nestes fatos propôs-se uma ação de *Standard Work* para estas duas operações. Quanto à operação de enrolar bobines, o tempo de *setup* é elevado comparativamente ao tempo de fabrico, por isso a proposta recai sobre uma ação SMED.

- *Gemba Kaizen 9 – TPM e Estabilidade Básica (Impregnação)*

A zona de impregnação engloba as operações de aquecimento do estator, impregnação e arrefecimento. Devido às características desta operação, esta zona é visivelmente suja e desarrumada (descrito no capítulo 4.4.4). Para melhorar estes aspetos é necessário implementar estratégias de ações periódicas de manutenção, das máquinas de impregnar, processo de alimentação e de arrumação da zona circundante. Por outro lado, também é necessário realizar um estudo de estabilidade básica neste local para otimizar a produtividade do posto de trabalho, sobretudo a nível da necessidade de máquinas, de materiais, de mão-de-obra e avaliar os métodos de trabalho.

5.1.3 Secção de Veios Rotores e Apropriações

A otimização desta secção passa pela alteração do *Layout* para combater a falta de fluxo e o elevado número de transportes. Por outro lado, uma forma de combater os elevados tempos de *setup*, poderá ser necessário dedicar as máquinas às operações diminuindo assim a variabilidade de peças que cada máquina executa.

- *Gemba Kaizen 10 – JIT, Processo e Layout (Produção de Rotores)*

No que toca à produção de rotores, com a finalidade de obter o VSM futuro, considerou-se necessário existir um abastecimento baseado na metodologia JIT para combater os excessos de *stocks*. A análise aos processos existentes neste setor é fundamental já que existem várias atividades que não acrescentam valor, como os arrefecimentos, mas que implicam um grande acréscimo de tempo no LT.

Os transportes entre operações e as movimentações dos operadores denotam um *layout* pouco focado no fluxo produtivo, devendo ser analisada uma possível reestruturação do *layout*.

- *Gemba Kaizen 11 – SMED e Organização de Processos (Veios)*

Na produção de veios, haverá uma alteração de *layout* geral, já prevista pela empresa, mantendo-se o fluxo de produtivo e a produção de veios em sistema *kanban*. Concretamente, a proposta recai sobre a realização de uma ação SMED nas operações de tornear, escatelar e retificar, a fim de reduzir o tempo de *setup* destas máquinas. Por outro lado as alterações ao *Layout* e a produção unitária (previamente programadas pela empresa) vão permitir reduzir o WIP. A organização de processos proposta neste *Gemba Kaizen*, visa sobretudo diminuir a variabilidade produtiva de alguns postos de

trabalho, como o de escatelar, com o intuito de reduzir o número de *setup's* diários e estabelecer um fluxo produtivo com um LT mais reduzido.

- *Gemba Kaizen* 12 – Definição do Processo e Organização (Apropriações)

A apropriação de peças *standard* tem associado um grande tempo de espera dos artigos. Uma possível alternativa consiste em viabilizar a utilização total dos equipamentos de produção, caso não seja possível satisfazer a procura, procede-se à subcontratação. Também se propôs a realização de uma análise à viabilidade de realizar este tipo de operações externamente. A organização destes postos de trabalho é vital, visto que existe uma grande variabilidade de artigos contendo diferentes necessidades operacionais. Esta organização passa sobretudo pela definição do espaço de WIP, com divisões consoante os diferentes tipos de peças a apropriar.

5.2 Cronograma de Implementação

Por norma, a aceitação e a sensibilização dos diferentes departamentos da empresa, principalmente a produção, para a implementação de *Lean* é difícil e complexa. Todavia, com a inclusão dos chefes de equipa e gerentes na realização do VSM, conseguiu-se o comprometimento necessário para a implementação efetiva dos GK. A priorização de cada implementação foi estabelecida mais uma vez, com a sensibilidade e experiência dos intervenientes no VSM, nunca descorando o ponto de vista teórico. Quanto às premissas para a definição do cronograma, teve-se em conta o sentido contrário ao fluxo (priorização) e apenas se estabeleceram datas para o primeiro ano de implementação, de forma a minimizar eventuais desvios devido a imprevistos. No geral foi definido um período de 3 anos para a total implementação dos 12 GK.

No Anexo XXI é possível ver o cronograma geral de implementação. O presente ano tem definidas datas para implementação de 6 GK. Este plano já considera os períodos em que a empresa encerra para férias (2 semanas em agosto mais duas em dezembro).

Tabela 11 - Cronograma de Implementação Ano 2013

SECTOR	ÁREA	GEMBA KAIZEN	PRIO.	Período Implementação (semana)		
				Início	Fim	
3	Montagem 1	Pintura + Embalagem	Balanceamento	1	16	17
6	Montagem 1	Montagem 1	Layout + Decapagem + Balanceamento	2	19	20
2	Montagem 1	Montagem 1	Supermercado + Abastecimentos + Layout	3	25	32
9	Bobinagem BT	Impregnação	TPM + Estabilidade Básica	4	36	38
1	Montagem 1	Prensa / Torno	Layout + JIT + SMED	5	43	45
5	Montagem 1	Montagem 1	Nivelamento	6	47	48

Como se pode ver na tabela 11, o *Gemba Kaizen* 3 (GK3) será iniciado nas semanas de 16 e 17. O GK6 será implementado nas datas compreendidas entre a semana 19 e 20, e o GK2 será implementado entre as semanas 25 a 32 do presente ano. Estes são os 3 GK que aconteceram durante o período de desenvolvimento do projeto. O GK 2 teve total intervenção por parte do autor e portanto será analisado detalhadamente no presente relatório. A implementação de dois *kanbans* de abastecimento na secção da bobinagem, nomeadamente no posto de trabalho de cravação de terminais, corte de cabos e telas e no posto de acabamentos, foram totalmente desenvolvidos pelo autor e portanto também serão alvo de uma análise detalhada neste projeto, embora não constitua uma atividade GK.

5.3 Previsão de Ganhos

A implementação dos GK's é benéfica a diversos níveis. A nível financeiro, a redução do espaço ocupado e a redução das quantidades de *stock* com valor acrescentado no chão de fábrica, bem como o aumento da produtividade e conseqüente redução da mão-de-obra traduz-se em ganhos económicos. A nível de tempo de resposta ao cliente, com a redução do LT e aumento da percentagem de tempo com valor acrescentado, traduz-se em ganhos efetivos na relação com o cliente.

De seguida serão apresentados os diferentes tipos de ganhos obtidos com a implementação dos GK que resultaram do VSM.

5.3.1 Ganhos de *Lead Time*

O LT é muitas vezes um fator de seleção de fornecedores. Aqueles que possuem tempos de resposta mais reduzidos, por norma são os mais competitivos no mercado. Nesse sentido, este projeto pretendeu reduzir o LT de produção de um motor (considerado *standard*) em 44%, isto é, de 8,69 dias para 4,85 dias, com um aumento de 46% no tempo que acrescenta valor, isto é, de 21% para 30% (tabela 12). Quanto ao motor especial prevê-se atingir um tempo de resposta 8,6 dias no estado futuro, ou seja, uma melhoria de 50% face ao estado atual. A esta melhoria corresponde uma fração VAT de 38% do tempo total. No Anexo XXII encontra-se um quadro resumo que compara os valores de LT e percentagem de valor acrescentado entre o mapa atual e o futuro.

Tabela 12 - Ganhos em *Lead Time* e Valor Acrescentado

	Mapa Atual		Mapa Futuro		Ganhos
Motor STD	Dias	8,69	Dias	4,848	44%
	VAT	21%	VAT	30%	46%
Motor SPE	Dias	17,2	Dias	8,6	50%
	VAT	22%	VAT	38%	74%

5.3.2 Ganhos com redução de WIP e com espaço ocupado

A abrangência do VSM não se estendeu aos armazéns, por esse motivo, as quantidades de matéria-prima não sofreram qualquer alteração, por isso, daí não advém qualquer benefício. Por outro lado, as quantidades de artigos no chão de fábrica (artigos entre operações), com valor acrescentado na WEGeuro, constituem neste projeto um dos principais fatores de ganhos, já que a proposta do mapa futuro visa reduzir para cerca $\frac{1}{4}$ essa quantidade.

No Anexo XXIII encontra-se contabilizada a quantidade de artigos entre operações e o encargo financeiro que representam no mapa atual. No anexo XXIV encontra-se a mesma contabilização agora para o Mapa Futuro. O custo industrial atribuído a cada operação teve por base o somatório de 3 fatores: o custo variável por colaborador (hora/ homem); o custo variável por máquina e o custo fixo, previamente fornecidos pela empresa para possibilitar o cálculo.

Como se pode analisar na tabela 13, a quantidade de artigos em espera para processar é reduzida em cerca de 40%, e a título informativo, deixam de ser necessárias 194 horas (26,98 dias com 1 colaborador e 1 turno) e passam a ser necessárias 73,27 horas (10,18 dias com 1 colaborador a 1 turno). Estas reduções representam um ganho estimado de 22038,84€.

Tabela 13 - Ganhos com a redução da quantidade de artigos em WIP

	Mapa Atual	Mapa Futuro	Redução
QTD Stock em WIP	457,00	187,00	270,00
Tempo necessário para processar todos os artigos (horas)	194,25	73,27	120,99
Valor (€) Imputado à matéria prima em (€) WIP	28 956,65 €	6 917,81 €	22 038,84 €

Quanto à redução de espaço, a grande diferença é a eliminação do armazém da Maia já prevista pela empresa e a utilização desse espaço para a produção de Veios e Rotores. Portanto na tabela 14, detalham-se as reduções de espaço com base em otimizações de *layout*. Algumas destas reduções são influenciadas por projetos distintos a este, mas que tiveram impacto nas decisões aqui tomadas. Estima-se um ganho de 3276€ de espaço libertado.

Tabela 14 - Ganhos com a Redução de Espaço Ocupado

m ²	Layout Atual	Layout Futuro	Redução
Veios	555,00	599,00	288,00
Rotores	332,00		
Apropriações	54,00	54,00	0,00
Bobinagem	395,00	447,00	-52,00
Montagem	982,40	970,20	12,20
Total	2318,40	2070,20	248,20
Valor m ² = 13,20 €/ano	30 602,88 €	27 326,64 €	3 276,24 €

5.3.3 Ganhos com o aumento da produtividade

A produtividade é um indicador essencial numa unidade fabril. A proposta do VSM futuro prevê incrementar a produtividade de 0,34 (motores/ dia/ colaborador) para 0,42 (motores/ dia/ colaborador).

No Anexo XXV encontram-se os recursos humanos utilizados e a respetiva contabilização de encargos financeiro-sociais para a empresa no mapa atual. O anexo XXVI possui o mesmo indicador, mas para o mapa futuro.

Na tabela 15 apresenta a comparação entre as duas versões. Prevê-se uma redução de 16 colaboradores, e como resultado, estima-se que a empresa consiga poupar cerca 507094€ anuais em encargos com recursos humanos, o que representa uma redução de 64€ no custo de fabrico de cada motor.

Tabela 15 - Ganhos com redução de Recursos Humanos

	Mapa Atual	Mapa Futuro	Melhoria
Quantidade de Operadores / dia	87,38	71,30	16,08
Encargo com Recursos Humanos / dia	9 556,53 €	7 312,75 €	2 243,78 €
Encargo com Recursos Humanos / ano	2 159 775,78 €	1 652 681,95 €	507 093,83 €
Custo Médio Variável H/dia	109,37 €	102,56 €	6,81 €
Nº de motores produzidos / dia	30	30	0
Indicador de Produtividade	0,34	0,42	0,08
Encargo com recursos humanos / motor / dia	488,75 €	424,78 €	63,97 €

Concluído o apuramento dos ganhos particionados com a implementação deste projeto, é possível indicar o valor total do ganho estimado no final dos 3 anos de implementação (final de 2015), conforme ilustra na tabela 16.

Tabela 16 - Ganhos Financeiros do Projeto

Ano	2012	2013	2014	2015	2016
Ganhos Stock + Espaço	- €	8 353,98 €	16 707,95 €	25 315,08 €	25 315,08 €
MOD / Dia	9 556,53 €	8 809,35 €	8 062,17 €	7 312,75 €	7 312,75 €
Índice de Produtividade	0,34	0,42	0,42	0,42	0,42
Amortizações de Investimentos	- €	14 620,00 €	104 493,19 €	120 613,19 €	138 477,57 €
% de implementação	0%	33%	66%	100%	100%
Produção Média (Motores / dia)	30	30	30	30	30
Poupança Financeira Anual	- €	78 165,10 €	249 939,25 €	411 795,72 €	393 931,34 €
Poupança Financeira Acumulada	- €	78 165,10 €	328 104,35 €	739 900,07 €	1 133 831,41 €

Período de Implementações de Melhorias

O cálculo para apurar a poupança financeira anual foi o seguinte:

$$Poupança\ Financeira\ (ano\ x) = \left(\frac{MOD_{Atual}}{30_{motores}} - \frac{MOD_{Futura}}{30_{motores}} \right) \times 30_{motores} \times 226_{dias} \times 0,5 - Amortizações_{ano\ x} + Ganhos\ de\ Stock\ e\ Espaço$$

É importante referir que no ano de 2013 as implementações de melhorias começaram na última metade do ano, por isso, (ano de 2013 representa apenas 1/3 do período total de implementações), só se obterá ganhos na última metade desse mesmo ano.

Portanto, no ano 2013 o ganho estimado é de 78.165€, 249.939€ em 2014 e 411.795€ em 2015, o que perfaz um total de 739.900€ no final do último ano de implementação.

6. IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS

O capítulo 6 baseia-se na apresentação das melhorias que surgiram do VSM Futuro e que foram implementadas pelo autor desta dissertação. Inicialmente serão apresentados os *Kanbans* de abastecimento introduzidos na secção de bobinagem, mais concretamente na zona de acabamentos e preparação de materiais. De seguida será apresentada a melhoria para combater a lacuna que existe ao nível da motivação para a implementação de 5S's. Por fim será apresentada a implementação do *Gemba Kaizen 2* implícito no cronograma de implementações que surgiu do VSM Futuro, nomeadamente a criação de um supermercado de abastecimento à montagem 1.

6.1 *Kanbans* de Abastecimento na Bobinagem

Após a constatação dos problemas existentes na bobinagem, verificou-se uma grande variação nas quantidades de *stock* existente, ou seja, períodos de tempo com excessivas quantidades de *stock* e outros momentos em que faltava *stock*. De entre os postos de trabalho que são afetados por este problema identificaram-se três deles (sobretudo pela sua proximidade) as operações de acabamentos, de amarrar e de cravar terminais (no Anexo XXVII encontra-se uma explicação detalhada destes postos de trabalho, com ênfase nos recursos materiais e humanos). Tal como está representado no VSM Futuro, a proposta passa por criar dois *kanbans* de abastecimento que serão apresentados de seguida e que vão ser chamados de *Kanban 11* e *12* no seguimento da nomenclatura já existente (existiam 10 *Kanbans* até ao momento da implementação).

Previamente foi analisado o tipo de abastecimento dos postos de trabalho descritos e verificou-se que estão a ser adotados dois métodos distintos. Para os artigos que surgem na estrutura do motor com consumos unitários bem especificados, são abastecidos na produção mediante uma lista de fornecimento com prazos atribuídos pelo sistema MRP. Os restantes são fornecidos mediante requisição do coordenador de equipa ao armazém (perfis pultrudados e cordão poliéster). Esta intervenção é efetuada apenas nas transações de artigos entre armazéns e postos de trabalho, não passando pelos fornecedores, por isso, nesta análise não é necessário entrar com dados acerca do fornecedor destes artigos.

No anexo XXVIII encontram-se todos os consumos considerados para a análise destes *kanbans*, assim como a análise ABC.

Com a implementação dos *Kanbans* descritos no ponto 6.1.1 e no ponto 6.1.2, foi crucial reorganizar o *Layout* de forma a criar espaço para o seu abastecimento, já que espaço atual é reduzido, para além disso também se criou limitações de espaço explicadas mais à frente.

6.1.1 *Kanban* 11 – Material de Acabamento

A criação do *Kanban* 11 vai permitir abastecer três postos de trabalho:

- 1) O de acabamentos com artigos que permitem verificar a temperatura do motor quando está em funcionamento, nomeadamente termístores, PT100, PTO e RAC's, conforme ilustrado na figura 60A.
- 2) O posto de trabalho de cravação de terminais, onde são consumidas várias medidas de terminais (exemplo da figura 60B), pretende-se automatizar com a introdução deste *Kanban*;
- 3) Por fim o posto de amarrar as testas do motor, que consome cordão poliéster.

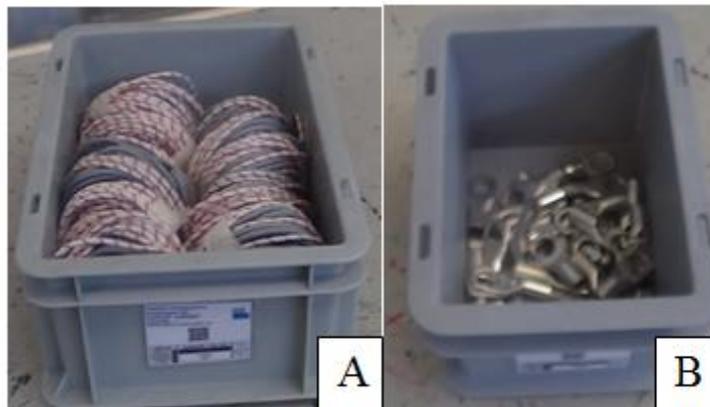


Figura 60 - A) Sensores de Temperatura B) Terminais

A criação do *Kanban* iniciou-se com uma análise ao consumo quinzenal (dados fornecidos pelo sistema de gestão da empresa BAAN) no período anual anterior à data de análise, para apurar as necessidades reais dos postos de trabalho e perceber que artigos têm um volume de consumo relevante para colocar em abastecimento via *Kanban*.

Através da análise ABC foi possível apurar que artigos, dentro de cada família, tinham um volume aceitável de consumo para entrar em gestão *Kanban*. A todos os artigos que compreendem 80% das quantidades de consumo da família foi atribuída a classificação de A, enquanto todos os artigos que representam um volume de consumo acumulado da família de artigos superior a 95% foi atribuída a classificação de C, os artigos intermédios tiveram a classificação de B. Segundo a metodologia ABC, foram considerados para colocar em *Kanban* os artigos com classificação A e B, representando 95% do consumo total de cada

família neste sistema. Os artigos não compreendidos nesta gestão serão entregues via ordem de fornecimento gerada pelo sistema MRP aquando da necessidade.

Após a decisão de quais os artigos que serão inseridos em *Kanban* é necessário dimensionar as quantidades por caixa e por artigo a ter em *Kanban*. É importante referir que a política de padronização na empresa é também abrangida aos *kanbans*, no que toca aos tamanhos das caixas utilizadas, assim como às quantidades de caixas a ter no *kanban* (2 caixas/artigo) e no espelho (3 caixas/artigo).

Tabela 17 - Artigos *Kanban* 11

Artigos <i>Kanban</i> 11	Consumo Total Anual	Media Quinzenal	Desvio Padrão	Análise ABC	Necessidade Quinzenal	Quantidade/ Caixa	Tamanho da Caixa	Periodicidade de Abastecimento Estimada Abastecimentos/ 15 dias
TERMISTOR T-155º, PretoAzul	4595	191	63	A	255	70	200x150x120mm	3
RacW22,280/315,220Vx70Wx1.4m	1751	73	32	A	105	20	300x200x120 mm	4
Pt100,TESTA,3F	1542	64	34	A	98	20	200x150x120mm	4
RacW22,225/250,220Vx28Wx1.1m	1368	57	24	A	81	20	300x200x120 mm	3
Pt100,2F,Bob-BT/Tampas	648	27	27	B	54	15	200x150x120mm	2
TERMISTOR T-150º, PretoPreto	528	22	10	B	32	20	200x150x120mm	2
RacW22,355,220Vx87Wx2.1m	326	14	10	B	23	15	300x200x120 mm	1
RacW22,280/315,120Vx70Wx1.4m	315	13	13	B	26	15	300x200x120 mm	1
TERMISTOR T-140º, BrancoAzul	271	11	7	B	19	10	200x150x120mm	2
TERMISTOR T-180º, BrancoVermelh	202	8	8	B	16	20	200x150x120mm	1
TERMINAL MANGA,16mm2,10.5x5.8	5178	216	103	A	319	40	200x150x120mm	6
TERMINAL MANGA,25mm2,13.0x7.5	4281	178	82	A	260	65	200x150x120mm	3
TERMINAL MANGA,10mm2,10.5x4.5	3867	161	56	A	218	55	200x150x120mm	3
TERMINAL TUB, 70mm2,M12x11.1	3735	156	83	A	238	60	200x150x120mm	3
TERMINAL TUB, 50mm2,M12x9.0	3309	138	67	B	205	50	200x150x120mm	3
TERMINAL MANGA, 6mm2,10.5x3.6	1325	55	53	B	108	55	200x150x120mm	2
TERMINAL MANGA,16mm2,13.0x5.8	1041	43	29	B	73	35	200x150x120mm	2
TERMINAL MANGA,25mm2,10.5x7.5	1035	43	39	B	82	40	200x150x120mm	2
Cordão Poliester, D2 (Rolos de 1000 metros)	75302	6846	2045	A	9	2	400x600x120mm	4

Legenda

Acabamentos	Cravação de Terminais	Amarrar
-------------	-----------------------	---------

A tabela 17 apresenta vários dados para o dimensionamento do *Kanban*. Atendendo à política da empresa quanto à implementação de *Kanbans* e com base na média de consumo quinzenal do último ano e no seu desvio padrão, foram calculadas as necessidades quinzenais como sendo o somatório de ambos para precaver picos de consumo. De seguida foi necessário ter em atenção os tamanhos das caixas utilizadas nos *kanbans* já existentes e o tamanho de cada

artigo a introduzir neste sistema de forma a determinar a quantidade ideal de artigos por caixa. A última coluna da tabela 17 indica a quantidade de vezes que terá de ocorrer a reposição do kanban, por artigo. Os artigos em que a necessidade implicava ter uma caixa, das mais reduzidas, quase vazia, em *Kanban*. Nestes casos considerou-se um período mais alargado para o abastecimento. No caso concreto do cordão de poliéster, sendo abastecido em rolos de 1000 metros e a necessidade quinzenal de 9 rolos, estabeleceu-se que cada caixa deve conter 2 rolos e ter um abastecimento médio de duas vezes por semana. Pode-se ver o acondicionamento que existia antes de se introduzir o *Kanban* na figura 61, tanto para os sensores de temperatura como para os terminais. Ambos apresentavam uma desorganização visível, com faltas de *stock* corrigidas pelo chefe de equipa através de um pedido extra ao armazém, também existia *stock* sem rotação e outro em excesso. Após a implementação do *Kanban*, o chefe de equipa já não tem que se preocupar com requisições extras por falta de material. O *picking* de material está facilitado e o *stock* tem uma rotatividade controlada em quantidades razoáveis.

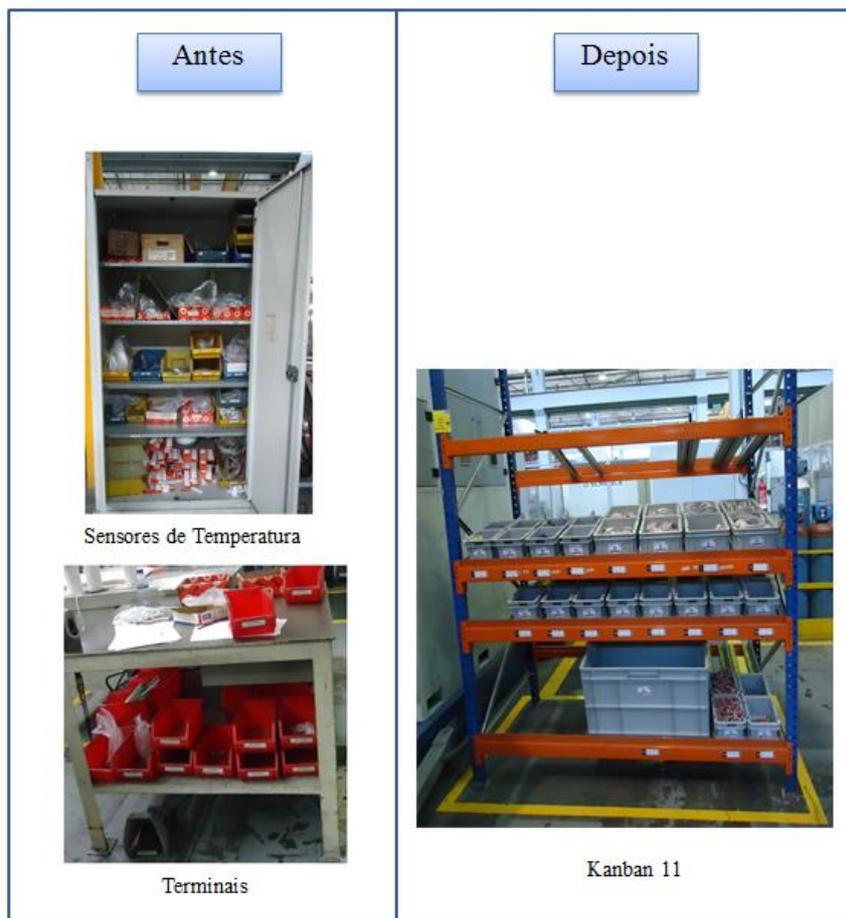


Figura 61 - Acondicionamento do *Stock* antes e depois da implementação do *Kanban*

6.1.2 Kanban 12 – Perfis Pultrudados

O Kanban 12 vai abastecer o posto de trabalho de acabamentos com perfis pultrudados, 8 tipos de perfis consumidos até à data da implementação mais 12 tipos de perfis que vão começar a ser utilizados numa data posterior à da implementação. À semelhança do Kanban11, também foi efetuado um levantamento dos consumos de perfis realizados até à data da análise e verificou-se que não podem ser conclusivos, já que os dados apresentam-se através de requisições unitárias com quantidades necessárias para cerca de um mês. De facto este pormenor não permite uma resposta conclusiva em relação à necessidade diária. Por isso a medida adotada para contornar este problema foi o dimensionamento das quantidades em Kanban através da dimensão das caixas *standard* na empresa, tanto para os artigos em funcionamento antes da implementação como para os novos.

O Kanban 12 contém 20 artigos, todos da mesma família nas quantidades indicadas na tabela 18 e são abastecidos nas caixas designadas.

Tabela 18 - Artigos Kanban 12

Artigo	Quantidade/ Caixa (Unid)	Quantidade no Kanban (unid)	Quantidade no Espelho (unid)	Caixa
Perfil Pultrudado 5.9x4x130mm	400	800	1200	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 5.9x4x150mm	400	800	1200	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 5.9x4x210mm	500	1000	1500	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 5.9x4x240mm	500	1000	1500	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 10.8x4x130mm	250	500	750	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 6.3x4x130mm	400	800	1200	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 6.3x4x150mm	400	800	1200	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 6.3x4x210mm	500	1000	1500	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 6.3x4x240mm	500	1000	1500	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 10.8x4x150mm	200	400	600	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 7.3x4x130mm	400	800	1200	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 7.3x4x150mm	400	800	1200	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 7.3x4x210mm	500	1000	1500	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 7.3x4x240mm	500	1000	1500	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 10.8x4x210mm	300	600	900	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 8.3x4x130mm	300	600	900	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 8.3x4x150mm	300	600	900	200x150x120mm
Perfil Pultrudado 8.3x4x210mm	400	800	1200	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 8.3x4x240mm	400	800	1200	300x200x120 mm
Perfil Pultrudado 10.8x4x240mm	250	500	750	300x200x120 mm

Devido à inexistência de um histórico de consumo fiável não será possível referir com exatidão, o período de rotatividade de *stock*, no entanto, após a implementação, a redução de *stock* de perfis pultrudados neste posto de trabalho, foi de 81%, como se pode verificar na

tabela 19, conduzindo assim a um previsível aumento de rotatividade de *stock*. Futuramente, com o histórico de consumo diário deste *Kanban* será possível ajustar as quantidades por caixa de cada artigo, à necessidade real do posto de trabalho.

Tabela 19 - Redução de *Stock* de Perfis Pultrudados

Artigo	Quantidade pré Kanban	Quantida pós Kanban	Redução de Stock
Perfil Pultrudado 5.9x4x210mm	5000	1000	4000
Perfil Pultrudado 5.9x4x240mm	5000	1000	4000
Perfil Pultrudado 7.3x4x210mm	3500	1000	2500
Perfil Pultrudado 7.3x4x240mm	3500	1000	2500
Perfil Pultrudado 5.9x4x150mm	5000	800	4200
Perfil Pultrudado 5.9x4x130mm	5000	800	4200
Perfil Pultrudado 7.3x4x150mm	5000	800	4200
Perfil Pultrudado 7.3x4x130mm	5000	800	4200
Total			29800
			81%

A figura 62 mostra o aspeto visual antes e após a implementação deste *kanban*. No estado anterior, os perfis eram armazenados debaixo da bancada de acabamentos em contentores de grandes dimensões. Atualmente encontram-se numa estante *Kanban*, com fácil acesso e organização, e que possibilitará a criação de um histórico de consumo para futura otimização de quantidades em *stock*.



Figura 62 - Antes e Depois da Implementação do *Kanban* 12

6.1.3 Reorganização do *Layout* e marcação do chão de fábrica (Área Piloto)

De facto, a introdução dos *Kanbans* na Bobinagem, estava dependente da existência de espaço no chão de fábrica, por isso foi necessário otimizar o *layout* desta zona, de forma a conseguir esse espaço, garantindo sempre o fluxo de produção, uma ergonomia funcional adequada aos operadores e a existência de zonas delimitadas para o abastecimento dos *Kanbans*. A figura 63 apresenta as diferenças introduzidas no *layout* com a implementação dos dois *Kanbans* descritos acima.

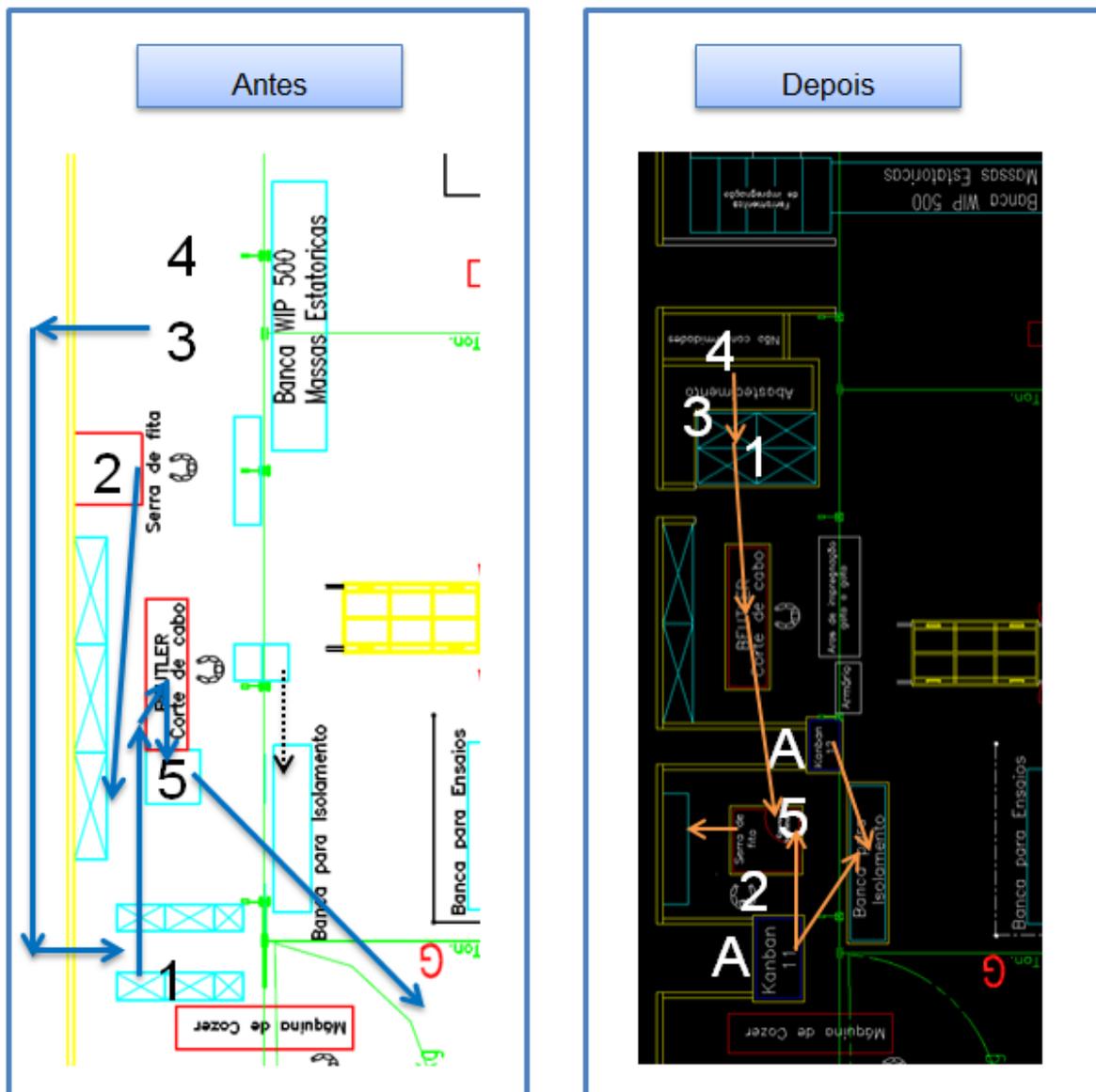


Figura 63 - Evolução do *Layout* com a introdução dos *Kanbans*

Na figura 63 encontram-se as diferenças entre o *layout* anterior à introdução dos *Kanbans* e o *layout* final, com as grandes diferenças assinaladas na figura e explicadas de seguida.

1. Os 2 suportes de carretas de cabos foram movimentados e sofreram uma rotação de 90 graus, assim como a máquina Beutler (efetua a operação de corte dos cabos), por outro lado as estantes foram colocadas costas com costas de forma a reduzir espaço sem afetar o abastecimento de carretas.
 2. A serra de fita com a respetiva bancada, essencial para cortar papel isolante, foi colocada numa zona mais próxima da estante que abastece, imediatamente atrás, assinalada com a cor azul.
 3. A entrega de carretas era colocada numa zona sem qualquer marcação, sendo notável a falta de organização. Por esse motivo foi criada uma marcação para limitar a zona de entrega das carretas mesmo atrás dos suportes que vão abastecer (ponto 1), reduzindo a sua movimentação para abastecimento.
 4. Os artigos não conformes eram colocados sem qualquer regra, muitas vezes misturados com as carretas de cabo e com a madeira das suas embalagens. Por isso foi criada também uma zona para não conformidades com o espaço de duas euro paletes.
 5. A cravação dos terminais nos respetivos cabos cortados são efetuadas numa bancada única, maciça de dimensões acima das necessárias para a operação, por esse motivo foi possível adaptar a bancada da serra de fita para a realização desta operação. Estas duas operações não poderão ser realizadas em simultâneo, mas como é o mesmo operador (preparador de materiais) que as realiza e só pode operar uma máquina de cada vez, elimina-se esse problema.
- A. Após todas as alterações, foi possível estabelecer a zona dos *Kanbans* 11 e 12 próximo dos locais que vão abastecer, (*Kanban* 11 – Cravação de terminais e Acabamentos; *Kanban* 12 - Acabamentos) e ao mesmo tempo libertar e marcar os caminhos que o operador logístico efetua para abastecer os *Kanbans*.

Algo que também foi concebido, e que é perceptível na figura 63, é a criação das marcações no chão de fábrica a limitar zonas, estantes e máquinas, de forma a incrementar a gestão visual do espaço.

6.2 *Gemba Kaizen* 2 – Supermercado da Montagem 1

O *Gemba Kaizen* 2 passa pela criação dum supermercado para os artigos consumidos pela secção da Montagem 1, com definição concreta do *Layout* e do funcionamento do supermercado, tanto a nível de informação como de gestão e movimentação de *stocks*.

6.2.1 Análise do Histórico do Consumo

O estudo para a criação do supermercado iniciou-se com a recolha de informação acerca do histórico de consumo diário na Montagem 1, para os últimos 6 meses de produção, que resultou numa lista de 2564 tipos de artigos, durante 128 dias de trabalho. De seguida foi necessário verificar a relevância que cada artigo tem, dentro da sua família de artigos, no que toca ao volume de consumo e à frequência. Para isso recorreu-se a uma matriz ABC x FMS com os seguintes parâmetros:

Análise ABC

- A <70% - Percentagem total acumulada de consumo da família de produtos;
- $70\% \leq B \leq 90\%$ - Percentagem total acumulada de consumo da família de produtos;
- C > 90% - Percentagem total acumulada de consumo da família de produtos.

Análise FMS

- F > 60% - Percentagem de dias em que houve consumo dum artigo, dentro do período da amostra;
- $30\% \leq M \leq 60\%$ - Percentagem de dias em que houve consumo dum artigo, dentro do período da amostra;
- C < 30% - Percentagem de dias em que houve consumo dum artigo, dentro do período da amostra.

É importante referir neste ponto que a realidade da empresa WEGeuro tem uma produção com muita variabilidade, tanto a nível de produto final, como a nível de chegada de encomendas e conseqüente lançamento de ordens de fabrico na produção, por esse motivo os parâmetros da frequência foram reduzidos (a classificação de F por norma é atribuída a artigos com uma frequência superior à apresentada neste relatório). Com a definição dos parâmetros foi possível encontrar a matriz ABC x FMS para a amostra que se encontra na tabela 20.

Através da análise da tabela 20 pode-se verificar que 11% dos artigos correspondem a 70% do consumo total, enquanto 70% dos artigos tem uma influência inferior a 10% (classificação de C) no volume total consumido. No que toca à frequência de consumo, é possível concluir que 91% dos artigos foram consumidos em apenas 30 % dos dias do período de amostra, enquanto 5% dos artigos foram consumidos com uma frequência superior a 60% dos 128 dias da amostra.

Tabela 20 - Matriz ABC x FMS

Nº de Artigos Diferentes		Volume			%
		A - Alto	B - Médio	C - Baixo	
Frequência	F - Alta	64	43	18	5%
	M - Média	59	22	30	4%
	S - Baixa	162	409	1757	91%
	%	11%	18%	70%	100%

Como já foi referido anteriormente, a montagem 1 possui 10 *kanbans* de abastecimento, por isso é necessário identificar e retirar esses artigos da matriz de forma a perceber quais têm uma gestão MRP passível de ser substituída por outro tipo de gestão de abastecimento automatizado (*Kanban* ou 2Bin).

De facto, o sistema *Kanban* foi criado na WEGeuro, não só para gerir o abastecimento dos artigos mais consumidos, mas também para combater as ruturas de *stock* que não tem um volume e uma frequência de consumo alta. A tabela 21 mostra a distribuição na matriz ABC x FMS dos artigos *Kanban* e é visível a quantidade de artigos que tem uma classificação CS (volume baixo e frequência baixa).

Tabela 21 - Matriz ABC x FMS para artigos de Gestão *Kanban*

Nº de Artigos Kanban		Volume			%
		A - Alto	B - Médio	C - Baixo	
Frequência	F - Alta	42	36	12	33%
	M - Média	11	12	21	16%
	S - Baixa	3	6	128	51%
	%	21%	20%	59%	100%

Para além dos artigos *Kanban*, existem outros que, devido à sua dimensão, às limitações de espaço, e a impossibilidade de nivelar na perfeição a produção, não é possível coloca-los num sistema de autogestão de *stocks* (*Kanban* ou 2BIN) já que necessitam de um espaço considerável, algo que a empresa não dispõe. Por isso, os artigos como carcaças e rotores continuarão a ser abastecidos com base no sistema MRP.

Devido a condições de segurança, as tintas gastas na pintura, não vão ter abastecimento à produção a partir do supermercado, mantendo-se o sistema atual. Casos semelhantes é o dos estatores e dos engradados (embalagem de madeira do motor).

Por fim, excluindo os artigos *kanban*, conclui-se que 56 artigos possuem uma classificação AF, BF, CF, AM e BM e que deverão ter o seu método de gestão e abastecimento de *stocks* revisto, devido ao volume e à frequência de consumo.

6.2.2 Método de Gestão dos *Stocks*

A proposta para o supermercado, pressupõe três tipos de gestão de *stocks* distintos: *Kanban*, 2Bin e via MRP.

O sistema de gestão por *Kanban* vai abranger todos os artigos que atualmente já são *Kanban*, excetuando-se artigos com restrições de segurança exigentes. O espelho dos *Kanbans* que se encontra atualmente no armazém deve ser trasladado para o supermercado, com as mesmas quantidades de artigos, e ficar sob alçada dos operadores do supermercado, reduzindo assim a distância e o tempo de reposição dos *kanbans* da montagem 1.

O sistema de gestão MRP continuará a ser utilizado para indicar a necessidade da montagem para artigos considerados especiais (com classificação CM, AS, BS, CS) e para todo o tipo de carcaças e rotores que terão o seu espaço definido no supermercado.

O sistema de gestão 2Bin será utilizado para a gestão dos *stocks* e abastecimentos dos 56 artigos referidos acima, de forma a não ser necessário a criação de nenhum espelho de *kanban* nos armazéns, apenas será necessário um *stock* mínimo para garantir que não há rutura de *stock*, algo que já acontece atualmente. O grande benefício deste método é a autogestão do abastecimento destes artigos ao supermercado, que deixa de ser mediante uma lista de abastecimento dimensionada e datada pelo sistema MRP, e passa a ser mediante ordem de abastecimento do supermercado quando uma das caixas se encontrar vazia.

A listagem dos artigos selecionados para o sistema 2Bin encontra-se no anexo XXIX e estão divididos consoante a sua estrutura física:

2Bin Tipo A – Artigos de tamanho reduzido com facilidade na realização do *picking*, como pinos, bujões, *circlips* e chavetas.

Tabela 22 - Artigos 2Bin Tipo A

Família de Artigo	Descrição	Necessidade Semanal (1)	Quantidade / Caixa (2)	Dimensão Caixa (3)
AEISOL Acessórios Elétr. Isoladores	PINO ISOL Exde,M27x1.5	23	20	300x200x120 mm
AMDIV Acessórios Mecânicos Diversos	BUJAOCONICOLISO,BORRACHA	43	50	200x150x120mm
AMDIV Acessórios Mecânicos Diversos	BUJÃO ROSCADO,M20x1.5,ATEX	38	40	200x150x120mm
CHAVTM (WPT) Chavetas topo red/topo	CHAVETA TDR,20x12x56	36	40	200x150x120mm
CIREXT (WPT) Circlips exteriores	CIRCLIP EXT,D70x2,5	33	40	300x200x120 mm
CIREXT (WPT) Circlips exteriores	CIRCLIP EXT,D75x2,5	32	40	200x150x120mm
ISOTUB (WPT) Isolantes tubos	TubeTermoretractil-15,87x40	13	15	200x150x120mm
TERDIV (WPT) Terminais diversos	PONTEIRA ISOLADA 2,5	14	15	200x150x120mm
TERDIV (WPT) Terminais diversos	PONTEIRA ISOLADA 0,3/0,5	15	15	200x150x120mm
TERRAS (WPT) Terras	ATERRAMENTO,225/315,Exd	54	50	400x300x120 mm

A necessidade semanal está representada na tabela 22 na coluna 3 (1) e foi calculada através da soma do consumo médio diário do período analisado mais o seu desvio padrão de forma a responder a necessidades de pico. A 4ª coluna (2) define a quantidade a colocar em cada caixa *kanban* através do arredondamento da necessidade em múltiplos de 5 unidades, para facilitar o seu abastecimento. Por fim a última coluna (3), indica o formato da caixa tendo em atenção a medida *standard* definida pela empresa. É importante também referir que a quantidade existente em supermercado será o dobro da quantidade definida no ponto 2 já que o sistema utiliza 2 caixas por artigo.

2Bin Tipo B – Artigos cujo a dimensão e o peso é maior relativamente ao tipo A mas, ainda assim está dentro dos parâmetros estabelecidos pelas boas condutas ergonómicas para o levantamento de pesos. Neste tipo de artigos constam anéis de fixação, caixas de ligação e as suas tampas e ainda ventiladores de plástico como se pode verificar na tabela 23.

Aqui o principal fator para estabelecer o espaço necessário em supermercado para acondicionar este tipo de artigos foi o tamanho e peso das peças. A proposta passa por colocá-las em caixa, desde que a caixa não ultrapasse um valor aproximado de 20 kg. Quando uma peça, devido às suas dimensões ou peso, não permite a sua colocação em caixa, funciona unitariamente, mas sempre em quantidades definidas pelo sistema 2Bin. A limitação do peso por caixa leva muitas vezes a necessidade de ter mais caixas do que as 2 recomendadas pelo sistema para responder à procura, por isso, alguns dos artigos possuem mais do que duas caixas, ou até mesmo mais do que uma posição.

Tabela 23 - Artigos 2Bin Tipo B

Família de Artigo	Descrição	Necessidade Diária	Quantidade em Supermercado	Nº de posições	Peso / Caixa (Kg)
04 Acessórios carcaças	BASE CxLigCarc,280/315,Ex,2M10	8	16	1	--
25 (WPT) Placas fecho	ANEL FIX LAB,R316,W3-Seal	4	8	1	--
48L1 (WPT) Conj.Mont.Cx.Term.BT	CxLig,W22,225/250,2M50+2M20E	6	12	1	21
50 (WPT) Cx.Bornes e respect.Tamp	Cx315SM,2M63+1M20D,4-6T	3	6	2	--
CXTERM (WPT) Caixas de terminais	CX LIG,280,2M63+1M20E,Exd	10	20	4	--
CXTERM (WPT) Caixas de terminais	CxLig,W22,225/250,2M50+1M20E	6	12	1	21
CXTERM (WPT) Caixas de terminais	CxLig,W22,280,2M63+1M20E	3	8	1	18,6
PLFECH (WPT) Placas fecho	ANEL FIX EXT,R316-3.0,RET,Exd	41	80	2	23,2
PLFECH (WPT) Placas fecho	ANEL FIX EXT,R316-5.0,RETE,Exd	33	64	2	18,56
PLFECH (WPT) Placas fecho	ANEL FIX INT,R316-3.0,Exd	20	36	2	19,29
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,R316-5.0,W22/280,Ret	16	32	1	19,36
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22,WSeal,R319-5.0,Esc	15	60	2	16,5
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R314-2.5,Esc	14	28	1	22,4
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R316-2.5,Esc	13	28	1	14
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R314-5.0,Esc	14	28	1	14
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExtW22-Ret,R314-5.0	23	48	1	24,96
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R316-5.0,Esc	23	96	2	20
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/22,R314-2.5	19	40	1	22,5
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/22,R314-5.0	11	48	2	18,96
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/22,R316-5.0	10	12	1	12,16
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/W22,R316-2.5	9	10	1	13,85
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixIntW21W22,R319-5.0,4xM8	9	10	1	20,29
TPTERM (WPT) Tampas caixa terminais	TP CX LIG,280,Exd	5	10	2	--
TPTERM (WPT) Tampas caixa terminais	TPCXLIG,W22-225/250S/M	5	12	1	18,72
TPTERM (WPT) Tampas caixa terminais	TPCXLIG,W22-280S/M	4	4	1	14,2
VENTAL (WPT) Ventiladores alumínio	VENT,AL,280,4P,D75/362	3	6	1	6,258
VENTPL (WPT) Ventiladores plásticos	VentRadPL,225,D65/192x81	4	8	1	2
VENTPL (WPT) Ventiladores plásticos	VentRadPL,225,D65/295x115	4	8	1	2
VENTPL (WPT) Ventiladores plásticos	VentRadPL,280,D65/216x83	3	8	1	2

2Bin Tampas – Como o próprio nome indica, abrange as tampas de motores cuja dimensão pode implicar a utilização de ponte. Os artigos deste tipo são tampas de motores, tanto do lado do ataque, como traseiras, podendo ser de flange ou não e ainda defletoras.

Tabela 24 - Artigos 2Bin Tampas

Família de Artigo	Descrição	Necessidade Diária	Quantidade em Supermercado	Nº Posições
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,250,R314	5	10	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TP TRAS,280/315,R316,Exd	4	8	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPDIANT,W22,225S/M,R314	5	10	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPDIANT,W22,315,R319	4	8	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,315,R316	4	8	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,225,R314	4	8	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,280,R316	3	6	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPDIANT,W22,280,R314	3	6	1
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,280,R314	3	6	1
TPFEFF (WPT) Tampa ff flange furos li	TPFF500,280,R316,Exd	4	8	1
VENTIL(WPT)Ventilação	TP DEFLECTORA,280/315,Exd	4	8	1
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-225,Std	4	8	1
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-250,Std	4	8	1
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-280,Std	4	8	1
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-315,Std	4	8	1

As necessidades diárias destes artigos encontram-se na tabela 24 e funcionarão num sistema 2Bin, mas com caixas especiais (protótipo ilustrado na figura 64) para acondicionar estas tampas. É uma caixa que se pretende flexível, com uma base e estrutura *standard*, mas com as divisórias centrais móveis, de forma a acondicionar o número desejado de tampas sem criar variabilidade de caixas. Portanto será esta a caixa para abastecer as tampas em sistema 2Bin.

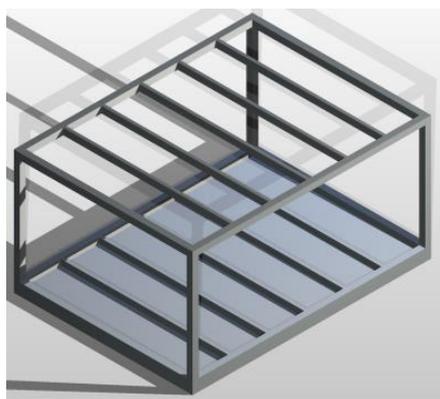


Figura 64 - Caixas de Tampas

6.2.3 Abastecimento à Montagem I

As transferências de artigos entre o supermercado e a Montagem I vão ser efetuadas através de *Kits Junjo* de forma ajustada ao sequenciamento da produção e sempre de acordo com o TT da procura da Montagem I, para artigos não *Kanban*. Os artigos *Kanban* vão ser

abastecidos periodicamente (2 vezes por dia) na estante *Kanban*, mediante necessidade (caixa vazia).

Como já foi referido anteriormente, o sequenciamento será efetuado no início da montagem 1, nomeadamente entre a introdução e o torneamento, é este sequenciamento que vai servir de base para saber a ordem de preparação dos *Kits*, no supermercado. Para uma necessidade média de 30 motores, 80% para a linha (Motores de tipologia A e B) e 20% para a célula (Motores de tipologia C) de montagem. A partir daqui é possível estabelecer o TT de abastecimento em 18 minutos para a linha e 72 minutos para a célula, num turno de trabalho de 7,2 horas.

A linha de montagem possui 4 postos de trabalho (L1, M1, M2, L2), estes postos de trabalho possuem uma estante *kanban* cada, para artigos de pequenas dimensões (parafusos, bujões, *circlips*, entre outros), todos os outros artigos (rotores, tampas, anéis e ventiladores) são abastecidos em cima de uma euro palete, em quantidades acima de 4 motores (mais de uma hora de trabalho). Este abastecimento prévio condiciona o posto de trabalho com artigos em excesso, por isso, ao dimensionar o *kit junjo*, pretende-se abastecer material apenas para um motor e deve haver espaço no posto de trabalho apenas para 2 *Kits*, o *Kit* em utilização e o *Kit* em espera.

O posto L1 encontra-se no lado da linha oposta ao supermercado, dificultando o fluxo dos *kits*, por isso e por necessitar apenas de uma peça do motor, não será abastecido pelo *kit junjo*, mas sim por um carrinho que levará 4 peças, ou seja, responde a uma necessidade para 4 motores.

O protótipo de *Kit Junjo* que se encontra na figura 65 está estruturado para transportar os artigos necessários para as assemblagens que ocorrem nos três postos de trabalho M1, M2 e L2.



Figura 65 - Kit Junjo para abastecer Montagem I

Este *Kit* entrará diretamente no posto M1, tal como está representado na figura 66, e de seguida acompanha o motor em montagem até ao fim do posto L2 quando é libertado. O operador de cada posto de trabalho, à medida que puxa o motor em cima da linha, do posto de trabalho anterior, para o seu, também puxa o *Kit* que acompanha esse motor até ser libertado no fim do posto L2 onde é recolhido pelo operador do supermercado.

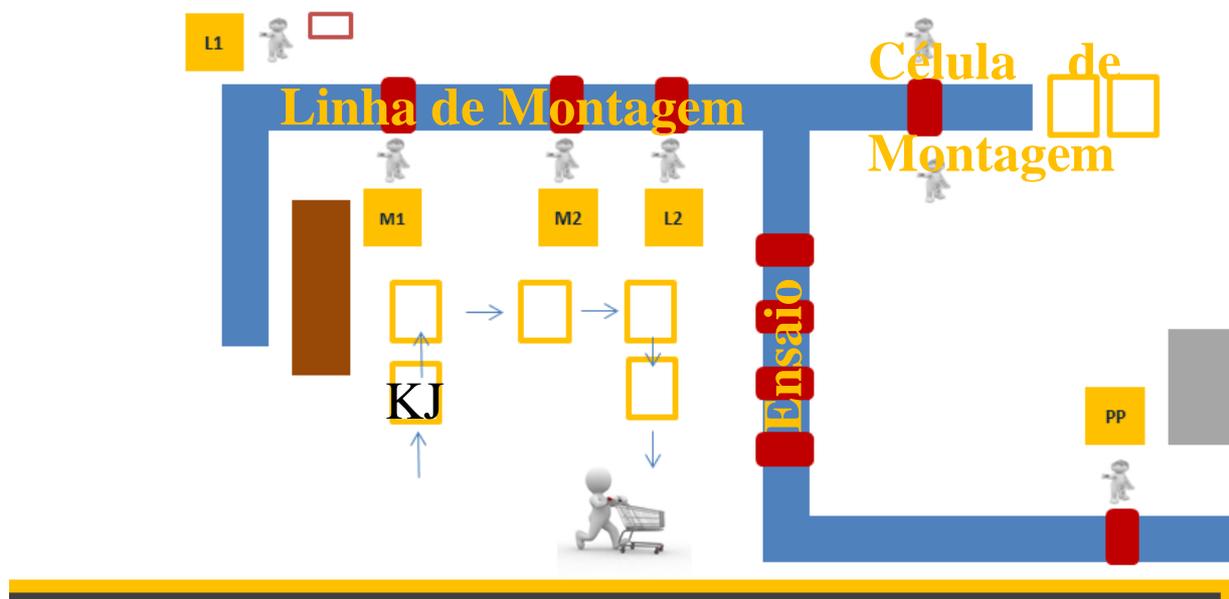


Figura 66 - Fluxo dos Kits Junjo na Montagem 1

No caso da Célula de Montagem, não possui artigos *Kanban*, portanto todos os artigos são entregues no *Kit Junjo* da figura 65, que possui espaço suficiente para comportar todos os artigos necessários. A célula possui dois espaços para colocar *Kits Junjo*, um para o motor

que está a ser montado, e o segundo para espera, tanto para ser recolhido como para ser montado.

O posto de preparação de pintura necessita da tampa da caixa de ligação que também segue nos *kits* e apenas é consumida quando o *kit* é libertado pelos postos de trabalho e segue em cima do motor durante o ensaio. De facto esta medida permite abastecer todos os postos de trabalho da montagem 1 de forma puxada, sem que haja artigos em espera na zona da montagem e garante que todos os artigos que lá chegam são gastos.

6.2.4 *Layout* do Supermercado

O supermercado está dividido em 3 grandes zonas, a zona mais à esquerda, caracterizada por estantes em sistema *flow rack* e deslizamento por gravidade, uma zona central de preparação de *kits* e de materiais, e uma zona mais à direita capaz de acondicionar artigos de grande porte como carcaças, rotores e tampas. No Anexo XXX encontra-se o *Layout* 3D da totalidade do supermercado projetado. De seguida vai ser explicada a organização do espaço do supermercado dividida pelas 3 zonas.

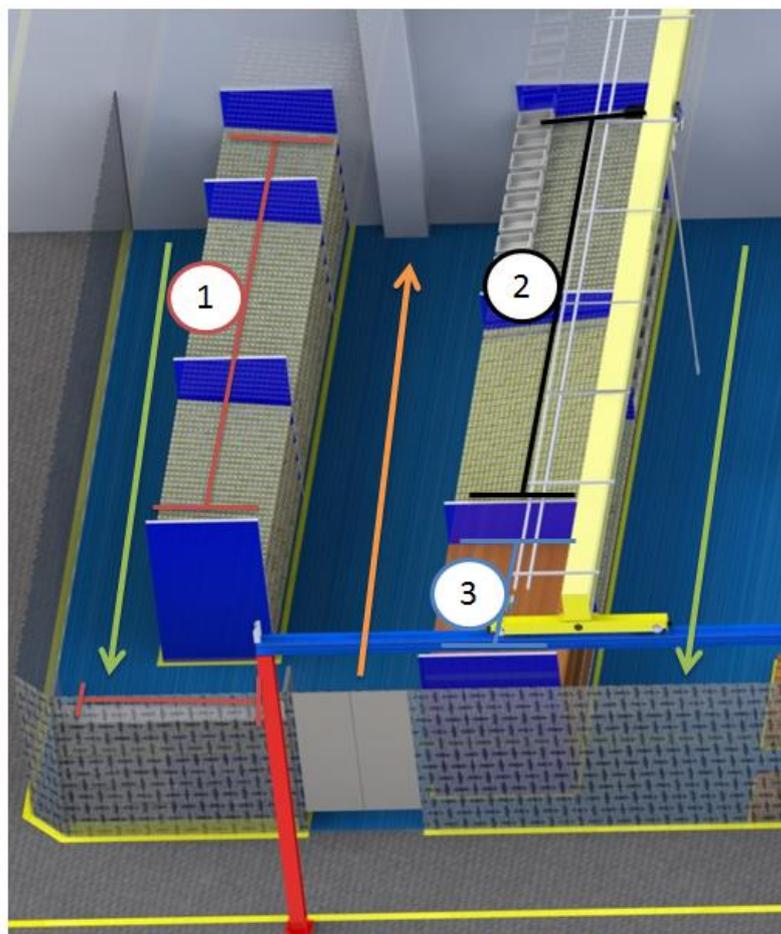


Figura 67 - Zona 1 do Supermercado

Zona 1

Na figura 67 está representada a zona 1 que engloba 3 pontos essenciais:

- 1) Estantes em sistema *Flow Rack*, para funcionar como espelho dos *Kanbans* para reposição destes artigos na Montagem I.
 - 2) Estantes em sistema *Flow Rack*, para abastecer artigos 2Bin Tipo 1 e 2.
 - 3) Estantes em nível para acondicionar os restantes artigos das famílias dos artigos com gestão *Kanban* e 2Bin Tipo 1, mas com gestão MRP (considerados artigos especiais).
- ↓ Corredor de reposição das *Flow Racks*, tanto os espelhos dos *Kanbans*, como os 2Bin.
- ↓ Corredor de *Picking*, no caso dos artigos *Kanban*, é efetuado o *Picking* das caixas para reposição, no caso dos artigos 2Bin é efetuado o *picking* unitário para preparação dos *Kits Junjo*.

Zona 2

A zona 2 é a zona de preparação dos materiais e dos *kits* para abastecer a montagem. Na figura 67 verifica-se a existência de 6 pontos que são necessários entender para perceber o funcionamento do supermercado com foco principal no ponto 1.

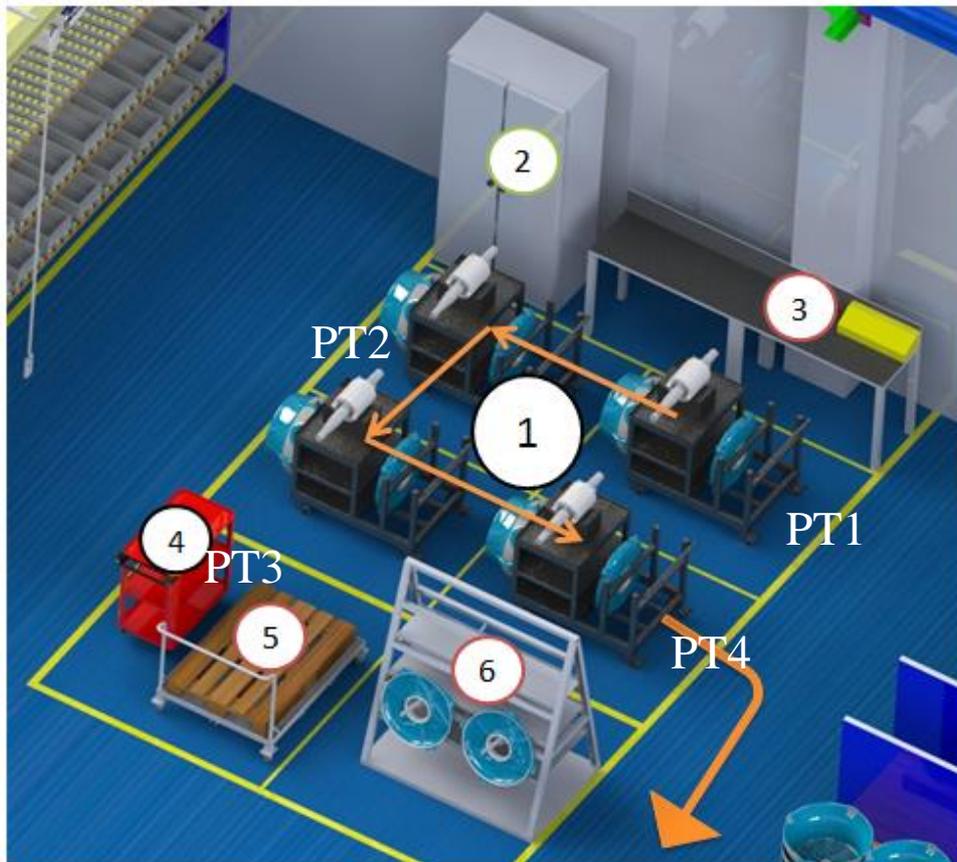


Figura 68 - Zona 2 do Supermercado

- 1) Este ponto refere-se aos *Kits Junjo* que irão abastecer a montagem 1, tanto no sistema de linha como no de célula. Existem 4 postos para a preparação do *kit* de montagem que têm um funcionamento semelhante a uma célula de montagem, ou seja, tem uma sequência e cada posto tem determinadas operações. No 1º posto de trabalho é preparado o rotor em cima do *kit*, como se pode ver na figura 68, no 2º, 3º e 4º postos de trabalho, são adicionados ao *kit*, os artigos necessários para a montagem do motor. O funcionamento deste ponto necessita de um grande sincronismo e equilíbrio, por isso carece de uma explicação mais detalhada que se encontra na secção 6.2.5.
- 2) O ponto 2 assinala o armário dos rolamentos que vão ser consumidos na preparação do rotor. Apesar destes artigos terem um consumo que permite a criação de um sistema de autogestão do abastecimento, a empresa, por razões de segurança e de qualidade, inviabiliza a criação de *stock* no chão de fábrica, logo a sua gestão será através do sistema de MRP, com o abastecimento no dia da necessidade.
- 3) Este ponto refere-se à bancada de aquecer os rolamentos. Os rolamentos necessitam de ser aquecidos à temperatura de 100º C para possibilitar a sua introdução nas extremidades do rotor, durante a preparação do rotor. Logo, esta bancada fica exatamente ao lado do posto de trabalho que realiza esta operação.
- 4) O posto de trabalho L1, como já foi referido anteriormente, terá um abastecimento diferente dos outros postos de trabalho da linha, será através de um carro de apoio que levará lá as peças necessárias para 4 motores, daí o estacionamento desse carro é nesta posição (quer seja em preparação ou em estágio).
- 5) Existem artigos que estão em supermercado que irão sofrer uma preparação chamada tropicalização, por isso é necessário pegar nestas peças e entregá-las na cabine de pintura (local onde se realiza a tropicalização). Este ponto é onde o carro que serve para transportar estas peças deve ser estacionado quando está no supermercado.
- 6) A preparação das tampas do motor, nomeadamente com PT Rolamento, pode ser um requisito, por isso o supermercado deve executar essa operação como sendo uma preparação de artigo para montagem, nesse sentido o ponto 6 possui uma estante que permite a preparação dessas tampas, de forma rápida e ergonómica.

Zona 3

A zona 3 é o local do supermercado onde está acondicionado o material de grande porte, como tampas, rotores e carcaças. Esta zona, representada na figura 69, é maioritariamente

gerida num sistema de abastecimentos por ordens lançadas pelo MRP, com a exceção da estante das tampas, como vai ser perceptível após a explicação que se segue.

- 1) A estante de tampas está representada na figura 69 com o número 1 e é onde são colocados os artigos 2Bin Tipo Tampas, no supermercado. O corredor à esquerda da estante funciona como corredor de *picking*, enquanto o corredor à direita funciona como corredor de abastecimento da estante.
- 2) O ponto 2 refere-se à zona de abastecimento de rotores, provenientes da secção da produção de rotores. Aqui existe espaço para 30 rotores, ou seja, a necessidade média diária, no entanto os picos de produção são facilmente combatidos com as constantes entregas de rotores por parte da secção produtiva e rápidos abastecimentos da estante.
- 3) O local para abastecer e armazenar a necessidade diária de carcaças, no chão de fábrica, encontra-se no ponto 3. O abastecimento é feito a partir do armazém de Gueifães e à semelhança dos rotores, o espaço está dimensionado para 30 carcaças (2 por euro palete). Necessidades de abastecimento superiores a 30 carcaças são facilmente colmatadas visto que o armazém externo realiza entregas bi-diárias, por isso consegue responder a uma necessidade de 60 carcaças diárias.
- 4) Os artigos especiais das mesmas famílias de artigos com gestão 2Bin Tipo 2 e Tampas ficam armazenados na estante com o número 4. A capacidade de abastecimento da estante também se encontra dimensionada para uma necessidade diária.
- 5) O ponto 5 possui uma bancada para tropicalizar peças de pequenas dimensões, visto que a operação não necessita obrigatoriamente de ser realizada na cabine de pintura para peças pequenas

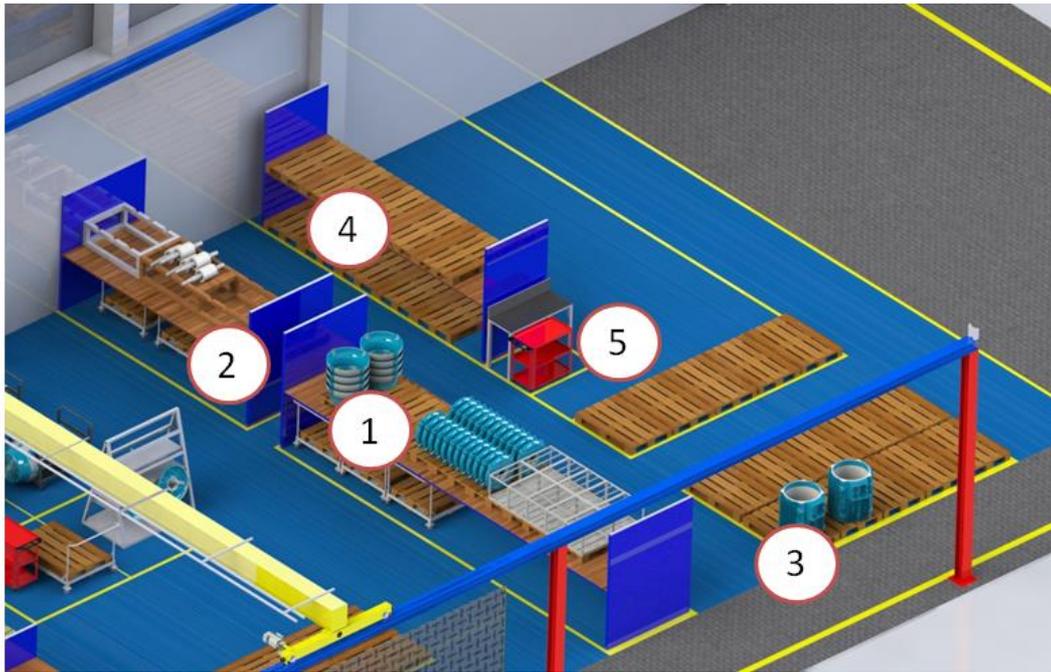


Figura 69 - Zona 3 do Supermercado

Em termos de ganhos de espaço (tabela 25), relativamente ao *layout* atual vai-se poupar cerca 36 m², já que se vai libertar espaço em armazém ao retirar os espelhos dos *Kanbans*, na área de produção da montagem 1 vai desaparecer a bancada de preparação de rotores e a área que armazena os artigos que chegam à produção, denominada WIP500, vai passar a ser o supermercado apresentado anteriormente.

Tabela 25 - Ganhos de Espaço

	Layout Atual	Layout Futuro
WIP 500 (m ²)	260,06	
Montagem 1 (m ²)	10,35	
Armazém (m ²)	32,09	
Supermercado (m ²)		266,63
Total (m ²)	302,50	266,63
Ganhos	35,88 m²	

6.2.5 Sincronismo

Como já foi referido antes, existe uma sequência preparatória de 4 posições (4 postos de trabalho como se pode ver na figura 70), com 2 recursos humanos que irão levar a cabo a preparação dos *Kits* de montagem.

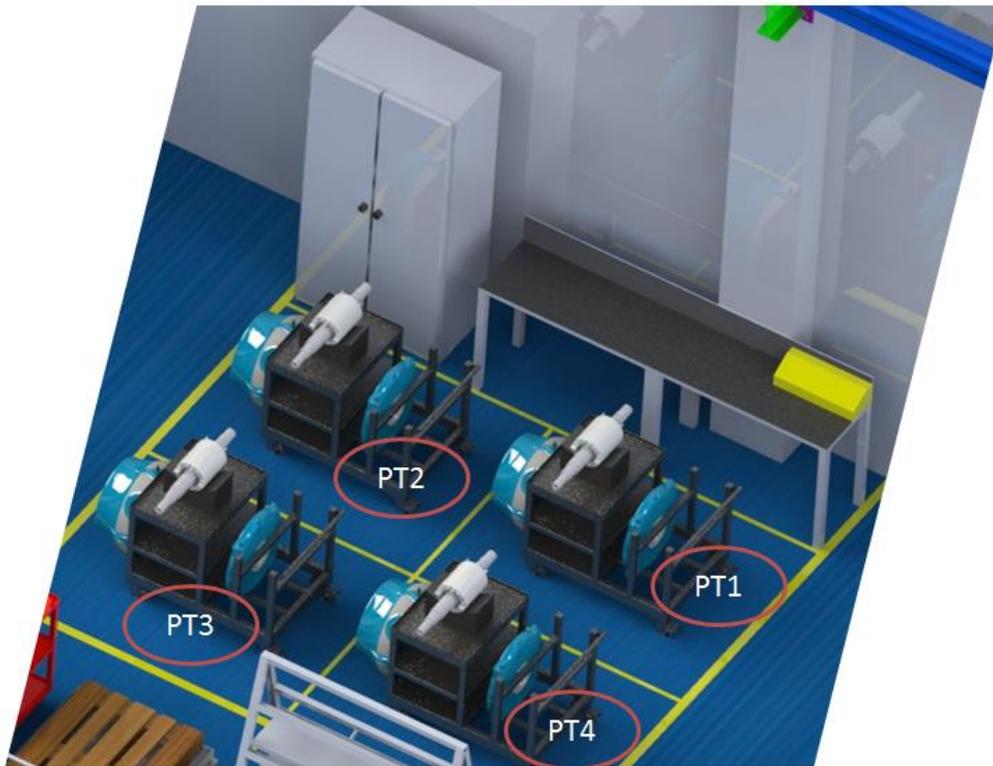


Figura 70 - Postos de Preparação de Kits Junjo

Após a análise do tempo necessário para preparação dos *kits* de montagem, (Anexo XXXI – Preparação de *kits* para abastecimento à linha e à célula de montagem) conclui-se que, para realizar a preparação do rotor são necessários 8 minutos, para preparar o *kit* para a linha de montagem são necessários 7 minutos (após a preparação do rotor) e para a célula são necessários aproximadamente 23 minutos (após preparação do rotor). Portanto, para *kits* que seguem para a linha de montagem são necessários 8 minutos para preparar o rotor mais 7 minutos para o resto da preparação, logo o tempo de ciclo é de 8 minutos para preparação destes *kits*.

No caso dos *kits* que vão abastecer a célula, necessitam dos mesmos 8 minutos para preparar o rotor mais 23 minutos, distribuídos pelos outros 3 postos de trabalho, que perfaz aproximadamente 8 minutos por cada posto de trabalho, logo o tempo de ciclo também se centra em 8 minutos.

Assim, os postos de trabalho da preparação dos *kits* de montagem encontram-se devidamente equilibrados e, com o facto de todos os *kits* terem de percorrer todos os postos de trabalho, num tempo equivalente ao TT da montagem I (cerca de 19 minutos para 30 motores), ou seja, os rolamentos inseridos no rotor, tem cerca de 76 minutos para arrefecer (o tempo necessário são 50 minutos).

Em períodos de pico de produção, com cerca de 40 ordens de fabrico de motores a entrar na secção de montagem (80% motores para linha e 20% para a célula), a procura de *Kits Junjo* para a linha centra-se em 13,5 minutos enquanto a procura de motores “C” é de 54 minutos. Neste período (de pico de produção) é necessário uma maior resposta por parte dos operadores responsáveis por preparar os *Kits Junjo*. A tabela 26 mostra uma simulação da preparação de *kits* quando a produção se encontra sobrecarregada com uma produção diária de 40 motores.

A coluna 1 refere-se à necessidade da célula de montagem (neste caso de 8 motores), enquanto a coluna 2 refere-se à procura da linha de montagem (32 motores). A coluna 3 informa sobre a disponibilidade que nesta situação, para um TT de 13,5 minutos, a disponibilidade entre cada expedição de *kit* é de 27 minutos (com 2 operadores).

A coluna 4, 5, 6 e 7 informa sobre a ocupação de cada posto de trabalho, respetivamente, enquanto a coluna 8 informa acerca das entregas efetuadas no período.

Como se pode constatar, os 2 operadores irão trabalhar em 3 postos por cada período de expedição, havendo uma flexibilidade nas operações de preparação por posto de trabalho. Por exemplo, o posto de trabalho 1 por norma é para preparar o rotor, pela proximidade aos rotores, mas em casos como este (de pico de produção), o posto de trabalho 2 também pode preparar rotores. Outra consideração importante é que a prioridade para ocupar os postos deve ser o mais próximo à expedição (de *kits*) possível, ou seja, deve haver uma preocupação para ocupar sempre o PT4, depois o PT3 e assim respetivamente, de forma a libertar sempre que possível os postos mais à retaguarda para iniciar preparações.

Tabela 26 - Simulação da preparação de *Kit's* em picos de produção

Procura Célula (min) (1)	Procura Linha (min) (2)	Disponibilidade (3)	PT1 (4)	PT2 (5)	PT (6)	PT4 (7)	Entregas (8)
0	0	27	8 C1	8 A,B3	7 A,B2	A,B1	C0 e A,B0
	13,5	27	8 A,B4	8 C1	7 A,B3	A,B2	A,B1
	27	27	8 A,B5	7 A,B4	8 C1	A,B3	A,B2
	40,5	27	8 A,B6	7 A,B5	A,B4	8 C1	A,B3
54	54	27	8 C2	8 A,B7	7 A,B6	A,B5	C1 e A,B4
	67,5	27	8 A,B8	8 C2	7 A,B7	A,B6	A,B5
	81	27	8 A,B9	7 A,B8	8 C2	A,B7	A,B6
	94,5	27	8 A,B10	7 A,B9	A,B8	8 C2	A,B7
108	108	27	8 C3	8 A,B11	7 A,B10	A,B 9	C2 e A,B8
	121,5	27	8 A,B12	8 C3	7 A,B11	A,B 10	A,B 9
	135	27	8 A,B1	7 A,B12	8 C3	A,B 11	A,B 10
	148,5	27	8 A,B2	7 A,B1	A,B12	8 C3	A,B 11
162	162	27	8 C1	8 A,B3	7 A,B2	A,B1	C3 e A,B12
	175,5	27	8 A,B4	8 C1	7 A,B3	A,B2	A,B1
	189	27	8 A,B5	7 A,B4	8 C1	A,B3	A,B2
	202,5	27	8 A,B6	7 A,B5	A,B4	8 C1	A,B3
216	216	27	8 C2	8 A,B7	7 A,B6	A,B5	C1 e A,B4
	229,5	27	8 A,B8	8 C2	7 A,B7	A,B6	A,B5
	243	27	8 A,B9	7 A,B8	8 C2	A,B7	A,B6
	256,5	27	8 A,B10	7 A,B9	A,B8	8 C2	A,B7
270	270	27	8 C3	8 A,B11	7 A,B10	A,B 9	C2 e A,B8
	283,5	27	8 A,B12	8 C3	7 A,B11	A,B 10	A,B 9
	297	27	8 A,B1	7 A,B12	8 C3	A,B 11	A,B 10
	310,5	27	8 A,B2	7 A,B1	A,B12	8 C3	A,B 11
324	324	27	8 C1	8 A,B3	7 A,B2	A,B1	C3 e A,B12
	337,5	27	8 A,B4	8 C1	7 A,B3	A,B2	A,B1
	351	27	8 A,B5	7 A,B4	8 C1	A,B3	A,B2
	364,5	27	8 A,B6	7 A,B5	A,B4	8 C1	A,B3
378	378	27	8 C2	8 A,B7	7 A,B6	A,B5	C1 e A,B4
	391,5	27	8 A,B8	8 C2	7 A,B7	A,B6	A,B5
	405	27	8 A,B9	7 A,B8	8 C2	A,B7	A,B6
	418,5	27	8 A,B10	7 A,B9	A,B8	8 C2	A,B7
432	432	27	8 C3	8 A,B11	7 A,B10	A,B 9	C2 e A,B8

Motores "A" e "B" com Kit Pronto	=	A,B
Motores "C" com Kit Pronto	=	C
8 A,B3	=	minutos_tipo de motores_nºmotor

6.2.6 Recursos Humanos

O bom funcionamento do supermercado passa também por uma boa gestão dos recursos humanos. É necessário perceber que tarefas serão efetuadas e contabilizá-las em termos de necessidades de tempo, para se saber os recursos humanos necessários. No Anexo XXXI encontram-se vários mapas de tarefas consideradas como tarefas adjudicadas à gestão do Supermercado. A preparação de *Kits* para a linha e para a célula de montagem, a preparação de tampas e do rotor, a preparação de peças reserva (peças que o cliente requisita sem sofrer qualquer tipo de operação) e peças para tropicalizar. Por fim, a tarefa de arrumar o cais onde são entregues os artigos especiais e o abastecimento dos *kanban* na produção.

Todas estas tarefas representam uma necessidade de 18,12 horas num dia de trabalho normal (produção de 30 motores), ou seja, a funcionar num turno, a necessidade é de 3 colaboradores.

Tabela 27 - Tarefas em Supermercado (Necessidade de Recursos)

Tarefas em Supermercado					
Operação		Produção Diária (unid)	Tempo trabalho em Supermercado (min/motor)	Tempo Entrega à montagem (min)	Tempo necessário/dia(min)
Preparação de Kits	"A,B" (80%)	24	15,84	1,24	409,92
	"C" (20%)	6	31,46	1,27	196,38
Tropicalização (20%)		6	9,07	0,00	54,42
Arrumar Cais (2 x dia)		2	117,16	0,00	234,31
Preparação de Tampas (20%)		6	18,55	0,00	111,30
Peças de Reserva (5%)		2	6,94	0,71	14,58
Reposição Kanban (2 x Dia)		2	33,26	0,00	66,53
Total (h)					18,12
Recursos Humanos Necessários (Colaboradores)					2,52

Na tabela 27 encontra-se o quadro com as tarefas e as respetivas necessidades de tempo (o tempo de preparação do rotor, encontra-se englobado na preparação de *Kits*) que resultam numa necessidade de operadores para realizar todas as tarefas num turno de trabalho (7,2 horas). Estas tarefas não vão necessitar da contratação de novos colaboradores, como evidencia a tabela 28, apenas vão necessitar realocar-se alguns operadores.

Tabela 28 - Comparação da necessidade de colaboradores

Posto de Trabalho	Sem Supermercado	Posto de Trabalho	Com Supermercado
L1	1	L1	1
M1	1	M1	1
M2	1	M2	1
L2	1	L2	1
Célula C's	2	Célula C's	2
Preparação Pintura	1	Preparação Pintura	1
Preparadores Material	2	Supermercado	3
Logística (Kanbans e Listas)	3	Logística (Kanbans e Listas)	1
TOTAL	12	TOTAL	11

Atualmente existem 2 colaboradores associados à preparação de materiais e 3 colaboradores dedicados aos *Kanbans* e à entrega de artigos com necessidade gerada pelo MRP (Listas). Com a introdução do supermercado, os 2 preparadores de material manter-se-ão nessas tarefas, apenas com métodos de trabalho diferentes, enquanto 1 dos 3 operadores da logística são transferidos para o supermercado. Por outro lado um dos operadores da logística que está dedicado ao abastecimento de listas e *kanban* deixará de ser necessário.

6.2.7 Ganhos com a implementação do Supermercado

A implementação do supermercado permitirá obter reduções significativas na quantidade total de *stock* no chão de fábrica, assim como reduções dos diversos espaços requeridos ao armazém. Existem igualmente ganhos secundários, mas não menos importantes, ao nível da organização do chão de fábrica, regularização e estabilidade de abastecimentos, assim como melhorar a facilidade na confirmação do nível de *WIP* real.

A tabela 29 apresenta ganhos estimados com a introdução do supermercado, a funcionar com um sistema híbrido (*Kanban*, *2Bin* e *MRP*). A redução de *WIP* estimada corresponde a uma poupança de 59.611,97€ na zona da Montagem 1. O correspondente a 13,41 dias de *stock*.

Tabela 29 - Ganhos com a movimentação de *Stock*

	Atual	Futuro	Poupança induzida com a introdução do supermercado
KANBAN	43 407,85 €	43 407,85 €	
2BIN	-	16 822,87 €	
MRP	83 060,02 €	6 625,38 €	
Total	126 467,87 €	66 856,11 €	59 611,77 €

No fundo, o ganho total apresentado na tabela 29, é o valor da movimentação do *stock* da fábrica para o armazém, por isso, não é o valor do ganho económico para a empresa. O ganho económico real obtém-se com base no tempo necessário para consumir os artigos colocados no armazém, ou seja, 13,41 dias. Durante este período a empresa não necessitará financiar-se para adquirir este tipo de artigos, logo o ganho efetivo é a poupança no pagamento de uma taxa anual nominal bruta de 4% (valor médio), neste período, ou seja, um ganho de 86,17€.

A redução do número de colaboradores associados às operações que o supermercado substitui vai permitir obter uma poupança no valor de 21.696,00€ anuais como se pode verificar na tabela 30.

Tabela 30 - Ganhos com a redução de colaboradores

	Atual		Futuro	Poupança induzida com a introdução do supermercado
	Logística	Produção	Supermercado	
Nº Operadores	2	2	3	
Encargos com recursos humanos para a empresa (€/Ano)	117 700,80 €		96 004,80 €	21 696,00 €

A redução de espaço com a implementação do supermercado será de aproximadamente 36 m², como referido no ponto 6.2.4. Considerando um valor de 13,20€/m² pelo uso efetivo do espaço, estima-se que esta redução corresponda a 475€ anual.

A implementação do supermercado implica adquirir estruturas e equipamentos que permitam um armazenamento em sistema *Flow Rack*, com deslizamento por gravidade e facilitar as condições necessárias para os operadores desempenharem as suas funções em condições de segurança e ergonómicas. Nesse sentido desenvolveu-se um mapa de investimentos, com dados retirados de cotações pedidas as fornecedores, cujo valor total se estima em 22.933,25€, conforme ilustrado na tabela 31.

Tabela 31 - Investimentos para o Supermercado

Artigo	Valor Total
Ponte	10 337,00 €
Estanteria Flow-Rack	6 500,00 €
Caixas	1 190,25 €
Kits Junjo	1 776,00 €
Carro Estante	2 130,00 €
Outros	1 000,00 €
Total	22 933,25 €

O tempo de retorno do capital investido (RCI) é calculado a partir do investimento total (22.933,25€) face ao ganho anual obtido com a implementação (22.255,66€).

$$\frac{22933,25}{22255,66} = 1,03 \text{ anos}$$

O período de retorno do capital investido previsto é de aproximadamente 1 ano.

6.3 Criação de um indicador para implementação dos 5 S's

A empresa possui uma equipa multidisciplinar, focada em implementar e fomentar a metodologia de 5 S's em todos os setores da empresa. Levam a cabo o seu trabalho através de ações de sensibilização e formação e realizam intervenções práticas no sentido formativo. No sentido de avaliar o estado de cada departamento, o grupo dos 5 S's realiza constantemente inspeções *flash*, sem qualquer aviso prévio para que estas não sejam ludibriadas. Após estas ações são feitas sugestões de melhoria, por parte da equipa, ao departamento auditado, no sentido de obter uma evolução na inspeção seguinte.

A proposta visa criar um indicador 5 S's que compare a evolução entre departamentos, e atribua o rótulo de "bem-sucedido" a departamentos que implementaram de forma positiva a metodologia, e este rótulo também deve identificar os desmotivados, que pelos mais variados fatores regrediram na implementação. Assim será possível fazer um ranking com a classificação do desempenho e fomentar um espírito competitivo e saudável na implementação de 5 S's, como se fosse uma competição.

Na tabela 32 encontra-se a tabela de cálculo do indicador referido, com dados fictícios, apenas a título de exemplo.

Tabela 32 - Tabela de cálculo do indicador de 5 S's com dados fictícios

	Mês 1					Pontuação Objetivo					Mês 2					Fator Objetivo (1)	Fator Evolução (2)	Desempenho (3)
	1º S	2º S	3º S	4º S	5º S	1º S	2º S	3º S	4º S	5º S	1º S	2º S	3º S	4º S	5º S			
Veios / Rotores	17					20					18					● 90%	➡ 106%	100%
Montagem 1	13					16					18					● 113%	⬆ 138%	128%
Bobinagem BT	4					12					1					● 8%	⬇ 25%	18%
Laboratório	20					20	5				20	10				● 200%	⬆ 150%	170%
Expedição	20	15	10			20	20	15			20	15	5			● 25%	⬇ 89%	63%

Para o cálculo deste indicador, tem de haver inspeções *flash* periódicas, (neste exemplo são mensais) onde se atribui uma classificação de 0 a 20 (tal como acontece atualmente) a cada S implementado. Após essa inspeção são apresentados aos inspecionados, os pontos negativos e os pontos positivos, e as ações necessárias para reduzir os negativos e manter os positivos. Também deve ser estabelecido, em concordância entre a equipa e o departamento auditado, que ações pretendem tomar e que níveis pretendem atingir no âmbito dos 5 S's. Após os resultados obtidos numa segunda inspeção, é possível obter 2 dados, se o departamento atingiu a pontuação acordada e se implementou as ações de melhoria, e ainda a evolução real em relação à pontuação da inspeção anterior.

Estes dois fatores vão permitir obter dois rácios, o do cumprimento do objetivo (coluna 1) com peso de 40% na classificação de desempenho e a evolução real desde a última inspeção (coluna 2), com peso de 60% na classificação de desempenho.

O sistema de representação por cores apresentado na tabela 32 é fundamental, já que esta tabela deve ser exposta a todos os departamentos e por isso de fácil perceção, uma cor vermelha representa uma evolução negativa ou uma pontuação negativa enquanto a cor verde representa a positividade.

A título de exemplo, o departamento de Veios/ Rotores, tinha uma pontuação de 17 na 1ª inspeção, no 1º S, e propôs-se a atingir a pontuação máxima para esse S, no entanto na segunda inspeção obtiveram a classificação de 18, não alcançando o patamar a que se propuseram, de 20 valores, por isso o seu fator objetivo é de 96% (quociente entre 2ª inspeção e Objetivo). Por outro lado aumentaram a sua pontuação em 1 valor relativamente à pontuação da inspeção anterior e obtiveram um fator de evolução de 106% (quociente entre a 2ª inspeção e a 1ª inspeção). O desempenho que este departamento teve foi de 100% (96%*40%+106%*60%).

No caso do departamento de expedição, existe uma regressão acentuada em dois S's e por isso o seu desempenho é negativo, em 63%.

Colocando o desempenho em tabela classificativa, do maior para o menor, e expor num local visível a todos os colaboradores, vai fomentar um espírito competitivo, na medida em que ninguém gosta de estar no fim da tabela e de transmitir uma imagem de baixa evolução, por isso vão tentar obter uma melhor classificação na implementação dos 5 S's.

7. CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta as considerações finais ao projeto desenvolvido fornecendo ainda algumas sugestões de trabalho futuro.

7.1 Considerações Finais

A presente dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão Industrial foi realizada na empresa WEGeuro, possuindo como principal objetivo a melhoria do sistema produtivo associado ao fabrico de motores elétricos da gama W22. Nesse sentido foi efetuada uma descrição e análise exaustiva às três secções produtivas de Veios/Rotores/Apropriações, Bobinagem de Baixa Tensão e Montagem 1, com recurso à ferramenta de mapeamento de fluxos de valor - VSM. A aplicação do VSM envolveu uma equipa composta por pessoas oriundas de vários departamentos. Foram identificados diversos tipos de desperdícios associados a estas secções e quantificadas as percentagens de tempo em atividades que efetivamente acrescentam valor. A secção de bobinagem possui a melhor taxa de VAT estimada em 24% para o motor *standard* e 28% para o motor especial, ao passo que a secção de rotores exhibe a menor taxa de VAT, com apenas 6,5% e 7,6% respetivamente para os mesmos tipos de motores.

Foram desenvolvidos no total doze *Gemba Kaizens*, no sentido de introduzir melhorias ao nível do *layout*, implementação JIT, SMED, abastecimento com supermercado, balanceamento e 5S no sector de pintura e embalagem, implementação de *standard work* na preparação de isolantes, equipagem e enrolamento das bobinas, entre outros. Foi construído um cronograma para a execução dos *Gemba Kaizens* e os respetivos ganhos quantificados. Estima-se uma redução do *Lead Time* de Fabrico na ordem de 44% para os motores *standards* e 50% para os motores especiais, com um incremento da percentagem de valor acrescentado de 46% e 74% respetivamente. A redução de *stock* no chão de fábrica (WIP) deverá cifrar-se em 76%, possibilitando uma libertação de espaço significativa. Por outro lado, o aumento da produtividade permitirá diminuir os encargos associados a recursos humanos diretos em 23%, com um impacto de 13% no custo de fabrico do produto final. Estes ganhos pressupõem a execução do cronograma de implementação que contempla um período total de três anos e 12 ações *Gemba Kaizen*, estimando-se uma poupança total acumulada de 739.900,00€.

Foram ainda implementados dois *Kanbans* na secção da Bobinagem de baixa tensão. O primeiro associado ao fornecimento de materiais de acabamentos que abastece três postos de trabalho, e o segundo associado ao fornecimento de perfis pultrudados que abastece um posto

de trabalho. Com a implementação destes dois *kanbans* reduziu-se em 80% a quantidade de *stock* que permanecia em fábrica.

Uma das propostas de melhoria contempladas neste projeto consiste num supermercado de componentes para abastecimento à Montagem 1, cuja implementação já está aprovada e que se encontra na fase de aquisição de equipamentos e dispositivos. Esta ação irá permitir uma redução de 51% do *stock* no chão de fábrica e a diminuição do espaço ocupado na unidade industrial, principalmente com a deslocalização dos espelhos dos *Kanbans* do armazém para o supermercado, permitindo a libertação de 12% do espaço em armazém.

Os ganhos obtidos com a concretização do supermercado permitirão proceder á amortização dos capitais investidos nesse projeto num período relativamente curto de um ano e obter ganhos anuais líquidos efetivos de 22.255,66€.

7.2 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro sugere-se a conclusão das implementações dos *Gemba Kaizens* 3 e 6, na secção de montagem 1, assim como a conclusão da implementação do supermercado (*Gemba Kaizen* 2). Os restantes *Gemba Kaizens* programados no cronograma de implementações requerem um ajuste temporal compatível com a dinâmica da empresa e evolução do negócio.

O incumprimento de prazos, nos projetos internos de Melhoria da WEGeuro é um dos pontos negativos constatados. Nesse sentido, será importante implementar uma política de gestão de projetos, com a criação de um índice avaliativo, que permita monitorizar de forma clara os prazos inicialmente assumidos para a concretização dos projetos de Melhoria Contínua.

A sistematização da quantificação de ganhos potenciais provenientes de implementações de melhorias, ao nível da redução de *stocks*, ao nível de otimizações de *layouts* produtivos e a nível organizacional, não está adequadamente desenvolvido na empresa. Nesse sentido deve ser desenvolvido um método simples de quantificação por tipo de melhoria implementada, que efetivamente permita quantificar os ganhos reais obtidos com as diversas melhorias desenvolvidas ou implementadas nas operações.

O foco na redução de *stocks*, não só no chão de fábrica, mas também nos armazéns, através do aumento da rotatividade ou a redução dos LT, deve continuar a merecer atenção redobrada por parte de toda a organização e em particular do sector de Melhoria Contínua da WEGeuro, que deverá assumir a liderança nos processos de implementação dos trabalhos de Melhoria,

assessorar e orientar os grupos *Kaizen* e por fim realizar auditorias de evolução dos trabalhos e projetos de Melhoria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

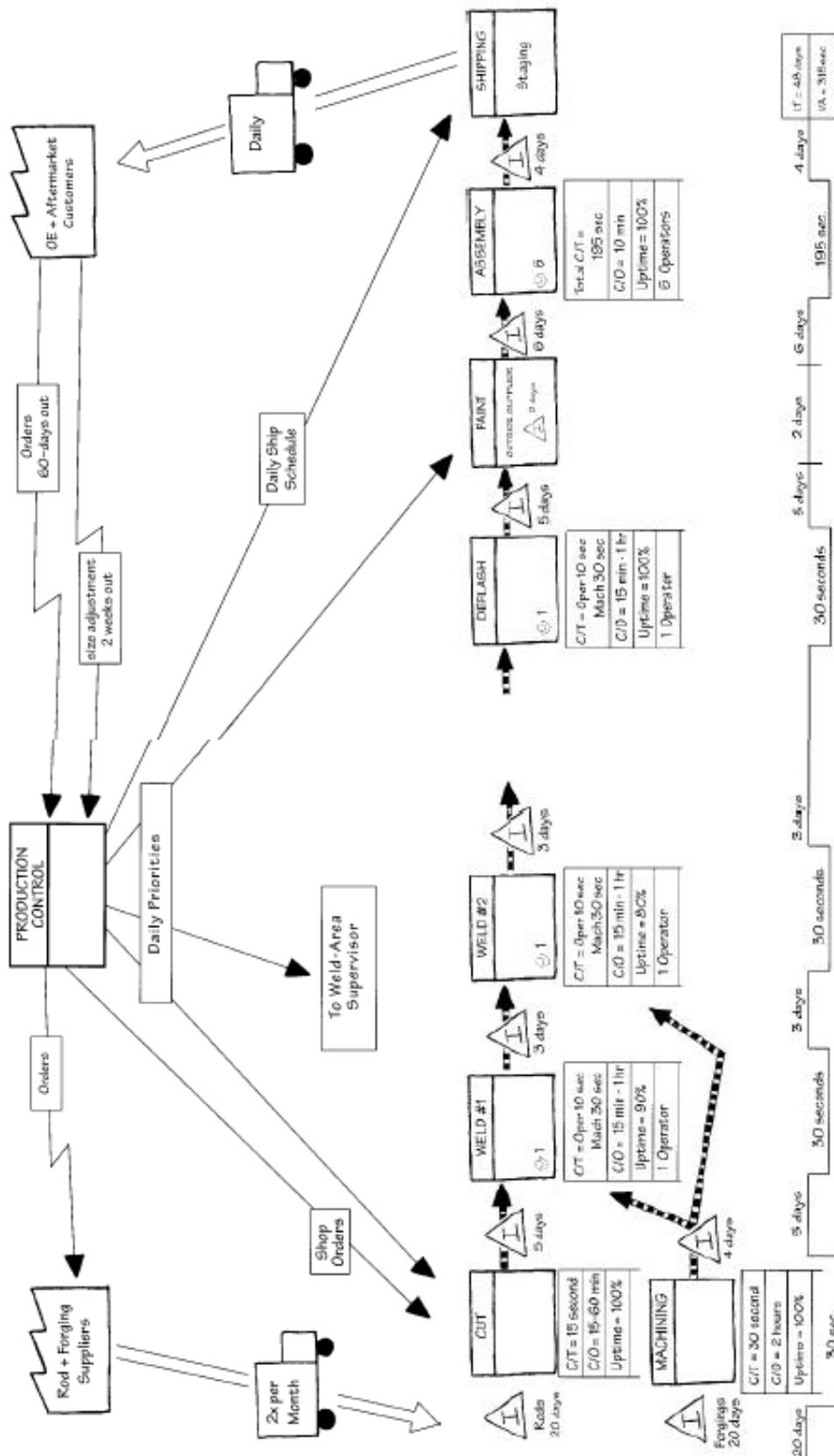
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. *International Journal of production economics*, 107(1), 223-236.
- Al-Saleh, K. S. (2011). Productivity improvement of a motor vehicle inspection station using motion and time study techniques. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 23(1), 33-41.
- Baudin, M. (2004). *Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods*: Productivity Press.
- Bhuiyan, N., & Baghel, A. (2005). An overview of continuous improvement: from the past to the present. *Management Decision*, 43(5), 761-771.
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A new value stream mapping approach for complex production systems. *International Journal of Production Research*, 44(18-19), 3929-3952.
- Carreira, B. (2005). *Lean manufacturing that works: powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profits*: Amacom.
- Chang, T. M., & Yih, Y. (1994). Generic kanban systems for dynamic environments. *The International Journal of Production Research*, 32(4), 889-902
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4), 1069-1086.
- Cyplik, P., Hadas, L., & Fertsch, M. (2009). Production planning model with simultaneous production of spare parts. *International Journal of Production Research*, 47(8), 2091-2108.
- Da Silva, G. G., Hornburg, S., Tubino, D. F., Romig, M., & de Andrade, G. J. (2008). *Manufatura enxuta, gemba kaizen e TRF: uma aplicação prática no setor têxtil*.
- Dennis, P. (2002). *Lean Production Simplified: A plain language guide to the world's most powerful production system*: Productivity Press.
- Ford, H. (2007). *My life and work*: Cosimo, Inc.
- Ghinato, P. (2000). *Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações*. Recife: Adiel T. de Almeida & Fernando M. C. Souza
- Goforth, K. A. (2007). *Adapting Lean Manufacturing Principles to the Textile Industry*. (MS). Retrieved from <http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.16/2865>
- Gong, Q. G., Wang, S. Y., & Lai, K. K. (2009). Stochastic analysis of TPS: expose and eliminate variability by highly specifying WCP. *International Journal of Production Research*, 47(3), 751-775.
- Graves, S. C., Kan, A. R., & Zipkin, P. H. (1993). *Logistics of production and inventory (Vol. 4)*: Access Online via Elsevier.

- Guiffrida, D. A., Douthit, K. Z., Lynch, M. F., & Mackie, K. L. (2011). Publishing Action Research in Counseling Journals. *Journal of Counseling & Development*, 89(3), 282-287.
- Hall, R. W. (1987). *Attaining manufacturing excellence: just-in-time, total quality, total people involvement*: Dow Jones-Irwin.
- Harris, C., Harris, R., & Streeter, C. (2010). *Lean Supplier Development: Establishing Partnerships and True Costs Throughout the Supply Chain*: Taylor & Francis.
- Hirano, H., Talbot, B., & Bodek, N. (1995). *5 pillars of the visual workplace: the sourcebook for 5S implementation*: Productivity Press Tokyo.
- Hodge, G. L., Ross, K. G., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning & Control*, 22(3), 237-247.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420-437.
- Hornburg, S. (2012). *Método para eventos Gembra kaizen*.
- Imai, M. (2000). *Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica*: IMAM.
- Jina, J., Bhattacharya, A. K., & Walton, A. D. (1997). Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. *Logistics Information Management*, 10(1), 5-13.
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2002). *Seeing the whole: mapping the extended value stream*: Lean Enterprise Institute.
- Kremer, R., & Fabrizio, T. (2005). *The Lean Primer - Solutions for the Job Shop*: MCS Media, Incorporated.
- Lian, Y.-H., & Van Landeghem, H. (2007). Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. *International Journal of Production Research*, 45(13), 3037-3058.
- Lu, J.-C., Yang, T., & Wang, C.-Y. (2011). A lean pull system design analysed by value stream mapping and multiple criteria decision-making method under demand uncertainty. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24(3), 211-228.
- 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.
- Monden, Y. (1998). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (P. Press Ed.): Productivity Press.
- Pavnaskar, S., Gershenson, J., & Jambekar, A. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075-3090.
- Rother, M. (2001). *Creating continuous flow: an action guide for managers, engineers and production associates*: 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.

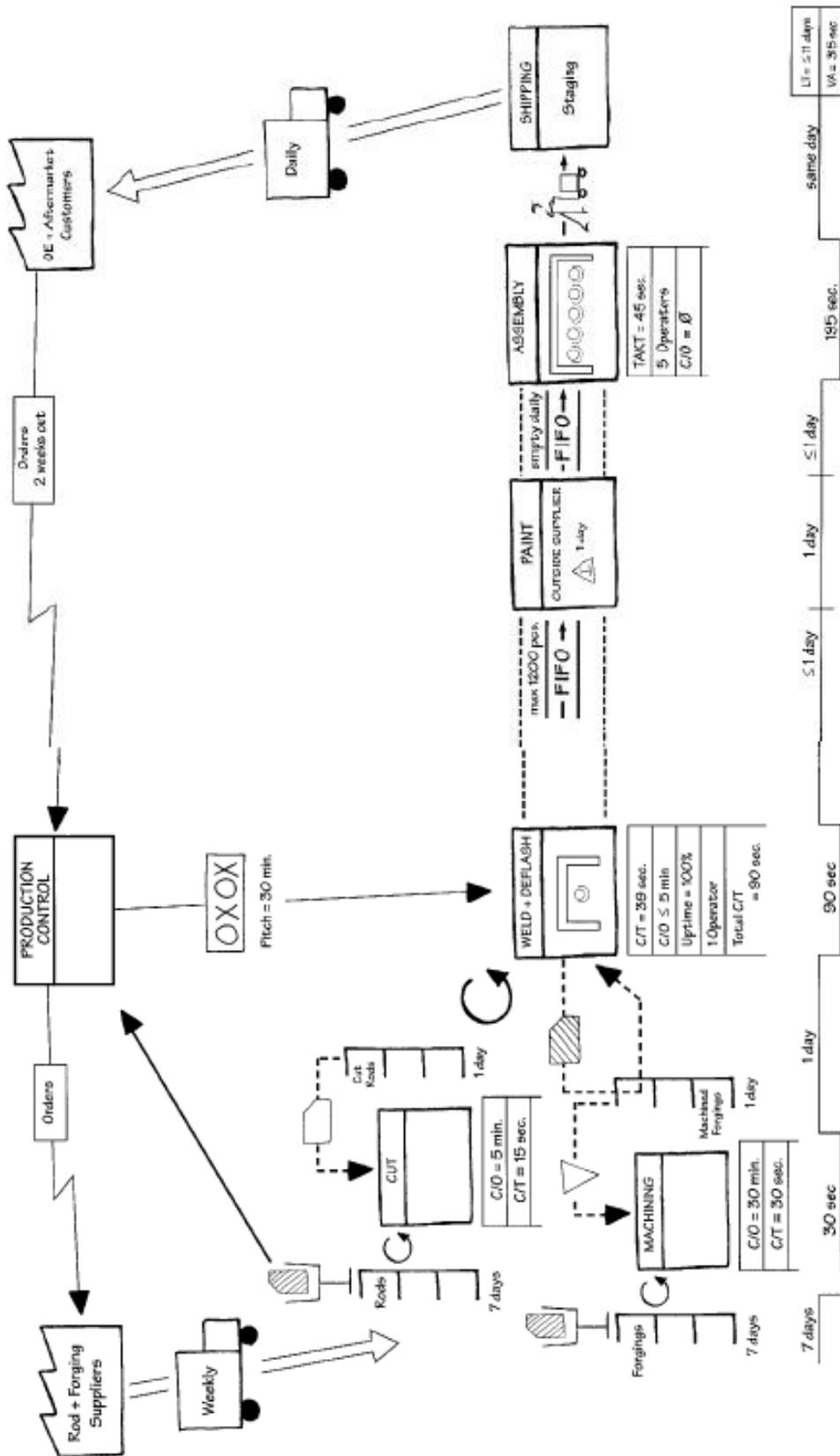
- Schonberger, R. J. (2007). Japanese production management: An evolution - With mixed success. *Journal of Operations Management*, 25(2), 403-419
- Seth, D., & Gupta, V. (2005). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study. *Production Planning & Control*, 16(1), 44-59.
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System from industrial engineering*
- Siha, S. (1994). The pull production system: modelling and characteristics. *The International Journal of Production Research*, 32(4), 933-949.
- Taylor, D. H., & Brunt, D. (2001). *Manufacturing operations and supply chain management: the lean approach*
- Warwood, S. J., & Knowles, G. (2004). An investigation into Japanese 5-S practice in UK industry. *The TQM Magazine*, 16(5), 347-353.
- Whyte, W. F. E. (1991). *Participatory action research*: Sage Publications, Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection. *Harvard Business Review*, 74(5), 140-&.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*: Rawson Associates.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*: SimonandSchuster. com.

Anexos

ANEXO I – VSM ATUAL DE UMA EMPRESA



ANEXO II – VSM FUTURO DE UMA EMPRESA



ANEXO III – CRONOLOGIA DA WEG

Ano	Acontecimento
1961	Início das Operações (Imóvel Alugado)
1964	Compra do Terreno e início da Construção das Fábricas
1968	Criação do Centroweg
1970	Início das Exportações
1971	Ações entram na Bolsa de Valores
1973	Início da construção do Parque Fabril II
1975	Motor nº 1 milhão
1981	Criação da WEG Acionamentos, WEG Máquinas, WEG Transformadores e WEG Florestal
1982	Criação do CCQ
1983	Criação da WEG Química
1985	Criação WEG Automação; Criação do Grupo WEG e da “holding” WEG S.A.
1991	Criação da 1º Filial nos EUA (WEG Eletric) e implementação do Programa WEG de Qualidade e Produtividade
1992	Aquisição da Empresa na Bélgica para atender a toda a Europa; Certificação ISO9001
1994	Chegada à Ásia com a WEG Japão, em Tóquio.
1995	Criação da Filial na Alemanha e na Austrália.
1996	Realização da primeira InterWEG
1997	Criação da Filial na Inglaterra; Conquista do Prémio Nacional de Qualidade.
1998	Criação de 3 Filiais (França, Espanha e Suécia)
2000	WEG México (Talneplanta), WEG Morbe (Córdoba); WEG Intermatic (Buenos Aires)
2001	Criação de 3 Filiais (Venezuela, Itália e Holanda); Formação de uma rede Global de Negócios.
2002	WEG Portugal (Maia)
2003	Museu WEG; Criação das Filiais do Chile e da Colômbia.
2004	WEG China / WEG São Bernardo / Filial na Índia
2005	WEG Amazônia / Filial em Singapura

2006	WEG Voltrán Marca dos 100 milhões de motores produzidos.
2007	Aquisição da WEG Itajaí, Hisa e duas empresas da Trafo em Gravataí e Hortolândia; Filial no Dubai Entrada no mercado da Bovespa.
2008	WEG India Industries (início das construções); Criação de filial na Rússia.
2009	WEG Transformadores no México Fábrica de Linhares
2010	Controle acionário da Voltran; Aquisição da Zest na Africa do Sul, da Instrutech/SP e da Equisul/SC Criação da unidade de Transmissão e Distribuição.
2011	Inauguração da Fábrica na Índia; WEG entra no mercado de eólicas e passa a fabricar aerogeradores. Criação filial no Perú.

ANEXO IV – POLITICAS EMPRESARIAIS DO GRUPO WEG

7.3 Qualidade

A empresa pretende fornecer produtos e serviços com qualidade autêntica, ou seja, atender as necessidades de nossos clientes com o menos custo possível.

7.4 Ambiental

É política do Grupo garantir a redução do impacto ambiental dos produtos e da produção através:

- Da conformidade com a legislação aplicável;
- Da melhoria contínua com definição de objetivos e metas ambientais;
- Atuação de forma preventiva de forma a proteger o meio ambiente;
- Introdução de processos e produtos eco eficientes objetivando a preservação dos recursos naturais.

7.5 Saúde e Segurança

O Grupo institui a valorização do ser humano no desenvolvimento das atividades, produtos e serviços no que se relaciona com a segurança e a saúde. A concretização desta medida assenta em quatro pilares base:

- Adoção de posturas preventivas em todos os níveis hierárquicos;
- Identificar, eliminar e/ou minimizar os riscos significativos para a segurança dos colaboradores;
- Identificar e cumprir os requisitos legais aplicáveis à saúde e segurança ocupacional.
- Definir objetivos e metas para melhorar continuamente o desempenho do sistema de gestão.

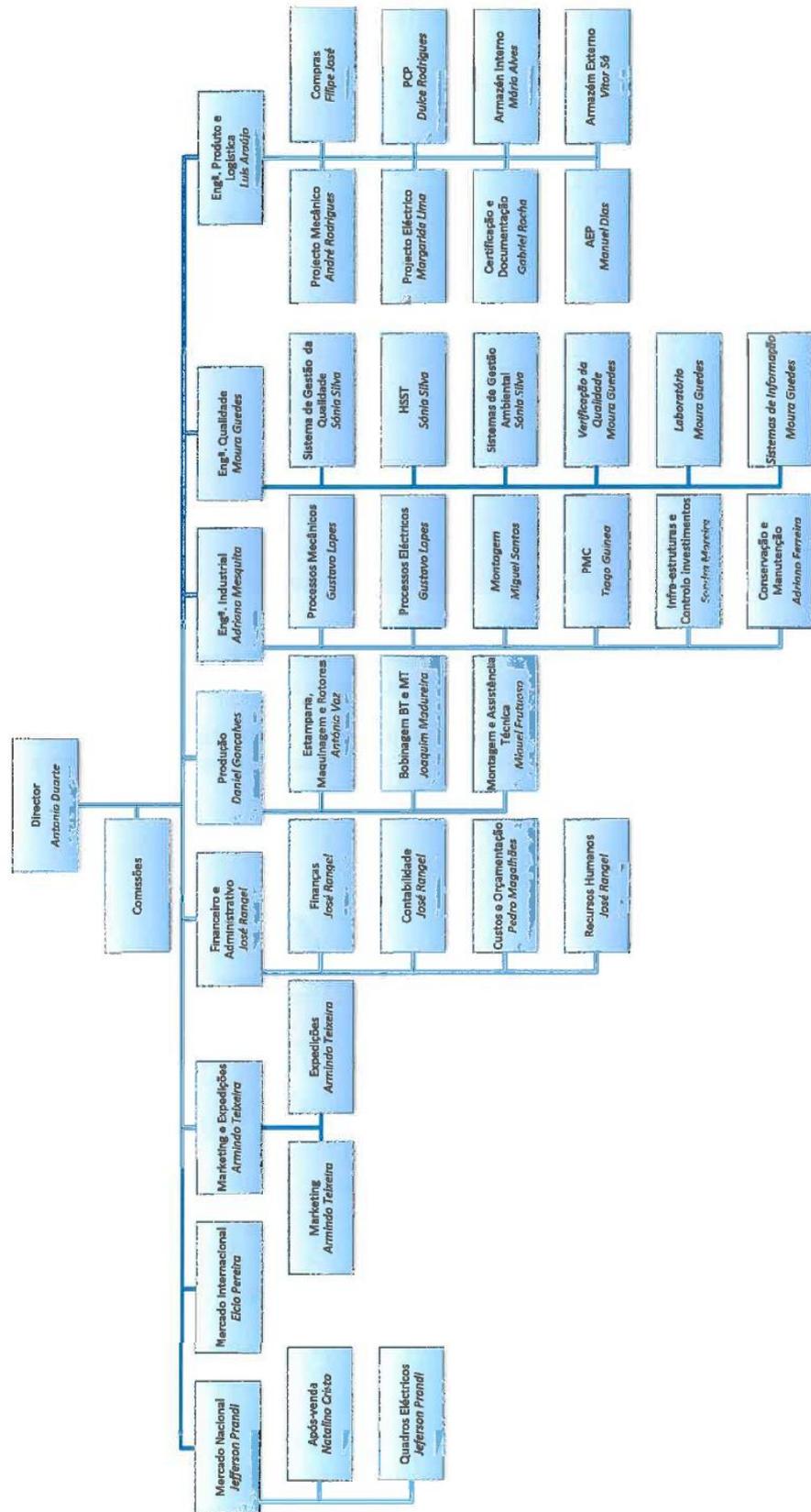
7.6 Responsabilidade Social

Esta política assenta sobretudo na gestão dos negócios de forma a incentivar o crescimento contínuo e sustentável, considerando e respeitando o público com o qual se relaciona com transparência e ética. Esta política rege-se pelas seguintes regras:

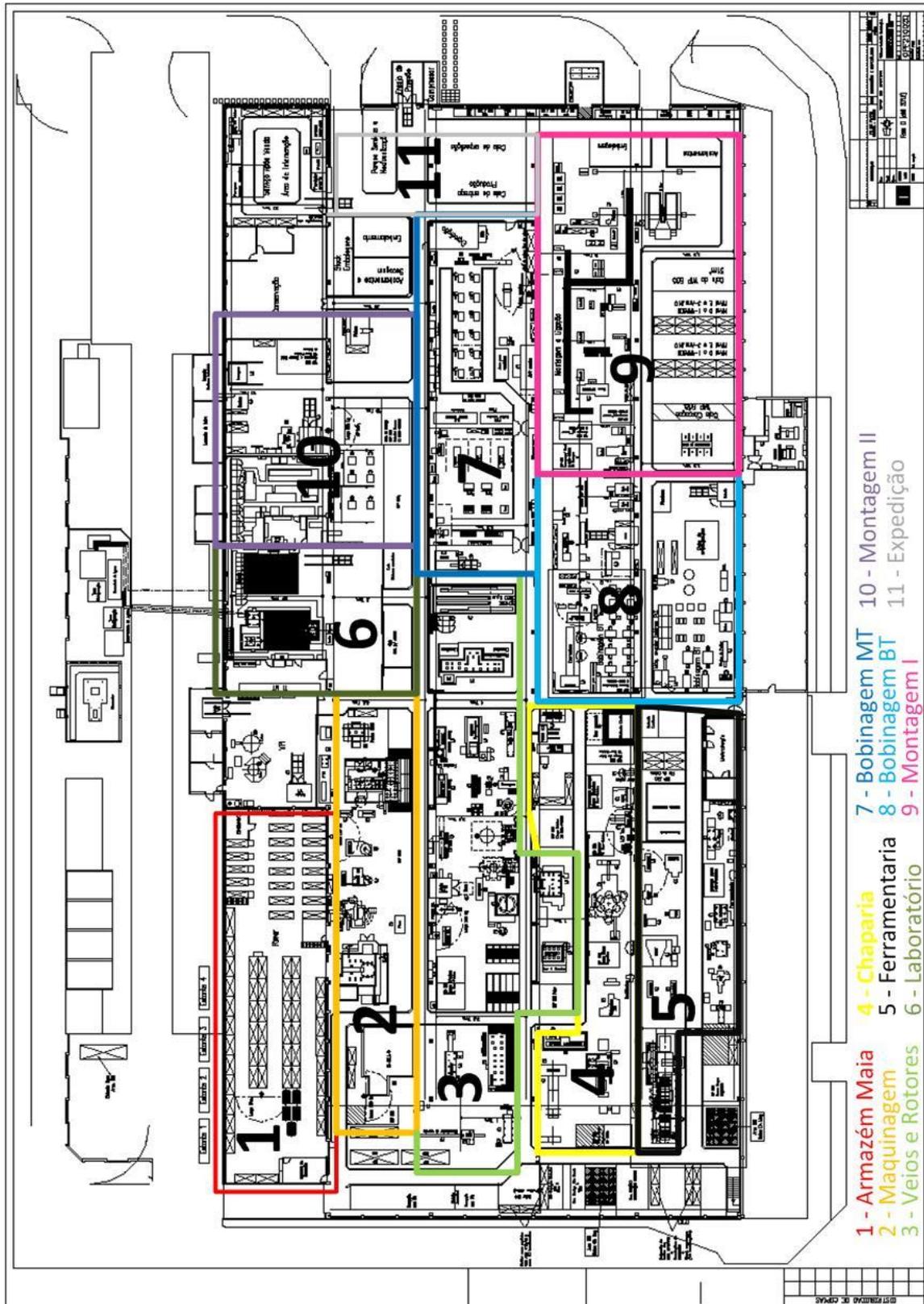
- Cumprir com a legislação e as leis laborais e fiscais em vigor aplicáveis a todas as atividades da empresa e os lugares onde atua;
- Assegurar a erradicação do trabalho infantil e do trabalho forçado ou obrigatório em todas as atividades da empresa;
- Reforçar a luta contra a exploração sexual de crianças e adolescentes em todas as atividades da empresa;
- Não contratar pessoas com menos de 18 anos de idade, excetuando a qualidade de aprendizes;
- Motivar e fornecer condições de desenvolvimento aos colaboradores, de modo a reforçar as competências e crescimento também pessoal e profissional;

- Respeitar a diversidade e multiculturalidade e proibir qualquer ato de discriminação racial, género, orientação sexual, religião, idade, classe social, filiação política ou crença, origem nacional ou com deficiência;
- Repudiar o assédio moral e sexual no local de trabalhos que ponham em risco a integridade de uma pessoa;
- Direito à possibilidade dos colaboradores pertencerem a organizações sindicais sem retaliação e possibilidade de negociação coletiva;
- Apoiar as comunidades com as quais se relaciona diretamente o fortalecendo o desenvolvimento económico-social.

ANEXO V – ORGANIGRAMA



ANEXO VII – LAYOUT DA UNIDADE PRODUTIVA DA WEGEURO



- 1 - Armazém Maia
- 2 - Maquinagem
- 3 - Veios e Rotores
- 4 - Chaparia
- 5 - Ferramentaria
- 6 - Laboratório
- 7 - Bobinagem MT
- 8 - Bobinagem BT
- 9 - Montagem I
- 10 - Montagem II
- 11 - Expedição

ANEXO VIII – HISTÓRICO DE PRODUÇÃO DE MOTORES W22 POR ALTURA DE EIXO

2012													Total Anual	Desvio Padrão
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro		
225	119	118	77	76	64	81	110	60	89	82	104	68	1048	20
250	86	74	101	76	64	55	76	39	101	143	85	43	943	27
280	100	132	75	91	83	45	78	25	72	122	62	106	991	29
315 S/M	99	117	132	100	91	52	83	33	129	109	119	58	1122	30
												Total	4104	

2011													Total	Desvio Padrão
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro		
225	94	142	153	105	196	76	131	57	139	164	157	124	1538	31
250	78	142	83	109	105	113	68	53	118	128	91	70	1158	23
280	98	116	100	84	87	119	119	45	146	114	94	50	1172	21
315 S/M	98	71	143	113	195	139	159	45	130	128	94	46	1361	36
												Total	5229	

ANEXO IX – PRODUÇÃO DE MOTORES W22 POR NÚMERO DE POLOS PARA O ANO 2012

Altura de Eixo	Nº de Polos	Qtd	%
225		1048	45,18%
	2p	240	22,93%
	4p	667	63,66%
	6p	87	8,29%
	8p	12	1,10%
	2V	42	4,02%
315		1122	54,82%
	2p	229	20,38%
	4p	732	65,26%
	6p	97	8,63%
	8p	40	3,60%
	2V	24	2,11%
Total Geral		2170	

ANEXO X – SELEÇÃO DE GAMAS OPERATÓRIAS PARA ANALISAR NO VSM

Gop's relativas aos motores W22_225 e W22_315 S/M para a Subsecção da Pintura-Embalagem

GOP	PREPARAÇÃO PINTURA	PINTAR	PINTAR ESPECIAL	SECAGEM / ARREFECIMENTO	EMBALAGEM NORMAL	%
MTZ001	10	17		30	25	58,31%
MTZ169	10	17		30	25	
MTZ177	10	17		30	25	
MTZ185	10	17		30	25	
MTZ009	10	17		30	25	
MTZ017	10	17		30	25	
MTZ179	10	17		30	25	
MTZ025	10		34	660	25	6,90%
MTZ081	10		34	660	25	
MTZ241	10		34	660	25	
MTZ033	10		34	660	25	
MTZ259	10		34	660	25	
MTZ091	10		34	660	25	
MTZ035	10		34	660	25	
MTZ201	10		34	660	25	
MTZ073	10		34	660	25	
MTZ041	10		34	660	25	
MTZ193	10		34	660	25	
MTZ027	10		34	660	25	
MTZ049	10		17	420	25	
MTZ305	10				25	0,44%

Gop's relativas aos motores W22_225 e W22_315 S/M para a Subsecção da Montagem

GOP	INTRODUZIR ESTATOR BOBINADO	TORNEAR FRIZOS	TROPICALIZAÇÃO	PRE-MONTAGEM	Decapagem	Desmontar	POSTO L1	POSTO M1	POSTO M2	POSTO L2	LIGAÇÃO C	MONTAGEM C	ENSAIO DE ROTINA + GRAVAR CHAPA	Percentagem
MTZ091	16	48	30	8,8	4320	13,3					30	30	20	0,99%
MTZ259	16	48	30	8,8	4320	13,3					30	30	20	
MTZ179	16	48	30				15	15	15	15			20	0,72%
MTZ035	16	48	30				15	15	15	15			20	
MTZ027	16	48	30				13	13	13	13			20	
MTZ081	16	48		8,8	4320	13,3	16	16	16	16			20	2,26%
MTZ073	16	48		8,8	4320	13,3	13	13	13	13			20	
MTZ049	16	48		8,8	4320	13,3	13	13	13	13			20	
MTZ241	16	48		8,8	4320	13,3	13	13	13	13			20	
MTZ001	16	48					13	13	13	13			20	58,53%
MTZ169	16	48					13	13	13	13			20	
MTZ177	16	48					15	15	15	15			20	
MTZ009	16	48					15	15	15	15			20	
MTZ025	16	48					13	13	13	13			20	
MTZ033	16	48					15	15	15	15			20	
MTZ201	16	48					15	15	15	15			20	
MTZ193	16	48					13	13	13	13			20	
MTZ185	16	48									30	30	20	3,15%
MTZ017	16	48									30	30	20	
MTZ041	16	48									30	30	20	
MTZ305	16	48									30	30	20	

Gop's relativas aos motores W22_225 e W22_315 S/M para a Secção da Bobinagem

FAMILIA	Altura de Eixo	Polos	GOP	ENROLAR BOBINES	PREPARAR ISOLANTES	PREPARAÇÃO DE MATERIAL BT	BOBINAR BT	LIGAR BT	CONFORMAR TESTAS 1ª Vez	AMARRAR TESTAS	CONFORMAR TESTAS 2ª Vez	ACABAMENTOS BT	ENSAIAR BT	AQUECER ESTATOR	IMPREGNAR E POLIMERIZAR BT GOTA A GOTA	IMPREGNAR E POLIMERIZAR WACKER	LIMPAR ESTATOR
W22	315	4P	EBB310	59,0	82,9	15,0	70,0	82,0	10,0	18,0	5,0	10,0	15,0	120,0	75,0	75,0	15,0
W22	225	4P	EBB066	53,3	72,5	15,0	51,0	50,4	10,0	18,0	5,0	5,0	15,0	120,0	65,0	65,0	15,0
W22	315	2P	EBB294	59,0	82,9	15,0	127,5	89,6	10,0	18,0	5,0	10,0	15,0	120,0	75,0	75,0	15,0
W22	225	2P	EBB049	36,3	82,9	15,0	42,0	120,0	10,0	0,0	5,0	5,0	15,0	120,0	65,0	65,0	15,0
W22	315	6P	EBB326	72,6	82,9	15,0	86,3	84,0	10,0	18,0	5,0	10,0	15,0	120,0	75,0	75,0	15,0
W22	225	6P	EBB082	72,5	125,7	15,0	75,0	59,5	10,0	18,0	5,0	5,0	15,0	120,0	65,0	65,0	15,0
W22	315	8e+P	EBB342	82,9	82,9	15,0	120,0	95,9	10,0	18,0	5,0	10,0	15,0	120,0	75,0	75,0	15,0
W22	225	2 Bob	EBB114	125,7	59,0	15,0	300,0	107,1	10,0	18,0	5,0	5,0	25,0	120,0	65,0	65,0	15,0
W22	315	2 Bob	EBB358	137,9	82,9	15,0	240,0	179,9	10,0	18,0	5,0	10,0	25,0	120,0	75,0	75,0	15,0
W22	225	8e+P	EBB098	80,7	59,0	15,0	85,0	74,9	10,0	18,0	5,0	5,0	15,0	120,0	65,0	65,0	15,0

Gop's relativas aos motores W22_225 e W22_315 S/M para a Subsecção da Rotores

Gama	Altura de Eixo	Nº de Polos	Especificidade	GOP	Carregar Estufa	Aquecer Rotor	Introduzir Veio	Arrefecer	Tornear	Choque Térmico	Arrefecer Choque	Equilibragem Schenck 1T e 3T	Envernizar Rotor Schenck 1T e 3T
W22	225	4P	AL CT	R1W10	3,5	1440	11	1440	17	26	1440	25	1
W22	225	8P	AL CT	R1W13	3,5	1440	11	1440	17	26	1440	25	1
W22	225	4P	AL CT	R1W01	3,5	1440	11	1440	17	30	1440	25	1
W22	225	2P	AL CT	R1W00	3,5	1440	11	1440	18	30	1440	25	1
W22	225	4P	AL CT	R1W02	3,5	1440	11	1440	18	30	1440	25	1
W22	225	6P	AL CT	R1W11	3,5	1440	11	1440	19	26	1440	25	1
W22	315	4P	AL CT	R1W07	3,5	1440	11	1440	22	40	1440	25	1
W22	315	2P	AL CT	R1W06	3,5	1440	11	1440	23	40	1440	25	1
W22	315	8P	AL CT	R4W04	3,5	1440	11	1440	29	37	1440	25	1
W22	315	6P	AL CT	R4W02	3,5	1440	11	1440	37	37	1440	25	1
W22	225	6P	AL	R2W10	3,5	1440	11	1440	17			25	1
W22	225	8P	AL	R2W13	3,5	1440	11	1440	17			25	1
W22	225	2P	AL	R2W00	3,5	1440	11	1440	18			25	1
W22	315	4P	AL	R2W07	3,5	1440	11	1440	22			25	1
W22	315	2P	AL	R2W06	3,5	1440	11	1440	23			25	1
W22	315	8P	AL	R3W04	3,5	1440	11	1440	29			25	1
W22	315	6P	AL	R3W02	3,5	1440	11	1440	37			25	1

Gop's relativas aos motores W22_225 e W22_315 S/M para a Subsecção de Veios

Gama	Altura de Eixo	Polos	Gop	Tipo de Aço	Cortar e Facejar e Pontos	Tornear veio	Escatelar	Furar e/ou Roscar	Retificar
W22	315 SM	4P+	V1W25	RPM32	19,36	57	60	20	46
W22	315 SM	2P	V4W06	Inox	23	75	60		53
W22	315 SM	4P+	V4W07	Inox	23	75	60		53
W22	225	4P+	V4W01	Inox	21	60	56		52
W22	225	2P	V4W00	Inox	21	60	56		51
W22	315 SM	2P	V1W14	RPM32	19,36	57	60		46
W22	315 SM	4P+	V1W15	RPM32	19,36	57	60		46
W22	315 SM	2P	V1W12	CK45	19,36	41	57		46
W22	315 SM	4P+	V1W13	CK45	19,36	41	57		46
W22	225	4P+	V1W03	RPM32	17,76	45	56		45
W22	225	2P	V1W02	RPM32	17,76	45	56		45
W22	225	4P+	V1W01	CK45	17,76	36	53		45
W22	225	2P	V1W00	CK45	17,76	36	53		45

ANEXO XII – INDICADORES DE PRODUÇÃO DE VEIOS, ROTORES E BOBINAGEM NO MOTOR ESPECIAL

Veios e Rotores Motor Especial	Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/ turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações
	(1) Tempo de Ciclo (min)	(2) min/ setup/ dia		(3) min/ setup/ dia	(5) Quantidade	(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)		
	Cortar	8,00	15,00	1,00	20	6	$(20 \times 6 / 60) / (7,2 \times 0,5) - 0,5$ d	0,5
Fazer Pontos	4,00	2,00	1,00	3	4	$3 \times 4 / 60 / (7,2 \times 0,5) - 0,056$ d	0,5	
Tornear	26,00	15,00	4,00	37	25	$(37 \times 25) / 60 / (7,2 \times 2 - 15 \times 3 / 60) - 1,13$ d	1	
Escatelar	12,00	45,00	5,00	60	16	$((60 \times 16) / 60) / (7,2 \times 2,5 \times 0,9 - 45 \times 4 / 60) - 1,21$ d	1	Disponibilidade de 90%
Retificar	25,00	25,00	4,00	8	35	$((35 \times 8) / 60) / (7,2 \times 3 \times 0,85 - 25 \times 3) - 0,27$ d	1	Disponibilidade de 85%
VAT Veios	0,410 dias	Lead Time Veios	3,576 dias	% Valor Agregado Veios	11,46%			
Carregar Estufa	3,50	0,00	2,00	42	0	$42 \times 3,5 / 60 / (7,2 \times 2 \times 0,5) - 0,34$ d	0,5	
Aquecer Rotor	480,00	0,00	2,00	Lotes de 20 unidades		$480 \times 2 / 60 / (7,2 \times 2 - 1,44) - 1,23$ d	0	80% (Dedicação a Rotores de Cobre 1 turno/ semana (1,44h/ dia))
Preparar Introdução	5,00	0,00	2,00	0	0	0	0,5	
Introduzir Veio	10,00	0,00	2,00	0	0	0	1	
Arrefrer Rotor	480,00	0,00	0,00	0	0	$480 / 60 / 24 - 0,33$ d	0	
Tornear	16,00	6,00	2,00	13	11	$13 \times 11 / 60 / (7,2 \times 2) - 0,17$	1	
Choque Térmico	30,00	10,00	4,00	15	30	$(15 \times 30) / 60 / (7,2 \times 2 - 10 \times 3 / 60) - 0,54$ d	1	1º Setup considerado no motor estudado
Arrefecer Rotor	480,00	0,00	0,00	0	0	$480 / 60 / 24 - 0,33$ d	0	
Equilibragem	16,00	10,00	2,00	12	16	$12 \times 16 / 60 / (7,2 \times 2) - 0,22$ d	1	
VAT Rotor	0,247 dias	Lead Time Rotor	3,237 dias	% Valor Agregado Rotor	7,62%			
VAT da Seção	0,656 dias	Lead Time da Seção	6,812 dias	% Valor Agregado na Seção	9,63%			

Bobinagem Motor Especial	(1) Tempo de Ciclo (min)		(2) Tempo de Setup (min/ setup)		(4) Nº Turnos (432 min/ turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações	
	(1) Tempo de Ciclo (min)	(2) Tempo de Setup (min/ setup)	(3) setup/ dia	(5) Quantidade de		(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)	(7) Tempo de Total (dias)				
					(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)		(7) Tempo de Total (dias)				
Preparação de Isolantes Equipagem	20,00	15,00	1,00	0	1,00	0	0	30x12/60/(7,2x1) - 0,83 d	2	90% Disponibilidade	
Enrolar Bobines	34,00	26,00	0,00	0	3,00	0	0	0	1	Setup efetuado em todos os artigos	
Bobinar	70,00	0,00	0,00	12	1,00	60	12x60/60/(7,2x5) - 0,33 d	10	10	equipas de 2 operadores	
Conformar	5,00	5,00	15,00	6	1,00	5	30/60/(7,2x0,5-5x14/60)-0,205 d	0,5	0,5	Qtd de setups variavel ≈ 15 setups em média	
Corte de Cabos, Cravação de Terminais e corte de Telas Ligar	8,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Amarrar	82,00	0,00	0,00	6	1,00	65	(6x65)/60/(7,2x7) - 0,13 d	7	7		
Conformar	10,00	4,00	1,00	6	1,50	9	(6x9)/60/(7,2x1,5) - 0,08 d	1	1	WIP Comum com a 1ª operação de conformar	
Acabamento	5,00	5,00	15,00	6	1,00	5	30/60/(7,2x0,5-5x14/60)-0,205 d	0,5	0,5		
Ensaio BT	20,00	0,00	0,00	7	2,00	12	7x12/60/(7,2x2) - 0,1 d	1	1		
Prep Impregnação	15,00	0,00	0,00	2	2,00	15	(2x15)/60/(7,2x2) - 0,03 d	1	1		
Carregar Estufa	15,00	0,00	0,00	7	3,00	12	(7x12)/60/(7,2x3x0,5) - 0,13 d	0,5	0,5		
Aquecer Estátor	16,00	0,00	0,00	0	3,00	0	0	0	0,5	Esta estufa também é a batch da operação seguinte	
Impregnar	120,00	0,00	0,00	0	3,00	0	120/60/(7,2*3) - 0,09 d			Aqui os recursos não são os 1,5 colaboradores mas sim 2 máquinas	
Limpar Estátor	50,00	0,00	0,00	4	3,00	45	4x45/60/(7,2x3x2) - 0,07 d	1,5	1,5		
Arrefecer Estátor	15,00	0,00	0,00	1	3,00	15	15/60/(7,2x3) - 0,01 d	0,5	0,5		
	480,00	0,00	0,00	0	0,00	0	480/60/24 - 0,33 d	0	0		
VAT Bobinagem	1.000 dias	Lead Time Bobinagem				3.540 dias	% Valor Agregado Bobinagem 28,25%				

ANEXO XIII – LEGENDA DA SIMBOLOGIA UTILIZADA NO VSM



Batch



Operação de
Fabrico



Estágio dos Produtos / Operações que são
necessárias mas que não agragam valor

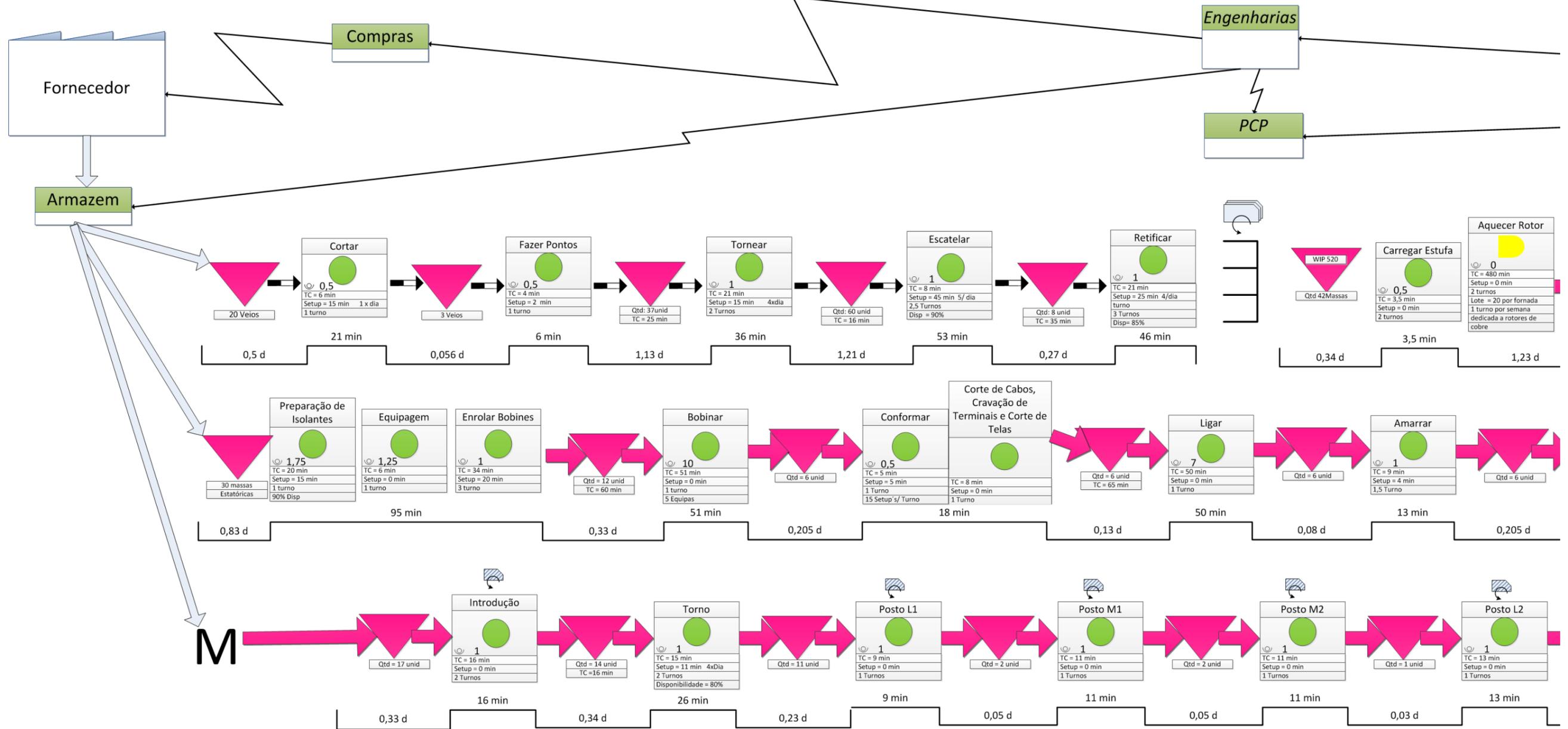


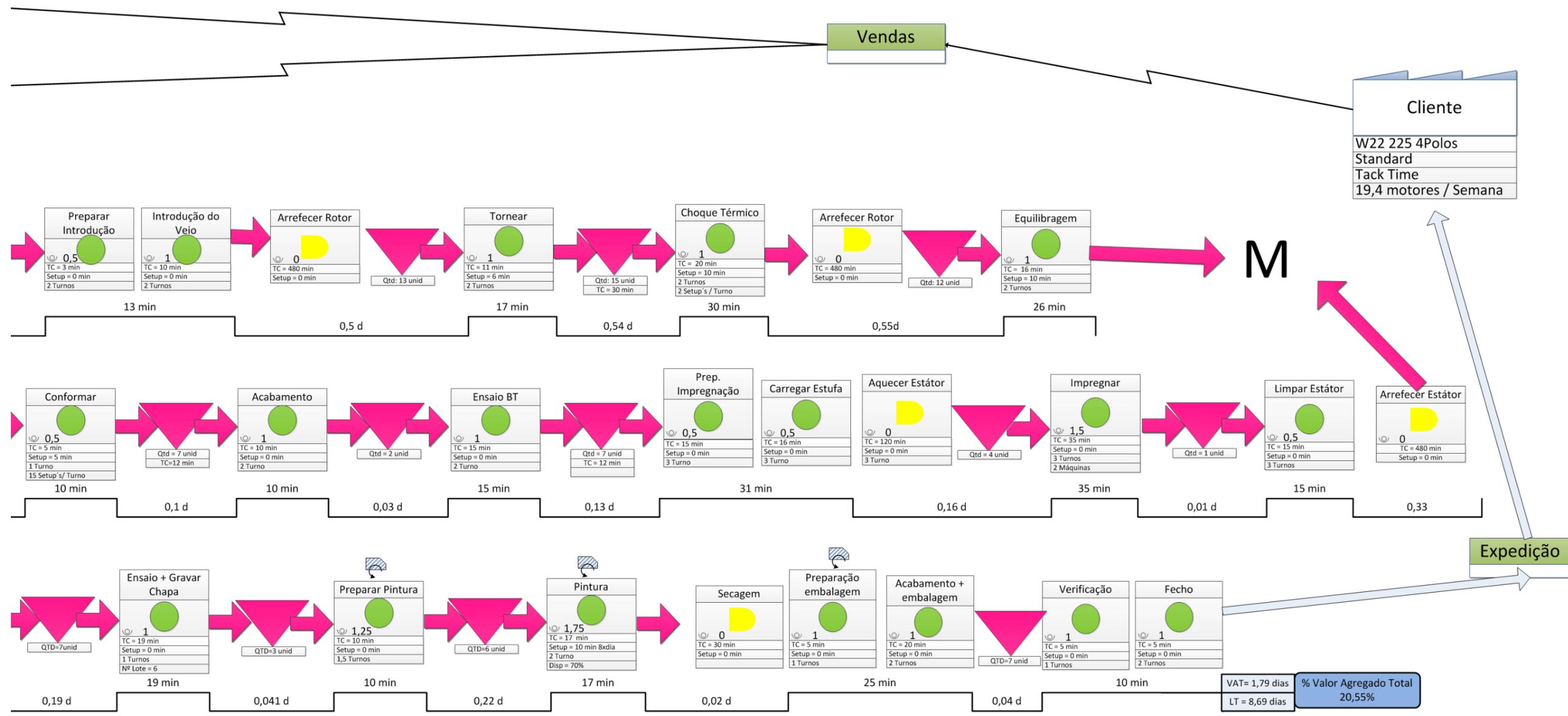
Produção
Puxada

Vallue Added Time

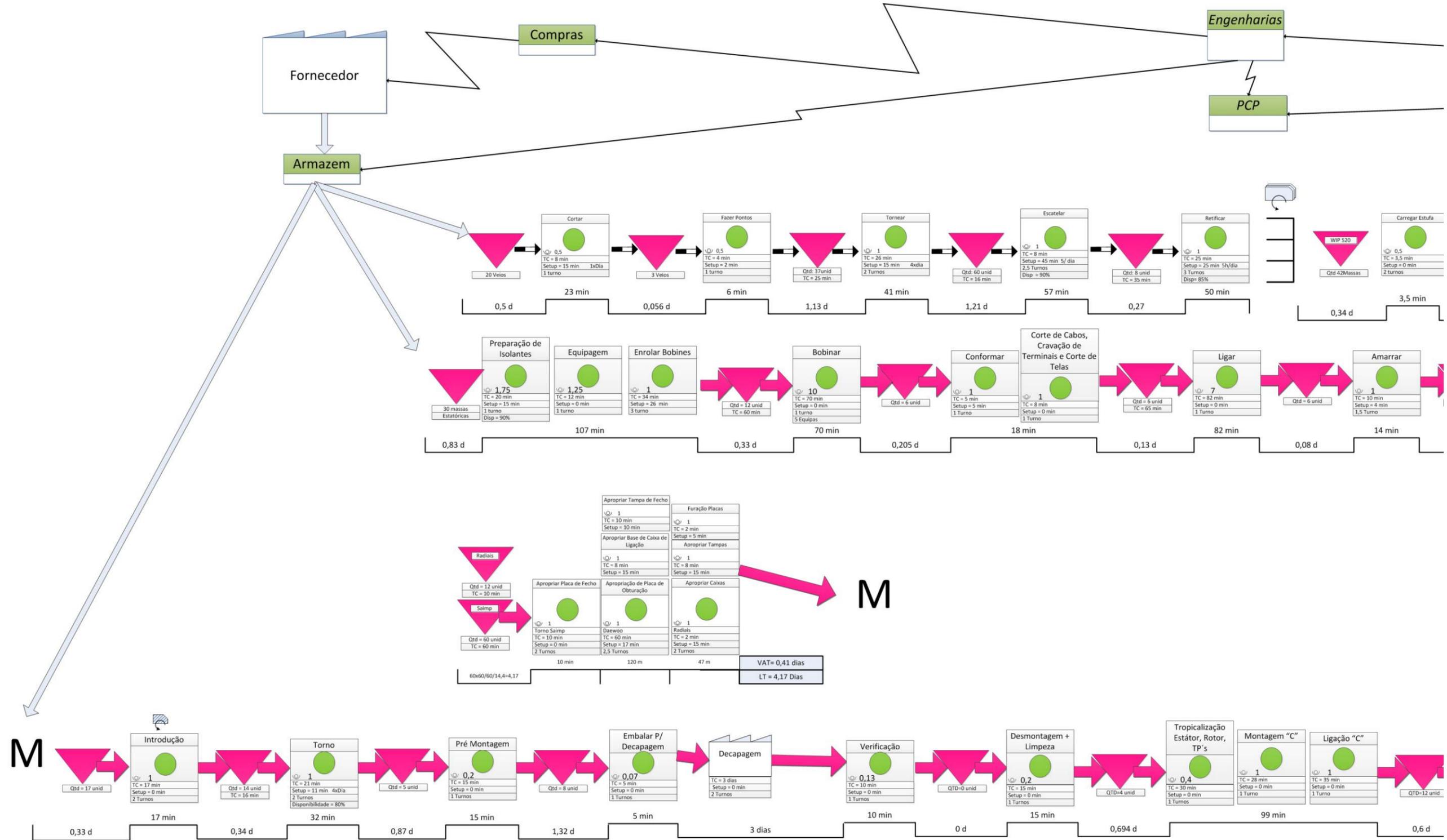


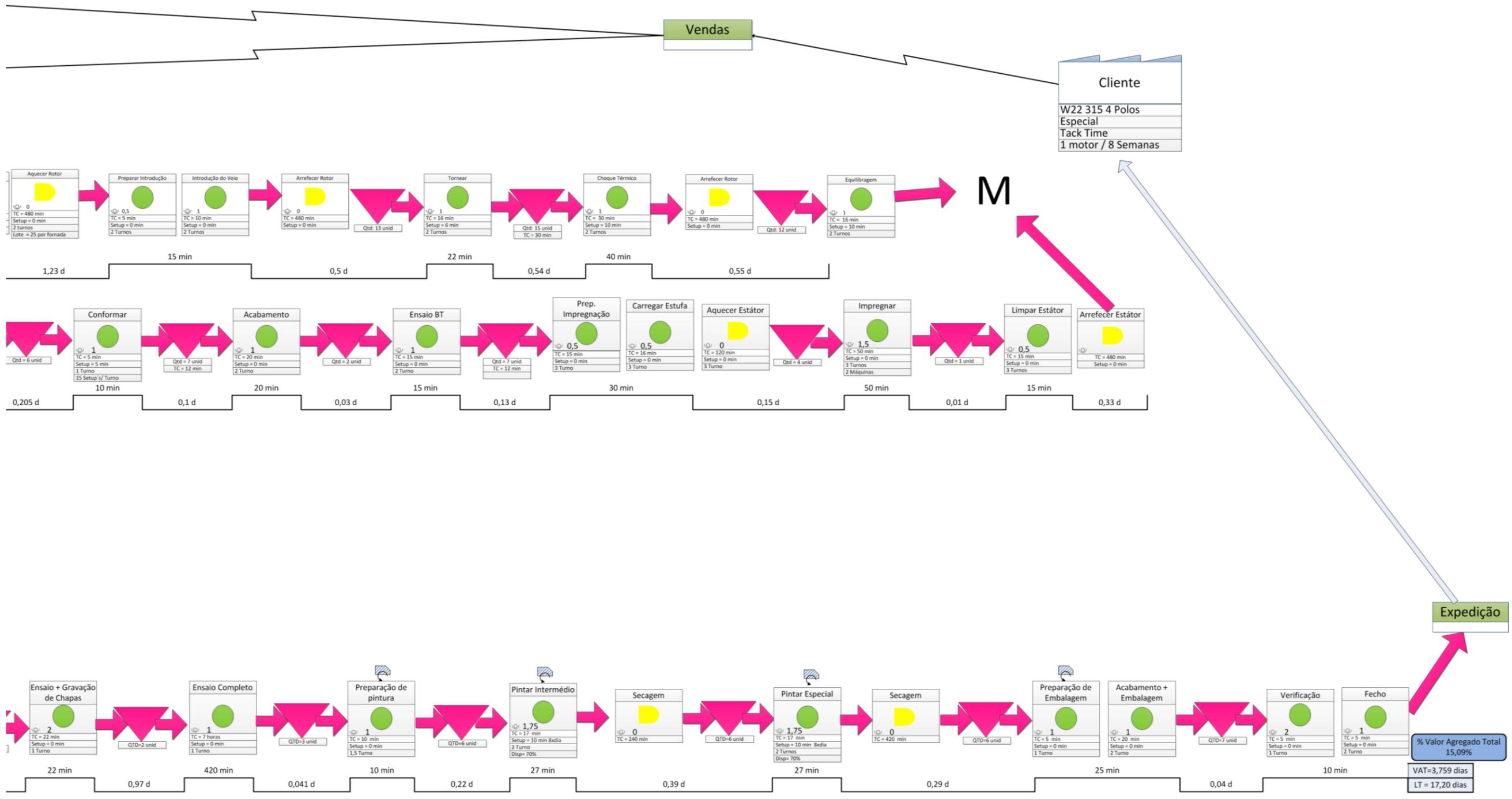
ANEXO XIV – VSM ATUAL MOTOR STANDARD





ANEXO XV – VSM ATUAL MOTOR ESPECIAL





ANEXO XVI – LEVANTAMENTO DOS DESPERDÍCIOS NO CHÃO DE FÁBRICA

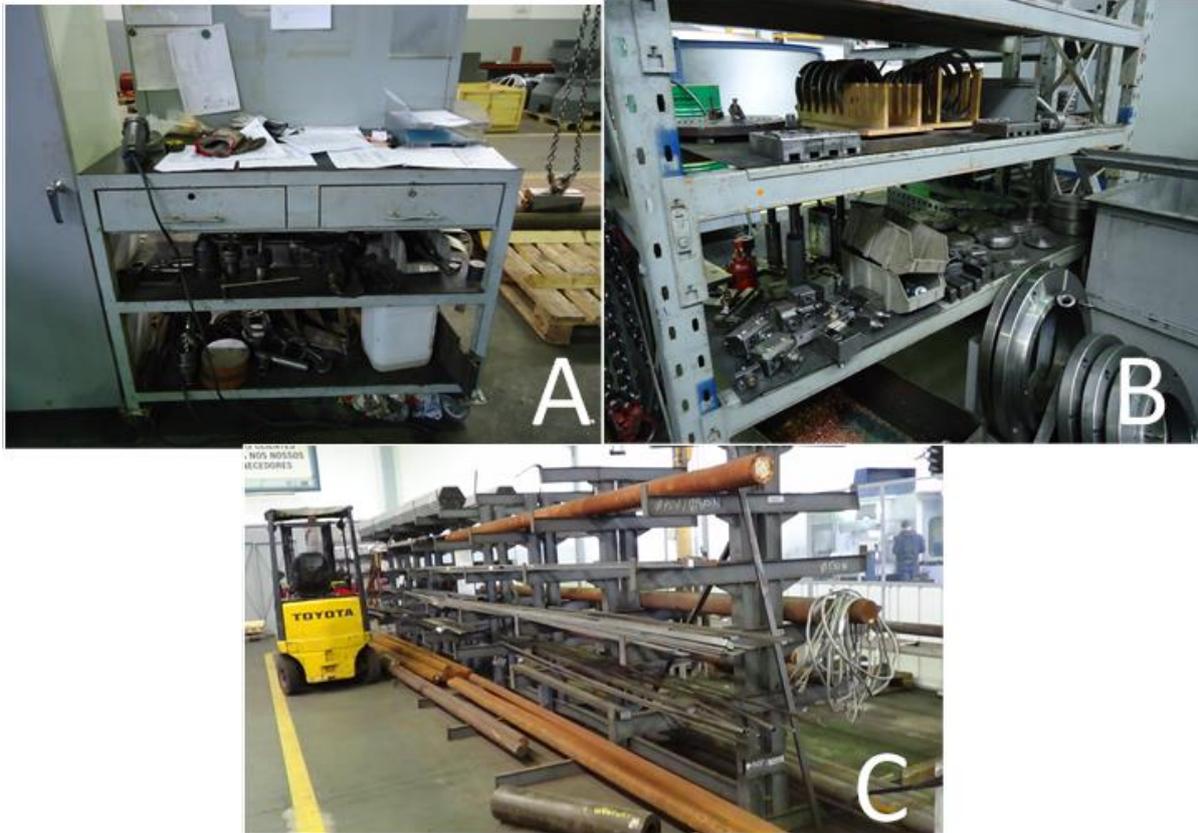
SECTOR	VEIOS / ROTORES / MAQUINAGEM	
POSTO TRABALHO	DESPERDÍCIOS	DESCRIÇÃO
Serrote	Transporte	Troços aço, veios
	Excesso de Stock	Cantileveres com materiais que não troços de aço, não utilizados no processo normal (tubos, aço para chavetas)
	Operações Inúteis	Cortar o arame que prende os troços de aço
	outros	Desorganização geral do posto de trabalho
Torno	Espera	Paragens da máquina (ex.: a aguardar programa)
	Excesso de Stock	Excesso de aço em espera para ser para ser torneado
Escateladora	Excesso de Stock	Em quantidade e variabilidade (Veios, caixas, placas obturação, carcaças)
	Espera	Espera por equipamentos de medição;
	Operações Inúteis	Colocar pontas de veios para enganar o equipamento (ferramenta apenas trabalha com um mínimo de 2 veios);
	Outros	Desorganização geral do posto de trabalho; Setup's
Retificadora	Excesso de Stock	Indefinição do Espaço de armazenamento
	Outros	Setup's Desorganização geral do posto de trabalho
Introdução	Excesso de Stock	Grande quantidade de massas rotóricas
	Transporte	Veios e massas rotóricas para introduzir
	Movimentação Pessoas	Para pegar ferramentas e materiais
Torno	Sobreprodução	Produção por antecipação
	Outros	Indefinição de espaço
Choque Térmico	Transportes	Durante a operação de Choque térmico
	Outros	Setup's
Furadoras	Excesso de Stock	Em quantidade e variabilidade
	Retrabalhos	Parte das peças são para correções de não conformidades
Saimp	Retrabalhos	Parte das peças são para correções de não conformidades
	Excesso de Stock	Em quantidade e variabilidade
	Movimentação Pessoas	Para equipamentos de medição

SECTOR	BOBINAGEM	
POSTO TRABALH	DESPERDÍCIOS	DESCRIÇÃO
IP de massas estatóric	Excesso de Stock	Massas Estatóricas
	Operações inúteis	Colocação em paletes no chão para posterior colocação numa bancada
	Transporte	Transporte das massas
	Outros	Desorganização geral (ferramentas obsoletas, bancadas, paletes, carretas)
Isolantes	Sobreprodução	Gestão da produção ao encargo do operador, excesso de artigos produzidos e com muita antecipação e loteamento
	Excesso de Stock	Quantidade acima da necessidade de carretas de papel isolante
	Transporte	Transporte dos isolantes para o isolamento
	Movimentação Pessoas	Excesso de movimentações do operador
Bobines	Transporte	Formas, bobines
	Excesso de Stock	Carretas cobre
	Sobreprodução	Produção de bobines por antecipação
	Operações inúteis	Pesagem bobines
	Outros	Setup / Troca das carretas
Bobinagem	Transporte	Bobines para o posto de bobinagem
	Espera	Espera pelo manejador da ponte
	Movimentação Pessoas	Deslocação para pegar as bobines e componentes para as tarefas
	Re-trabalho	Correção erros cometidos durante a operação de bobinagem
Ligação	Movimentação Pessoas	Deslocações ao armazém
	Transporte	Estator isolado transportado para o chão para depois voltar a transportar para a bancada
	Espera	Espera do estator bobinado conformado e a aguardar maçarico
Conformação	Transporte	Do chão para a máquina e da máquina para o chão
	Espera	Espera para retirar o estátor da máquina de conformar devido à ocupação da ponte
	Movimentação Pessoas	Durante o Setup (levantar formas/moldes)
Amarração	Transporte	Do chão para a máquina e da máquina para o chão
	Espera	Espera para retirar o estátor da máquina de conformar devido à ocupação da ponte
	Outros	Setup (arrastadores, bases)
Acabamentos	Excesso de Stock	Estatores (falta de fluxo, tempos ciclo desequilibrados)
	Transporte	Do chão para a bancada e da bancada para o chão
	Movimentação Pessoas	Materiais do armário
	Operações inúteis	Para eliminar retrabalhos (quando não leva estecas têm de colocar um isolante extra)
Ensaio	Excesso de Stock	Muitos estatores em espera para ensaio
	Operações inúteis	Preenchimento manual e informático dos registos
	Espera	Da ponte
	Outros	Setup (tipo de ligações para o ensaio)
Preparação de material (cabos/telas/entrefases)	Excesso de Stock	Carretas cabos
	Operações inúteis	Abertura carretas
	Sobreprodução	preparação antecipada dos cabos
	Outros	Desorganização geral
Impregnação	Operações inúteis	Pesagem estatores, limpeza cabos
	Sobreprodução	batch arrefecimento
	Espera	Disponibilidade equipamento
	Re-trabalho	peso inferior
	Transporte	Estatores para impregnação, para a limpeza, para o arrefecimento
	Outros	Desorganização geral (ferramentas, aros), limpeza (posto de trabalho, aros)

SECTOR	MONTAGEM	
POSTO TRABAL	DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO
WIP Carcaças	Excesso de Stock	Stocks carcaças, perda de tempo a identificar a carcaça seguinte
	Transportes	Carcaças
Estante Estatores	Operações inúteis	Dificuldades a aceder ao estator seguinte, mau posicionamento, lay-out desadequado
	Excesso de Stock	Grande quantidade de estatores no WIP
Cais de Recepção	Sobreprodução	Rotores
	Excesso de Stock	Entregas do armazém com antecipação de 3/4 dias
	Operações inúteis	Oxidação
	Transportes	Vários transportes para a mesma peça
	Movimentação Pessoas	Preparação de artigos e de paletes para alimentar montagem
Prensa	Operações inúteis	Operador fica a olhar para a prensa a laborar já que não tem confiança na sua automatização
Torno	Retrabalho	Retrabalho em motores já torneados
	Espera	Setup - troca de lâminas e/ou mandril; equipamentos de medição
	Transportes	Motores torneados colocados no chão e à posteriori recolocados na linha. Transporte das carcaças extra por causa do aspirador/ Quando o Buffer é grande a ponte não tem alcance e é necessário transporte adicional
	Movimentação Pessoas	Para o aspirador ou estante de ferramentas de medição
	Outros	Limpeza da acumulação de limalhas
Linha de Montagem	Desaproveitamento do potencial Humano	Posto L1 principalmente
	Sobreprodução	trabalho em batch/lote na linha
	Transportes	Linha não automatizada
	Operações inúteis	Limpeza do motor e componentes (oxidação, marcações e /ou autocolantes)
	Outros	Falta de Trabalho Padronizado
Laboratório	Espera	(Provocado pela Batch e pelo Loteamento)
	Operações inúteis	Medição dos Cabos
Célula C's	Espera	Sobrecarga da Célula
	Operações inúteis	Desmontagem de componentes
	Movimentação Pessoas	Movimentações para montar os Kit's
Pintura	Operações Inúteis	Limpeza, desmontagem dos componentes
Decapagem	Operações Inúteis	Montar para depois desmontar
	Transportes	Motores para o fornecedor e vice-versa
	Espera	Sobrecarga da Célula

ANEXO XVII – ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA DOS POSTOS DE TRABALHO

- Secção Veios, Rotores e Apropriações



A) Bancada do posto de trabalho de corte de veios;

B) Ferramentas do posto de trabalho do posto de trabalho de escatelar;

C) *Cantilever* de aço.

- **Secção da Bobinagem**



A) Zona da Impregnação;

B) Ferramentas e acessórios para impregnação;

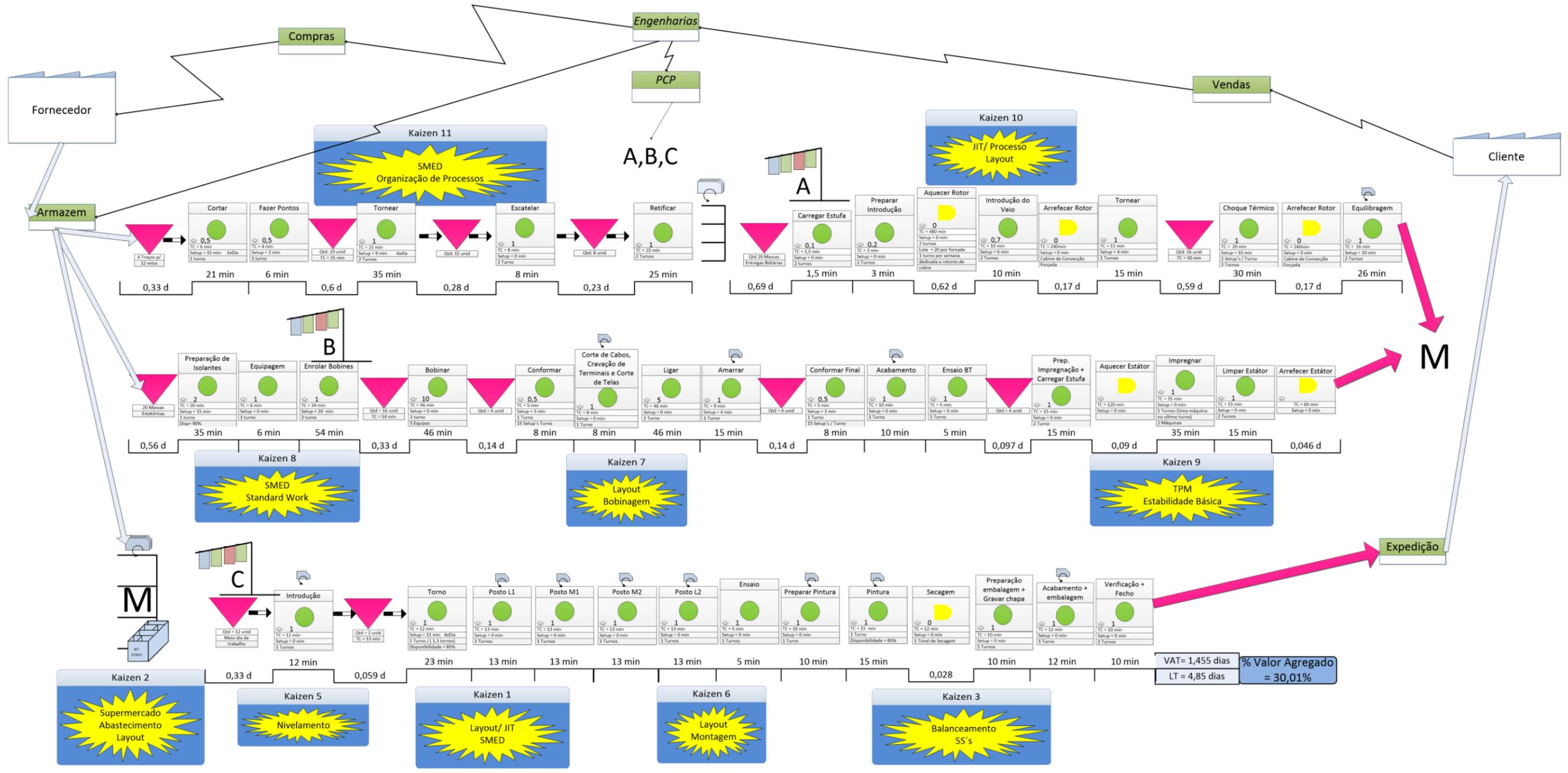
C) Armário de componentes dos motores para o posto de Acabamentos.

- **Secção da Montagem I**



- A) Medição dos Cabos dos motores (Falta de Segurança);
- B) Bancada de apoio à pintura;
- C) Bancada de apoio à pintura.

ANEXO XVIII – VSM FUTURO MOTOR STANDARD



ANEXO XX – INDICADORES DE PRODUÇÃO PARA VSM FUTURO

Veios e Rotores Motor STD	Tempo de Ciclo		Tempo de Setup		Nº Turnos (432 min/turno)	Work in Process		Nº Operadores	Observações
	Tempo de Ciclo	min /setup	setup/ dia	Quantidade		Tempo Ciclo Médio/ QTd (min)	(7) Tempo Total (dias)		
Cortar	6,00	15,00	1,00	12	1,00	6	$(12 \times 6 / 60) / (7,2 \times 0,5) = 0,33$	0,5	
Fazer Pontos	4,00	2,00	1,00	0	1,00	0	0	0,5	
Tornear	21,00	9,00	4,00	20	2,00	25	$(20 \times 25) / 60 / (7,2 \times 2 - 9 \times 3 / 60) = 0,6$ d	1	
Escatelar	8,00	0,00	0,00	15	1,00	8	$((15 \times 8) / 60) / (7,2) = 0,28$ d	1	Máquina dedicada
Retificar	25,00	0,00	0,00	8	2,00	25	$((8 \times 25) / 60) / (7,2 \times 3) = 0,23$ d	1	Máquina dedicada
VAT Veios	0,208 dias		Lead Time Veios	1,648 dias			% Valor Agregado Veios	12,64%	
Carregar Estufa	1,50	0,00	0,00	20	1,00	0	$20 \times 1,5 / 60 / (7,2 \times 1 \times 0,1) = 0,69$ d	0,1	Entregas Bidiárias
Preparar Introdução	3,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0,2	
Aquecer Rotor	480,00	0,00	0,00	Lotes de 20 unidades	2,00		$480 / 60 / (7,2 \times 2 - 1,44) = 0,62$ d	0	80% (Dedicação a Rotores de
Introduzir Veio	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0,7	
Arrefeer Rotor	240,00	0,00	0,00	0	2,00		$240 / 60 / 24 = 0,17$ d	0	Cabine de
Tornear	11,00	4,00	1,00	0	1,00	13	0	1	
Choque Térmico	20,00	10,00	6,00	16	2,00	25	$(16 \times 30) / 60 / ((7,2 \times 2 - 10 \times 5) / 60) = 0,59$ d	1	
Arrefeer Rotor	240,00	0,00	0,00	0	0,00	0	$240 / 60 / 24 = 0,17$ d	0	Cabine de Convecção
Equilibragem	16,00	10,00	1,00	0	2,00	0	0	1	
VAT Rotor	0,198 dias		Lead Time Rotor	2,438 dias			% Valor Agregado Rotor	8,12%	
VAT da Secção	0,406 dias		Lead Time da Secção	4,086 dias			% Valor Agregado na Secção	9,94%	

Veios e Rotores Motor SPE	Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações
	(1) Tempo de Ciclo (min)	(2) min/setup		(5) Quantidade	(6) Tempo Ciclo Médio/QTd (min)	(7) Tempo Total (dias)		
		(3) min/setup/dia						
Corrar	8,00	15,00	1,00	12	6	$(12 \times 6/60)/(7,2 \times 0,5) = 0,33$ d	0,5	
Fazer Pontos	4,00	2,00	1,00	0	0	0	0,5	
Tornear	26,00	9,00	2,00	20	25	$(20 \times 25)/60/(7,2 \times 2 - 9 \times 3/60) = 0,6$ d	1	
Escatelar	8,00	0,00	1,00	15	8	$((15 \times 8)/60)/(7,2) = 0,28$ d	1	Máquina dedicada
Retificar	25,00	0,00	2,00	8	25	$((8 \times 25)/60)/(7,2 \times 3) = 0,23$ d	1	Máquina dedicada
VAT Veios	0,225 dias		Lead Time Veios	1,665 dias		% Valor Agregado Veios	13,49%	
Carregar Estufa	1,50	0,00	1,00	20	0	$20 \times 1,5/60/(7,2 \times 1 \times 0,1) = 0,69$ d	0,1	Entragas Bidiaíais
Preparar Introdução	3,00	0,00	1,00	0	0	0	0,2	
Aquecer Rotor	480,00	0,00	2,00	Lotes de 20 unidades		$480/60/(7,2 \times 2 - 1,44) = 0,62$ d	0	80% (Dedicação a Rotores de Cobre 1 turno/ semana (1,44h/dia))
Introduzir Veio	10,00	0,00	1,00	0	0	0	0,7	
Arrefer Rotor	240,00	0,00	2,00	0		$240/60/24 = 0,17$ d	0	Cabine de Convecção
Tornear	16,00	4,00	1,00	0	13	0	1	
Choque Térmico	30,00	10,00	2,00	16	25	$(16 \times 30)/60/(7,2 \times 2 - 10 \times 5/60) = 0,59$ d	1	
Arrefecer Rotor	240,00	0,00	0,00	0	0	$240/60/24 = 0,17$ d	0	Cabine de Convecção
Equilibragem	16,00	10,00	1,00	0	0	0	1	Máquina dedicada
VAT Rotor	0,233 dias		Lead Time Rotor	2,473 dias		% Valor Agregado Rotor	9,41%	
VAT da Secção	0,457 dias		Lead Time da Secção	4,137 dias		% Valor Agregado na Secção	11,05%	

Bobinagem Motor STD	(1) Tempo de Ciclo (min)		Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações	
	(2) min/ setup	(3) setup/ dia	(5) Quantidade de	(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)		(7) Tempo Total (dias)					
Preparação de Isolantes	20,00	15,00	1,00	0	1,00	0	20	0	2	90% Disponibilidade	
Equipagem	6,00	0,00	0,00	20	1,00	20	12	$20 \times 12 / 60 / (7,2 \times 1) = 0,56$ d	1		
Enrolar Bobines	34,00	20,00	0,00	0	3,00	0	42	0	1	Setup efetuado em todos os artigos	
Bobinar	46,00	0,00	0,00	16	1,00	16	54	$16 \times 54 / 60 / (7,2 \times 5) = 0,33$ d	10	equipas de 2 operadores	
Conformar	5,00	3,00	15,00	4	1,00	4	5	$4 \times 5 / 60 / (7,2 \times 0,5 - 5 \times 14 / 60) = 0,14$ d	0,5	Qtd de setup's variavel ≈ 15 setup's em média	
Corte de Cabos, Cravação de Terminais e corte de Telas	8,00	0,00	0,00	0	1,00	0	8	0	1		
Ligar	46,00	0,00	0,00	0	1,00	0	60	0	5		
Amarrar	9,00	4,00	1,00	0	1,00	0	10	0	1		
Conformar	5,00	3,00	15,00	4	1,00	4	5	$4 \times 5 / 60 / (7,2 \times 0,5 - 5 \times 14 / 60) = 0,14$ d	0,5	WIP Comum com a 1º operação de conformar	
Acabamento	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	14	0	1		
Ensaio BT	5,00	0,00	0,00	0	1,00	0	5	0	1		
Prep Impregnação + Carregar Estufa	15,00	0,00	0,00	4	2,00	4	15	$(7 \times 12) / 60 / (7,2 \times 2 \times 1) = 0,097$ d	1		
Aquecer Estátor	120,00	0,00	0,00	0	3,00	0	0	$120 / 60 / (7,2 \times 3) = 0,09$ d		Esta estufa também é a batch da operação seguinte	
Impregnar	35,00	0,00	0,00	0	3,00	0	42	0	1	Aqui os recursos não são os 1,5 colaboradores mas sim 2 máquinas	
Limpar Estátor	15,00	0,00	0,00	0	2,00	0	15	0	1		
Arrefecer Estátor	60,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	$60 / 60 / (7,2 \times 3) = 0,046$ d	0	Arrefecimento Forçado	
VAT Bobinagem	0,704 dias	Lead Time Bobinagem					2,107 dias	% Valor Agregado Bobinagem			
								33,40%			

Bobinagem Motor SPE	(1) Tempo de Ciclo (min)		Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	Work In Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações	
	(2) min/setup	(3) setup/dia	(5) Quantidade de	(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)		(7) Tempo Total (dias)					
					(8) Nº Operadores	(9) Observações					
Preparação de Isolantes	20,00	15,00	1,00	1,00	0	20	0	2	90% Disponibilidade		
Equipagem	12,00	0,00	0,00	1,00	20	12	$20 \times 12 / 60 / (7,2 \times 1) = 0,56$ d	1			
Enrolar Bobines	34,00	26,00	0,00	3,00	0	42	0	1	Setup efetuado em todos os artigos		
Bobinar	63,00	0,00	0,00	1,00	16	54	$16 \times 54 / 60 / (7,2 \times 5) = 0,33$ d	10	equipas de 2 operadores		
Conformar	5,00	3,00	15,00	1,00	4	5	$4 \times 5 / 60 / (7,2 \times 0,5 \times 14 / 60) = 0,14$ d	0,5	Qtd de setup's variavel ≈ 15 setup's em média		
Corte de Cabos, Cravação de Terminais e corte de Telas	8,00	0,00	0,00	1,00	0	8	0	1			
Ligar	75,00	0,00	0,00	1,00	0	60	0	5			
Amarrar	10,00	4,00	1,00	1,00	0	10	0	1			
Conformar	5,00	3,00	15,00	1,00	4	5	$4 \times 5 / 60 / (7,2 \times 0,5 \times 14 / 60) = 0,14$ d	0,5	WIP Comum com a 1ª operação de conformar		
Acabamento	20,00	0,00	0,00	1,00	0	14	0	1			
Ensaio BT	5,00	0,00	0,00	1,00	0	5	0	1			
Prep Impregnação + Carregar Estufa	15,00	0,00	0,00	2,00	4	15	$(7 \times 12) / 60 / (7,2 \times 2 \times 1) = 0,097$ d	1			
Aquecer Estátor	120,00	0,00	0,00	3,00	0	0	$120 / 60 / (7,2 \times 3) = 0,09$ d		Esta estufa também é a batch da operação seguinte		
Impregnar	50,00	0,00	0,00	3,00	0	42	0	1	Aqui os recursos não são os 1,5 colaboradores mas sim 2 máquinas		
Limpar Estátor	15,00	0,00	0,00	2,00	0	15	0	1			
Arrefecer Estátor	60,00	0,00	0,00	0,00	0	0	$60 / 60 / (7,2 \times 3) = 0,046$ d	0	Arrefecimento Forçado		
VAT Bobinagem	0,898 dias	Lead Time Bobinagem				2,301 dias	% Valor Agregado Bobinagem				39,03%

Montagem Motor STD	Tempo de Ciclo (min)		Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/ turno)	Work In Process			(8) Nº Operad ores	(9) Observações	
	(1) Tempo de Ciclo (min)	(2) min/ setup	(3) setup/ dia	(5) Quantida de		(6) Tempo Ciclo Médio/ QTD (min)	(7) Tempo Total (dias)				
Introdução	12,00	0,00	0,00	12	1,00	12	12	(12x12)/60/(7,2x2)= 0,33d	1		
Tornear	12,00	11,00	4,00	2	1,30	2	13	((2x13)/60)/(7,2x1x0,85x1,3- 3x1 1/60)=0,059 d	1	Disponibilidade = 85% 1 torno + 30% de outro torno	
Ligação 1	13,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Montagem 1	13,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Montagem 2	13,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Ligação 2	13,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Ensaio + Cravar Chapa	5,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Preparação de Pintura	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Pintura	15,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1	Disponibilidade = 85%	
Secagem	12,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	12/60/7,2=0,028 d	0	Tunel de secagem	
Preparação de Embalagem	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Acabamento + Embalagem	12,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Verificação + Fecho	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
VAT											
Montagem Linha	0,345 dias				Lead Time Montagem (Linha)	0,762 dias				% Valor Agregado Montagem (Linha)	45,27%

Apropriações	(1) Tempo de Ciclo (min)		Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/turno)	Work In Process			(8) Nº Operad. horas	(9) Observações
	(2) min/setup	(3) setup/dia	(5) Quantidade de	(6) Tempo Ciclo Médio/QTd (min)		(7) Tempo Total (dias)				
Torno					3,00	20	60	20x60/60/(7,2x3x2)=0,46 d	2	
Apropriar Placa de Fecho	10,00	0,00	0,00							
Daewoo					3,00	0	40	0	1	
Apropriar Tampa de Fecho	10,00	10,00	0,00							
Apropriar Base de Caixa de Ligação	8,00	15,00	0,00							
Apropriar Placa de Obturação	60,00	17,00	0,00							
Radiais					1,00	12	10	12x10/60/(7,2x1x1)=0,28 d	1	
Furação de Placas	2,00	5,00	0,00							
Apropriar Tampas	8,00	15,00	0,00							
Apropriar Caixas	2,00	15,00	0,00							
VAT Apropriações	0,410 dias	Lead Time				0,870 dias	% Valor Agregado		47,11%	Apropriações

Montagem Motor SPE	(1) Tempo de Ciclo (min)		Tempo de Setup		(4) Nº Turnos (432 min/ turno)	Work in Process			(8) Nº Operadores	(9) Observações	
	(2) min/ setup	(3) setup/ dia	(5) Quantidade de	(6) Tempo Ciclo Médio/QTd (min)		(7) Tempo Total (dias)					
	Introdução	12,00	0,00	0,00	12	1,00	12	12	(12x12)/60/(7,2x2)= 0,33d	1	
Tornear	17,00	11,00	4,00	2	1,30	2	13	((2x13)/60)/(7,2x1x0,85x1,3-3x11/60)=0,059 d	1	Disponibilidade = 85% 1 torno + 30% de outro torno	
Tropicalização	30,00	0,00	0,00	0	1,00	0	30	0	0,5		
Montagem "C"	28,00	0,00	0,00	0	1,00	0	28	0	0,5		
Ligação "C"	35,00	0,00	0,00	0	1,00	0	35	0	1		
Pré-Montagem	15,00	0,00	0,00	0	1,00	0	15	0	0,25		
Decapagem	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	2 dias	0	Operação Subcontratada	
Desmontagem + Limpeza	15,00	0,00	0,00	4	1,00	4	15	4x15/60/(7,2x0,25)=0,28 d	0,25	Entregas e carregamentos diários	
Ensaio + Cravar Chapa	8,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Ensaio Completo	420,00	0,00	0,00	0	2,00	0	0	0	1		
Pintura Intermedia	15,00	0,00	0,00	0	1,00	0	15	0	0,25	Disponibilidade = 85%	
Secagem	62,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	62/60/7,2 = 0,14 d	0	Tunel de Secagem	
Pintura Especial	15,00	0,00	0,00	0	1,00	0	15	0	0,25	Disponibilidade = 85%	
Secagem	62,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0	62/60/7,2 = 0,14 d	0	Tunel de Secagem	
Preparação de Embalagem	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Acabamento + Embalagem	12,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
Verificação + Fecho	10,00	0,00	0,00	0	1,00	0	0	0	1		
VAT											
Montagem "Célula"	1,512 dias	Lead Time Montagem (Célula)				4,461 dias	% Valor Agregado Montagem (Célula)			33,89%	

ANEXO XXII – QUADRO RESUMO DE *LEAD TIME* E VALOR ACRESCENTADO

	Mapa Atual				Mapa Futuro			
	Secção	VAT (dias)	Lead Time (Dias)	% Valor Acrescentado	Secção	VAT (dias)	Lead Time (Dias)	% Valor Acrescentado
Motor Standard	Montagem na Linha	0,410	1,951	21,01%	Montagem na Linha	0,345	0,762	45,28%
	Bobinagem	0,794	3,334	23,82%	Bobinagem	0,704	2,107	33,41%
	Rotores	0,207	3,197	6,47%	Rotores	0,198	2,438	8,12%
	Veios	0,375	3,541	10,59%	Veios	0,208	1,648	12,62%
	Total	1,786	8,689	20,55%	Total	1,455	4,848	30,01%
Motor Especial	Montagem na Célula	1,692	10,387	16,29%	Montagem na Célula	1,512	4,461	33,89%
	Bobinagem	1,000	3,54	28,25%	Bobinagem	0,898	2,301	39,03%
	Rotores	0,247	3,237	7,63%	Rotores	0,233	2,473	9,42%
	Veios	0,410	3,58	11,47%	Veios	0,225	1,67	13,51%
	Apropriações	0,410	4,17	9,83%	Apropriações	0,410	0,87	47,13%
Total	3,759	17,20	21,85%	Total	3,278	8,60	38,12%	

ANEXO XXIV – VALOR MONETÁRIO EM WIP NO MAPA FUTURO

Operação	WIP	Custo Industrial / h		TC médio h / unid		Custo Industrial / unid		Custo Total
		WIP	h	TC médio h / unid	h	Custo Industrial / unid	Acomulado	
Cortar	12	30,84€	0,10	3,08€	-	€	-	€
Pontos	0	30,84€	0,07	2,06€	3,08€	-	€	€
Tornear	20	30,84€	0,42	12,85€	5,14€	102,80€	-	€
Escatelar	15	49,72€	0,27	13,26€	17,99€	269,85€	-	€
Retificar	8	55,35€	0,58	32,29€	31,25€	249,99€	-	€
Total	55		18,20		63,54€	372,65€		

Veios

Rotores

Operação	WIP	Custo Industrial / h		TC médio h / unid		Custo Industrial / unid		Custo Total
		WIP	h	TC médio h / unid	h	Custo Industrial / unid	Acomulado	
Preparar Isolantes	0	26,38€	0,58	15,39€	15,39€	-	€	€
Equipar	30	26,38€	0,20	5,28€	15,39€	461,65€	-	€
Enrolar Bobinas	0	26,38€	0,92	24,18€	20,66€	-	€	€
Bobinar	16	21,10€	0,90	18,99€	44,85€	717,54€	-	€
Conformar 1	4	24,08€	0,08	2,01€	63,84€	255,34€	-	€
Corte de Cabos	0	26,38€	0,13	3,52€	65,84€	-	€	€
Ligar	0	21,10€	0,833	17,58€	69,36€	-	€	€
Amarrar	0	24,08€	0,233	5,62€	86,94€	-	€	€
Conformar 2	4	24,08€	0,08	2,01€	92,56€	370,25€	-	€
Acabamento	0	26,38€	0,25	6,60€	101,16€	-	€	€
Ensaio	0	24,08€	0,25	6,02€	107,18€	428,73€	-	€
Prep Impregn	4	24,08€	0,25	6,02€	113,20€	-	€	€
Impregnar	0	24,08€	0,67	16,05€	113,20€	-	€	€
Limpar	0	24,08€	0,25	6,02€	129,26€	-	€	€
Total	58		22,07		135,28€	2.233,51€		

Bobinagem

Montagem STD

Operação	WIP	Custo Industrial / h		TC médio h / unid		Custo Industrial / unid		Custo Total
		WIP	h	TC médio h / unid	h	Custo Industrial / unid	Acomulado	
Torno Saimp	20	40,56€	1,00	40,56€	-	€	-	€
Daewoo	0	49,72€	0,33	16,57€	57,13€	685,60€	-	€
Radiais	12	40,56€	0,17	6,76€	63,89€	-	€	€
Total	20		22,00		685,60€			

Apropriações

Montagem C

Operação	WIP	Custo Industrial / h		TC médio h / unid		Custo Industrial / unid		Custo Total
		WIP	h	TC médio h / unid	h	Custo Industrial / unid	Acomulado	
Carregar Estufa	20	51,71€	0,03	1,29€	-	€	-	€
Introdução	0	51,71€	0,22	11,20€	64,83€	-	€	€
Tornear	0	37,23€	0,32	11,79€	76,03€	-	€	€
Choque Térmico	16	51,71€	0,42	21,55€	87,82€	1.405,16€	-	€
Equilibrar	0	50,98€	0,43	22,09€	109,37€	-	€	€
Total	36		7,17		131,46€	1.405,16€		

Operação	WIP	Custo Industrial / h		TC médio h / unid		Custo Industrial / unid		Custo Total
		WIP	h	TC médio h / unid	h	Custo Industrial / unid	Acomulado	
Introdução	12	30,19€	0,20	6,04€	135,28€	238,63€	-	€
Tornear L1	2	30,19€	0,22	6,54€	141,32€	296,11€	-	€
M1	0	43,24€	0,22	9,37€	147,86€	-	€	€
M2	0	43,24€	0,22	9,37€	352,58€	-	€	€
L2	0	43,24€	0,217	9,37€	361,95€	-	€	€
Ensaio	0	43,24€	0,08	3,60€	371,31€	-	€	€
Prep Pint	0	43,24€	0,17	7,21€	384,29€	-	€	€
Pint	0	43,24€	0,25	10,81€	391,49€	-	€	€
Preparação da Embalagem	0	43,24€	0,50	21,62€	402,30€	-	€	€
Acabamento + Embalagem	0	43,24€	0,20	8,65€	423,92€	-	€	€
Verificação	0	43,24€	0,08	3,60€	432,57€	-	€	€
Fecho	0	43,24€	0,083	3,60€	436,17€	-	€	€
Total	14		2,83		439,78€	534,74€		

Operação	WIP	Custo Industrial / h		TC médio h / unid		Custo Industrial / unid		Custo Total
		WIP	h	TC médio h / unid	h	Custo Industrial / unid	Acomulado	
Tropicalização	0	43,24€	0,50	21,62€	343,21€	-	€	€
Montagem "C"	0	43,24€	0,47	20,18€	364,83€	-	€	€
Ligação "C"	0	43,24€	0,58	25,22€	385,01€	-	€	€
Pré-Montagem	0	45,23€	0,25	11,31€	410,23€	-	€	€
Decapagem	0	43,24€	0,25	10,81€	421,54€	1.686,15€	-	€
Desmontagem + Limpeza	4	43,24€	0,25	10,81€	432,35€	-	€	€
Total	4		1,00		1.686,15€			

ANEXO XXV – VALOR MONETÁRIO EM RECURSOS HUMANOS NO MAPA ATUAL

Operação	MOD	Custo h/H	Nº de Horas / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total	Operação	MOD	Custo h/H	Nº de Horas / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total
Veios						Rotores					
Cortar	0,5	8,60€	8,00	1,0	34,40€	Carregar Estufa	1	11,17€	16,00	2,0	178,72€
Pontos	0,5	8,60€	8,00	1,0	34,40€	Introdução	1	11,17€	16,00	2,0	178,72€
Tornear	1	8,60€	24,00	2,0	206,40€	Tomear	1	13,06€	16,00	2,0	208,96€
Escatelar	1	10,87€	20,00	2,5	217,40€	Choque Térmico	1	11,17€	16,00	2,0	178,72€
Retificar	1	11,16€	24,00	3,0	267,84€	Equilibrar	1	14,73€	16,00	2,0	235,68€
Total	8,5				760,44€	Total	10				980,80€
Bobinagem						Montagem STD					
Preparar Isolantes	2	13,47€	8,00	1,00	215,52€	Introdução	1	8,18€	16,00	2,00	130,88€
Equipar	1	13,47€	8,00	1,00	107,76€	Tomear	1	8,18€	16,00	2,00	130,88€
Enrolar Bobines	1	13,47€	24,00	3,00	323,28€	L1	1	20,55€	8,00	1,00	164,40€
Bobinar	10	11,25€	8,00	1,00	900,00€	M1	1	20,55€	8,00	1,00	164,40€
Conformar 1	0,5	10,33€	8,00	1,00	41,32€	M2	1	20,55€	8,00	1,00	164,40€
Corte de Cabos	1	13,47€	8,00	1,00	107,76€	L2	1	20,55€	8,00	1,00	164,40€
Ligar	7	11,25€	8,00	1,00	630,00€	Ensaio	1	20,55€	8,00	1,00	164,40€
Amarrar	1	10,33€	12,00	1,50	123,96€	Prep Pint	1,25	20,55€	12,00	1,50	308,25€
Conformar 2	0,5	10,33€	8,00	1,00	41,32€	Pint	1,75	20,55€	16,00	2,00	575,40€
Acabamento	1	13,47€	16,00	2,00	215,52€	Preparação da Embalagem	1	20,55€	8,00	1,00	164,40€
Ensaio	1	10,33€	16,00	2,00	165,28€	Acabamento + Embalagem	1	20,55€	16,00	2,00	328,80€
Prep Impregn	1	10,33€	24,00	3,00	247,92€	Verificação	2	20,55€	8,00	1,00	328,80€
Impregnar	1,5	10,33€	24,00	3,00	371,88€	Fecho	1	20,55€	16,00	2,00	328,80€
Limpar	0,5	10,33€	24,00	3,00	123,96€	Total	21,375				3 118,21€
Total	39,5				3 615,48€						
Aproprações						Montagem 'C'					
Torno Saímp	1	13,25	16,00	2,00	212,00€	Pré-Montagem					
Radiais	1	13,25	16,00	2,00	212,00€	Emb. p/ Decap					
Daewoo						Verificação					
Total	4				424,00€	Desmont p/ Limpeza	2	20,55€	16,00	2,00	657,60€
						Tropicalização					
						Montagem 'C'					
						Ligação 'C'					
Total	4				424,00€	Total	4				657,60€

ANEXO XXVI – VALOR MONETÁRIO EM RECURSOS HUMANOS NO MAPA FUTURO

Operação		Custo h/h	Nº de Horas / / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total	Operação		Custo h/h	Nº de Horas / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total	
Velos	Cortar	8,60€	8,00	1,00	34,40	Rotores	Carregar Estufa	11,17€	8,00	1,00	26,81€	
	Pontos	8,60€	8,00	1,00	34,40		Introdução	11,17€	8,00	1,00	62,55€	
	Tornear	8,60€	16,00	2,00	137,60		Tornear	13,06€	8,00	1,00	104,48€	
	Escatelar	10,87€	8,00	1,00	86,96		Choque Térmico	11,17€	16,00	2,00	178,72€	
	Retificar	11,16€	16,00	2,00	178,56		Equilibrar	14,73€	16,00	2,00	235,68€	
Total					471,92€	Total					608,24€	
Operação		Custo h/h	Nº de Horas / / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total	Operação		Custo h/h	Nº de Horas / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total	
Bobinagem	Preparar Isolantes	13,47€	8,00	1,00	215,52€	Montagem STD	Introdução	8,18€	8,00	1,00	65,44€	
	Equipar	13,47€	8,00	1,00	107,76€		Tornear	8,18€	8,00	1,00	85,07€	
	Enrolar Bobines	13,47€	24,00	3,00	323,28€		L1	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Bobinar	11,25€	8,00	1,00	900,00€		M1	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Conformar 1	10,33€	8,00	1,00	41,32€		M2	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Corte de Cabos	13,47€	8,00	1,00	107,76€		L2	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Ligar	11,25€	8,00	1,00	450,00€		Ensaio	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Amarrar	10,33€	8,00	1,00	82,64€		Prep Pint	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Conformar 2	13,47€	8,00	1,00	41,32€		Pint	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Acabamento	13,47€	8,00	1,00	107,76€		Preparação da Embalagem	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Ensaio	10,33€	8,00	1,00	82,64€		Acabemento + Embalagem	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Prep impregn	10,33€	16,00	2,00	165,28€		Verificação	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	impregnar	10,33€	24,00	3,00	247,92€		Fecho	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
Limpar	10,33€	16,00	2,00	165,28€	Total					1 958,91€		
Total					3 038,48€	Total					13,3	
Operação		Custo h/h	Nº de Horas / / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total	Operação		Custo h/h	Nº de Horas / dia	Nº de turnos / dia	Custo Total	
Maquina	Torno Saimp	13,25€	24,00	3,0	636,00€	Montagem 'C'	Tropicalização	20,55€	8,00	1,00	82,20€	
	Radiais	13,25€	8,00	1,0	106,00€		Montagem "C"	20,55€	8,00	1,00	82,20€	
	Daewoo	10,87€	24,00	3,00	260,88€		Ligação "C"	20,55€	8,00	1,00	164,40€	
	Total						742,00€	Pre-Montagem	20,55€	8,00	1,00	41,10€
	Total						742,00€	Desmontagem + Limpeza	20,55€	8,00	1,00	41,10€
Total					3 038,48€	Pintura Intermedia	20,55€	8,00	1,00	41,10€		
Total					3 038,48€	Pintura Especial	20,55€	8,00	1,00	41,10€		
Total					3 038,48€	Total					493,20€	

ANEXO XXVII – DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES DE BOBINAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO DE *KANBAN*

Operação Amarração - Esta operação consiste em amarrar ambas as testas das bobines para garantir que não perde a conformação garantida na operação anterior, esta conformação deverá perdurar até ao momento em que a resina aplicada na impregnação, seca e garante a consistência e resistência das bobines com o motor em funcionamento. Esta operação utiliza um recurso humano e uma máquina de amarrar e tem como principal matéria-prima o cordão poliéster D2.

Operação Acabamentos – Esta operação é realizada por uma média de 2 colaboradores por turno e consiste na aplicação de regletes para garantir a compressão necessária das bobines nas ranhuras do estator, são também incorporados sensores de temperatura e humidade caso esteja explícito na estrutura. A aplicação das regletes recai sobretudo na sensibilidade do operador e não se encontra definido pela Engenharia de Produto, existem cerca de 8 tamanhos de regletes diferentes e o operador seleciona a mais adequada tendo sempre em atenção que pode aplicar diferentes tamanhos no mesmo estator, a informação não sai na estrutura do motor, logo não é possível extrair dados suficientes para analisar os consumos. A aplicação dos sensores consiste na ligação aos terminais do estator Termístores, PT100 e PTO para garantir que a informação acerca da temperatura do motor é fornecida ao cliente aquando da sua utilização, também permite utilizar meios de ação automatizados para bloqueio do motor caso este se encontre em sobreaquecimento.

Operação Cravar Terminais - Esta operação é executada a seguir ao corte de cabos e como o próprio nome indica, consiste em cravar os terminais numa das pontas dos cabos previamente dimensionados e cortados. Esta operação tem como recursos uma bancada e uma máquina de dimensões reduzidas que prensa a peça metálica (terminal) ao cabo elétrico. Portanto, também é perceptível que para além dos cabos cortados, esta operação também consome vários tamanhos de terminais.

ANEXO XXVIII – DADOS DOS CONSUMOS BOBINAGEM

Consumos de Artigos Sensores de Temperatura

Descrição	Mar-1/15	Mar-16/31	Apr-1/15	Apr-16/30	May-1/15	May-16/31	Jun-1/15	Jun-16/30	Jul-1/15	Jul-16/31	Aug-1/15	Aug-16/31	Sep-1/15	Sep-16/30	Oct-1/15	Oct-16/31	Nov-1/15	Nov-16/30	Dec-1/15	Dec-16/31	Jan-1/15	Jan-16/31	Feb-1/15	Feb-16/28	Consumo Total Anual	Media Quinzenal	Desvio Padrão	%	% Acumulada	Análise ABC	
TERMISTOR T-155º, PretoAzul	228	197	168	173	162	175	113	166	163	223	85	94	205	234	209	319	163	275	256	51	220	299	217	200	4595	191	63	37%	37%	A	
RacW22,280/315,220Vx70Wx1.4m	138	88	46	76	113	56	40	58	62	102	18	12	92	98	72	78	76	36	96	42	102	124	78	48	1751	73	32	14%	52%	A	
Pt100,TESTA,3F	90	75	18	72	66	111	96	114	60	78	18	12	105	39	87	87	105	54	36	0	57	105	27	30	1542	64	34	13%	64%	A	
RacW22,225/250,220Vx28Wx1.1m	56	54	56	90	36	28	46	28	58	78	26	52	114	42	48	94	50	78	96	14	50	54	62	58	1368	57	24	11%	76%	A	
Pt100,2F, Bob-BT/Tampas	3	18	12	6	6	0	36	6	0	27	15	6	21	63	9	117	42	51	6	12	60	39	63	30	648	27	27	5%	81%	B	
TERMISTOR T-150º, PretoPreto	8	18	21	17	10	31	32	21	17	42	6	13	15	11	32	26	40	35	32	8	15	31	18	29	528	22	10	4%	85%	B	
RacW22,355,220Vx87Wx2.1m	6	10	8	8	18	4	4	46	12	22	6	16	14	20	24	24	18	0	10	0	10	16	16	14	326	14	10	3%	88%	B	
RacW22,280/315,120Vx70Wx1.4m	22	14	6	7	30	16	4	10	24	14	0	8	0	12	8	16	2	16	64	6	8	10	8	10	315	13	13	3%	90%	B	
TERMISTOR T-140º, BrancoAzul	7	8	17	16	18	10	7	12	30	9	3	10	5	16	3	17	6	14	28	1	8	6	3	17	271	11	7	2%	93%	B	
TERMISTOR T-180º, BrancoVermelh	9	4	7	4	6	3	2	7	2	12	1	1	6	7	3	1	15	15	8	14	15	38	10	12	202	8	8	2%	94%	B	
RacW21,225/250,120Vx28Wx0.6m	20	3	4	4	10	0	8	13	12	2	1	3	6	0	20	6	41	2	19	0	0	0	4	4	0	182	8	9	1%	96%	C
RacW22,355,120Vx87Wx2.1m	0	2	4	0	2	4	0	4	6	0	2	8	18	12	6	4	0	0	4	0	2	26	4	0	0	108	5	6	1%	97%	C
Pt100,TESTA,3F, Duplex	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	6	15	21	0	0	66	3	6	1%	97%	C	
Pt100,RASGO,3F,CLB, -60º+200ºC	9	27	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	3	6	1%	98%	C	
Pt100,RASGO,3F	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	12	0	0	0	0	6	18	51	2	5	0%	98%	C	
TERMISTOR T-130º, AzulAzul	2	0	0	1	0	0	0	0	1	12	0	0	0	4	2	1	0	2	1	0	2	3	11	3	47	2	3	0%	98%	C	
TERMISTOR KTY 84-130,PTFE(SH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	8	0	2	6	40	2	4	0%	99%	C	
RacW22,225/250,120Vx28Wx1.1m	10	3	2	0	10	0	0	3	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	38	2	3	0%	99%	C
TERMISTOR S-155º, EPTC-DFSH	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	1	5	0%	99%	C
TERMISTOR S-180º, BrancoVermelh	0	0	0	0	0	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1	3	0%	99%	C
Pt100,TESTA,3F, Exrn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	2	0%	100%	C	
Pt100,TESTA,3F, Exrn	0	0	3	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	1	0%	100%	C	
TERMISTOR T-170º, BrancoVerde	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	0	1	0%	100%	C	
RAC FLEX,Exn,220V x 19W	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0%	100%	C	
TERMISTOR T-145º, BrancoPreto	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	2	0%	100%	C	
Pt100,TESTA,3F, Exrn	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	6	0	1	0%	100%	C	
RAC FLEX,220V x 79W	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0%	100%	C	
Pt1000,2F, Bob-BT/Tps, Cab-3.0m	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0%	100%	C	
Pt100,TESTA,3F, Exrn	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0%	100%	C	
TERMISTOR S-170º, BrancoVerde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0%	100%	C	
TERMISTOR T-160º, AzulVermelh	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0%	100%	C	
Total																								12258							

Consumos de Terminais

Artigo	Apr-1/15	Apr-16/30	May-1/15	May-16/31	Jun-1/15	Jun-16/30	Jul-1/15	Jul-16/31	Aug-1/15	Aug-16/31	Sep-1/15	Sep-16/30	Oct-1/15	Oct-16/31	Nov-1/15	Nov-16/30	Dec-1/15	Dec-16/31	Jan-1/15	Jan-16/31	Feb-1/15	Feb-16/28	Mar-1/15	Mar-16/31	Consumo Total Anual	Media Quinzenal	Desvio Padrão	%	% Acumulada	Análise ABC	
TERMINAL MANGA,16mm2,10.5x5.8	150	162	66	222	258	120	144	363	96	84	306	198	264	456	159	252	348	48	315	336	198	264	249	120	5178	216	103	21%	21%	A	
TERMINAL MANGA,25mm2,13.0x7.5	192	276	252	60	114	144	168	261	42	84	144	60	204	336	150	288	228	18	210	231	228	201	234	156	4281	178	82	17%	38%	A	
TERMINAL MANGA,10mm2,10.5x4.5	60	228	93	138	180	159	102	219	102	207	144	78	117	264	174	246	126	72	180	222	198	192	174	192	3867	161	56	15%	53%	A	
TERMINAL TUB, 70mm2,M12x11.1	162	90	132	150	132	72	120	153	42	54	198	327	90	330	276	258	198	0	90	222	141	174	144	180	3735	156	83	15%	68%	A	
TERMINAL TUB, 50mm2,M12x9.0	120	96	90	186	12	168	102	150	54	72	72	156	186	282	84	162	174	36	210	219	246	108	114	210	3309	138	67	13%	82%	B	
TERMINAL MANGA, 6mm2, 10.5x3.6	36	18	6	45	12	114	156	66	8	6	54	48	60	42	24	60	246	0	30	54	78	54	66	42	1325	55	53	5%	87%	B	
TERMINAL MANGA,16mm2,13.0x5.8	60	18	48	42	24	18	30	66	30	12	24	30	54	18	54	48	48	0	30	105	21	135	66	60	1041	43	29	4%	91%	B	
TERMINAL MANGA,25mm2,10.5x7.5	12	57	123	51	12	27	6	24	0	15	84	84	39	48	69	162	0	0	15	36	54	45	18	54	1035	43	39	4%	95%	B	
TERM OLHAL TUB,10-10	24	6	0	12	0	0	0	12	0	0	12	0	9	0	24	48	6	6	6	0	48	48	0	6	261	11	16	1%	96%	C	
TERM OLHAL TUB,10-35	0	0	12	15	9	6	12	0	0	0	0	51	12	24	12	0	0	0	6	6	0	0	0	6	195	8	12	1%	97%	C	
TERMINAL TUB, 95mm2,M12x12.7	12	6	18	0	6	0	6	0	0	0	12	24	6	6	0	6	18	0	0	3	0	3	12	0	138	6	7	1%	98%	C	
TERM OLHAL TUB,10-25	42	0	0	0	0	54	0	0	0	0	0	0	3	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0	6	123	5	13	0%	98%	C	
TERMINAL MANGA,10mm2,13.0x4.5	6	12	12	12	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	6	0	30	0	0	3	0	0	105	4	7	0%	99%	C	
TERMINAL TUB, 95mm2,M16x12.7	0	6	6	12	0	18	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	12	0	78	3	5	0%	99%	C
TERM OLHAL TUB,12-120-90º	0	6	9	6	0	0	6	12	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	3	3	0	6	0	0	57	2	3	0%	99%	C	
TERMINAL TUB,120mm2,M16x15.9	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6	0	0	0	24	6	54	2	5	0%	99%	C	
TERMINAL TUB,150mm2,M16x16.6	0	12	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	2	4	0%	99%	C	
TERM OLHAL TUB,10-50-90º	0	0	18	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	12	0	42	2	4	0%	100%	C	
TERM OLHAL TUB, 8-16	0	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1	3	0%	100%	C	
TERMINAL TUB, 70mm2,M16x11.1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	18	1	3	0%	100%	C	
TERM OLHAL TUB,10-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	12	1	2	0%	100%	C	
TERMINAL TUB, 95mm2,M16x14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	2	0%	100%	C	
TERM OLHAL TUB,16-185-90º	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	2	0%	100%	C	
TERM OLHAL TUB,12-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	12	1	2	0%	100%	C	
Total	24962																								24962						

Artigo (metros)	Apr-1/15	Apr-16/30	May-1/15	May-16/31	Jun-1/15	Jun-16/30	Jul-1/15	Jul-16/31	Aug-1/15	Aug-16/31	Sep-1/15	Sep-16/30	Oct-1/15
Cordão Poliéster, D2	6588,6	5877,7	5893,6	6981,962	5130,05	7238,68	6345,91	9439,82	3091,92	3835	8517,72	9168,42	8963,65

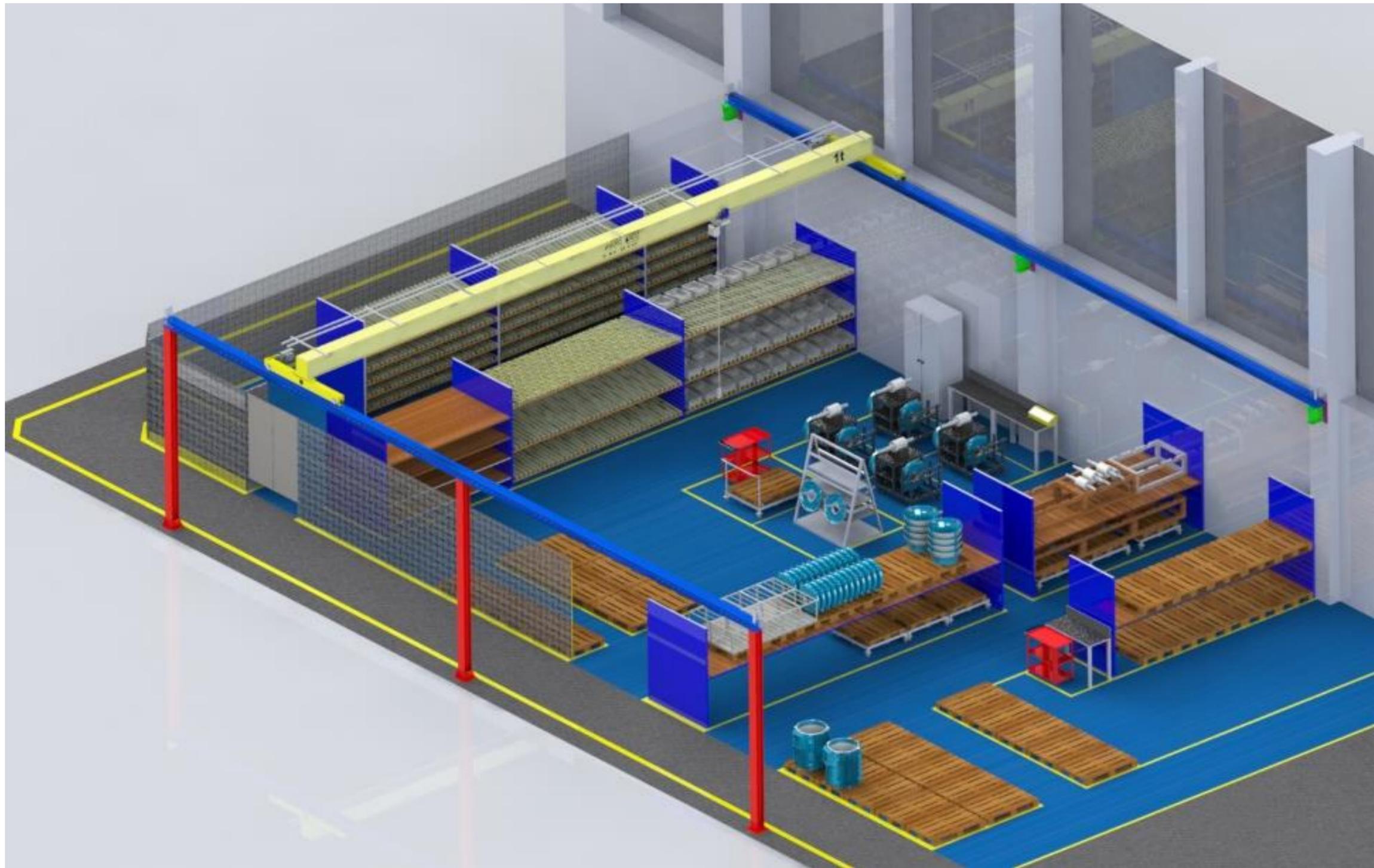
Oct-16/31	Nov-1/15	Nov-16/30	Dec-1/15	Dec-16/31	Jan-1/15	Jan-16/31	Feb-1/15	Feb-16/28	Mar-1/15	Mar-16/31	Total	MQ12M	Desvio padrão Quinzenal
12364,03	7623,43	10591,7	10190,7	1798,99	7660,58	10994,03	8324,42	8614,34	8631,04	7570	75301,7	6845,6	2044,8

ANEXO XXIX – ARTIGOS PARA GESTÃO 2BIN

Familia de Artigo	Artigo	Und	Consumo				ABC x FMS
			Total	Médio	Máximo	Desvio Padrão	
04 Acessórios carcaças	BASE CxLigCarc,280/315,Ex,2M10	pcs	537	4,20	18,00	3,58	BF
25 (WPT) Placas fecho	ANEL FIX LAB,R316,W3-Seal	pcs	148	1,16	13,00	2,14	AM
48L1 (WPT) Conj.Mont.Cx.Term.BT	CxLig,W22,225/250,2M50+2M20E	pcs	345	2,70	17,00	3,30	AF
50 (WPT) Cx.Bornes e respect.Tamp	Cx315SM,2M63+1M20D,4-6T	pcs	100,68	0,79	10,80	1,70	AM
AEISOL Acessórios Elétr. Isoladores	PINO ISOL Exde,M27x1.5	pcs	269	2,10	10,00	2,45	CF
AMDIV Acessórios Mecânicos Diversos	BUJAOCONICOLISO,BORRACHA	pcs	526	4,11	19,00	4,31	BF
AMDIV Acessórios Mecânicos Diversos	BUJÃO ROSCADO,M20x1.5,ATEX	pcs	479	3,74	23,00	3,69	CF
CHAVTM (WPT) Chavetas topo red/topo	CHAVETA TDR,20x12x56	pcs	430	3,36	14,00	3,64	CF
CIREXT (WPT) Circlips exteriores	CIRCLIP EXT,D70x2,5	pcs	430	3,36	14,00	3,07	BF
CIREXT (WPT) Circlips exteriores	CIRCLIP EXT,D75x2,5	pcs	409	3,20	14,00	3,05	CF
CXTERM (WPT) Caixas de terminais	CX LIG,280,2M63+1M20E,Exd	pcs	388	3,03	38,00	6,35	AM
CXTERM (WPT) Caixas de terminais	CxLig,W22,225/250,2M50+1M20E	pcs	349	2,73	15,00	2,65	AF
CXTERM (WPT) Caixas de terminais	CxLig,W22,280,2M63+1M20E	pcs	133	1,04	10,00	1,72	BM
FFDIV Ferro Fundido Diversos	DISCOAQC,W22-225S/M	pcs	312	2,44	12,00	2,56	AF
FFDIV Ferro Fundido Diversos	DISCOAQC,W22-250S/M	pcs	128	1,00	11,00	1,90	AM
ISOTUB (WPT) Isolantes tubos	TubeTermoretractil-15,87x40	pcs	108	0,84	9,00	1,72	BM
PLFECH (WPT) Placas fecho	ANEL FIX EXT,R316-3.0,RET,Exd	pcs	3086	24,11	71,00	16,61	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	ANEL FIX EXT,R316-5.0,RETE,Exd	pcs	2502	19,55	66,00	13,44	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	ANEL FIX INT,R316-3.0,Exd	pcs	1507	11,77	33,00	7,58	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,R316-5.0,W22/280,Ret	pcs	1124	8,78	44,00	6,71	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22,WSeal,R319-5.0,Esc	pcs	1043	8,15	33,00	6,07	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R314-2.5,Esc	pcs	945	7,38	33,00	5,89	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R316-2.5,Esc	pcs	940	7,34	34,00	5,35	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R314-5.0,Esc	pcs	934	7,30	28,00	5,82	AF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExtW22-Ret,R314-5.0	pcs	918	7,17	94,00	15,36	BM
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelExt,W22-WSeal,R316-5.0,Esc	pcs	880	6,88	108,00	15,34	BM
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/22,R314-2.5	pcs	730	5,70	96,00	13,27	BM
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/22,R314-5.0	pcs	679	5,30	29,00	4,82	BF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/22,R316-5.0	pcs	642	5,02	18,00	4,34	BF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixInt,W21/W22,R316-2.5	pcs	577	4,51	19,00	3,84	BF
PLFECH (WPT) Placas fecho	AnelFixIntW21W22,R319-5.0,4xM8	pcs	543	4,24	27,00	4,22	CF
TERDIV (WPT) Terminais diversos	PONTEIRA ISOLADA 2,5	pcs	133	1,04	10,00	1,75	AM
TERDIV (WPT) Terminais diversos	PONTEIRA ISOLADA 0,3/0,5	pcs	125	0,98	14,00	1,97	BM
TERRAS (WPT) Terras	ATERRAMENTO,225/315,Exd	pcs	1290	10,08	50,00	7,73	CF
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,250,R314	pcs	206	1,61	20,00	3,30	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TP TRAS,280/315,R316,Exd	pcs	199	1,55	10,00	2,37	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPDIANT,W22,225S/M,R314	pcs	198	1,55	18,00	2,67	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPDIANT,W22,315,R319	pcs	197	1,54	8,00	2,01	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,315,R316	pcs	186	1,45	16,00	2,52	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,225,R314	pcs	182	1,42	15,00	1,96	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,280,R316	pcs	162	1,27	10,00	1,66	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPDIANT,W22,280,R314	pcs	120	0,94	13,00	2,03	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TPTRAS,W22,280,R314	pcs	114	0,89	8,00	1,49	AM
TPFEAV (WPT) Tampa ff L/A ou L/V	TP DIANT,W21,280/315,R316	pcs	112	0,88	16,00	2,00	BM
TPFEFF (WPT) Tampa ff flange furos li	TPFF500,W21,280,R316,Spm	pcs	177	1,38	10,00	2,18	AM
TPFEFF (WPT) Tampa ff flange furos li	TPFF500,280,R316,Exd	pcs	172	1,34	11,00	2,31	AM
TPTERM (WPT) Tampas caixa terminais	TP CX LIG,280,Exd	pcs	200	1,56	22,00	3,18	AM
TPTERM (WPT) Tampas caixa terminais	TPCXLIG,W22-225/250S/M	pcs	200	1,56	22,00	3,18	AM
TPTERM (WPT) Tampas caixa terminais	TPCXLIG,W22-280S/M	pcs	193	1,51	11,00	2,19	AM
TPTERM (WPT) Tampas caixa terminais	TP CX LIG,W21-280	pcs	114	0,89	8,00	1,52	BM
VENTAL (WPT) Ventiladores alumínio	VENT,AL,280,4P,D75/362	pcs	162	1,27	7,00	1,68	AM
VENTIL(WPT)Ventilação	TP DEFLECTORA,280/315,Exd	pcs	195	1,52	11,00	2,23	AM
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-225,Std	pcs	176	1,38	10,00	1,90	AM
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-250,Std	pcs	171	1,34	16,00	2,37	AM
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-280,Std	pcs	171	1,34	8,00	1,75	AM
VENTIL(WPT)Ventilação	TpDeflectora,W22-315,Std	pcs	171	1,34	8,00	1,73	AM
VENTPL (WPT) Ventiladores plásticos	VentRadPL,225,D65/192x81	pcs	166	1,30	9,00	1,95	AM
VENTPL (WPT) Ventiladores plásticos	VentRadPL,225,D65/295x115	pcs	145	1,13	11,00	1,98	AM
VENTPL (WPT) Ventiladores plásticos	VentRadPL,280,D65/216x83	pcs	100	0,78	6,00	1,37	BM

2Bin Tipo A	2Bin Tipo B	2Bin Tampas
-------------	-------------	-------------

ANEXO XXX – LAYOUT 3D DO SUPERMERCADO



ANEXO XXXI – MAPA DE TAREFAS ASSOCIADAS AO SUPERMERCADO

Preparação de *Kits* para Linha de Montagem

WEG		MAPA DE TAREFAS						
Linha: Montagem 1		Velocidade (m/s)					Kanban/DL	MRP
Secção: Supermercado		1,33						
Operação: Preparar Kit's para Linha de Montagem		Metodo de Gestão					Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m) (93%)	MRP (m) (7%)	Tempo por Operação (min)	Coefficiente Fadiga	Ritmo		
1	Coletar Cx ligação	4	8	0,17	1,08	1,08	0,29	0,38
2	Coletar Junta cx carcaça	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
3	Coletar Paraf fix cx lig carc.	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
4	Coletar Espuma	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
5	Coletar Suporte lig WAGO	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
6	Coletar Paraf p/ lig WAGO	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
7	Coletar Anilha p/ paraf Lig WAGO	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
8	Coletar Tampa Lig WAGO 371	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
9	Coletar Lig WAGO 301	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
10	Coletar Paraf fix sup lif WAGO	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
11	Coletar Anilha p/ paraf sup Lig WAGO	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
12	Coletar Aterramento	4	9	0,17	1,08	1,08	0,29	0,40
13	Coletar Placa de Borne	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
14	Coletar Paraf fix placa de borne	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
15	Coletar Suporte Placa de borne	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
16	Coletar Paraf p/ sup placa de borne	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
17	Coletar Porca sext para placa de bomes	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
18	Coletar Sup fixação Lateral	0	9	0,17	1,08	1,08	0,00	0,40
19	Coletar Tp La	10	16	1,00	1,08	1,08	1,39	1,52
20	Coletar Tp Lv	10	16	1,00	1,08	1,08	1,39	1,52
21	Coletar Paraf p/ TP La	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
22	Coletar Paraf p/ tpv	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
23	Coletar Bujão cónico	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
24	Coletar Graxeira La	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
25	Coletar Graxeira Lv	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
26	Coletar Anel fix ext La	6	16	0,20	1,08	1,08	0,37	0,59
27	Anel fix ext Lv	6	16	0,20	1,08	1,08	0,37	0,59
28	Paraf anel fix ext	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
29	Arruelas paraf anel fix ext	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
30	Gavetas p/ graxa	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
31	Calota	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
32	Molas p/ anel fix ext	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
33	Ventilador	6	16	0,20	1,08	1,08	0,37	0,59
34	Vedantes	0	18	0,20	1,00	1,00	0,00	0,60
35	Tp defletora	10	16	1,00	1,08	1,08	1,39	1,52
36	Paraf p/ tp defletora	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
37	Arruelas paraf Tp defletora	0	18	0,17	1,08	1,08	0,00	0,60
38	Preparação do Rotor	30	30				8,77	8,77
39	Transporte para a linha de montagem	56	56	0,00	1,08	1,08	1,24	1,24
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/ motor)	86	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			15,84		
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)	521	HORAS TRABALHO:			7,20		
	TRANSPORTE PARA A LINHA	1,24	PREPARAÇÃO DE KIT'S/ HORA			3,79		
				DATA:	04/09/2013 15:37			

Preparação de Kits para a Célula de Montagem

WEG		MAPA DE TAREFAS						
Linha: Montagem 1		Velocidade (m/s)					Kanban /DL	MRP
Secção: Supermercado		1,33						
Operação: Preparar Kit's para Célula de Montagem		Metodo de Gestão						
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m) (0%)	MRP (m) (100%)	Tempo por Operação (min)	Coefficiente Fadiga	Ritmo	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl
1	Ver OF		0	1,00	1,08	1,08		1,17
2	Ir buscar Ponte		5	0,20	1,08	1,08		0,34
3	Coletar Tampa LA		16	0,20	1,08	1,08		0,59
4	Coletar Tampa LV		16	0,20	1,08	1,08		0,59
5	Coletar Capó / Vent. Forçada		9	0,17	1,08	1,08		0,40
6	Coletar Pf exteriores		16	0,17	1,08	1,08		0,55
7	Coletar Ventilador		16	0,17	1,08	1,08		0,55
8	Coletar Parafuso, Anilhas, molas p/ tampas, pf's exteriores		18	3,00	1,08	1,08		3,90
9	Coletar Vedantes, Calotas e Graxeiros		18	2,00	1,08	1,08		2,73
10	Coletar Componentes Especiais		18	2,00	1,08	1,08		2,73
11	Coletar Componentes de Ligação		18	1,50	1,08	1,08		2,15
12	Coletar Cx's Lig / Cx's auxiliares		16	1,00	1,08	1,08		1,52
13	Coletar Mangas / Tubos		18	2,00	1,08	1,08		2,73
14	Coletar Cabos Terra		18	2,00	1,08	1,08		2,73
15	Preparação do Rotor		30					8,77
17	Transporte para a célula dos C's		57,5	0,00	1,08	1,08		1,27
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/ motor)	0	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			31,46		
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)	289,5	HORAS TRABALHO:			7,20		
TRANSPORTE PARA A LINHA		1,27	PREPARAÇÃO DE KIT'S/ HORA			1,91		
			DATA:	21/10/2013 08:50				

Preparação de Tampas

 MAPA DE TAREFAS									
Linha: Montagem 1				Velocidade (m/s)			Kanban/DL	MRP	
Secção: Supermercado				1,33					
Operação: Preparar Tampas				Metodo de Gestão					
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m) (0%)	MRP (m) (100%)	Tempo por Operação (min)	Coefficiente Fadiga	Ritmo	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	
1	Ver OF	4	8	0,17	1,08	1,08	0,29	0,38	
2	Coletar Kit Prep Pt100	6	6	0,17	1,08	1,08	0,33	0,33	
3	Coletar TPA, Ptrol, TPV	42	10	0,51	1,08	1,08	1,53	0,82	
4	Fazer Mistura de araldite	0	0	1,00	1,08	1,08	1,17	1,17	
5	Colocar Cola de Araldite no furo da zona do alojamento da rola	0	0	0,75	1,08	1,08	0,87	0,87	
6	Colocar Fio Pt100 Rolamento	0	0	0,50	1,08	1,08	0,58	0,58	
7	Secagem do Araldite	0	0	10,00	1,08	1,08	11,66	11,66	
8	Fazer 2 furos/ cravação do fixador	0	0	0,72	1,08	1,08	0,84	0,84	
9	Cravar os pinos de fixação	0	0	0,73	1,08	1,08	0,85	0,85	
10	Transportar Kit de Prep PT100 para Kit de Montagem	6	6	0,50	1,08	1,08	0,72	0,72	
11	Arrumar kit de prep TP	6	6	0,17	1,08	1,08	0,33	0,33	
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/ motor)		64	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			18,55		
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)		36	HORAS TRABALHO:			7,20		
TRANSPORTE PARA A LINHA		0,00	Preparação de Kit's/ hora:			3,23			
			DATA:			04/09/2013 15:43			

Preparação de Peças de Reserva

 MAPA DE TAREFAS									
Linha: Montagem 1				Velocidade (m/s)			Kanban/DL	MRP	
Secção: Supermercado				1,33					
Operação: Peças Reserva				Metodo de Gestão					
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m)	MRP (m)	Tempo por Operação (min)	Coefficiente Fadiga	Ritmo	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	
1	Ver OF	0	0	1,00	1,08	1,08	1,17	1,17	
2	Pegar Kit + Palete	6	6	0,17	1,08	1,08	0,33	0,33	
3	Pegar Ponte	2	2	0,17	1,08	1,08	0,24	0,24	
4	Carregar Rotor e Tps	14	14	2,00	1,08	1,08	2,64	2,64	
5	Carregar Restantes Materiais	10	10	2,00	1,08	1,08	2,55	2,55	
6	Levar peças para Pintura/ Embalagem	23	23	0,17	1,08	1,08	0,71	0,71	
9									
10									
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/ motor)		32	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			6,94		
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)		32	HORAS TRABALHO:			7,20		
TRANSPORTE PARA A LINHA		0,71	Tropicalização de motores/ hora:			8,65			
			DATA:			04/09/2013 15:46			

Preparação de Peças para Tropicalizar

MEQ									
MAPA DE TAREFAS									
Linha: Montagem 1			Velocidade (m/s)					Kanban /DL	MRP
Secção: Supermercado			1,33						
Operação: Tropicalização			Metodo de Gestão						
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m)	MRP (m)	Tempo por Operação (min)	Coeficiente Fadiga	Ritmo	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	
1	Ver OF	0	0	1,00	1,08	1,08	1,17	1,17	
2	Pegar Stacker + Palete	6	6	0,17	1,08	1,08	0,33	0,33	
3	Pegar Ponte	2	2	0,17	1,08	1,08	0,24	0,24	
4	Carregar Rotor e Tps	14	14	2,00	1,08	1,08	2,64	2,64	
5	Carregar Restantes Materiais	10	10	2,00	1,08	1,08	2,55	2,55	
6	Levar peças para tropicalizar	23	23	0,17	1,08	1,08	0,71	0,71	
7	Trazer Peças	23	23	0,50	1,08	1,08	1,09	1,09	
8	Arrumar Stacker e Palete	6	6	0,17	1,08	1,08	0,33	0,33	
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/motor)	84	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			9,07			
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)	84	HORAS TRABALHO:			7,20			
TRANSPORTE PARA A LINHA		0,00	Tropicalização de motores/ hora:			6,61			
			DATA: 21/10/2013 08:46						

Preparação do Rotor

MEQ									
MAPA DE TAREFAS									
Linha: Montagem 1			Velocidade (m/s)					Kanban /DL	MRP
Secção: Supermercado			1,33						
Operação: Preparação de Rotor			Metodo de Gestão						
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m)	MRP (m)	Tempo por Operação (min)	Coeficiente Fadiga	Ritmo	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	
1	Ver OF	0	0	1,00	1,08	1,08	1,17	1,17	
5	Colocar estropos na Ponte	2	2	0,33	1,08	1,08	0,43	0,43	
6	Coletar no Rotor	2	2	0,33	1,08	1,08	0,43	0,43	
7	Colocar Rotor no Kit	2	2	0,37	1,08	1,08	0,47	0,47	
8	Arrumar Ponte	0	0	0,33	1,08	1,08	0,39	0,39	
	Coletar Placas de Fecho	5	5	0,17	1,08	1,08	0,31	0,31	
9	Colocar Placa de Fecho Int LV	0	0	0,17	1,08	1,08	0,20	0,20	
10	Colocar Placa de Fecho Int LA	0	0	0,17	1,08	1,08	0,20	0,20	
13	Buscar rolamentos	18	18	0,17	1,08	1,08	0,59	0,59	
14	Abrir caixa de rolamentos	0	0	0,33	1,08	1,08	0,39	0,39	
15	Colocar rolamentos no eq. de aquecimento	0	0	0,17	1,08	1,08	0,19	0,19	
16	Aquecer rolamentos	0	0	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	
17	Colocar massa c/ pincel no veio	0	0	0,17	1,08	1,08	0,19	0,19	
18	Levar rolamento p/ rotor	0	0	0,17	1,08	1,08	0,19	0,19	
19	Colocar rolamento no rotor	0	0	0,50	1,08	1,08	0,58	0,58	
20	Empurrar kit	1	1	0,00	1,08	1,08	0,02	0,02	
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/motor)	30	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			8,77			
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)	30	HORAS TRABALHO:			7,20			
TRANSPORTE PARA A LINHA		0,00	Preparação de Rotores/ hora:			6,84			
			DATA: 21/10/2013 08:46						

Arrumar peças no Cais

 MAPA DE TAREFAS									
Linha: Montagem 1			Velocidade (m/s)					Kanban /DL	MRP
Secção: Supermercado			1,33						
Operação: Arrumar Cais			Metodo de Gestão						
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m) (93%)	MRP (m) (7%)	Tempo por Operação (min)	Coefficiente Fadiga	Ritmo	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	
1	Retirar Caixas Vazias duplo lote para o cais	10	0	5,00	1,08	1,08	6,05	6,05	
2	Retirar Caixas de tampas vazias para o cais	20	0	2,00	1,08	1,08	2,78	2,78	
3	Retirar Listagem de Abastecimento	0	0	2,00	1,08	1,08	2,33	2,33	
4	Pegar na ponte	2	2	0,20	1,08	1,08	0,28	0,28	
5	Abastecer estantes de tampas	24	20	30,00	1,08	1,08	35,52	35,52	
6	Verificar Peças MRP no Cais	0	5	15,00	1,08	1,08	17,61	17,61	
7	Arrumar peças MRP Picking	0	12	10,00	1,08	1,08	11,93	11,93	
8	Arrumar peças MRP GR	0	18	10,00	1,08	1,08	12,06	12,06	
9	Verificar CX de estantes duplo lote	5	0	5,00	1,08	1,08	5,94	5,94	
10	Repor caixas DL nas estantes	10	0	5,00	1,08	1,08	6,05	6,05	
11	Arrumar Stackler	0	0	5,00	1,08	1,08	5,83	5,83	
12	Verificar Rolamentos	0	0	4,00	1,08	1,08	4,67	4,67	
13	Arrumar Rolamentos em local destinado	0	12	5,00	1,08	1,08	6,10	6,10	
14									
15									
16									
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/motor)	71	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			117,16			
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)	69	HORAS TRABALHO:			7,20			
TRANSPORTE PARA A LINHA		0,00	DATA:	21/10/2013 08:43					

Reposição de kanbans

 MAPA DE TAREFAS									
Linha: Montagem 1			Velocidade (m/s)					Kanban /DL	MRP
Secção: Supermercado			1,33						
Operação: Abastecimento de Kanbans			Metodo de Gestão						
Nº	Atividade	Kanban/ DL (m) (100%)	MRP (m)	Tempo por Operação (min)	Coefficiente Fadiga	Ritmo	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	Tempo por Operação x Coef. Fad.x Ritmo x Desl	
1	Pegar Carro de Abastecimento Kanban	2		1,00	1,08	1,08	1,21		
2	Recolha de Caixas Vazias em kanban	95		1,00	1,08	1,08	3,27		
3	Voltar para Super	61		0,00	1,08	1,08	1,35		
4	Recolha de Caixas em Espelho	20		5,00	1,08	1,08	6,28		
5	Picking das Caixas	0		5,00	1,08	1,08	5,83		
6	Reposição de Kanbans	95		10,00	1,08	1,08	13,77		
7	Arrumar Carro de Abastecimento Kanban	61		0,17	1,08	1,08	1,55		
Deslocação no Supermercado	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA Kanban_DL (m/motor)	334	TEMPO TOTAL (Preparar kit):			33,26			
	DISTÂNCIA TOTAL PERCORRIDA MRP (m/motor)	0	HORAS TRABALHO:			7,20			
TRANSPORTE PARA A LINHA		0,00	DATA:	21/10/2013 08:45					