



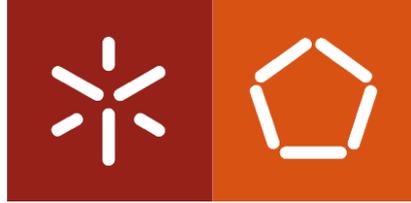
Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Inês Fonseca Aquino

**Melhorar a produtividade de uma linha de
montagem de modelos mistos**

Outubro de 2022



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Inês Fonseca Aquino

**Melhorar a produtividade de uma linha de
montagem de modelos mistos**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho

Outubro de 2022

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-SemDerivações

CC BY-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer ao Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho, meu orientador neste projeto, por todo o apoio constante e ensinamentos transmitidos durante o projeto.

À WEGeuro, pela oportunidade que me foi possibilitada de evoluir profissionalmente e pessoalmente. A toda a equipa de Processos Industriais e Melhoria Contínua por toda a ajuda prestada, especialmente à Ana, a minha orientadora do projeto, pelo apoio incondicional no decorrer do projeto e todos os ensinamentos que me foram transmitidos, e ao Jefferson, pelos conselhos e todo o tempo despendido para me acompanhar e auxiliar no projeto. Quero também agradecer à Sandra e à Catarina pelas palavras de apoio e motivação que me foram dadas na realização do projeto, e a todos os colaboradores envolvidos na linha de montagem, por toda a cooperação.

Deixo também um agradecimento à Maria e ao Pedro, os meus colegas de estágio, por todo o companheirismo e ajuda prestada ao longo destes meses.

Um agradecimento muito especial aos meus amigos e colegas da universidade, que partilharam comigo a sua amizade e ajuda ao longo destes últimos 5 anos.

Aos pilares da minha vida, a minha mãe e o meu pai, por todo o amor incondicional, apoio e motivação. Sem eles nada disto seria possível.

Ao Francisco, por nunca me deixar desistir e por toda a motivação diária, paciência e amor.

Por último, quero agradecer aos meus grandes amigos, Catarina, Fran, Inês e Laura por todo o apoio e paciência e, acima de tudo, pela nossa amizade.

A todos, o meu muito obrigada!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Melhorar a produtividade de uma linha de montagem de modelos mistos

RESUMO

A presente dissertação enquadrada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, descreve o projeto desenvolvido em contexto empresarial na empresa WEGeuro – Indústria Elétrica S.A. O principal objetivo passou por melhorar a produtividade de uma linha de montagem de modelos mistos com o balanceamento e aplicabilidade de ferramentas *Lean*.

A metodologia adotada foi a Investigação-ação, uma vez promove o envolvimento de todos os participantes do projeto. Numa primeira fase do projeto realizou-se o enquadramento teórico das temáticas que serviram de base teórica necessária para o desenvolvimento do trabalho proposto, tais como *Lean* e as respetivas ferramentas como 5S, gestão visual, entre outras. Para completar, ainda foram abordadas temáticas sobre sistemas de produção e o seu balanceamento.

Posteriormente, foi realizada uma breve descrição da empresa WEGeuro, com a apresentação das unidades fabris portuguesas e respetivos produtos. Posto isto, passou-se para a análise crítica do estado atual, com o objetivo de serem identificados os principais problemas existentes. Para tal, começou por se analisar os produtos responsáveis pela linha de montagem e seu fluxo produtivo. Com contínuas observações ao *Gemba*, estudo de tempos, análise ABC, *5Whys*, entre outras ferramentas, identificaram-se desperdícios como: a falta de balanceamento da linha de montagem e a consequente baixa taxa de utilização, a falta de normalização do trabalho, o excesso de *stock* de carrinhos *kits junjo* junto à linha de montagem, ocorrência de defeitos, falta de polivalência dos operadores, caixas de abastecimento de componentes desadequadas e desorganização da bancada de trabalho do último posto.

Depois de identificados os problemas e, com o intuito de estes serem solucionados, foram sugeridas uma série de propostas de melhoria. Estas passam por uma nova proposta de balanceamento da linha, o dimensionamento do sistema de abastecimento e ainda a promoção da polivalência e entreaajuda dos operadores com a aplicabilidade do modo operatório *Toyota Sewing System*.

Através das propostas de melhoria sugeridas, prevê-se uma diminuição do *idle-time*, uma redução de 20% dos operadores e uma redução de 31,5 m² da área ocupada pela linha. Em termos monetários, estima-se uma poupança anual de 88 473,82€.

PALAVRAS-CHAVE

Balanceamento, Lean, Linha de montagem de modelos mistos

Improve the productivity of a mixed-model assembly line

ABSTRACT

This dissertation is part of the Master's in Industrial Engineering and Management, and describes the project developed in a business context in the company WEGeuro – Electrical Industry S.A. The main objective was to improve the productivity of a mixed-model assembly line with the balancing and applicability of Lean tools.

The methodology adopted was Action-Research, since it promotes the involvement of all project participants. In the first phase of the project, the theoretical framework of the themes that served as the necessary theoretical basis for the development of the proposed work was carried out, such as Lean and its tools like 5S, visual management, among others. In addition, topics on production systems and their balancing were also addressed.

Afterwards, a brief description of the company WEGeuro was made, with the presentation of the Portuguese manufacturing units and their products. After this, we moved on to the critical analysis of the current state, with the objective of identifying the main existing problems. To do this, we began by analysing the products responsible for the assembly line and its production flow. With continuous observations of the Gemba, time studies, ABC analysis, 5Whys, among other tools, we identified waste such as: the lack of balance of the assembly line and the consequent low utilization rate, the lack of standardization of the work, the excess stock of kit carts next to the assembly line, the occurrence of defects, lack of versatility of the operators, inadequate supply boxes for components and disorganization of the workbench of the last station.

After the problems were identified, and with the intention of solving them, a series of improvement proposals were suggested. These include a new proposal for balancing the line, the sizing of the supply system and also the promotion of versatility and mutual help of the operators with the applicability of the Toyota Sewing System operating mode.

Through the suggested improvement proposals, it is expected a decrease in idle time, a 20% reduction of operators and a 31.5 m^2 reduction of the area occupied by the line. In monetary terms, it is estimated an annual saving of 88,473.82€.

KEYWORDS

Balancing, Lean, Mixed-model assembly line

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tabelas.....	xvi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	21
1 Introdução.....	22
1.1 Enquadramento.....	22
1.2 Objetivos.....	23
1.3 Metodologia de investigação.....	24
1.4 Estrutura da dissertação.....	25
2 Enquadramento teórico.....	27
2.1 <i>Lean Production</i>	27
2.1.1 Princípios do <i>Lean Thinking</i>	27
2.1.2 Tipos de desperdícios.....	29
2.1.3 Ferramentas e metodologias <i>Lean</i>	30
• 5'S.....	30
• Gestão Visual.....	31
• Visual Stream Mapping.....	31
• Standard Work.....	32
• Kaizen.....	35
2.2 Sistemas de produção.....	36
2.2.1 SPOP.....	37
2.2.2 Linhas de produção.....	41
2.2.3 Balanceamento de linhas de produção.....	43
2.2.4 Indicadores de desempenho.....	45
3 Apresentação da empresa.....	48
3.1 Grupo WEG.....	48

3.2	Empresa WEGeuro	49
3.3	WEGeuro Santo Tirso.....	49
3.3.1	Produtos	50
3.3.2	Composição de um motor.....	51
3.3.3	Processo produtivo	52
3.3.4	Sistema de controlo da produção.....	53
4	Descrição e análise crítica da situação atual	54
4.1	Descrição da linha de montagem.....	54
4.1.1	Produtos da linha de montagem	54
4.1.2	<i>Layout</i> e fluxo produtivo	55
4.1.3	Fluxo de abastecimento de material necessário à linha de montagem.....	60
4.2	Análise crítica da situação atual.....	62
4.2.1	Análise das famílias mais produzidas de motores	63
4.2.2	Necessidade de reestruturação das famílias atuais.....	64
4.2.3	Seleção das novas famílias de produtos a analisar	64
4.2.4	Estudo de tempos.....	65
4.2.5	Análise da cadeia de valor	67
4.3	Identificação de problemas da linha de montagem.....	68
4.3.1	Falta de balanceamento dos postos de trabalho	68
4.3.2	Baixa taxa de utilização da linha de montagem.....	71
4.3.3	Falta de normalização do trabalho	71
4.3.4	Excesso de <i>stock</i> de <i>kits junjo</i> junto à linha de montagem	72
4.3.5	Ocorrência de defeitos	73
4.3.6	Falta de polivalência e rotatividade dos operadores da linha	74
4.3.7	Caixas de abastecimento desadequadas	75
4.3.8	Bancada do posto de trabalho “Ligação 2” desorganizada	75
4.3.9	Dificuldade na identificação dos cabos de potência	76
4.3.10	Dificuldade na identificação dos diâmetros dos batentes	77
4.4	Síntese dos problemas identificados	77
5	Apresentação de propostas de melhoria	79

5.1	Balanceamento da linha de montagem	81
5.1.1	Balanceamento dos postos de trabalho	81
5.1.2	Afetação de operadores	84
5.1.3	Redimensionamento e posicionamento dos <i>buffers</i> da linha de montagem	85
5.2	Dimensionamento do sistema de abastecimento de carrinhos <i>kit junjo</i>	86
5.3	Sinalização do sistema de abastecimento de carrinhos <i>kit junjo</i>	86
5.4	Reconfiguração do <i>layout</i>	87
5.5	Adaptação do modo operatório	89
5.6	Normalização do trabalho.....	90
5.7	Plano de rotatividade dos operadores	90
5.8	Alteração das caixas de abastecimento de componentes.....	91
5.9	Aplicação das ferramentas 5S e gestão visual	92
5.9.1	Reestruturação da bancada do posto de trabalho “Ligação 2”	92
5.9.2	Identificação do diâmetro dos batentes	93
5.9.3	Aplicação de um sistema de cores nos cabos de potência	94
6	Análise e discussão de resultados	95
6.1	Resultados com o balanceamento da linha de montagem	95
6.2	Melhoria do desempenho da linha de montagem	96
6.2.1	Redução do número de operadores	96
6.2.2	Redução da área ocupada	96
6.2.3	Redução do <i>stock</i> de carrinhos <i>kit junjo</i>	97
6.2.4	Aumento da produtividade e taxa de utilização da linha	97
6.3	Trabalho normalizado.....	98
6.4	Polivalência dos operadores	98
6.5	Melhoria da organização e gestão visual das caixas de abastecimento.....	99
6.6	Melhoria da limpeza e organização da bancada de trabalho	99
6.7	Aplicação da gestão visual nos batentes	100
6.8	Síntese dos resultados obtidos.....	100
7	Conclusão e trabalho futuro	102
7.1	Conclusão.....	102

7.2 Trabalho futuro	104
Referências Bibliográficas	106
Apêndices	110
Apêndice 1 – Processo produtivo geral	111
Apêndice 2 – Proposta das novas famílias	112
Apêndice 3 – Análise ABC das novas famílias propostas	113
Apêndice 4 – Estudo de Tempos.....	114
Apêndice 5 – VSM atual.....	137
Apêndice 6 – Cálculo do tempo de ciclo médio ponderado atual	138
Apêndice 7 – Cálculos da capacidade produtiva atual	139
Apêndice 8 – <i>One Point Lesson</i>	140
Apêndice 9 – Precedências.....	141
Apêndice 10 – Cálculo do novo tempo de ciclo médio ponderado.....	145
Apêndice 11 – Simulação do cálculo do número de <i>Kits Junjos</i>	146
Apêndice 12 – Standard Work Combination Table.....	148
Apêndice 13 – 5S <i>Checklist</i>	168
Anexos	169
Anexo I – Critérios para a realização do estudo de tempos	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fases da metodologia Investigação-ação.....	24
Figura 2 - Os cinco princípios do lean thinking.....	28
Figura 3 - Simbologia do VSM.	32
Figura 4 - Exemplo de um Standard Work Chart.	34
Figura 5 - Exemplo de um Standard Work Combination Table.....	34
Figura 6 - Exemplo de um Production Capacity Sheet.....	35
Figura 7 - Ciclo PDCA.	36
Figura 8 - Posicionamento das linhas, células de produção e oficinas de produção quanto à variedade de artigos e quantidade produzida.	37
Figura 9 - Representação do modo Working Balance: a) arranjo em U; b) arranjo linear.	39
Figura 10 - Representação do modo Toyota Sewing System: a) arranjo em U; b) arranjo linear.	40
Figura 11 - Representação do modo Baton-touch: a) arranjo em U; b) arranjo linear.	40
Figura 12 - Representação do modo Rabbit Chase: a) arranjo em U; b) arranjo linear.	40
Figura 13 - Representação do modo Bucket-brigades: a) abordagem geral; b) arranjo em U; c) arranjo linear.....	41
Figura 14 - Tipos de linhas tendo em conta a variedade de produtos.	42
Figura 15 - Exemplo de um diagrama de precedências.....	44
Figura 16 - Unidades fabris do Grupo WEG.	48
Figura 17 - À esquerda, a unidade fabril da Maia, e à direita a unidade fabril de Santo Tirso.	49
Figura 18 - Layout atual da unidade fabril de Santo Tirso.....	50
Figura 19 - Constituição geral de um motor.....	52
Figura 20 - Layout atual da linha de montagem.....	56
Figura 21 - Posto de trabalho "Pré-montagem".	57
Figura 22 - Diagrama de análise do processo da linha de montagem.....	57
Figura 23 - Posto de trabalho "Início de linha".....	58
Figura 24 - Posto de trabalho "Ligação 1".....	58
Figura 25 - Posto de trabalho "Montagem 1".	59
Figura 26 - Posto de trabalho "Montagem 2".	59
Figura 27 - Posto de trabalho "Ligação 2".....	60
Figura 28 - Carrinho kit junho.	61

Figura 29 - Fluxo dos carrinhos kit junjo na linha de montagem.....	61
Figura 30 - Estante kanban.....	62
Figura 31 - Curva da análise ABC das famílias atuais da linha de montagem.....	64
Figura 32 - Curva da análise ABC das novas famílias propostas da linha de montagem.....	65
Figura 33 - Folha normalizada para cronometragem.....	66
Figura 34 - VSM parcial da situação atual.....	68
Figura 35 - Gráfico do balanceamento atual da linha de montagem.....	69
Figura 36 - Gráficos do balanceamento dos tempos de ciclo de cada posto de trabalho.....	70
Figura 37 - Excesso de stock de carrinhos kit junjo junto à linha de montagem.....	72
Figura 38 - Lead time teórico do processo de abastecimento de carrinhos kit junjo à LM.....	73
Figura 39 - 5Whys da incorreta montagem dos componentes do motor.....	73
Figura 40 - Desorganização dos materiais a serem abastecidos.....	75
Figura 41 - Bancada do posto de trabalho "Ligação 2".....	76
Figura 42 - Etiquetas dos cabos de potência.....	76
Figura 43 - Ferramenta batente.....	77
Figura 44 - Comparação dos tempos de ciclo antes e depois do balanceamento dos postos da linha de montagem.....	83
Figura 45 - Layout da linha antes do balanceamento.....	88
Figura 46 - Layout da linha depois do balanceamento.....	88
Figura 47 - Modo operatório Toyota Sewing System.....	90
Figura 48 - Standard Work Combination Table para o PT1 família nº1.....	90
Figura 49 - Plano de rotatividade da linha de montagem.....	91
Figura 50 - Alteração das caixas de abastecimento de componentes.....	92
Figura 51 - Estante de apoio ao posto de trabalho 4.....	93
Figura 52 - Aplicação da gestão visual nos batentes.....	94
Figura 53 - Aplicação de um sistema de cores nos cabos de potência.....	94
Figura 54 - Comparação das caixas de abastecimento entre a situação atual (a) e a nova proposta (b).	99
Figura 55 - Comparação dos batentes entre antes (a) e depois (b) da implementação da gestão visual.	100
Figura 56 - Processo produtivo geral.....	111
Figura 57 - VSM atual.....	137

Figura 58 - OPL para verificação da lista técnica.	140
Figura 59 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 1.....	148
Figura 60 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 3.....	148
Figura 61 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 5.....	149
Figura 62 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 7.....	149
Figura 63 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 13.	150
Figura 64 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 15.	150
Figura 65 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 16.	151
Figura 66 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 17.	151
Figura 67 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 19.	152
Figura 68 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 29.	152
Figura 69 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 1.....	153
Figura 70 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 3.....	153
Figura 71 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 5.....	154
Figura 72 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 7.....	154
Figura 73 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 13.	155
Figura 74 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 15.	155
Figura 75 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 16.	156
Figura 76 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 17.	156
Figura 77 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 19.	157
Figura 78 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 29.	157
Figura 79 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 1.....	158
Figura 80 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 3.....	158
Figura 81 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 5.....	159
Figura 82 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 7.....	159
Figura 83 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 13.	160
Figura 84 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 15.	160
Figura 85 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 16.	161
Figura 86 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 17.	161
Figura 87 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 19.	162
Figura 88 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 29.	162
Figura 89 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 1.....	163

Figura 90 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 3.....	163
Figura 91 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 5.....	164
Figura 92 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 7.....	164
Figura 93 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 13.	165
Figura 94 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 15.	165
Figura 95 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 16.	166
Figura 96 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 17.	166
Figura 97 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 19.	167
Figura 98 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 29.	167
Figura 99 - 5S Checklist.....	168

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Indicadores de desempenho.....	46
Tabela 2 - Produtos da unidade fabril de Santo Tirso.....	51
Tabela 3 - Famílias de produtos atuais.....	55
Tabela 4 - Análise ABC das famílias atuais da linha de montagem.....	63
Tabela 5 - Famílias classificadas com classe "A" da análise ABC das novas famílias propostas.....	65
Tabela 6 - Tempos de ciclo por posto de trabalho.....	67
Tabela 7 - Resultados VSM atual.....	68
Tabela 8 - Cálculo da capacidade da linha de montagem.....	71
Tabela 9 - Matriz de competências.....	74
Tabela 10 - Síntese dos problemas identificados.....	77
Tabela 11 - Plano de ações de melhoria.....	79
Tabela 12 – Soma de cada uma das tarefas individuais dos cinco postos de trabalho de cada uma das famílias da linha de montagem.....	81
Tabela 13 - Tempos de ciclo por posto de trabalho da nova proposta.....	84
Tabela 14 - Afetação dos operadores.....	85
Tabela 15 - Tempos de ciclo médios ponderados de cada PT da nova proposta.....	85
Tabela 16 - Custos associados à alteração do layout.....	89
Tabela 17 - Plano de atividades 5S.....	93
Tabela 18 - Ganhos no idle time.....	95
Tabela 19 - Ganho anual estimado após balanceamento da linha de montagem.....	96
Tabela 20 - Redução da área ocupada pela linha de montagem após balanceamento.....	96
Tabela 21 - Redução da quantidade de stocks mínimos de carrinhos kit junho.....	97
Tabela 22 - Ganhos da produtividade e taxa de utilização depois do balanceamento da linha.....	98
Tabela 23 - Comparação entre o tempo de procura dos componentes nas caixas na situação atual e na nova proposta.....	99
Tabela 24 - Ganhos monetários esperados.....	101
Tabela 25 - Proposta das novas famílias da linha de montagem.....	112
Tabela 26 - Análise ABC das novas famílias propostas.....	113
Tabela 27 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	114

Tabela 28 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	114
Tabela 29 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	115
Tabela 30 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	115
Tabela 31 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	116
Tabela 32 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	116
Tabela 33 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	116
Tabela 34 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	117
Tabela 35 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	117
Tabela 36 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.....	118
Tabela 37 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	118
Tabela 38 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	118
Tabela 39 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	119
Tabela 40 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	119
Tabela 41 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	120
Tabela 42 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	120
Tabela 43 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	120

Tabela 44 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	121
Tabela 45 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	121
Tabela 46 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	122
Tabela 47 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.....	122
Tabela 48 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.	122
Tabela 49 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.	123
Tabela 50 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.	123
Tabela 51 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.	123
Tabela 52 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	124
Tabela 53 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	124
Tabela 54 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	125
Tabela 55 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	125
Tabela 56 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	126
Tabela 57 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	126
Tabela 58 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	127
Tabela 59 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	127

Tabela 60 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	128
Tabela 61 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.	128
Tabela 62 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	129
Tabela 63 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	129
Tabela 64 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	130
Tabela 65 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	130
Tabela 66 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	131
Tabela 67 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	131
Tabela 68 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	132
Tabela 69 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	132
Tabela 70 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	133
Tabela 71 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.....	133
Tabela 72 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.....	134
Tabela 73 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.....	134
Tabela 74 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.....	135
Tabela 75 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.....	135

Tabela 76 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.....	136
Tabela 77 - Dados necessários para o cálculo do TC médio ponderado atual.....	138
Tabela 78 - Precedências referentes às famílias 1 e 3.....	141
Tabela 79 - Precedências referentes às famílias 13, 15 e 16.....	142
Tabela 80 - Precedências referentes às famílias 17 e 19.....	143
Tabela 81 - Precedências referente à família 29.....	144
Tabela 82 - Dados necessários para o cálculo do TC médio ponderado nova proposta.....	145
Tabela 83 - Cálculo do número de carrinhos kit junjo para linha de montagem.....	146
Tabela 84 - Número de ciclos a cronometrar.....	170

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AGVS – Automated Guided Vehicle Systems

ALBP – *Assembly Line Balancing Problem*

CNC – Comando Numérico Computadorizado

CP – Capacidade de Produção

EF – Eficiência

GALBP – *Generalized Assembly Line Balancing Problem*

JIT – *Just in Time*

LM – Linha de Montagem

LT – *Lead Time*

MALBP – *Mixed Assembly Line Balancing Problem*

OPL – *One Point Lesson*

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PIMC – Processos Industriais e Melhoria Contínua

PT – Posto de trabalho

SALBP – *Single Assembly Line Balancing Problem*

SPOF – Sistemas de Produção Orientados à Função

SPOP – Sistemas de Produção Orientados ao Produto

TA – Tempo de Atravessamento

TC – Tempo de Ciclo

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

VA – Valor Acrescentado

VNA – Valor Não Acrescentado

VSM – *Visual Stream Mapping*

WIP – *Work in Progress*

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida na empresa WEGeuro, em Santo Tirso, tendo como foco a melhoria da produtividade de uma linha de montagem. Ao longo deste capítulo é apresentado o seu enquadramento bem como os seus objetivos. Para além dos tópicos anteriormente mencionados, é também descrita a metodologia de investigação adotada e é apresentada a estrutura de dissertação.

1.1 Enquadramento

Esta dissertação enquadra-se na empresa WEGeuro – Indústria Elétrica S.A. de Santo Tirso, particularmente na secção de Processos Industriais e Melhoria Contínua do departamento de Engenharia Industrial. É especializada na fabricação e comercialização de motores elétricos com especial incidência nas indústrias potencialmente perigosas. A WEGeuro – Indústria Elétrica S.A. pertence ao grupo WEG, um dos maiores fabricantes mundiais de motores e equipamentos elétricos. Esta dedica-se à produção e montagem de motores para o setor petrolífero e das energias renováveis.

Num mercado cada vez mais global e competitivo, as empresas precisam de maximizar a eficiência com que utilizam os seus recursos para poder alcançar uma posição favorável no mercado. A baixa eficiência da linha de montagem, problemas como o sequenciamento e desnivelamento das tarefas dos postos de trabalho da linha de montagem e o aumento da produtividade, foram motivos que levaram a empresa a sentir necessidade de atuar e avançar com este projeto. De forma a responder a estes desafios, surge o *Toyota Production Systems* (TPS), criado por Taiichi Ohno, que é uma abordagem amplamente perseguida nas indústrias (Kumar et al., 2020). Os conceitos chave associados a este sistema são a produção *Just in Time* (JIT), *Jidoka* (ou *automation*), força de trabalho flexível e pensamento crítico (Monden, 1983). A aplicação do *Lean Manufacturing*, proveniente do TPS (Monden, 1998), procura eliminar por completo tudo aquilo que não acrescenta valor do ponto de vista do cliente (Womack et al., 1990). Ohno (1988) classificou os desperdícios, ou *Muda*, em sete categorias: sobreprodução, esperas, transportes, sobre processamento ou processamento incorreto, *stocks*, movimentações e defeitos. Posteriormente, Liker (2004) identifica o oitavo desperdício, o não aproveitamento de potencial dos colaboradores para a resolução de problemas através das suas ideias, uma vez que não lhes é permitido manifestá-las. Para além do *Muda*, Liker (2004) identifica mais dois tipos de desperdícios, *Muri* e *Mura*. O primeiro relacionado com a sobrecarga de equipamentos e pessoas e, o segundo, com a variação, estando relacionado com a base importante do TPS, a estabilidade. Estes três conceitos estão

diretamente relacionados uma vez que, a presença de *Mura* provoca o aparecimento de *Muri* que, por sua vez, provoca *Muda* e vice-versa (Bicheno & Holweg, 2009).

Associado ao *Lean Thinking* estão cinco princípios: especificar valor para cada produto, identificar a cadeia de valor, a criação de fluxo, a produção *Pull* e a procura pela perfeição. Ao incutir a aplicação destes conceitos no dia-a-dia de uma organização surgem novos desperdícios e, conseqüentemente, novos obstáculos, dando a oportunidade de existir uma melhoria contante. Desta forma, as empresas devem contar com metodologias de melhoria contínua (conceito *kaizen*), aplicando ferramentas que auxiliem este processo. A WEGeuro promove esta filosofia aplicando-a diariamente na sua rotina com a finalidade de melhorar continuamente todas as áreas. Neste contexto, este trabalho de investigação incidirá na melhoria da produtividade da linha de montagem de modelos mistos, uma vez que houve uma necessidade de aumentar a produtividade, sem aumentar os recursos utilizados (tempo, equipamento e mão-de-obra).

1.2 Objetivos

O principal objetivo da presente dissertação é melhorar a produtividade de uma linha de montagem manual da empresa WEGeuro – Indústria Elétrica S.A., tendo em vista a melhoria do seu desempenho de forma a aumentar a quantidade produzida por dia, sem aumentar os recursos utilizados (tempo, equipamentos e mão-de-obra). Assim, destacam-se os seguintes objetivos para o projeto:

- Aumentar a produtividade da linha de montagem;
- Aumentar a eficiência da linha de montagem;
- Reduzir desperdícios associados;
- Reduzir o desnivelamento entre postos na linha;
- Reduzir o número de operadores;
- Reduzir a área ocupada pela linha de montagem;
- Reduzir custos.

Globalmente, com este projeto, espera-se que a empresa melhore a produtividade da linha de montagem.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia de investigação adotada no presente projeto foi a Investigação-ação, uma vez que esta metodologia é apropriada quando a questão de investigação se refere a uma série de ações numa determinada organização com foco na melhoria/ mudança (Coughlan & Coughlan, 2002).

O método promove a mudança organizacional com o envolvimento de todos os participantes, tendo em conta os seus pontos de vista e perspetivas (Farooq & O'Brien, 2015), em que é identificado o problema, construído um plano de ação para solucionar o problema e, consoante o sucesso ou não, decide-se se é necessário atuar ou não novamente no problema (O'Brien, 1998).

Segundo O'Brien (1998), esta metodologia está dividida em cinco fases cíclicas fundamentais representadas pela Figura 1, sendo elas: 1) Diagnóstico; 2) Planeamento de ações; 3) Implementação de ações; 4) Avaliação e 5) Aprendizagem, tendo o presente projeto seguido estas fases.

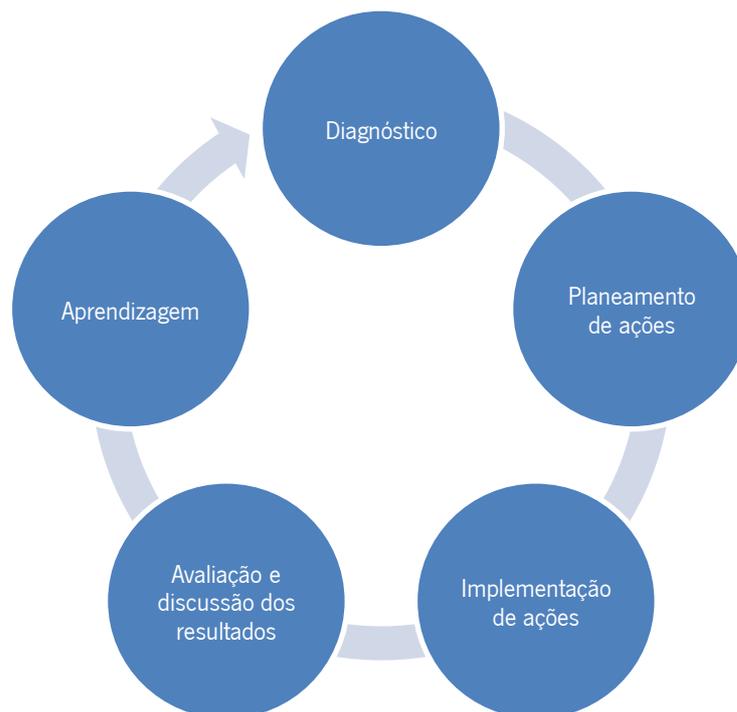


Figura 1 - Fases da metodologia Investigação-ação.
(adaptado de O'Brien (1998))

Numa primeira abordagem, na fase de **Diagnóstico**, todo o sistema produtivo em estudo é analisado criticamente de modo a identificar os problemas que comprometem o sistema. Esta análise foi feita através da observação *Gemba* (chão-de-fábrica), dos postos de trabalho e das atividades realizadas, estudo de tempos, da análise documental fornecida pela empresa e do diálogo com os colaboradores.

Para tal, foram usadas ferramentas como, análise ABC, Diagrama de Análise de Processo, *Value Stream Mapping* (VSM) e análise dos indicadores de desempenho atuais.

Seguidamente, na fase de **Planeamento de ações**, é feito um plano com propostas de melhoria de modo a solucionar os problemas identificados na fase anterior. Nesta fase, com base na análise do estado atual, partiu-se para a reconfiguração da linha de montagem, tendo em conta o aumento de produtividade. Seguidamente, procedeu-se ao balanceamento das tarefas pelos postos cumprindo as suas precedências.

Na fase de **Implementação das ações**, o envolvimento de todas as partes interessadas é importante uma vez que as ferramentas definidas na fase anterior são implementadas. Todavia, uma vez que, a alteração da linha requer validação de entidades superiores e análise de todo o projeto, não foi possível implementar todas as propostas sugeridas no horizonte temporal do estágio.

Posteriormente, os resultados dessas ações são avaliados e discutidos (fase de **Avaliação**) comparando-se os dados iniciais com os dados esperados, de maneira a perceber se ocorreram ou não melhorias significativas no processo produtivo com as alterações sugeridas. Para tal, recorreu-se a indicadores de desempenho, para quantificar o impacto das alterações feitas no sistema produtivo.

Finalmente, na fase de **Aprendizagem**, foram feitas diversas considerações sobre o conhecimento retirado do projeto, ou seja, as ações que contribuíram para melhorar o desempenho da linha de montagem. Para além disto, também são detalhadas algumas medidas a realizar no futuro, tendo em vista a melhoria contínua.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo trata-se da introdução onde é feito um breve enquadramento do projeto que serviu de base à realização desta dissertação, e são apresentados os objetivos que se esperam atingir com a elaboração do projeto em contexto empresarial. Para além disto, ainda é apresentada a metodologia de investigação adotada.

O segundo capítulo engloba o enquadramento teórico dos conceitos pertinentes para o projeto em estudo, servindo de base teórica à execução desta dissertação.

No terceiro capítulo é realizada uma breve apresentação da empresa onde o projeto foi elaborado. O capítulo começa por apresentar o grupo WEG e os países onde o grupo está presente, passando depois para as unidades portuguesas. Este capítulo termina com uma apresentação mais detalhada da unidade

fabril de Santo Tirso, por se tratar da unidade onde o projeto foi realizado, descrevendo os produtos comercializados e o seu processo produtivo.

O quarto capítulo inicia-se com a descrição detalhada do processo produtivo e análise crítica ao estado atual, utilizando ferramentas como análise ABC e estudo de tempos. O capítulo termina com o levantamento dos principais problemas identificados nas contínuas observações no *Gemba*.

Ao longo do quinto capítulo são apresentadas propostas de melhoria tendo por base os problemas identificados na etapa anterior.

O sexto capítulo é dedicado à avaliação dos possíveis resultados alcançados com a implementação das ações de melhorias apresentadas, comparando os valores antes e após as sugestões.

Por fim, no sétimo capítulo, reúnem-se algumas considerações retiradas da realização deste projeto, identificando-se também algumas limitações e dificuldades surgidas, e ainda algumas propostas de trabalho futuro.

2 ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O presente capítulo diz respeito ao enquadramento teórico dos conceitos pertinentes para o projeto em estudo, servindo de base teórica à execução desta dissertação. Primeiramente, será feita uma breve introdução do conceito de *Lean Production* com a descrição dos princípios do pensamento *Lean Thinking* e dos oito tipos de desperdícios. Posteriormente, serão apresentadas ferramentas e metodologias *Lean* pertinentes para a realização do presente projeto, como são exemplos, os 5S ou a Gestão Visual. Seguidamente, serão mencionados os diferentes tipos de sistemas de produção, dando uma maior importância aos sistemas de produção orientados ao produto. Por fim, são descritos alguns indicadores de desempenho.

2.1 *Lean Production*

O conceito *Lean Production* surgiu no Japão associado ao *Toyota Production Systems* (TPS), e foi introduzido em 1990 no livro “*The machine that changed the world*” pelos autores Womack e Jones. Esta metodologia é conhecida como a filosofia adotada para melhorar o desempenho dos sistemas de produção, de modo a eliminar o desperdício e a agregar valor ao cliente (Bragança et al., 2013). É um sistema com foco na perfeição, e na procura incessantemente da redução de custos, com a meta de alcançar os zero defeitos (Womack et al., 1990).

2.1.1 Princípios do *Lean Thinking*

A filosofia *Lean Production* procura eliminar as atividades que não acrescentam valor, no ponto de vista do cliente, sendo que o seu lema é “fazer mais com menos” (Womack et al., 1990).

Segundo Womack & Jones (1996), existem cinco princípios que servem de base ao pensamento *Lean*, representados na Figura 2 e explicados de seguida.



Figura 2 - Os cinco princípios do *lean thinking*.
(adaptado de Womack & Jones (1996))

1. **Valor:** deve ser definido consoante o ponto de vista do cliente e não da empresa, uma vez que estes não estão dispostos a pagar por algo que não consideram como valor (Womack & Jones, 1996). Desta forma, todos os requisitos, que o cliente não se encontra disponível a pagar, deve ser considerado como desperdício e, por isso, eliminado;
2. **Cadeia de valor:** com este ponto pretende-se identificar as atividades que acrescentam valor, ou seja, aquelas que o cliente está disposto a pagar, para o desenvolvimento do produto, daquelas que não são um requisito para o cliente. Assim, as atividades podem ser classificadas como: as que acrescentam valor ao produto, as que não acrescentam valor ao produto, mas não necessárias e, por fim, as que não acrescentam de todo valor ao produto e, portanto, devem ser eliminadas;
3. **Fluxo de valor:** este princípio promove o fluxo contínuo dos processos da cadeia de valor até ao cliente final, ou seja, deve ser evitado tempos de espera, paragens, pontos de estrangulamento, movimentações desnecessárias, entre outros (Coimbra, 2009);
4. **Sistema de produção *Pull*:** defende que é o cliente que desencadeia todo o processo de produção, ou seja, a produção é “puxada” de acordo com as encomendas do cliente. A este princípio está associado o conceito JIT que permite a redução de *stock*, bem como a existência de produtos obsoletos, permitindo produzir apenas o necessário (Womack & Jones, 1996);
5. **Perfeição:** é a procura pela perfeição baseada na melhoria contínua (conceito *kaizen*) dos processos, que deve estar sempre presente na cultura de uma organização, de maneira a ser possível acompanhar as exigências do cliente.

2.1.2 Tipos de desperdícios

Segundo Amaro & Pinto (2007), o desperdício ou *Muda* (palavra em japonês que significa desperdício) “é uma atividade que apenas consome recursos e não contribui para a satisfação dos clientes”. A eliminação destas atividades é um requisito que todas as organizações devem adquirir para se tornar competitivas no mercado e alcançar a excelência organizacional (Coimbra, 2009).

Existem sete tipos de desperdícios que não acrescentam valor nos processos de fabricação de um determinado produto sendo eles (Ohno, 1988):

- **Defeitos:** corresponde a todas as características que não vão de encontro com as conformidades estabelecidas pelo cliente. Daqui poderá resultar em sucata, nos casos em que os defeitos são impossíveis de serem reparados. Ou por outro lado, em retrabalho, acrescentando custos extra de reparação, controlo, transporte, entre outros;
- **Esperas:** diz respeito a todos os momentos que um colaborador ou máquina, se encontram parados à espera de algo, sem executar qualquer tipo de atividade (Liker, 2004). A existência de esperas, maioritariamente, está associada a situações de avarias, faltas de material, obstrução na linha, entre outros;
- **Movimentações:** todas as movimentações desnecessárias efetuadas pelos operadores representam desperdícios, não acrescentando qualquer valor ao produto. Segundo Wilson (2010), qualquer movimento do operador não acrescenta valor ao produto;
- **Sobreprodução:** acontece quando são produzidas quantidades superiores às requeridas pelo cliente, ou quando os produtos requeridos pelo cliente são produzidos mais cedo. Deste desperdício pode resultar *stock* e, conseqüentemente, custos associados pelo espaço ocupado (Ohno, 1988);
- **Inventário ou *stock*:** diz respeito ao *stock* de matérias-primas, *Work in progress* (WIP) e/ou produto acabado, os quais geram custos derivados do armazenamento destes materiais (Melton, 2005). Para Bicheno & Holweg (2009), o *stock* é resultado de outro desperdício, a sobreprodução, que é considerado o pior inimigo da qualidade e produtividade;
- **Transportes:** corresponde à deslocação de matérias-primas, materiais em processamento e/ou deslocação de produtos do seu local de armazenamento para a produção, e está associado à falta de organização, inexistência de procedimentos de trabalho adequados e/ou posicionamento incorreto dos equipamentos. Enquanto estes são transportados, não acrescentam valor do ponto de vista do cliente e devem ser eliminadas, uma vez que enquanto o produto é movimentado existe risco de ser danificado e/ou perdido (Ohno, 1988);

- **Sobreprocessamento ou processamento incorreto:** conjunto de operações que fazem parte do processo, mas não são necessárias. Este é um dos desperdícios mais difíceis de identificar ou compreender que é um desperdício (Womack, 2003).

Adicionalmente, mais tarde Liker (2004) definiu o oitavo desperdício, sendo ele o não aproveitamento do potencial criativo humano. Este está associado à falta de desconsideração das ideias dos colaboradores por parte dos que fazem parte da gestão de topo, por não acreditarem nas suas competências. O sucesso de uma organização passa pelo envolvimento de todos os membros, desta forma é importante existir uma boa comunicação entre os operadores e a gestão de topo.

Para além dos desperdícios anteriormente mencionados existem mais dois, que completam os *Muda*, e são eles: o *Mura* e o *Muri*. Designados muitas vezes como os 3M's, o *Muda*, *Mura* e *Muri*, constituem igualmente desperdícios para o sistema de produção e têm origem, maioritariamente, no *Gemba* (Alves, 2007).

Mura refere-se à variabilidade e irregularidade dos processos. Este pode ser eliminado através da adoção do sistema JIT, aplicado através do sistema *pull*, onde é o cliente a puxar os produtos ou serviços (Liker, 2004).

Por último, o ***Muri***, está relacionado com a sobrecarga ou excesso de trabalhadores ou equipamentos. Deste desperdício pode resultar problemas de segurança e qualidade, no caso dos trabalhadores, ou defeitos e quebras, no caso dos equipamentos, derivado de excederem os limites estipulados. Assim, para que este problema seja evitado, o trabalho deve estar sempre padronizado (Pinto, 2008).

2.1.3 Ferramentas e metodologias *Lean*

Nesta secção apresentam-se algumas ferramentas *Lean* que serviram de apoio teórico para a realização do presente projeto.

- 5'S

Os 5'S são uma ferramenta *Lean* que engloba cinco etapas sendo cada uma designada por uma palavra japonesa iniciada pela letra "S" (Pinto, 2009), sendo elas:

- ***Seiri*** (Organizar): É feita uma triagem no posto de trabalho, separando o material necessário, durante o processo, dos que são desnecessários;
- ***Seiton*** (Arrumar): Definir um local fixo dentro do espaço de trabalho onde as ferramentas devem ser arrumadas;

- **Seiso** (Limpar): Cada zona de trabalho deve ter uma norma de limpeza diária com as respetivas tarefas que cada operário deve realizar para manter o seu espaço de trabalho limpo;
- **Seiketsu** (Normalização): Nesta etapa são definidas e implementadas as melhorias definidas nas etapas anteriores através de planos de padrões de limpeza e arrumação para que cada operário tenha conhecimento de como deve executar;
- **Shitsuke** (Autodisciplina): É importante incutir e praticar princípios de organização e limpeza definidos nas etapas anteriores para se dar uma continuidade às normas estabelecidas.

Segundo Krijnen (2007), quando a ferramenta 5'S é bem implementada existe uma redução dos desperdícios através da eliminação de tempos despendidos à procura dos materiais e/ ou ferramentas necessárias para o processo. Para tal, é importante que os 5'S sejam aplicados sistematicamente e que, numa primeira fase, exista uma clara persistência e empenho na sua aplicação.

- Gestão Visual

A maioria da quantidade de informação que se recebe diariamente (mais de 75%) é através da visão. Desta forma, é uma mais-valia a informação ser colocada num formato visualmente apelativo. A gestão visual é um método simples de aplicar e permite tornar os processos de fabrico visíveis, lógicos e mais intuitivos, sendo uma ferramenta que dá suporte à técnica 5S (Hirano, 1995). A gestão visual ou controlo visual auxilia as pessoas no *Gemba* a tomar as decisões acertadas, evitando erros e alertando para situações irregulares (Pinto, 2009).

Sinais luminosos, marcações no chão, delineamento das ferramentas e cartões informativos são alguns dos exemplos de ferramentas de gestão visual, que auxiliam os trabalhadores na execução das tarefas e verificação de anomalias (Pinto, 2008; Bicheno & Holweg, 2009).

- Visual Stream Mapping

A ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta bastante intuitiva, que permite desenhar todo o fluxo produtivo desde a ordem do cliente até à entrega final do mesmo, com o intuito de identificar as fontes de desperdício. Desta forma, esta ferramenta possibilita mudanças no sistema produtivo de modo a melhorá-lo. Assim, partindo desta análise, consegue-se elaborar um novo fluxo com menos desperdícios (Rother & Shook, 1999).

Segundo Rother & Shook (1999), para uma correta construção do VSM é necessário realizar, sequencialmente, determinadas etapas. A primeira etapa, passa pela identificação da família de produtos a analisar, que é constituída por um conjunto de produtos que passam por etapas semelhantes de

processamento e utilizam equipamentos similares ao longo da linha de produção. Sendo assim, deve ser selecionada a família mais representativa e importante para o cliente.

A segunda etapa envolve a construção de um VSM referente ao estado atual do sistema produtivo. A simbologia utilizada para a construção do VSM está representada na Figura 3.

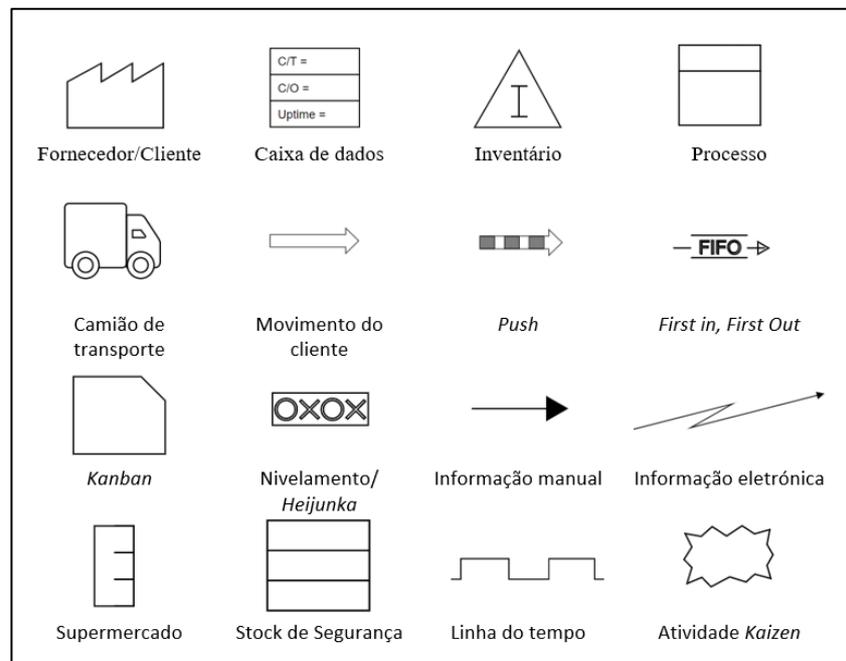


Figura 3 - Simbologia do VSM.

(adaptado de Rother & Shook (1999))

A terceira etapa diz respeito à construção do VSM do estado futuro, ou seja, um mapa melhorado com a eliminação ou redução dos problemas identificados que condicionam o fluxo do processo produtivo, através da implementação de ferramentas *Lean*.

Por último, a última etapa passa pela criação de um plano de implementação com base no que se deseja atingir no futuro.

- Standard Work

A metodologia *Lean*, *Standard Work* ou trabalho normalizado, desenvolvida por Ohno em 1950, permite uniformizar, normalizar ou padronizar o trabalho, tornando igual o modo operatório, independentemente do operador que executa as tarefas (Pinto, 2009). O principal objetivo desta ferramenta é a redução das oscilações existentes nos processos obtendo um tempo de produção contante em todos os postos de trabalho, através da especificação dos métodos e das sequências padronizadas das operações para cada processo (Ohno, 1988). A padronização é importante uma vez que evita que cada operador execute

aleatoriamente os passos de um determinado processo, reduzindo oscilações de seus respectivos tempos de ciclo.

Para que esta ferramenta seja bem executada é importante todas as especificações sejam facilmente entendidas e interpretadas por todos os colaboradores. Para tal, é necessário que todas as pessoas sejam envolvidas no processo para que o *Standard Work* seja entendido como um esforço e uma mais-valia e não de uma ordem imposta pelas chefias sobre como os operadores devem executar o seu próprio trabalho (Ribeiro et al., 2013).

A implementação desta ferramenta apresenta diversas vantagens tanto para a organização como para os colaboradores. Esta permite a redução da variabilidade dos processos, conseguindo a redução/eliminação de desperdícios, diminuindo o tempo de ciclo e melhorando a qualidade, uma vez que os processos são clarificados (Arezes et al., 2015). Do ponto de vista do colaborador, esta ferramenta permite facilitar a sua formação e a sua flexibilidade na mudança de posto de trabalho (Productivity Press Development Team, 2002).

Segundo Monden (1998), o *Standard Work* possui três elementos-chave, sendo eles:

- 1.** Tempo de Ciclo Normalizado: diz respeito ao tempo de ciclo que permite responder à procura do mercado;
- 2.** Sequência de Trabalho Normalizado: corresponde ao conjunto de tarefas que representam a melhor forma e mais segura de realizar o trabalho num determinado ciclo;
- 3.** Inventário WIP Normalizado: indica a quantidade mínima de *stock* que garanta um fluxo contínuo da produção, sem haver quaisquer interrupções.

Para se atingir o principal objetivo do TPS, redução de custos, Monden (1998) defende que é essencial alcançar três objetivos do *Standard Work*, sendo eles:

- Uma sequência padronizada das operações para permitir que o trabalho seja realizado de forma mais eficiente, eliminando o máximo de movimentações desnecessárias com o mínimo de trabalhadores;
- Tempo de produção constante em todos os postos de trabalho de uma linha de produção com a introdução do conceito de tempo de ciclo nas operações padrão;
- Existência de uma quantidade mínima necessária de inventário no processo para que o trabalhador execute as operações ao longo dos postos, num fluxo contínuo.

Segundo Liker & Meier (2006), o *Standard Work* pode ser documentado de três formas diferentes, sendo elas:

- **Standard Work Chart:** documento que combina o movimento do operador e a localização do material necessário à tarefa através do *layout* da área de trabalho (Figura 4);

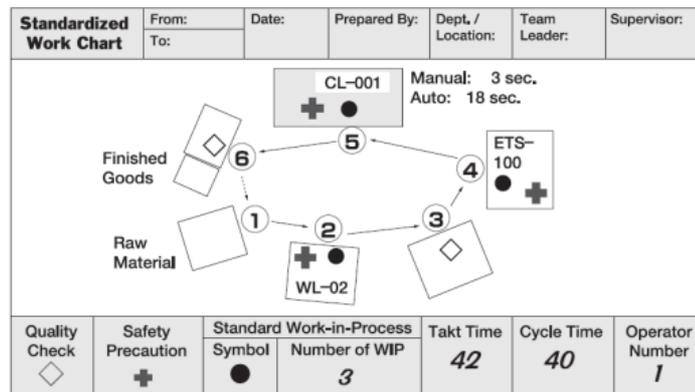


Figura 4 - Exemplo de um *Standard Work Chart*.

(retirado de Narusawa & Shook (2009))

- **Standard Work Combination Table:** documento que relaciona as tarefas do posto com a duração que as mesmas demoram, com base no *takt time* (TT), e ainda o tempo de processamento caso existam máquinas envolvidas (Figura 5). Este documento distingue claramente o trabalho que é feito pelo homem do que é feito pela máquina (Latha & Raghavendra, 2022);

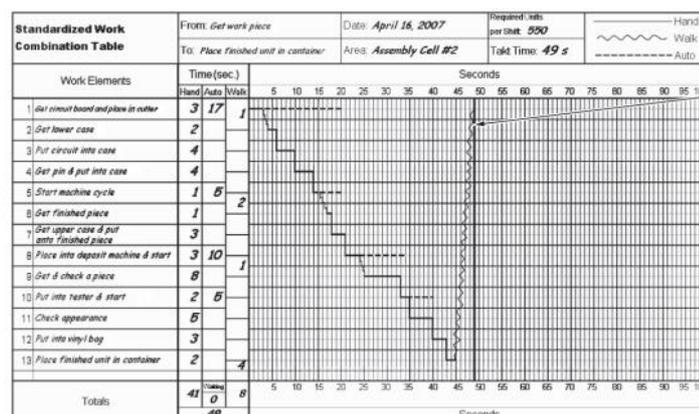


Figura 5 - Exemplo de um *Standard Work Combination Table*.

(retirado de Narusawa & Shook (2009))

- **Production Capacity Sheet:** gráfico que mostra a capacidade de uma máquina, considerando eventuais paragens e tempos de *setup* (Figura 6).

Process Capacity Sheet		Approved by:	Part #		Application	Entered by:	Date		
		R. Quan	25-59001		JN-01	Wayne Xi	May 08, 2007		
			Part name		Number of parts	Line			
			Base Unit		1	Machine Shop #2			
Step	Step name	Machine #	BASIC TIME			TOOL CHANGE		PROCESSING CAPACITY/SHIFT	Remarks
			MANUAL	AUTO	COMPLETION	CHANGE	TIME		
1	Cut	C100	6	32	38	500	2 min.	720 p	
2	Rough Grind	GR100	7	12	19	1,000	5 min.	1,440 p	
3	Fine Grind	GR200	7	30	37	200	5 min.	724 p	
4	Measure Diameter	TS100	8	4	12	—	—	2,325 p	
Total			28						

Figura 6 - Exemplo de um *Production Capacity Sheet*.

(retirado de Narusawa & Shook (2009))

- Kaizen

Kaizen é um termo japonês relacionado com a melhoria contínua uma vez que o seu principal objetivo passa por identificar e reduzir os desperdícios continuamente. A filosofia *kaizen* destaca-se pelo envolvimento de todos os colaboradores da organização para que pensem e atuem no sentido de eliminar eventuais desperdícios, aumentando a eficiência do sistema produtivo (Chen et al., 2010). Neste sentido, surgem os chamados eventos *kaizen*, onde os grupos de trabalho se reúnem, periodicamente, com o intuito de discutirem ideias que possam trazer melhorias tanto ao nível da produtividade como das condições de trabalho (Ortiz, 2006).

A meta da metodologia *kaizen* é a perfeição embora seja um estado utópico, uma vez que existe sempre alguma coisa que pode ser alterada ou melhorada num processo, mesmo que essas melhorias não sejam significativas.

Ferramentas como 5S, *5whys*, *brainstorming*, *kanban*, VSM, entre outras, estão associadas à metodologia *kaizen* (Garza-Reyes et al., 2018).

O ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), representado na Figura 7, é uma ferramenta que garante que o *kaizen* é feito de forma contínua, sistemática e organizada ao longo do tempo e é constituído por 4 etapas cíclicas (Imai, 2012), sendo elas:

1. **Plan** (Planear): constitui a primeira etapa do processo e, é nesta etapa, que o problema e as causas do mesmo são identificados. Para tal, é importante uma análise bem detalhada do estado atual do processo e a criação de um plano de ação;
2. **Do** (Fazer): esta fase é responsável pela implementação das ações de solução definidas na etapa anterior;
3. **Check** (Verificar): fase em que os resultados das ações efetuadas na etapa anterior são analisados. A comparação entre os dois cenários, o antes e o depois da implementação, permite

perceber se os objetivos definidos foram alcançados. Nesta fase, é importante quantificar as alterações realizadas;

- 4. Act (Agir):** caso os objetivos estabelecidos tenham sido atingidos, procede-se à normalização das melhorias implementadas garantindo assim um correto cumprimento das mesmas. Caso contrário, o ciclo PDCA deverá ser realizado novamente de maneira a atacar as causas que levaram a que o procedimento não fosse executado em conformidade com o planeado.

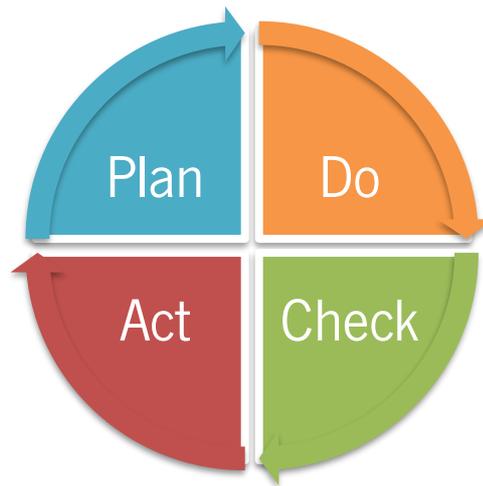


Figura 7 - Ciclo PDCA.

2.2 Sistemas de produção

Relativamente aos sistemas de produção estes podem dividir-se em duas categorias, Sistemas de Produção Orientados à Função (SPOF) e Sistemas de Produção Orientados ao Produto (SPOP) (Silva, 1996). O primeiro, é definido pela produção de uma multiplicidade de artigos em pequenas quantidades e, o segundo, dedica-se à produção de grandes volumes com variedade reduzida. Desta forma, devido à sua organização ser em função do produto a produzir, as linhas e células integram-se no SPOP, enquanto as oficinas, por agruparem equipamentos equivalentes na mesma secção para responderem à grande variedade de artigos, integram-se no SPOF.

A implantação em oficina ou *Job Shop* é considerada uma implantação dos SPOF, uma vez que apresentam áreas específicas onde cada uma é responsável apenas por um tipo de processo ou função de transformação. Este sistema de produção é adequado para uma produção de uma variedade considerável de artigos, sendo capazes de produzir todo o espectro de produtos de uma empresa (Silva, 1996). Desta forma, neste tipo de sistema, existe a possibilidade de os fluxos de produção serem cruzados e não sequencias, podendo levar a uma maior dificuldade de controlo do fluxo dos materiais.

No caso dos SPOP, à qual as linhas e células de produção estão incluídas, a organização é em função do produto a produzir. Neste sistema existe um conjunto de funções coordenadas e sincronizadas dedicadas ao fabrico e montagem de um produto ou família de produtos similares, geralmente distribuídas pelas estações de trabalho e células (Alves & Carmo-Silva, 2009). Contrariamente às implantações em *Job Shop*, a implantação em linha, adequa-se a uma baixa variedade de artigos produzidos em grandes quantidades (Silva, 1996). No que diz respeito às células, estas encontram-se entre as linhas e as oficinas, pois conjugam características típicas dos SPOF com características típicas das linhas.

A relação entre as quantidades de produção e a variedade de artigos está representada na Figura 8, em que distingue os três tipos de sistemas de produção por uma elevada taxa de produção (linhas), maior variedade de artigos (oficinas) ou uma combinação dos dois (células).

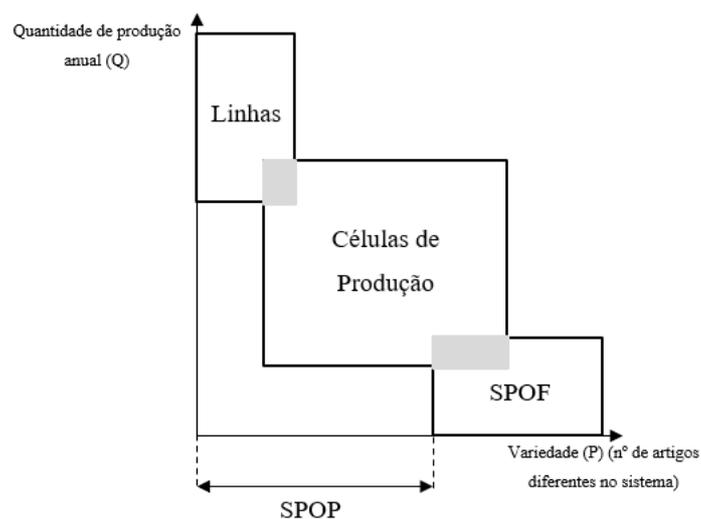


Figura 8 - Posicionamento das linhas, células de produção e oficinas de produção quanto à variedade de artigos e quantidade produzida. (retirado de (Alves, 1999))

2.2.1 SPOP

A alteração da procura numa organização leva a novas alterações e modificações nos sistemas, tornando-se fundamental efetuar-se determinados cálculos de capacidade, volume, número mínimo de postos de trabalho necessários, entre outros fatores, para garantir o correto balanceamento das linhas de produção. De acordo com a autora Alves (2007), para projetar e/ ou reconfigurar sistemas de produção é essencial seguir uma metodologia baseada em três fases, sendo elas: 1) Projeto Genérico; 2) Projeto Concetual; 3) Projeto Detalhado.

A primeira fase designada por Projeto Genérico é responsável por definir a estratégia de produção, tentando perceber a previsão da procura, a posição da empresa relativamente ao mercado, o tipo de recursos tecnológicos adquiridos, a variedade de produtos, entre outros (Monforte et al., 2015).

Posteriormente, depois de conhecida a procura e requisitos dos produtos, segue-se a segunda fase (Projeto Concetual). Esta diz respeito à identificação do tipo de configuração concetual quer das células quer dos postos de trabalho.

Por último, a fase três designada por Projeto Detalhado, sendo a fase mais significativa uma vez que trata, como o nome indica, detalhadamente, todo o processo e funcionamento da linha/ célula. Tendo em conta que nesta fase existe uma elevada dependência entre as atividades, estas são abordadas de forma iterativa e interrelacionada para que seja possível a alteração dos parâmetros segundo os resultados obtidos. Desta forma, Alves & Carmo-Silva (2009) definiram cinco passos cumpridos de forma interligada e dependente, de forma a simplificar o processo, sendo eles:

- 1.** Formação do produto/ família de produtos;
- 2.** Instanciação de células concetuais;
- 3.** Instanciação de postos de trabalho;
- 4.** Organização intracelular e controlo de cada célula;
- 5.** Arranjo integrado das células para a formação do SPOP.

A primeira etapa é responsável pela elaboração de famílias de produtos, se assim as quantidades de um produto o justifiquem. Nestes casos, caso não se justifique a formação de famílias, a célula ou sistema pode ficar dedicado a esse único produto do estudo. Este passo revela-se importante em casos em que existe uma mistura de artigos no mesmo sistema.

De seguida, na segunda etapa, a instanciação de células concetuais, é necessário que exista um conhecimento mais robusto de todo o processo produtivo, nomeadamente dos produtos, da sua quantidade e dos tempos de operação. Para além destes fatores, também é importante que se conheça o período de produção em estudo, capacidade produtiva, recursos disponíveis e turnos de produção.

Esta etapa integra quatro etapas, sendo elas: cálculo de máquinas ou equipamentos necessários, identificação da existência de fluxos intercelulares, definição dos fluxos e, por fim, seleção da melhor configuração operacional.

A terceira etapa, recorre a etapas como o cálculo do número de operadores para cada célula, realização do seu balanceamento e, por último, seleção e alocação dos operadores aos postos. Nesta etapa é importante que a repartição dos operadores pela célula seja feita corretamente, uma vez que a falta de competências adequadas ao posto pode impossibilitar a execução de qualquer plano elaborado. Desta

forma, é importante que em cada posto de trabalho, as competências necessárias sejam claras e registadas, afim de melhorar a formação das equipas de trabalho. Esta etapa deve ser apoiada com ferramentas visuais, como uma matriz de competências, que permitam uma rápida e fácil visualização das competências de cada colaborador.

Na penúltima etapa, organização intracelular e controlo de cada célula, as máquinas e equipamentos são organizados e os operadores são coordenados de modo a obter o arranjo mais adequado que possibilite a produção de artigos na quantidade e qualidade requeridas com o menor custo e movimentações possíveis. Nesta etapa é importante definir-se a implantação intracelular que diz respeito ao layout da célula, independentemente do seu formato ser em linha, em U ou W, o principal objetivo é minimizar as distâncias percorridas. Após definido o layout, segue-se a escolha do modo operatório.

Alves (2007) descreve cinco modos operatórios, sendo eles:

- **Working Balance** – caracteriza-se pela distribuição equilibrada das diferentes tarefas pelos operadores sendo que cada um é alocado a um posto de trabalho diferente com tempos de processamento semelhantes. Este modo operatório tem desvantagens nomeadamente a reduzida polivalência dos trabalhadores.

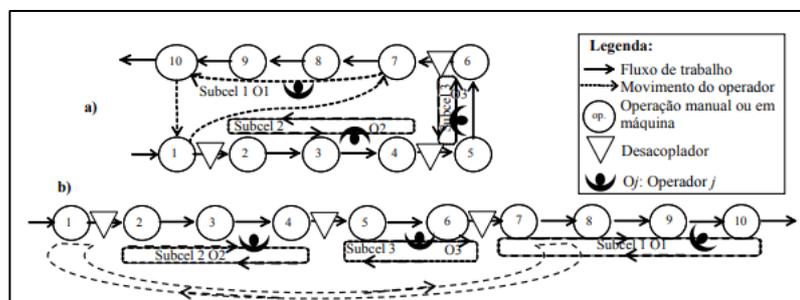


Figura 9 - Representação do modo *Working Balance*: a) arranjo em U; b) arranjo linear.

(retirado de Alves (2007))

- **Toyota Sewing System** – este modo operatório promove a entreaajuda, trabalho em equipa, responsabilidade e autonomia uma vez que, existe partilha de operações dos operadores nos postos adjacentes passando assim o trabalho uns para os outros. Ou seja, operadores polivalentes partilham as duas tarefas, passando o trabalho aos outros tal como acontece numa corrida de estafetas, em que se passa o testemunho.

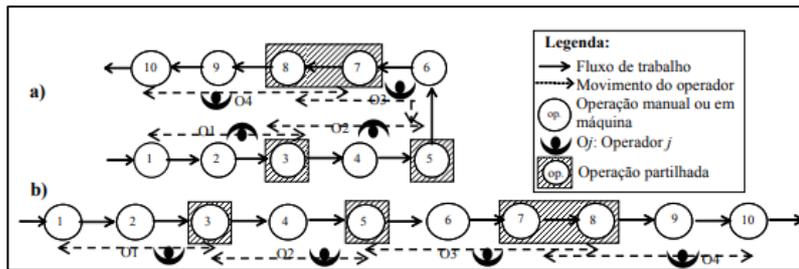


Figura 10 - Representação do modo *Toyota Sewing System*: a) arranjo em U; b) arranjo linear.
(retirado de Alves (2007))

- **Baton-touch** – neste modo operatório existe a possibilidade de os operadores atravessarem a célula permitindo que um dos operadores realize o primeiro e último posto de trabalho. Este modo operatório é definido como uma hibridação dos modos operatórios *Working Balance* e *Toyota Sewing System*.

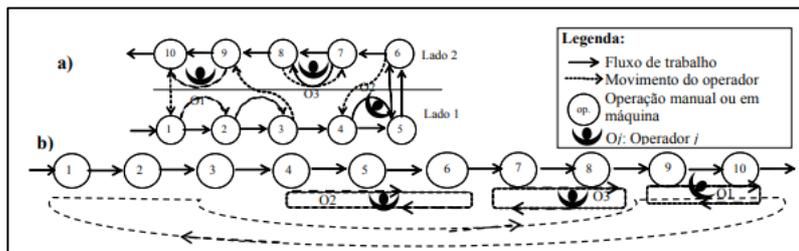


Figura 11 - Representação do modo *Baton-touch*: a) arranjo em U; b) arranjo linear.
(retirado de Alves (2007))

- **Rabbit Chase** – cada operador é responsável pela execução de todas as etapas do processo produtivo de um produto de um modo sequencial, promovendo assim a polivalência dos trabalhadores. Neste caso, a capacidade produtiva é definida pelo número de trabalhadores existentes e o ritmo é definido pelo operador mais lento.

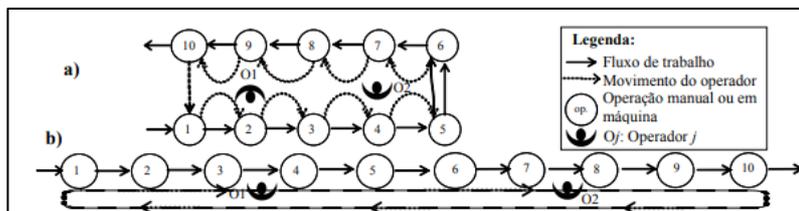


Figura 12 - Representação do modo *Rabbit Chase*: a) arranjo em U; b) arranjo linear.
(retirado de Alves (2007))

- **Bucket-brigades** – existe uma avaliação da velocidade de trabalho de cada operador, sendo este o parâmetro que define a distribuição dos operadores. Neste sentido, os colaboradores são distribuídos do mais lento para o mais rápido, que realizam as operações progressivamente, transportando o trabalho de um posto para o posto seguinte.

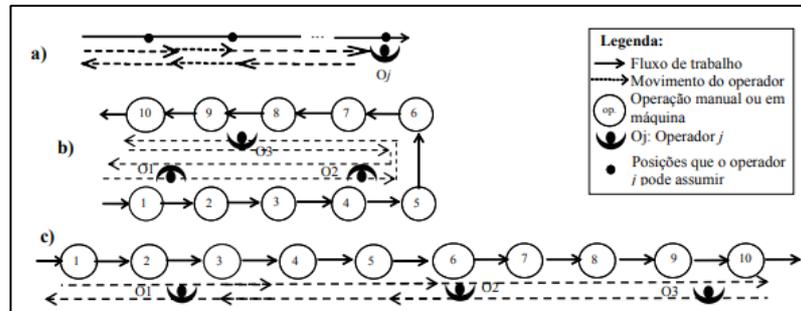


Figura 13 - Representação do modo *Bucket-brigades*: a) abordagem geral; b) arranjo em U; c) arranjo linear.
(retirado de Alves (2007))

Por fim, a última etapa, é selecionado o tipo de implementação intercelular, uma vez que o principal objetivo é a minimização/ eliminação de movimentações e transportes, e é escolhido o tipo de sistema de manuseamento de material intercelular. Estes podem ser manuais, tais como os carrinhos de rodas mecanizados, ou automatizados, tais como os comboios logísticos e/ou empilhadores, *Automated Guided Vehicle Systems* (AGVS), entre outros.

2.2.2 Linhas de produção

As linhas de produção, dedicadas à fabricação ou montagem de um ou mais artigos, é definida como a reunião de vários postos de trabalho geralmente distribuídos ao longo de um sistema de movimentação, como tapetes rolantes, onde são executadas sequencialmente tarefas até se obter o produto final. A cada posto de trabalho está alocado um operador que, de forma repetitiva e num período de tempo, executa as tarefas a ele alocadas (Reginato et al., 2016).

O conceito de linhas de montagem surgiu pela primeira vez por Henry Ford em 1913, com a aplicação do processo produtivo do automóvel Model T. Esta aplicação levou a uma diminuição significativa do tempo de produção do produto e, conseqüentemente, um aumento da taxa de produção (Yadav et al., 2020). Becker & Scholl (2006) classificam as linhas de produção segundo a variedade e sequência de artigos produzidos, distinguindo três tipos (Figura 14):

- **Linha de modelo único** (ou *Single-model line*): linha dedicada ao fabrico ou montagem de um modelo ou produtos idênticos, sem diferenças significativas entre si;

- **Linha de modelos mistos** (ou *Mixed-model line*): linha aplicada quando existe uma similaridade dos processos produtivos diferindo apenas nos itens opcionais existentes. São produzidos vários modelos de um modelo base na mesma linha de produção, não existindo um tempo de *setup* significativo para ajustar o processo;
- **Linha multimodelo** (ou *Multi-model line*): este tipo de linhas apresenta diferenças significativas nos processos produtivos sendo assim fabricados em lotes maiores com o objetivo de minimizar os tempos de *setup* entre os modelos. Face a isto, a produção é planeada para pequenos lotes de diferentes modelos.

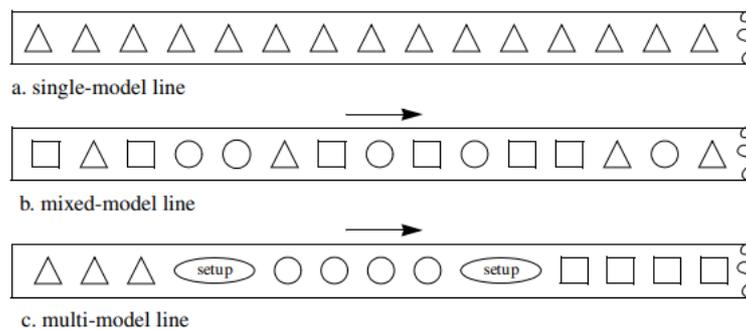


Figura 14 - Tipos de linhas tendo em conta a variedade de produtos.

(retirado de Becker & Scholl (2006))

Em relação ao ritmo estabelecido de produção nos postos de trabalho, as linhas de produção podem ser divididas em dois grupos (Basto, 2016).

- **Linhas síncronas** (ou *paced*): todos os postos de trabalho da linha trabalham ao mesmo ritmo, ou seja, apresentam o mesmo tempo de ciclo. Neste tipo de linhas, o tempo de ciclo determina a taxa de produção da linha, existindo um avanço sincronizado do produto de posto em posto de trabalho;
- **Linhas assíncronas** (ou *unpaced*): neste tipo de linhas todos os postos de trabalho trabalham ao seu ritmo, ou seja, não existe um tempo de ciclo comum a todas as estações de trabalho. Neste caso, as diferenças de tempos entre os postos podem provocar esperas, seja para movimentar o produto para a estação seguinte ou para receber outro produto. Assim, neste tipo de linhas, para que não existam esperas entres os postos, é necessário definir o dimensionamento e posicionamento dos *buffers*.

As linhas de produção apresentam diferentes configurações de acordo com as características inerentes à produção dos artigos em causa. De seguida, são apresentadas três configurações diferentes de linhas (Simaria & Vilarinho, 2004).

- **Estações paralelas:** Neste tipo de configuração verifica-se a repetição de uma ou mais estações de trabalho que executam as mesmas tarefas em produtos diferentes. Este tipo de configuração permite uma maior flexibilidade da linha, tempos de ciclo mais baixos e uma maior taxa de produção;
- **Linhas de dois lados:** Os operadores executam tarefas de ambos os lados da linha e é aplicado quando os produtos são de grande porte e a sua montagem requer operações num lado específico do produto;
- **Linhas em U:** As estações de trabalho podem trabalhar simultaneamente em dois troços da linha que estejam de frente um para o outro (estações *crossover*). Este tipo de configuração para além de ocuparem uma menor área, também podem permitir um melhor balanceamento pois, aumentam o número de combinações tarefa/ estações possíveis. Este tipo de configuração necessita de ser rebalanceada com frequência, sempre que se verifica uma alteração na quantidade a produzir.

2.2.3 Balanceamento de linhas de produção

O balanceamento de linhas de produção consiste na alocação de tarefas num posto de trabalho com o objetivo de garantir a distribuição equilibrada da carga pelas unidades de montagem do sistema. Este é um elemento fundamental na criação de fluxo na cadeia produtiva (Coimbra, 2009), um dos princípios do *Lean Thinking*. Uma linha mal balanceada acarreta vários custos para a empresa associados a fatores como má qualidade nos produtos, baixa produtividade da linha, elevados tempos de inatividade de operadores e máquinas, baixo aproveitamento da área ocupada e longos prazos de entrega. Para além do balanceamento permitir um fluxo equilibrado de materiais, também permite a redução de tempos ociosos, a minimização de postos de trabalho e a distribuição de perdas de balanceamento pelo posto de trabalho.

O problema de balanceamento de linhas de montagem designa-se por *Assembly Line Balancing Problem* (ALBP). Este divide-se em SALBP (*Single Assembly Line Balancing Problem*), problema de balanceamento de linhas de montagem simples, e GALBP (*Generalized Assembly Line Balancing Problem*), problema de balanceamento de linhas de produção generalizados. Dentro dos SALBP, estes podem ser classificados segundo o objetivo que se pretende, sendo eles (Yadav et al., 2020; Becker & Scholl, 2006):

- **SALBP – 1:** tem como objetivo a minimização do número de estações de trabalho dado um determinado tempo de ciclo;

- **SALBP – 2:** contrariamente ao SALBP – 1, este tem como objetivo a minimização do tempo de ciclo com número de estações de trabalho fixo;
- **SALBP – E:** tem como objetivo minimizar, simultaneamente, o número de estações de trabalho e o tempo de ciclo, aumentando a eficiência da linha;
- **SALBP – F:** consiste em determinar a existência ou não de um possível balanceamento de linha para um determinado número de estações de trabalho e tempo de ciclo fixos.

Quanto aos GALBP, os problemas mais comuns são o balanceamento de linhas de montagem em U e balanceamento de linhas de montagem de modelos mistos (MALBP). O primeiro, tal como o nome indica, aplica-se a linhas de montagem em formato em U. Neste tipo de configurações, quando é efetuado o balanceamento, é preciso ter atenção o facto de os operadores poderem executar as tarefas em mais do que uma estação de trabalho. O segundo problema mencionado, quando efetuado o sequenciamento, este tem de ser bem definido através do *mix*.

Tal como o SALBP, também o MALBP pode ser classificado segundo a sua função objetivo:

- **MALBP-1:** minimizar o número de estações de trabalho dado um determinado tempo de ciclo;
- **MALBP-2:** minimizar o tempo de ciclo dado um determinado número de estações de trabalho;
- **MALBP-E:** maximizar a eficiência da linha.

Qualquer que seja o problema de ALBP baseia-se no equilíbrio das tarefas pelos postos de trabalho recorrendo a um gráfico de precedências (Figura 15). Este gráfico é constituído por nós, apresentados na forma de círculo, com o respetivo número para cada tarefa elementar do processo, o tempo da execução de cada tarefa, apresentado no exterior do nó, e setas que representam as precedências obrigatórias entre tarefas.

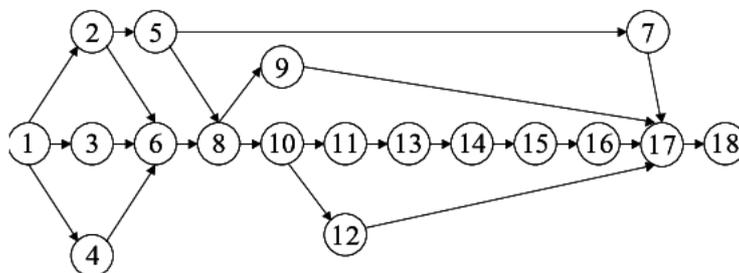


Figura 15 - Exemplo de um diagrama de precedências.

Becker & Scholl (2006) defendem que a dificuldade do balanceamento está na atribuição de tarefas aos postos de trabalho de forma ordenada sem comprometer as relações de precedências e, ao mesmo

tempo, conseguir otimizar o processo produtivo. Assim, é importante que, previamente, seja feito um estudo profundo ao conhecimento do *layout*, produtos, processos, materiais e indicadores de desempenho, antes de qualquer reconfiguração de um sistema produtivo.

É importante que nenhuma precedência seja desrespeitada e que o tempo de ciclo (TC) de cada estação de trabalho seja o mais próximo do *takt time* (TT), sem nunca o exceder. Desta forma, a procura do cliente é cumprida e a eficiência da linha é maximizada (Boysen et al., 2008).

A distribuição equilibrada da carga de trabalho está diretamente relacionada com a análise detalhada às tarefas elementares de cada operação. Neste seguimento, é essencial que o estudo recaia na forma como estas podem ser reduzidas ou até trocadas de ordem pelos vários postos de trabalho. Para a obtenção da melhor eficiência do sistema de produção, compreendendo um maior aproveitamento dos recursos (mão-de-obra e equipamentos), é importante definir o número de postos de trabalho, que é dado pela seguinte fórmula:

$$PT = \frac{\text{Soma tempos individuais das tarefas}}{TT} \quad (1)$$

Postos de trabalho com tempos de ciclo superiores que os outros representam zonas de estrangulamento (ou *bottlenecks*) e ditam a cadência de produção. Desta forma, estes são os postos prioritários durante a fase de distribuição das tarefas pelos postos de trabalho (Becker & Scholl, 2006).

No final, de maneira a verificar se a distribuição das tarefas foi feita equitativamente pelos diferentes postos de trabalho, é importante que o índice de planura seja calculado. Quanto mais próximo de zero, mais bem balanceado se encontra o sistema de produção, uma vez que os desvios de tempo de ciclo entre os postos de trabalho são reduzidos. Este indicador é medido através da equação a seguir apresentada.

$$\text{Índice de Planura} = \sqrt{\sum (TC \text{ do Sistema} - TC \text{ dos postos de trabalho})^2} \quad (2)$$

2.2.4 Indicadores de desempenho

Nesta secção são abordados indicadores de desempenho imprescindíveis para avaliar e monitorizar o comportamento dos sistemas produtivos ao longo do tempo. Na Tabela 1 estão reunidos os indicadores de desempenho, com a respetiva descrição e fórmula de cálculo.

Tabela 1 - Indicadores de desempenho.

Indicador de desempenho	Descrição	Fórmula de cálculo
Tempo de ciclo (TC)	Corresponde ao tempo de produção entre peças sucessivas.	É determinado pelo gargalo do processo, ou seja, pelo posto de trabalho mais demorado/ lento. O posto gargalo responsabiliza-se pelo ritmo a que a linha trabalha (Pinto, 2009).
<i>Takt Time</i> (TT)	Indica o ritmo produtivo necessário para satisfazer a procura do cliente.	$TT = \frac{\text{Tempo disponível no período } p}{\text{Quantidade procurada no período } p} \text{ (seg)}$
Produtividade	Mede a eficiência de utilização dos fatores de produção.	$= \frac{\text{Produtividade}}{\text{Produção diária}}$ (uni/ hora. Homem)
Tempo de atravessamento (TA)	Refere-se ao tempo decorrido a partir do momento em que uma matéria-prima chega na empresa e o momento em que esta chega no armazém como produto acabado.	$TA = \sum \text{Tempos de ciclo das tarefas}$
Capacidade de produção (CP)	Capacidade de unidades que a linha tem para produzir.	$CP = \frac{\text{Tempo disponível no período } p}{\text{Tempo do posto gargalo}} \text{ (un)}$
Eficiência da linha (EF)	Representa, em termos percentuais, a utilização da linha de produção.	$EL = \frac{\text{Soma tempos individuais das tarefas}}{\text{Nº de postos de trabalho} \times TT} \text{ (\%)}$

Indicador de desempenho	Descrição	Fórmula de cálculo
Número mínimo de postos de trabalho (PT)	Número mínimo de postos necessários para conseguir dar resposta ao ritmo da procura.	$PT = \frac{\text{Soma tempos individuais das tarefas}}{TT}$
Capacidade	Indica a disponibilidade das linhas de produção.	<p><i>Capacidade disponível (CP)</i> $= \text{Tempo do turno} \times \text{N}^{\circ} \text{ de turnos (seg)}$</p> <p><i>Capacidade efetiva (CE) = CP – Paragens planeadas</i></p> <p><i>Capacidade realizada = CE – Paragens não planeadas</i></p> <p>$\text{Ou} = CE \times OE$</p> <p><i>Capacidade esperada = TC × Produção diária</i></p> <p>$\text{Utilização do sistema} = \frac{\text{Capacidade esperada}}{\text{Capacidade realizada}} \times 100$</p>

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é apresentada a empresa onde o presente projeto foi desenvolvido, empresa WEGeuro – Indústria Elétrica S.A. Numa primeira fase será feita uma breve apresentação da empresa com a apresentação do seu historial, os diversos segmentos de mercado onde se encontra, as unidades fabris localizadas em Portugal e os produtos comercializados pela empresa. Seguidamente, é realizada uma descrição generalizada do processo produtivo bem como as diferentes secções que constituem a unidade fabril de Santo Tirso, local onde o presente projeto foi realizado.

3.1 Grupo WEG

O grupo WEG, fundado em 1961 em Jaraguá do Sul, no Brasil, por Wener Ricardo Voigt (Eletricista), Eggon João da Silva (Administrador) e Geraldo Werninghaus (Mecânico), inicialmente apenas estava direcionado para o mercado de motores elétricos. A partir da década de 80 começou a ampliar as suas atividades de negócio com a produção de componentes elétricos e eletrónicos, produtos para a automação industrial, transformadores de potência e distribuição, tintas líquidas e em pó e vernizes isolantes. Recentemente, este grupo empresarial expandiu a sua área de negócio ao entrar nos setores de energia eólica e solar e no setor de mobilidade elétrica.

Atualmente, o grupo conta com mais de 36 900 colaboradores distribuídos pelo mundo e está representado em 13 países distribuídos por 5 Continentes, tal como é visível na Figura 16.



Figura 16 - Unidades fabris do Grupo WEG.

3.2 Empresa WEGeuro

O grupo WEG inseriu-se no mercado português em 2002 com a implementação da empresa WEGeuro – Indústria Elétrica S.A. Em Portugal, existem duas unidades fabris, uma localizada no concelho da Maia, unidade comprada à Efacec Motors, e outra localizada no concelho de Santo Tirso construída em 2017, ambas representadas na Figura 17. Estas unidades produtivas em Portugal personalizam os projetos desenvolvendo produtos especificamente para indústrias de Petróleo e Gás, Químicas e Minerais.



Figura 17 - À esquerda, a unidade fabril da Maia, e à direita a unidade fabril de Santo Tirso.

A unidade fabril do concelho da Maia destina-se à produção de motores de grandes motorizações (até 20 toneladas), de média e alta tensão e apresenta um volume médio semanal de produção de 16 motores. Já a unidade do concelho de Santo Tirso dedica-se à produção de motores de baixa tensão e de motorizações mais baixas (até 3,5 toneladas), apresentando um volume médio semanal de produção de 235 motores. Ambas as unidades vão sofrer aumentos da produtividade.

Atualmente, a WEGeuro já iniciou a construção de uma nova unidade adjacente à atual unidade fabril de Santo Tirso, de maiores dimensões, que irá substituir o atual aluguer da Maia. Esta transição facilitará o fluxo entre fábricas, sendo capaz de responder ao aumento da capacidade produtiva com tempos de entrega menores e ofertas de produtos e serviços inovadores.

3.3 WEGeuro Santo Tirso

Como já foi mencionado anteriormente, a unidade fabril de Santo Tirso dedica-se à produção de motores elétricos de baixa tensão. Esta dispõe de uma área total de $16\,500m^2$, composta por várias divisões deste a iniciação do processo produtivo até à expedição do produto, e é constituída por 300 colaboradores.

Na Figura 18 é possível observar o *layout* atual representativo da unidade fabril de Santo Tirso, que ilustra as diferentes áreas que a constituem.

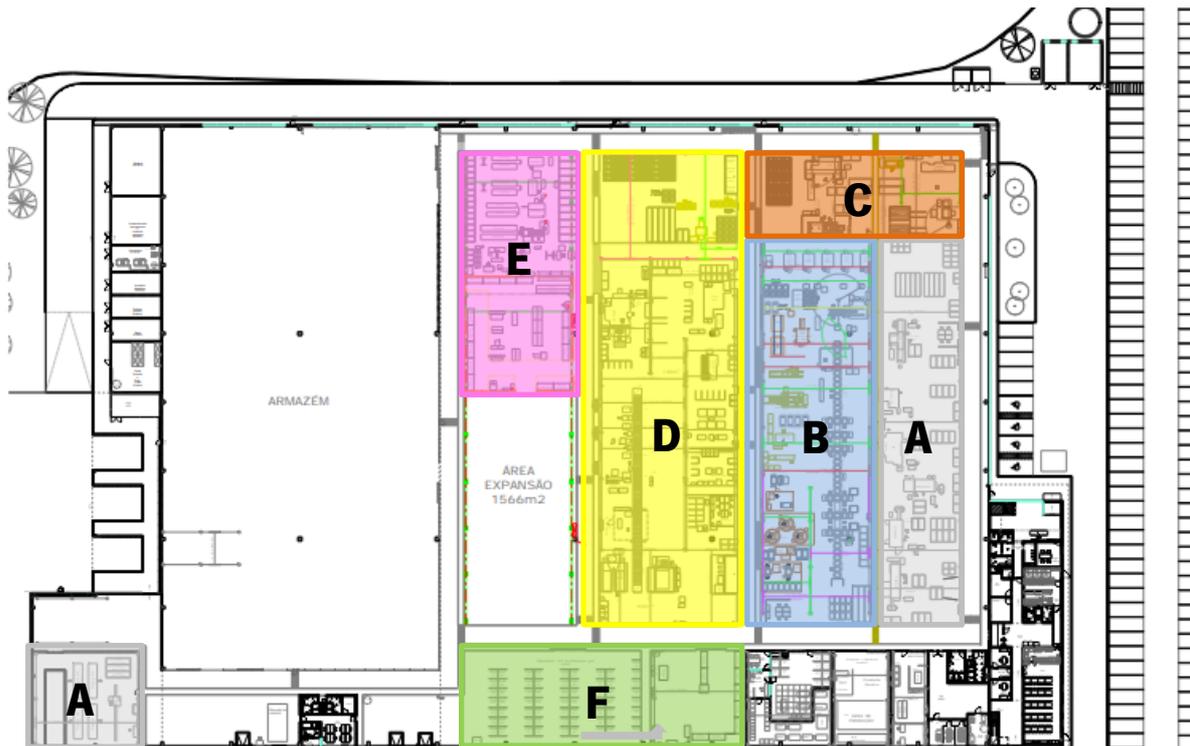


Figura 18 - *Layout* atual da unidade fabril de Santo Tirso.

De forma a simplificar a leitura do *layout*, as diferentes áreas da fábrica foram demarcadas com diferentes cortes e letras. A área representada a cor cinzenta, intitulada com a letra “A”, diz respeito a toda a parte da produção do veio. Do lado esquerdo, a azul e com a letra “B” está representada a secção da bobinagem, responsável pela produção do estator. De seguida, representada com a letra “C” e cor laranja, está toda a parte da produção do rotor. A amarelo, assinalada com a letra “D”, está representada toda a área responsável pela montagem final do motor juntamente com a área responsável pela pintura. A área do supermercado, onde são preparados os carrinhos *kit junjo* enviados para a montagem, e preparação de componentes para a secção da bobinagem, está representada pela cor rosa e assinalada com a letra “E”. Por fim, a verde e com a letra “F”, está representada a zona de embalagem e expedição.

3.3.1 Produtos

Como já foi mencionado, a unidade fabril de Santo Tirso dedica-se à produção de motores elétricos de baixa tensão. O catálogo de produtos existente é extensamente amplo uma vez que, a conceção de um motor elétrico para além de depender da sua aplicação, também depende do contexto em que o mesmo será inserido.

Na Tabela 2 estão discriminadas as possíveis combinações de motores produzidos em Santo Tirso, segundo três características: gama, altura de eixo e número de polos.

Tabela 2 - Produtos da unidade fabril de Santo Tirso.

Gama	Altura de Eixo (mm)	Polaridade
W22	225, 250, 280, 315, 355	2, 4, 6, 8+
W40	280, 315, 355	2, 4, 6, 8+
W50	315, 355	2, 4, 6, 8+
HGF	315, 355	2, 4, 6, 8+
W22X WPT (Explosão)	315, 355	2, 4, 6, 8+
W22 WMO (Explosão)	225, 250, 280, 315, 355	2, 4, 6, 8+

Tal como é perceptível pela tabela anterior, a WEG destaca-se pelo elevado grau de customização que caracteriza o seu produto. Além destas características apresentadas anteriormente, dependendo do local onde o motor é instalado, o cliente ainda tem a oportunidade de escolher a sua forma construtiva e plano de pintura.

3.3.2 Composição de um motor

Os principais elementos que constituem um motor são o estator, o rotor e a carcaça. O estator é a parte que se mantém fixa à carcaça e tem a função de conduzir o fluxo magnético. Este é composto por um conjunto de chapas de ferro com baixa densidade de perdas magnéticas e apresenta várias ranhuras no seu interior onde são colocadas as bobinas. Por outro lado, o rotor é a parte móvel do motor e tem como principal função formar um campo magnético capaz de induzir corrente no rotor. A corrente elétrica induzida no rotor irá produzir um fluxo magnético, que ao tentar alinhar-se com o campo magnético do estator, provocará a sua rotação. Este movimento é transmitido para um veio que está junto ao rotor. A carcaça é a estrutura de suporte que envolve todas estas partes, construída em ferro fundido, aço ou alumínio injetado.

A estes componentes são acopladas duas tampas, a tampa do lado do ataque e a tampa do lado do ventilador, um ventilador protegido pela tampa defletora e a caixa de ligação constituída pelos diversos constituintes.

A seguir, na Figura 19, apresenta-se um motor W22 de baixa tensão explodido onde é possível, de forma ilustrativa, observar-se os componentes que constituem um motor.

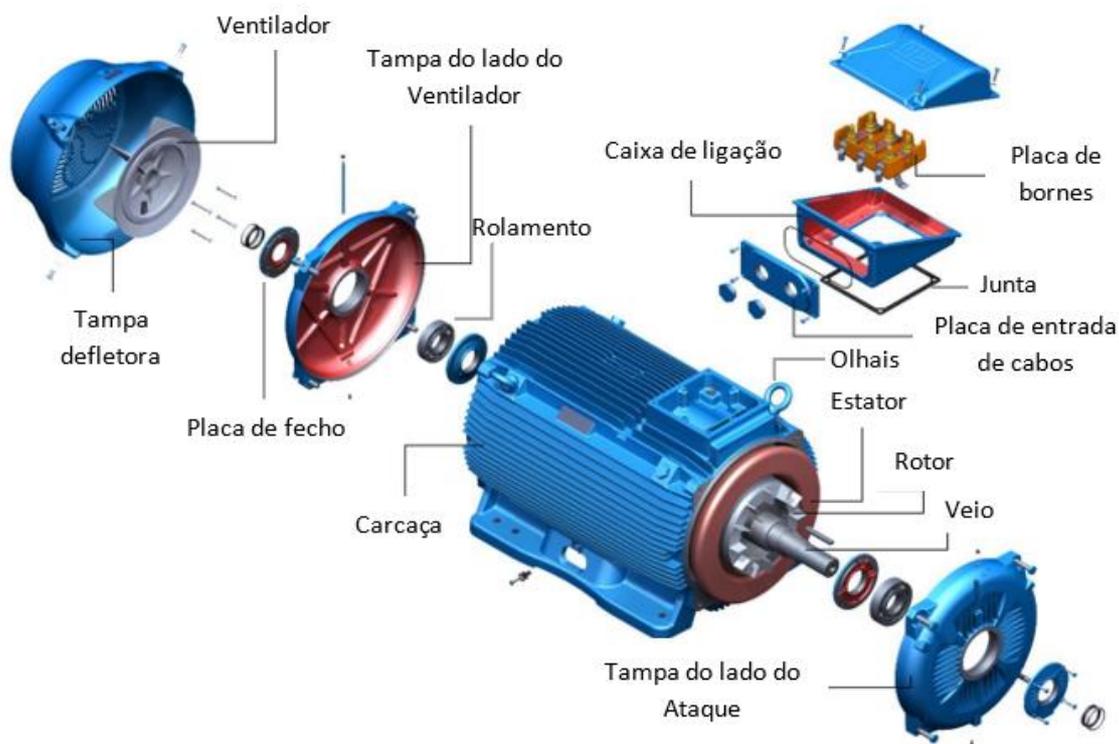


Figura 19 - Constituição geral de um motor.

3.3.3 Processo produtivo

Na Figura 56 do Apêndice 1 está representado o processo produtivo de um motor elétrico e as diferentes áreas onde os processos são executados, respetivamente. De maneira a facilitar a correspondência das etapas do processo com as diferentes áreas onde são realizadas, estas foram delimitadas com a mesma cor.

No fabrico do veio, o aço cortado chega à secção dos veios e segue por quatro processos produtivos diferentes, antes de seguir para a área da produção do rotor. Primeiramente, o aço é facejado. De seguida, o veio é torneado, geralmente em conjuntos de dois, através de duas máquinas de Comando Numérico Computadorizado (CNC). Para finalizar a produção do veio, este é escatelado e retificado. Com o veio quase finalizado, a massa rotórica é preparada passando por um processo de aquecimento para se seguir à introdução do veio na sua cavidade.

Finalizada esta etapa, o conjunto veio-rotor é submetido a um choque térmico, com a finalidade de arrefecer o mesmo, torneado uma última vez e ainda é realizado um processo de equilibragem do mesmo.

Em paralelo com o fabrico do rotor, ocorre a produção do estator. Esta etapa é iniciada com a preparação de todos os componentes necessários para o processo produtivo, desde o material isolante ao

enrolamento de bobinas. O estator é colocado em cima da linha e, antes de ir à amarração e conformação, passa por três etapas, o isolamento do estator, a bobinagem e a ligação. De seguida, antes de o estator ser submetido a um ensaio elétrico, ainda passa por uma fase de acabamentos onde são colocadas as estecas e os fios auxiliares. Aprovado o ensaio, o estator é transportado para uma estufa de aquecimento para posterior impregnação. Finalizadas as etapas na secção da bobinagem e arrefecimento do estator, este é introduzido na carcaça com o auxílio de uma prensa.

A seguir à produção do estator e do rotor, é preparado um carrinho *kit junjo* com todas as restantes partes do motor elétrico vindas do supermercado que são abastecidos à área da montagem. Na secção da montagem, dependendo da tipologia do motor, a carcaça é transportada para linha de montagem ou para a área de montagem dos motores especiais (C's). Os motores que vão para a linha, passam por cinco etapas, o início de linha, ligação 1, montagem 1, montagem 2 e ligação 2. Alguns motores que vão à linha de montagem ainda passam por uma pré-montagem que é responsável pela montagem de alguns componentes. Os motores que vão para os C's passam pela área de montagem das partes mecânicas seguida da ligação. Finalizada a montagem, o motor, antes de ser pintado, embalado e expedido, é submetido a um último ensaio de controlo.

3.3.4 Sistema de controlo da produção

A WEG possui um sistema de gestão e controlo de produção, que está diretamente ligado com o sistema integrado da produção SAP. Este sistema está presente em todos os centros de trabalho e procura assegurar um fluxo de informação contínuo entre os operadores e os responsáveis pelo controlo e gestão da organização.

Sempre que um operador inicia as suas atividades relativas à produção, o mesmo deverá dar início no *software*, reportando e justificando quaisquer problemas ou interrupções que possam surgir durante a realização das mesmas. O mesmo acontece quando terminadas as atividades, o operador deverá dar por encerrada a conclusão das mesmas no *software*. Com recurso a este sistema, é possível realizar-se um acompanhamento constante da produção, bem como calcular indicadores de desempenho tanto dos centros de trabalho como dos operadores.

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

O presente capítulo serve de apresentação e análise à situação atual da linha de montagem encontrada na unidade fabril de Santo Tirso. Aqui será apresentado o funcionamento da atual linha de montagem, onde primeiramente será apresentado o *layout*, a descrição do processo produtivo e respetivo fluxo. Depois de conhecida a linha e compreendidas as condições atuais, procede-se à análise crítica, através da análise ABC, estudo de tempos, gráficos de sequência e cálculo dos indicadores de desempenho, para identificação dos problemas existentes e as respetivas causas. Por fim, encontra-se uma síntese de todos os problemas identificados, com as respetivas causas e consequências associadas.

4.1 Descrição da linha de montagem

Esta secção descreve a linha de montagem, começando por apresentar as famílias nela produzidas, bem como o processo de montagem com a explicação da função de cada posto de trabalho e respetivas tarefas. A linha de montagem em estudo trata-se de uma linha de modelo misto, uma vez que os produtos apresentam similaridade no processo produtivo diferindo apenas nos itens opcionais existentes. Esta opera num único turno de oito horas, das quais apenas 7,2 horas são consideradas como produtivas. Os dados e informações apresentados nesta secção foram recolhidos com base em documentação existente fornecida pela empresa e interação com os colaboradores da fábrica.

4.1.1 Produtos da linha de montagem

A presente dissertação desenvolveu-se na secção de montagem, com incidência na linha de montagem. Tal como mencionado anteriormente, a secção da montagem está dividida em duas subsecções, a linha de montagem (LM) e a montagem dos motores especiais (C's). Atualmente, foi definido um tempo de ciclo de 13 minutos e, os motores que excedam este valor vão aos C's e, os que não excedem, são introduzidos na linha de montagem.

Nesta linha de montagem são produzidos diversos tipos de produtos que estão agrupados segundo famílias. As 19 famílias existentes atualmente, apresentadas na Tabela 3, foram criadas segundo três características, gama, altura de eixo e comprimento do cabo, respetivamente.

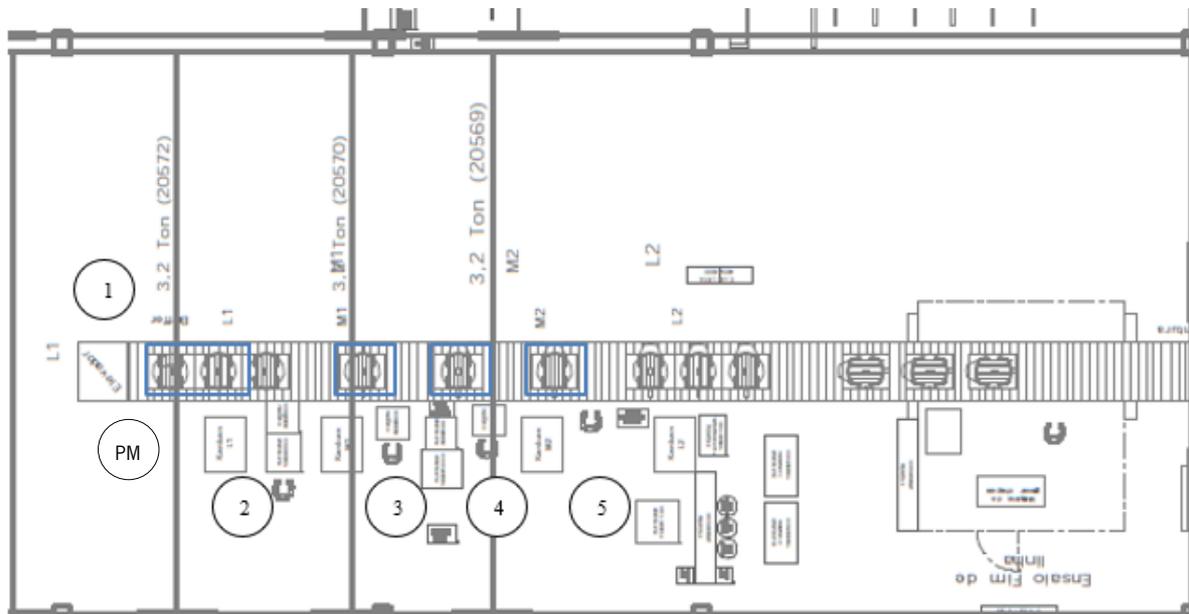
Tabela 3 - Famílias de produtos atuais.

Famílias
W22; CARCACA 225; Cabo curto
W22; CARCACA 250; Cabo curto
W22; CARCACA 280; Cabo curto
W22; CARCACA 315; Cabo curto
W22; CARCACA 225; Cabo comprido
W22; CARCACA 250; Cabo comprido
W22; CARCACA 280; Cabo comprido
W22; CARCACA 315; Cabo comprido
W40; CARCACA 280; Cabo curto
W2B; CARCACA 225; Cabo curto
W2B; CARCACA 250; Cabo curto
Smoke; CARCACA 225; Cabo curto
Smoke; CARCACA 250; Cabo curto
Smoke; CARCACA 280; Cabo curto
Smoke; CARCACA 225; Cabo comprido
Smoke; CARCACA 250; Cabo comprido
Smoke; CARCACA 280; Cabo comprido
Smoke; CARCACA 315; Cabo comprido

4.1.2 *Layout* e fluxo produtivo

A linha de montagem em estudo é constituída por cinco postos de trabalho: Início de linha (IL), Ligação 1 (L1), Montagem 1 (M1), Montagem 2 (M2) e Ligação 2 (L2), ocupando uma área de 204,75 m². A linha de montagem fabrica vários modelos que são montados por até 72 tarefas, dependendo do modelo, e trabalha apenas com um turno. A cada posto de trabalho está alocado um trabalhador e estão agregadas determinadas tarefas. Cada motor passa pelos diferentes postos de trabalho, de forma sequencial, à qual cada um está responsável por realizar determinadas tarefas. Entre cada posto de trabalho existe um *buffer* intermédio com capacidade de armazenamento de um motor, à exceção entre o posto de trabalho 1 e o posto de trabalho 2, que têm capacidade para dois motores. Estes *buffers* servem para armazenar o motor temporariamente enquanto o posto de trabalho seguinte não se encontra livre para dar início às tarefas.

Na Figura 20 está representado o *layout* atual da linha de montagem com a respetiva legenda.



Legenda:

- 1 – Posto de Trabalho “Início de linha”
- 2 – Posto de Trabalho “Ligação 1”
- 3 – Posto de Trabalho “Montagem 1”
- 4 - Posto de Trabalho “Montagem 2”
- 5 - Posto de Trabalho “Ligação 2”
- PM – Posto de Trabalho “Pré-montagem”

Buffer -

Figura 20 - *Layout* atual da linha de montagem.

Recentemente, adjacente à linha, foi implementado um posto de trabalho denominado de “Pré-montagem” (Figura 21), utilizado para “aliviar” tarefas realizadas ao longo da linha de montagem. Este posto de trabalho não afeta o funcionamento da linha, e é ativado em determinados motores. Ou seja, motores que agregam tarefas que ultrapassem o valor do tempo de ciclo máximo estabelecido, 13 minutos, antes de serem introduzidos na linha de montagem, vão à pré-montagem realizar determinadas tarefas.



Figura 21 - Posto de trabalho "Pré-montagem".

Atualmente, 15% dos motores que vão à linha de montagem passam pela pré-montagem e são eles, motores W22 com suporte lateral e/ ou cabos < 2000 mm sem conduíte¹, W22 e W40 com cordoalhas, caixas adicionais, quantidade de cabos auxiliares entre 8 e 12 e/ ou componentes avulso e W40. Depois de terminadas estas atividades o motor segue para a linha de montagem, completando o processo de montagem.

Na Figura 22 está representado o diagrama de análise do processo com as principais atividades desenvolvidas para a montagem de um motor elétrico. De seguida serão descritas as atividades que ocorrem nos diferentes postos de trabalho existentes na linha de montagem.

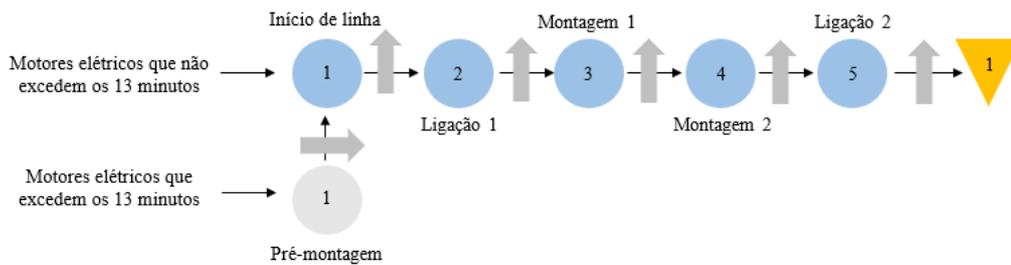


Figura 22 - Diagrama de análise do processo da linha de montagem.

A linha de montagem tem início no posto de trabalho 1, denominado de “Início de linha”, e está representado na Figura 23.

¹ Tubo flexível em metal ou plástico utilizado para proteger os fios elétricos.



Figura 23 - Posto de trabalho "Início de linha".

Este posto é caracterizado por preparar o motor antes de este ser introduzido na linha de montagem. A este posto estão agregadas tarefas como a montagem e colocação do conjunto das patas falsas, passagem dos cabos, proteções e resistências para a caixa de ligação e medição da sua resistência e continuidade, preparação dos fios *rac* 's e verificação das mangas termo retráteis dos cabos de potência. Finalizadas estas etapas, o motor é colocado na linha de montagem para dar início às tarefas responsáveis pelo posto de trabalho 2 "Ligação 1", representado na Figura 24.

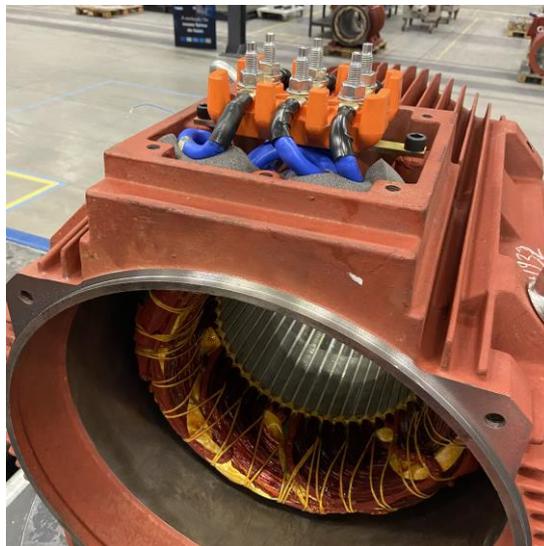


Figura 24 - Posto de trabalho "Ligação 1".

O posto de trabalho "Ligação 1", é responsável pela primeira parte das tarefas da parte da ligação. Neste posto, é montada e colocada a placa de bornes na zona da caixa de ligação e os cabos de potências são colocados e apertados nos pinos da placa de bornes, segundo o tipo de ligação requerido na ficha técnica.

Depois destas tarefas, este posto ainda é responsável por limpar o interior da carcaça para posterior colocação do rotor no posto de trabalho 3 “Montagem 1”, representado na Figura 25.



Figura 25 - Posto de trabalho "Montagem 1".

Neste posto de trabalho, o rotor é introduzido no motor e toda a parte do lado do ataque é montada consoante as especificações requeridas na ficha técnica.

Finalizada a montagem do lado do ataque, inicia-se a montagem do lado do ventilador no posto de trabalho “Montagem 2”, representado na Figura 26. Este posto termina a parte da montagem do lado do ventilador com colocação e aperto da tampa defletora.



Figura 26 - Posto de trabalho "Montagem 2".

Por último, segue-se o posto de trabalho “Ligação 2”, representado na Figura 27, responsável por terminar a parte da ligação. Este posto inicia-se com colocação e aperto da caixa de ligação e do aterramento. Posteriormente, os fios auxiliares e as *rac's* são colocados na placa de bornes, seguindo da colocação das etiquetas de identificação. Antes de o motor ser enviado, a continuidade dos fios é medida para verificar se a ligação foi ou não bem executada.



Figura 27 - Posto de trabalho "Ligação 2".

De realçar que as tarefas são maioritariamente comuns a todos os modelos de motores, contudo existem algumas diferenças, nomeadamente nos motores em que a ordem de montagem inverte e naqueles que apresentem itens adicionais.

4.1.3 Fluxo de abastecimento de material necessário à linha de montagem

O abastecimento dos materiais necessários à linha de montagem é feito através de um supermercado de peças que se encontra junto à secção da montagem, abastecido pelo armazém. Os materiais necessários à linha de montagem podem ser agrupados em duas categorias tendo em conta o modo como são abastecidos: *kanban* e *kit junjo*. Relativamente ao abastecimento dos artigos não *kanban* necessários para a linha de montagem, estes são preparados no supermercado, situado junto à secção de montagem, e são colocados em carrinhos *kit junjo* (Figura 28).



Figura 28 - Carrinho *kit junjo*.

Este *kit* entra diretamente no posto de trabalho “Ligação 1” e de seguida acompanha o motor em montagem até ao fim do posto de trabalho “Ligação 2”, momento em que é libertado. Desta forma, 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 onde é recolhido pelo operador do supermercado. A Figura 29 representa o fluxo dos carrinhos *kits junjo* na linha de montagem.

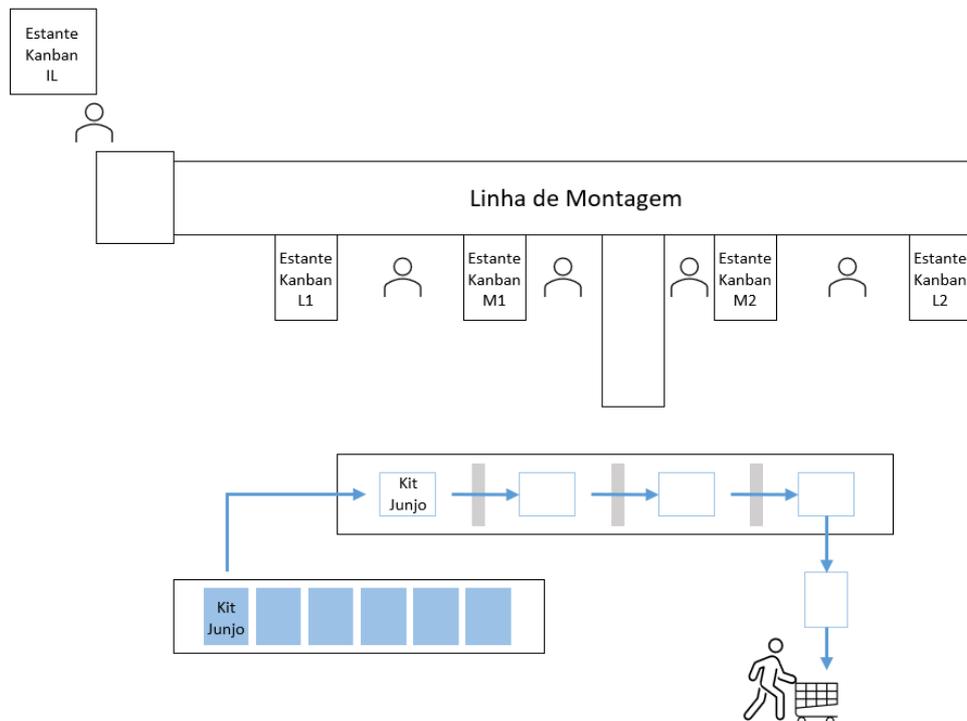


Figura 29 - Fluxo dos carrinhos *kit junjo* na linha de montagem.

Relativamente aos artigos *kanban* estes são abastecimentos periodicamente, duas vezes por dia, na estante *kanban* mediante necessidade (caixa vazia). Cada posto de trabalho possui uma estante *kanban* para artigos de pequenas dimensões (parafusos, bujões, calotas, vedantes, entre outros), ilustrada na Figura 30.



Figura 30 - Estante *kanban*.

No diz respeito ao abastecimento de carcaças, este é feito pelo operador logístico da área da montagem, que fica encarregue de transportar diariamente as carcaças, preparadas no torno WEG, necessárias à montagem para junto da linha.

4.2 Análise crítica da situação atual

Nesta secção é realizada uma análise crítica ao estado atual da linha de montagem com o objetivo de identificar os problemas existentes para, posteriormente, se proceder às sugestões de melhoria. Esta análise passou por diversas observações e conversas com os colaboradores da linha. Para a realização da análise crítica, recorreu-se, primeiramente, à análise ABC para identificação das famílias de produtos mais representativas. De seguida, realizou-se um estudo de tempos para auxiliar o futuro balanceamento da linha de montagem. Por último, identificaram-se os problemas existentes com as possíveis consequências associadas.

4.2.1 Análise das famílias mais produzidas de motores

Tal como referido na secção Descrição da linha de montagem 4.1, na linha de montagem são produzidos vários modelos de motores elétricos que possuem operações e fluxos de materiais com ligeiras diferenças e, por esta razão, realizou-se uma análise ABC para priorizar famílias de produtos com maior volume de produção. Assim, o estudo detalhado deste projeto incide nas famílias de produtos mais representativas, que se traduzem num maior valor acrescentado para a empresa.

A análise ABC por quantidade, representada na Tabela 4, teve por base a quantidade de produtos que foram produzidos no período de 1 de novembro de 2020 a 31 de outubro de 2021.

Tabela 4 - Análise ABC das famílias atuais da linha de montagem.

Família	TC (min)	Quantidades	%	% Acumulada	Classe
W22; CARCACA 315; Cabo curto	9,52	2137	34,57%	34,57%	A
W22; CARCACA 280; Cabo curto	9,50	1284	20,77%	55,35%	A
W22; CARCACA 225; Cabo curto	7,66	1223	19,79%	75,13%	A
W22; CARCACA 250; Cabo curto	7,89	986	15,95%	91,09%	A
W40; CARCACA 280; Cabo curto	13	242	3,92%	95,00%	B
Smoke; CARCACA 225; Cabo curto	13	82	1,33%	96,33%	B
Smoke; CARCACA 250; Cabo comprido	13	56	0,91%	97,23%	B
Smoke; CARCACA 225; Cabo comprido	13	39	0,63%	97,86%	B
W22; CARCACA 250; Cabo comprido	13	34	0,55%	98,41%	B
Smoke; CARCACA 250; Cabo curto	13	18	0,29%	98,71%	B
W2B; CARCACA 225; Cabo curto	13	16	0,26%	98,96%	C
Smoke; CARCACA 280; Cabo curto	13	14	0,23%	99,19%	C
W22; CARCACA 225; Cabo comprido	13	12	0,19%	99,39%	C
Smoke; CARCACA 280; Cabo comprido	13	11	0,18%	99,56%	C
W2B; CARCACA 250; Cabo curto	13	9	0,15%	99,71%	C
W22; CARCACA 315; Cabo comprido	13	7	0,11%	99,82%	C
W22; CARCACA; Cabo curto	13	5	0,08%	99,90%	C
W22; CARCACA 280; Cabo comprido	13	4	0,06%	99,97%	C
Smoke; CARCACA 315; Cabo comprido	13	2	0,03%	100,00%	C

Com esta análise é possível concluir que 21% das famílias, classificadas com classe “A”, são responsáveis por 91% da produtividade. Por este motivo, estas 4 famílias, são o foco de análise crítica. Na Figura 31 encontra-se a curva ABC das famílias, conseguida a partir dos dados da Tabela 4.

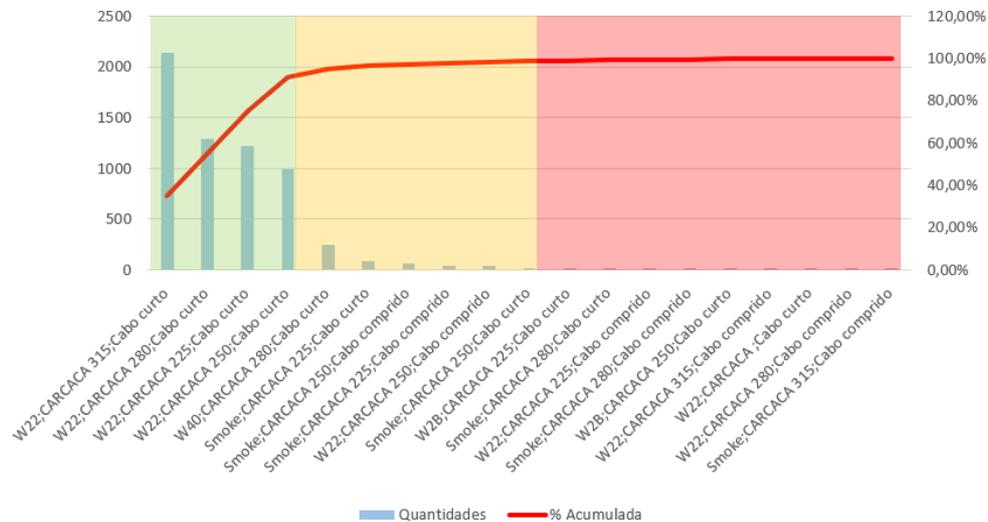


Figura 31 - Curva da análise ABC das famílias atuais da linha de montagem.

4.2.2 Necessidade de reestruturação das famílias atuais

Depois de identificadas e analisadas as famílias de produtos mais representativas fornecidas pela empresa houve a necessidade da criação de novas famílias uma vez que existem mais características, para além das definidas atualmente, que impactam o tempo de ciclo e a montagem dos motores.

Tal como mencionado na secção 4.2.1, as famílias de produtos atualmente estão divididas segundo três características: gama, altura de eixo e comprimento do cabo. Para além destas, na nova proposta de reestruturação das famílias, também se teve em conta características como quantidade de fios auxiliares, necessidade de colocação ou não de patas falsas, com ou sem *rac's* e tipo de rolamento, esferas ou NU. A proposta das novas famílias encontra-se na Tabela 25 do Apêndice 2 e, para facilitar a leitura e identificação das novas famílias ao longo do projeto, estas foram identificadas com um número.

4.2.3 Seleção das novas famílias de produtos a analisar

Uma vez que as famílias de produtos foram reestruturadas, foi necessário efetuar-se uma nova análise ABC, por quantidade, para priorizar as famílias de produtos com maior volume de produção. A Tabela 5 apresenta parte do resultado da análise ABC relativa apenas às famílias classificadas com classe “A”, que são as famílias alvo para a realização do presente projeto. Tal como na secção 4.2.1 esta análise

teve em conta as quantidades produzidas no período de 1 de novembro de 2020 a 31 de outubro de 2021 e, a análise completa encontra-se na Tabela 26 do Apêndice 3.

Tabela 5 - Famílias classificadas com classe “A” da análise ABC das novas famílias propostas.

Nº Família	Descrição	Quantidades	%	% Acumulada	Classe
3	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF	1687	26,52%	26,52%	A
1	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF	1069	16,80%	43,32%	A
19	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL NU	708	11,13%	54,45%	A
5	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF	708	11,13%	65,58%	A
17	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL NU	335	5,27%	70,84%	A
7	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF	254	3,99%	74,83%	A
13	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF	169	2,66%	77,49%	A
29	W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF	159	2,50%	79,99%	A
15	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF	159	2,50%	82,49%	A
16	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 7 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF	150	2,36%	84,85%	A

Com esta análise é possível concluir que 20% das famílias, classificadas com classe “A”, são responsáveis por 85% da produtividade. Por este motivo, estas 10 famílias, são o foco de análise crítica ao longo do presente projeto. Na Figura 32 encontra-se a curva ABC das novas famílias propostas.

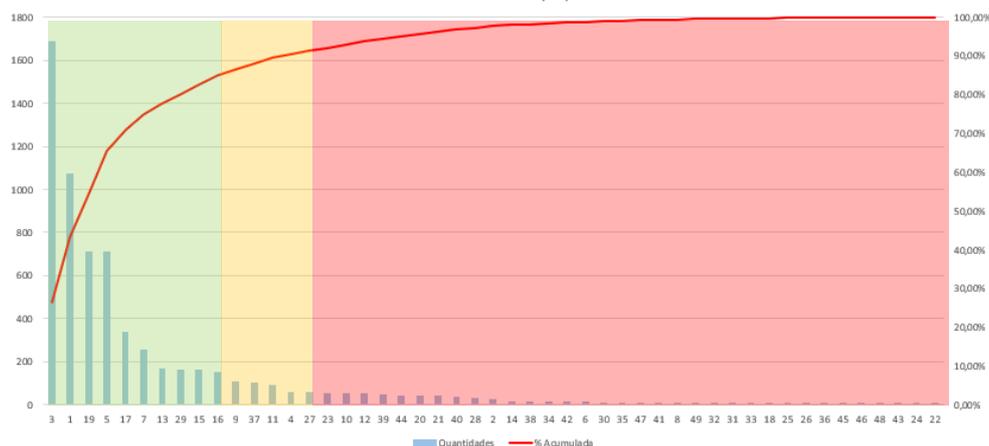


Figura 32 - Curva da análise ABC das novas famílias propostas da linha de montagem.

4.2.4 Estudo de tempos

Depois de identificadas as famílias de produtos mais representativas na linha e respectivas tarefas e, uma vez que a empresa não possuía tempos das operações elementares efetuadas na linha de montagem, surgiu a necessidade de um estudo de tempos para cada operação elementar de modo a obter resultados coerentes acerca do desempenho atual da linha de montagem. No seguimento deste estudo, foi necessário um acompanhamento diário de todas as tarefas efetuadas na linha de montagem de modo a compreender todas as atividades praticadas bem como perceber qual o grau de complexidade de cada uma delas. Assim, partiu-se para a observação direta aos operadores no *Gemba*.

Após reunidas todas as tarefas da linha foi necessário decompor estas mesmas tarefas em um ou vários elementos essenciais.

Depois de compreendidas todas as operações elementares, recorreu-se à técnica de cronometragem para determinar o tempo necessário para a realização das mesmas uma vez que este é o método mais adequado para tarefas manuais. A metodologia adotada foi a mesma que é utilizada na empresa, e esta encontra-se descrita no Anexo I. Na Figura 33 encontra-se a folha disponibilizada pela empresa utilizada para a anotação dos tempos cronometrados.

FOLHA DE CRONOMETRAGEM											Data:							
Operador:	Turno:	Cres.:	Estudo:		Cod. Mat.:	Folha Nº:	05	de										
Produto:	Nº:	Material:	CT.:		Local:													
Operação:	Obs.:																	
Nº	Elementos	Ciclos										T.C.	RIT	T.N.	Freq.	Fadiga	Tempo Básico	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
01	T																	
	L																	
02	T																	
	L																	
03	T																	
	L																	
04	T																	
	L																	
05	T																	
	L																	
06	T																	
	L																	
07	T																	
	L																	
08	T																	
	L																	
09	T																	
	L																	
10	T																	
	L																	
11	T																	
	L																	
12	T																	
	L																	
13	T																	
	L																	
14	T																	
	L																	
15	T																	
	L																	
Obs:	Tempo Básico Total:										min		Produção Horária:		pc/h		Concessão:	
	Tempo Padrão:										min							

Figura 33 - Folha normalizada para cronometragem.

Na Tabela 6 estão reunidos os resultados alcançados do estudo de tempos, apresentado no Apêndice 4, por posto de trabalho, para a produção de um motor de cada modelo.

Tabela 6 - Tempos de ciclo por posto de trabalho.

Família	TC total (min)	TC (min) do posto de trabalho				
		IL	L1	M1	M2	L2
1	29,73	5,15	5,59	6,04	6,4	6,55
3	33,50	5,19	5,59	7,04	9,13	6,55
5	34,86	10,28	5,59	6,04	6,4	6,55
7	38,63	10,32	5,59	7,04	9,13	6,55
13	41,88	15,51	5,59	6,04	6,4	8,34
15	45,65	15,55	5,59	7,04	9,13	8,34
16	47,46	15,55	5,59	7,04	9,13	10,15
17	30,47	5,15	5,59	7,41	5,77	6,55
19	34,59	5,19	5,59	10,42	6,85	6,55
29	23,56	2,15	4,45	6,55	5,92	4,50

4.2.5 Análise da cadeia de valor

Para uma melhor compreensão do funcionamento de todo o processo de produção construiu-se um VSM. Esta ferramenta permite a identificação de uma série de desperdícios presentes na linha de montagem, e uma visualização do fluxo de materiais e fluxo de informação. Para tal, foi necessário obter informações como:

- Número de operadores (N° op.);
- Tempos de ciclo dos postos de trabalho (TC);
- Tempos de preparação das ferramentas (TS);
- Trabalho em curso de fabrico (I).

Relativamente ao número de operadores, tal como mencionado anteriormente, a cada posto de trabalho está alocado um operador. Seguidamente, quanto aos valores dos tempos de ciclo, estes foram obtidos através do estudo de tempo efetuados na secção 4.2.4. com as quantidades médias produzidas de cada uma das famílias mais representativas. Quanto aos tempos de preparação das ferramentas, estes são nulos uma vez que não existem tempo de *setup* significativos.

Para o cálculo do número de trabalhos em curso de fabrico (WIP), uma vez que entre cada posto de trabalho existe um *buffer* com capacidade para um motor elétrico, foi considerado esse valor. À exceção entre o posto de trabalho “Início de linha” e “Ligação 1”, que foram considerados dois motores elétricos. A produção é programada diariamente e as ordens de produção são enviadas para a linha de montagem. Posto isto, a Figura 34 ilustra parte do VSM da situação atual, ilustrado na Figura 57 do Apêndice 5.

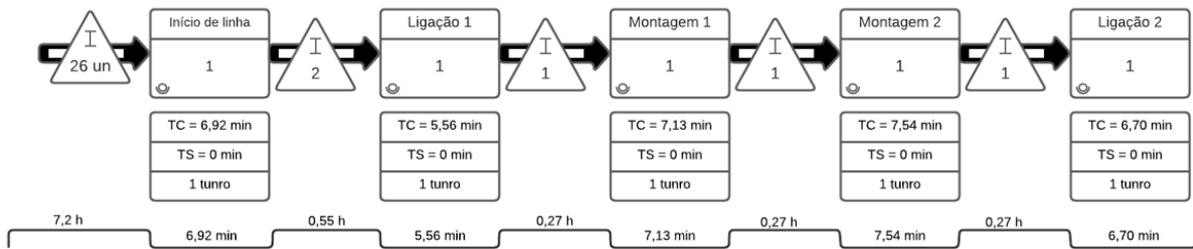


Figura 34 - VSM parcial da situação atual.

Com os dados ilustrados na Figura 34 é possível retirar os resultados obtidos na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados VSM atual.

Dados VSM	
VA	33,85 min
VNA	8h
LT	8,56 h

Através da análise da cadeia de valor é possível confirmar que 33,85 minutos são operações que acrescentam valor ao produto, com um *lead time* de 8,56 horas. Apenas 6,5% dizem respeito às atividades que acrescentam valor.

4.3 Identificação de problemas da linha de montagem

Uma vez descrita a análise crítica ao estado atual da linha de montagem, procedeu-se à identificação dos problemas existentes.

4.3.1 Falta de balanceamento dos postos de trabalho

Com o intuito de mostrar o estado atual do balanceamento da linha de montagem, procedeu-se ao cálculo do TT. Este foi calculado tendo em conta a procura requerida pelo cliente no momento de análise, 26 motores, e o tempo total disponível por turno, 432 minutos, cuja fórmula utilizada foi a seguinte:

$$TT = \frac{\text{Tempo total disponível de produção/dia}}{\text{Procura do cliente/dia}} = \frac{7,2 \times 60}{26} = 16,62 \text{ minutos/motor} \quad (3)$$

Desta forma, é possível constatar que o TT associado à linha de montagem é de, aproximadamente, 16,62 minutos, ou seja, o mercado consome um motor elétrico a cada 16,62 minutos.

Atendendo aos tempos de ciclo das tarefas e valor do TT obtidos, realizou-se uma comparação entres estes de modo a averiguar a capacidade de resposta da linha de montagem ao objetivo atual diário de produção. A Figura 35 pretende demonstrar na forma de gráfico a diferença destes tempos por cada posto de trabalho com as diferentes famílias de produtos, na linha de montagem. No eixo das abcissas estão representados os diferentes postos de trabalho e, no eixo das ordenadas o tempo de ciclo, em minutos.

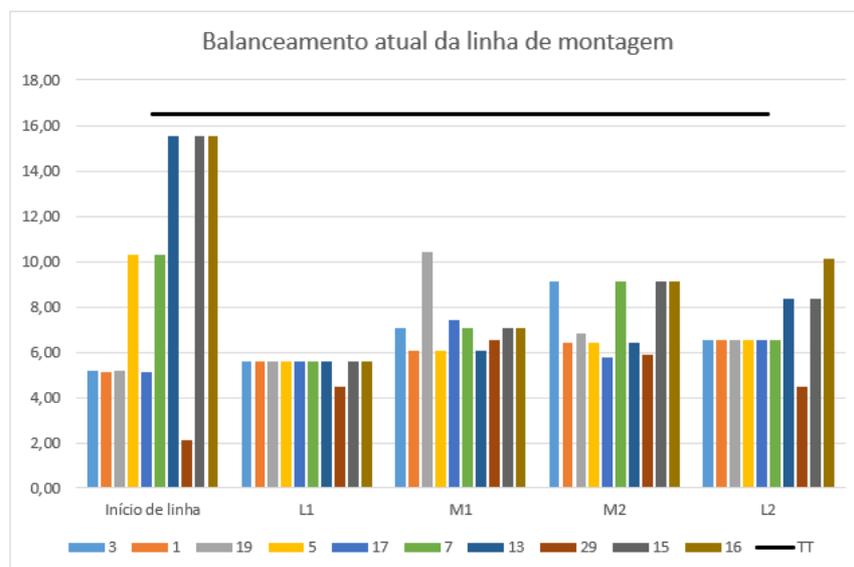


Figura 35 - Gráfico do balanceamento atual da linha de montagem.

Para facilitar a visualização do balanceamento existente por família para os diferentes postos de trabalho, na Figura 36, estão representados os gráficos de balanceamento dos tempos de ciclo de cada posto de trabalho individual para cada família.

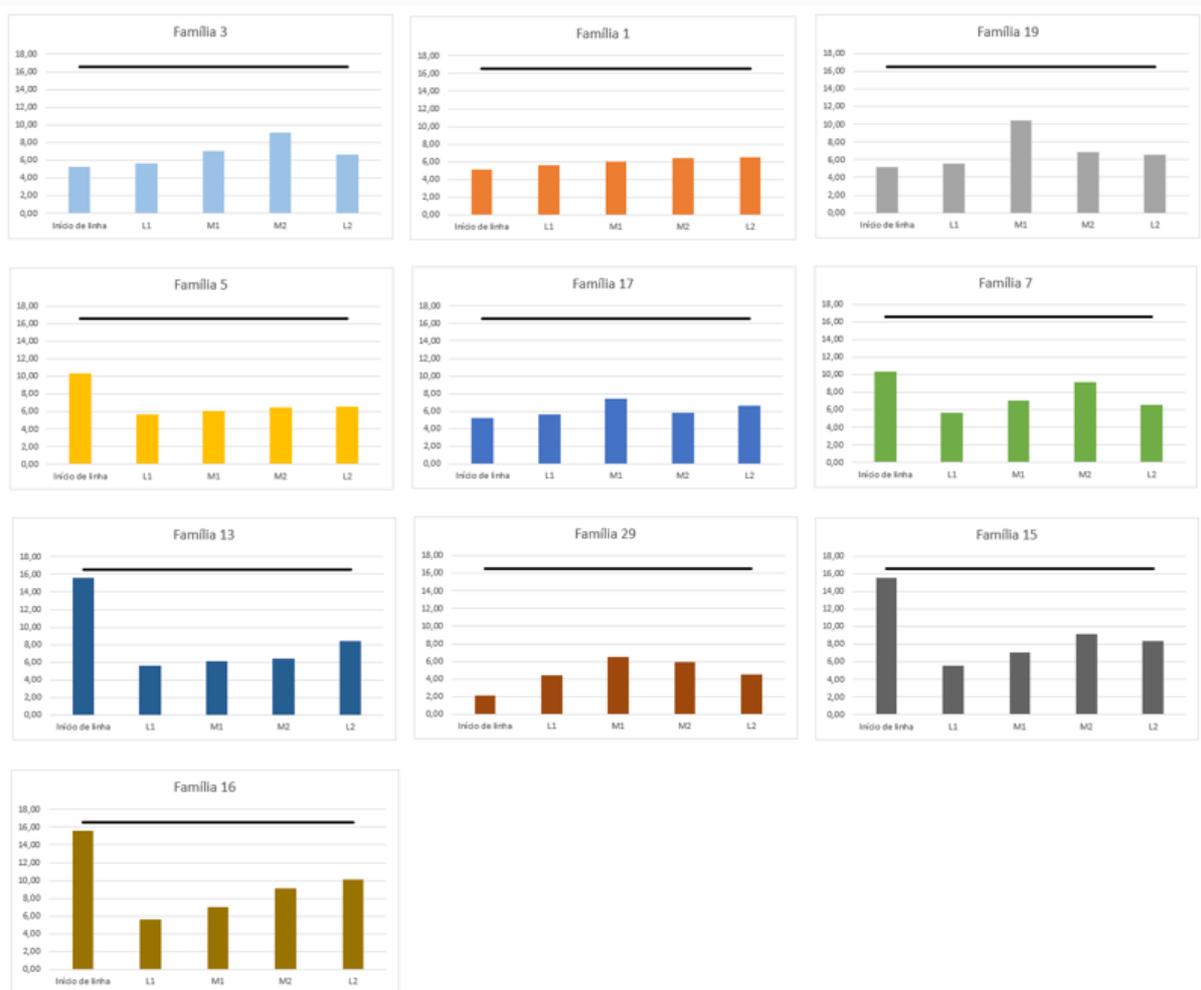


Figura 36 - Gráficos do balanceamento dos tempos de ciclo de cada posto de trabalho.

Através dos gráficos representados nas Figura 35 e Figura 36 pode-se concluir que existe um elevado desfasamento das famílias entre os diferentes postos de trabalho. Isto deve-se à elevada diferença entre o TT e o TC, designado de *idle time*, que comprova a inexistência de um balanceamento na linha de montagem. Este período de inatividade reflete o desnivelamento dos tempos de ciclo de cada família de produtos nos diferentes postos de trabalho.

Para além disto, também é possível constatar que o posto de trabalho “Início de linha”, maioritariamente, sobressai negativamente uma vez que, apresenta um valor de tempo de ciclo elevado quando comparado com os restantes postos de trabalho. Isto poderá indicar que, a este posto de trabalho, podem estar alocadas demasiadas operações.

Em suma, a falta de balanceamento da linha de montagem derivado de grandes desfasamentos entre os TC de cada posto de trabalho e os elevados desfasamentos entre o TC e o TT resulta em elevados tempos de espera, falta de sincronismo e existência de WIP entre os postos de trabalho.

4.3.2 Baixa taxa de utilização da linha de montagem

Com o propósito de analisar a diferença entre a capacidade necessária para produzir e a que está atualmente implementada, procedeu-se ao cálculo da capacidade produtiva da linha. Para tal, foi necessário inicialmente determinar o TC da linha de montagem e, uma vez que a linha de montagem em estudo é uma linha de modelos mistos, definiu-se como TC da linha o tempo de ciclo médio ponderado. O cálculo do TC médio ponderado encontra-se apresentado no Apêndice 6.

Na Tabela 8 encontra-se a síntese dos valores obtidos no Apêndice 7.

Tabela 8 - Cálculo da capacidade da linha de montagem.

Capacidade disponível	Capacidade realizada	Capacidade esperada	Taxa de utilização
480 min	432 min	243,88 min	56,45%

Pode-se constatar que a capacidade esperada é bastante inferior à capacidade realizada. Desta forma, para cumprir a produção diária de 26 motores, estão a ser usadas aproximadamente mais três horas do que o necessário.

4.3.3 Falta de normalização do trabalho

A inexistência de documentação específica relativa ao método de trabalho e procedimentos do processo produtivo dos diferentes modelos das diferentes famílias resulta numa falta de normalização dos postos de trabalho. Isto leva a que os trabalhadores efetuem as tarefas da forma que consideram mais adequada. Assim, quando um novo trabalhador entra para a linha de montagem é formado pelo facilitador da área e, posteriormente, o operador com mais experiência auxilia o operador diariamente transmitindo a informação consoante a sua própria metodologia de trabalho. Como apenas existem documentos gerais que indicam como o procedimento deve ser feito, ou seja, não existem documentos que indiquem como é que os procedimentos devem ser feitos para cada um dos modelos das diferentes famílias, é possível encontrar num posto de trabalho trabalhadores a executar o mesmo processo de maneiras diferentes.

Consequentemente, a ausência do trabalho normalizado e de um método bem definido, leva a uma grande variabilidade na execução das tarefas que pode levar a erros e tempos diferentes no processo.

4.3.4 Excesso de *stock* de *kits junjo* junto à linha de montagem

Ao longo da análise ao estado atual verificou-se que, junto à linha de montagem, existe um elevado *stock* de carrinhos *kit junjo*, tal como ilustrado pela Figura 37. Esta área apresenta, aproximadamente, $28 m^2$.



Figura 37 - Excesso de *stock* de carrinhos *kit junjo* junto à linha de montagem.

Este problema deve-se à política do dia de quebra adotada pela organização, política essa que tem como objetivo assegurar um dia de avanço da separação do material antes de iniciar o processo de montagem. Ou seja, para além de no dia anterior ao da produção os carrinhos *kit junjo* terem de estar preparados e abastecidos à linha de montagem, o que também acontece muitas vezes é que, quando os operadores responsáveis pela preparação dos carrinhos *kit junjo* terminam as ordens de produção programadas para um determinado dia, estes iniciam as do dia seguinte. Isto leva a uma acumulação excessiva de carrinhos *kit junjo* junto à linha de montagem. A Figura 38 ilustra o *lead time teórico* do processo de abastecimento de carrinhos *kit junjo* à linha de montagem desde que são preparados e abastecidos à linha, até serem usados pela mesma.

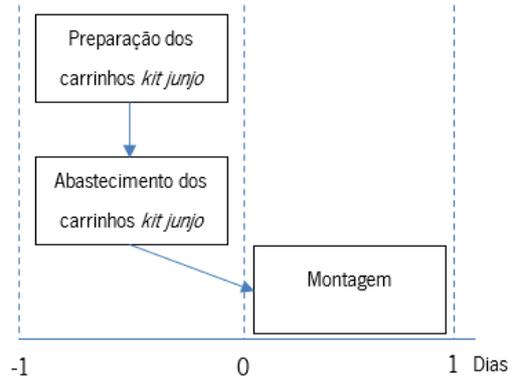


Figura 38 - *Lead time* teórico do processo de abastecimento de carrinhos *kit junjo* à LM.

4.3.5 Ocorrência de defeitos

No decorrer da análise ao processo com consecutivas observações ao *Gemba*, apesar de não serem registadas, foram verificadas várias ocorrências de defeitos ao nível da incorreta montagem de alguns componentes. Tal como montarem a caixa de ligação do lado contrário, colocarem os parafusos errados, entre outros.

De maneira a perceber qual a origem para a incorreta montagem de alguns componentes, recorreu-se à ferramenta *5Whys*, visível na Figura 39.

<p>Why (1): Porque é que os operadores não montam corretamente os componentes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porque não verificam a lista técnica de cada motor.
<p>Why (2): Porque é que os operadores não verificam a lista técnica?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os operadores não verificam a lista técnica porque se esquecem.
<p>Why (3): Porque é que os operadores se esquecem de verificar a lista técnica?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os operadores esquecem-se porque não existe nenhuma informação visual adicional que os lembre e reforce a importância de verificar sempre a lista técnica antes de começar qualquer procedimento de montagem.

Figura 39 - *5Whys* da incorreta montagem dos componentes do motor.

Como resultado dos *5Whys* foi criada uma OPL, ilustrada na Figura 58 do Apêndice 8 em que é feita uma chamada de atenção à obrigatoriedade da verificação da lista técnica antes do início das tarefas responsáveis por qualquer posto de trabalho. Esta OPL (*One Point Lesson*) deverá ser colocada em todos os postos de trabalho visível a todos os operadores.

4.3.6 Falta de polivalência e rotatividade dos operadores da linha

No decorrer da observação do estado atual da linha de montagem foi possível verificar que não há nenhum operador que esteja apto para desempenhar as tarefas de todos os postos de trabalho da linha de montagem, desde o Início de linha até à Ligação 2.

Desta forma, surgiu a necessidade de entender com maior clareza quais as aptidões de cada operador relativamente aos postos de trabalho. Com a colaboração de cada operador, envolvidos na linha de montagem e, através da observação direta procedeu-se à construção de uma matriz de competências dividida em três níveis sendo que cada cor corresponde a um nível diferente:

- **Nível 1 (verde):** Elevado conhecimento;
- **Nível 2 (amarelo):** Algum conhecimento;
- **Nível 3 (vermelho):** Baixo conhecimento.

Na Tabela 9 é possível consultar a matriz de competências para os cinco operadores de acordo com a função dos postos de trabalho constituintes da linha de montagem.

Tabela 9 - Matriz de competências.

PT Operador	Início de linha	Ligação 1	Montagem 1	Montagem 2	Ligação 2
Operador 1	1	2	3	3	2
Operador 2	1	1	3	3	1
Operador 3	3	3	1	1	3
Operador 4	3	3	1	1	3
Operador 5	3	1	3	3	1

Através da matriz de competências é possível constatar a reduzida flexibilidade dos operadores que se deve à falta de rotatividade e, consequentemente, polivalência dos mesmos. O facto de não existir nenhum plano de rotatividade dos operadores pelos postos de trabalho, e estes apenas receberem

formação para as funções do posto de trabalho a que se são alocados, resulta numa limitação das suas capacidades a nível dos outros centros de trabalho.

4.3.7 Caixas de abastecimento desadequadas

Através de observações diretas realizadas ao processo de recolha dos materiais nos carrinhos por parte dos operadores da linha de montagem, verificaram-se tempos de *picking* dos materiais que chegaram aos 30 segundos. Isto deve-se ao facto de os materiais necessários à montagem serem misturados indiscriminadamente em caixas, tal como está ilustrado na Figura 40.



Figura 40 - Desorganização dos materiais a serem abastecidos.

Esta disposição dos materiais na caixa dificulta a tarefa dos operadores aquando da procura dos mesmos. Por vezes, para aceder a alguns dos componentes, o operador sente a necessidade de retirar outros que se encontram por cima dos componentes ou que limitam o acesso aos mesmos. Verificou-se também que esta dificuldade era mais notória nos postos mais a montante, momento em que existia uma maior quantidade e variedade de componentes na caixa.

4.3.8 Bancada do posto de trabalho “Ligação 2” desorganizada

A bancada do posto de trabalho “Ligação 2”, ilustrada na Figura 41, que suporta os instrumentos necessários para a realização das tarefas, encontra-se desorganizada.



Figura 41 - Bancada do posto de trabalho "Ligação 2".

A desorganização, nomeadamente a falta de arrumação e limpeza, observada nesta estrutura de apoio, contribui negativamente para o rendimento dos operadores. Assim sendo, esta constatação leva à necessidade de reestruturar a bancada de maneira a organizar as ferramentas facilitando a procura das mesmas.

4.3.9 Dificuldade na identificação dos cabos de potência

Na tarefa da medição da continuidade e resistência dos cabos de potência, estes têm de ser medidos aos pares, ou seja, o cabo de potência U1 tem de ser medido com o U2, o cabo V1 com o V2 e o W1 com o W2. Desta forma, uma vez que, as etiquetas de identificação são bastante similaridades e a os nomes não estão bem visíveis (Figura 42), a sua identificação causa dificuldade na execução da operação levando o operador por vezes a demorar até 1 minuto para executar a tarefa. O que acontece muitas vezes é que o operador pega em todos os cabos até encontrar o par para executar a tarefa.



Figura 42 - Etiquetas dos cabos de potência.

4.3.10 Dificuldade na identificação dos diâmetros dos batentes

As ferramentas usadas para auxiliar a colocação das calotas, designadas de batentes, apresentam diâmetros bastante similares, tal como ilustrado na Figura 43.



Figura 43 - Ferramenta batente.

O facto de estes apresentarem bastante similaridade pode levar ao erro da escolha da ferramenta a usar podendo levar à danificação do eixo do motor.

4.4 Síntese dos problemas identificados

Após a análise crítica do estado atual da linha de montagem e posterior identificação dos problemas supramencionados, reuniu-se esses mesmos problemas na Tabela 10. Adicionalmente, para cada um dos problemas, foram identificadas as respetivas consequências associadas.

Tabela 10 - Síntese dos problemas identificados.

Problema	Descrição do problema	Consequência	Tipo de desperdício
Falta de balanceamento dos postos de trabalho	Tempos de ciclo muito discrepantes; Elevado desfasamento entre os tempos de ciclo e o <i>takt time</i> .	Aumento do tempo improdutivo; Elevado <i>idle-time</i> .	Sobreprodução Esperas <i>Stock</i>
Baixa utilização da linha de montagem	Elevado desfasamento entre os tempos de ciclo e o <i>takt time</i> .	Baixa produtividade; Baixa utilização dos recursos.	
Falta de normalização dos postos de trabalho	Inexistência de documentação específica referente ao método de trabalho da linha de montagem.	Variabilidade nos procedimentos da linha de montagem; Probabilidade de ocorrência de erros no processo.	Defeitos Esperas Sobreprocessamento

Problema	Descrição do problema	Consequência	Tipo de desperdício
Excesso de stock de carrinhos kit junjo junto à linha de montagem	Zona do espaço fabril constantemente ocupada com <i>stock</i> de carrinhos <i>kit junjo</i> .	Área do espaço de fabril mal aproveitada.	<i>Stock</i> Sobreprodução
Ocorrência de defeitos	Esquecimento por parte dos operadores de verificarem a lista técnica.	Processo de montagem mal-executado.	Sobreprocessamento Defeitos
Falta de polivalência e rotatividade dos operadores	Ausência de um programa de rotatividade entre postos de trabalho.	Monotonia do trabalho; Desmotivação dos operadores.	Defeitos
Bancada do PT "Ligação 2" desorganizada	Falta de arrumação e limpeza.	Perturbação no processo produtivo; Perdas de ineficiência.	Esperas Sobreprocessamento
Caixas de abastecimento desadequadas	Dificuldade, por parte dos operadores, em aceder aos componentes nas caixas de abastecimento.	Perdas de tempos à procura dos componentes necessários para o processo.	Sobreprocessamento Movimentações
Dificuldade na identificação dos cabos de potência	Etiquetas bastante similares; Identificação das etiquetas pouco visíveis.	Perdas de ineficiência.	Sobreprocessamento
Dificuldade na identificação dos diâmetros dos batentes	Falta de identificação dos diâmetros dos batentes.	Possibilidade de danificação do eixo do motor.	Sobreprocessamento Defeitos

5 APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Este capítulo serve para apresentação das propostas de melhoria realizadas com o intuito de resolver os problemas identificados no capítulo anterior. A Tabela 11 descreve sumariamente o plano de ações de melhoria, que tem por base a ferramenta 5W2H.

Tabela 11 - Plano de ações de melhoria.

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
Balanceamento dos postos da linha de montagem	Necessidade de equilibrar os tempos de ciclo dos postos de trabalho da linha Aumento da produtividade; Número elevado de recursos tendo em conta o aumento da produtividade.	Linha de montagem	A definir	Inês Aquino; Equipa PIMC.	Cumprir precedências; Equilibrar os TC dos postos de trabalho consoante o novo TT; Distribuir de forma equilibrada a carga de trabalho pelos operadores da linha.	-
Afetação dos operadores	Necessidade de alocar os operadores.	Linha de montagem	A definir	Inês Aquino		-
Normalização do trabalho	Inexistência de documentação referente ao método de trabalho da linha de montagem	Linha de montagem	A definir	Inês Aquino	Definição da melhor sequência a realizar as tarefas; Criação de uma SWCT por posto de trabalho.	-
Dimensionamento do sistema de abastecimento	Excesso de stocks de carrinhos kit junjo junto à linha de montagem.	Linha de montagem; Supermercado	A definir	Inês Aquino	Definição de um método de abastecimento; Sistema de sinalização de alerta para abastecimento.	-
Criação de uma OPL	Ocorrência de erros na montagem por falta de esquecimento de verificação da lista técnica no início do processo.	Linha de montagem	A definir	Inês Aquino	Criação de uma folha com um alerta para não se esquecerem de verificar lista técnica.	-

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>How</i>	<i>How much</i>
Plano de formação e programa de rotatividade dos operadores	Falta de polivalência dos operadores Baixa flexibilidade da linha.	Linha de montagem	A definir	Inês Aquino; Equipa PIMC	Elaboração de um plano de formação a partir da análise da matriz de competência; Realização de ações de formação; Implementação de um sistema de rotatividade dos operadores pelos diferentes postos.	-
Colocação de divisórias nas caixas de abastecimento de componentes	Dificuldade em aceder a certos componentes; Perdas de tempo à procura dos componentes.	Linha de montagem	A definir	Inês Aquino	Introdução de divisórias nas caixas, facilitando a visualização dos componentes.	-
Proposta de reestruturação da bancada do último PT da linha	Falta de arrumação e limpeza.	Linha de montagem	A definir	Inês Aquino; Equipa PIMC	Projeção de um painel para colocação de ferramentas.	-
Identificação do diâmetro dos batentes	Falta de identificação; Ferramentas com diâmetros similares.	Linha de montagem	Maio	Inês Aquino	Colocação de etiquetas de identificação com o respetivo diâmetro; Pintar as ferramentas com cores diferentes.	-
Aplicação de um sistema de cores nos cabos de potência	Identificação das etiquetas pouco visíveis.	Linha de montagem	Maio	Inês Aquino	Substituição das etiquetas brancas por etiquetas de cor; Cada par de cabos apresenta uma cor diferente.	-

5.1 Balanceamento da linha de montagem

No momento de diagnóstico do estado atual, a secção da montagem estava a produzir 42 motores, dos quais 26 responsáveis pela linha de montagem. Uma vez que está previsto um aumento da produtividade da secção da montagem para 56 motores, em proporção, este aumento reflete-se numa produção de 35 motores para a linha de montagem. Desta forma, a proposta de balanceamento dos postos de trabalho vai ter em conta este aumento sendo assim previstas melhorias quer ao nível do espaço produtivo quer em termos de produtividade e utilização dos recursos disponíveis.

5.1.1 Balanceamento dos postos de trabalho

Inicialmente, uma vez que houve um aumento da capacidade de 26 para 35 motores, a linha de montagem deveria estar projetada de forma a responder adequadamente à procura do mercado independentemente do tipo de produto requerido. Para esta produção diária de motores, o *takt time* é:

$$Takt\ Time = \frac{7,2 \times 60}{35} = 12,34\ minutos \quad (4)$$

Posteriormente, foi calculado o número de postos de trabalho necessários para responder satisfatoriamente à procura de 35 motores diários, onde o TT foi determinado anteriormente e a soma dos tempos individuais de cada uma das famílias, apresentada na Tabela 12, do estudo de tempos apresentado na secção 4.2.4.

Tabela 12 – Soma de cada uma das tarefas individuais dos cinco postos de trabalho de cada uma das famílias da linha de montagem.

Família	1	3	5	7	13	15	16	17	19	29
$\sum TC$ (min)	29,73	33,50	34,86	38,63	41,88	45,65	47,46	30,47	34,59	23,56

Considerando o pior caso, teve-se em conta o valor mais elevado do somatório dos TC, correspondente à família 16. Desta forma, aplicou-se a equação descrita na secção 2.2.1 e obteve-se o seguinte valor:

$$Número\ de\ PT = \frac{47,46}{12,34} = 4\ Postos\ de\ Trabalho \quad (5)$$

Pode-se constatar que seriam necessários quatro postos de trabalho na linha de montagem para garantir que o tempo de ciclo não excedesse o TT e para que fosse possível cumprir o plano de produção definido pela empresa.

A realização do balanceamento das tarefas para os quatro postos de trabalho da linha de montagem teve por base as precedências apresentadas nas Tabela 78, Tabela 79, Tabela 80 e Tabela 81 do Apêndice 9 com o propósito de garantir o cumprimento das sequências de montagem. As sequências de montagem foram revistas e aprovadas pelos responsáveis do projeto em estudo.

Uma vez que os tempos de ciclo variam de acordo com o tipo de família de produtos, optou-se por uma distribuição das tarefas ao longo dos postos de trabalho tentando aproximá-los o mais possível do TT e reduzindo o desfasamento entre o TC e o TT.

A Figura 44 contém os gráficos que comparam os tempos de ciclo dos cinco postos de trabalho atuais com os quatro postos de trabalho propostos, e ainda a linha referente ao TT.

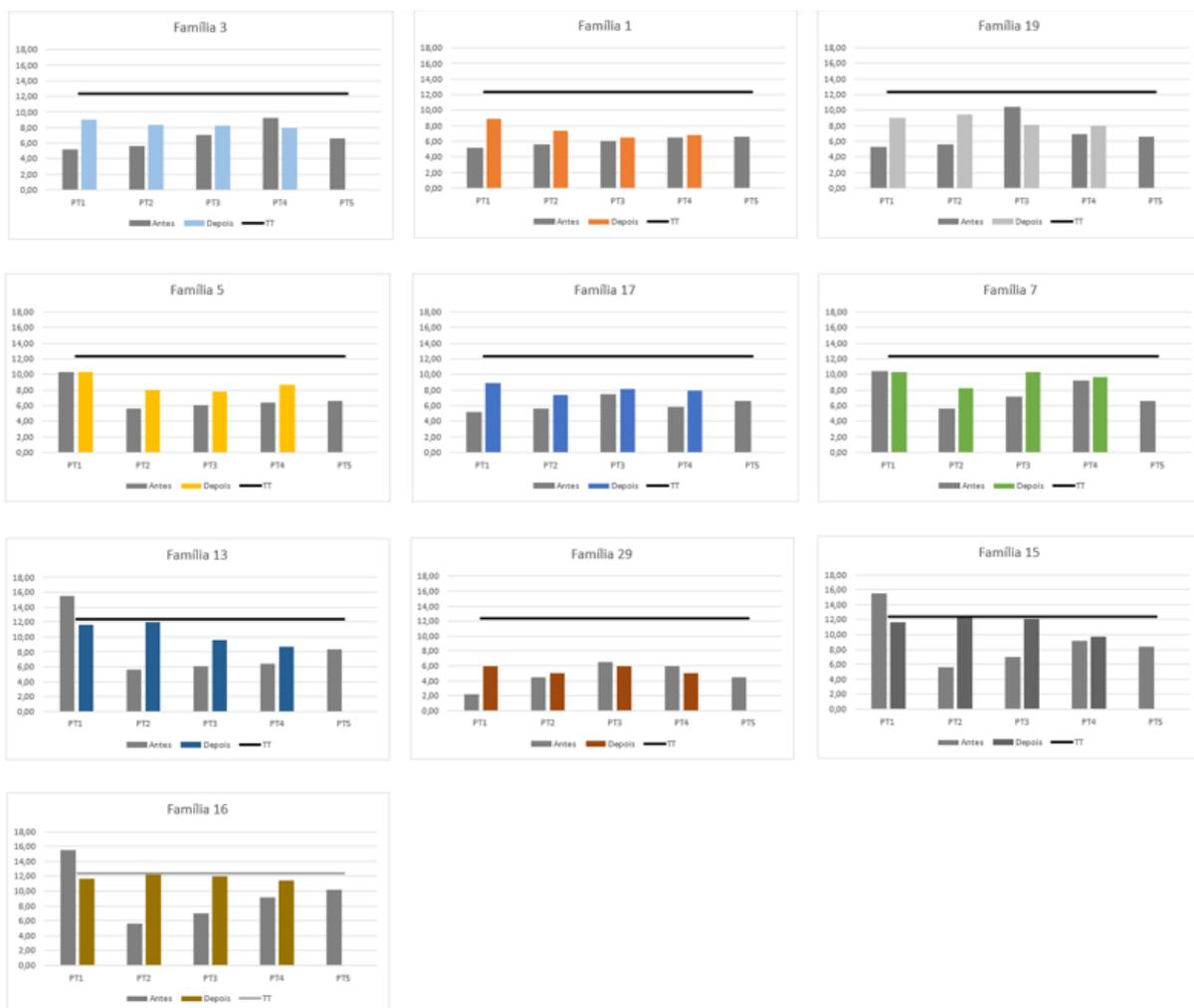


Figura 44 - Comparação dos tempos de ciclo antes e depois do balanceamento dos postos da linha de montagem.

Na Tabela 13 estão presentes os tempos de ciclo referentes a cada posto de trabalho da nova proposta de balanceamento.

Tabela 13 - Tempos de ciclo por posto de trabalho da nova proposta.

Família	$\sum TC$ (min)	TC (min) do posto de trabalho			
		PT 1	PT 2	PT 3	PT 4
1	29,58	8,92	7,34	6,47	6,85
3	33,35	8,96	8,34	8,21	7,84
5	34,71	10,28	8,01	7,80	8,62
7	38,48	10,32	8,28	10,27	9,61
13	41,73	11,58	11,94	9,57	8,64
15	45,50	11,62	12,21	12,04	9,63
16	47,29	11,62	12,21	12,02	11,44
17	32,32	8,92	7,36	8,12	7,92
19	34,44	8,96	9,37	8,12	7,99
29	21,99	5,99	5,01	5,92	5,07

5.1.2 Afetação de operadores

Seguidamente, procedeu-se ao cálculo do número de operadores necessários com recurso à seguinte equação:

$$\text{Número de operadores} = \frac{\text{Tempo de ciclo total}}{\text{Takt time}} = \frac{47,29}{12,34} = 4 \text{ operadores} \quad (6)$$

Constatou-se que o número de operadores necessários para o novo sistema produtivo seria de quatro operadores. Este cálculo foi efetuado segundo o critério do pior caso, ou seja, o modelo mais representativo com maior tempo de ciclo total. Assim sendo, correspondente aos modelos de motores da família número 16, que apresenta um tempo de ciclo total de 47,29 minutos.

Posto isto, procedeu-se à distribuição dos operadores pelos postos de trabalho propostos, representada na Tabela 14.

Tabela 14 - Afetação dos operadores.

Operador	Posto de trabalho
1	PT1
2	PT2
3	PT3
4	PT4

Uma vez que as tarefas foram distribuídas equitativamente pelos postos de trabalho, foi atribuído um operador a cada posto de trabalho. Sendo assim, a carga de trabalho para cada operador é similar.

5.1.3 Redimensionamento e posicionamento dos *buffers* da linha de montagem

Tal como mencionado na secção 4.1.2, atualmente, existem cinco *buffers* na linha de montagem, cada um com capacidade para um motor elétrico. Entre cada um dos postos de trabalho existe um *buffer* com capacidade para um motor, à exceção entre o primeiro posto de trabalho, Início de linha, e o segundo, Ligação 1, que existem um *buffer* com capacidade para dois motores.

No seguimento do balanceamento da linha de montagem, uma vez que os tempos de ciclo foram alterados, procedeu-se a um novo cálculo do número de *buffers*. Para tal, foram tidos em conta os tempos de ciclo médios ponderados de cada posto de trabalho relativos à nova proposta de balanceamento, apresentados na Tabela 15. Estes foram calculados tendo em conta as quantidades médias produzidas de cada família de motor.

Tabela 15 - Tempos de ciclo médios ponderados de cada PT da nova proposta.

	PT1	PT2	PT3	PT4
TC médio ponderado (min)	9,33	8,41	8,08	7,95

Uma vez que os *buffers* servem para armazenar o produto enquanto o posto de trabalho seguinte se encontra ocupado e, tendo em conta que os tempos de nenhum posto de trabalho seguinte é mais lento que o anterior, verifica-se que não é necessário nenhum *buffer* na linha de montagem.

No entanto, uma vez que estamos perante uma grande variedade de motores e, conseqüentemente, uma grande variabilidade dos processos, foi definido um *buffer* entre cada posto de trabalho, cada um com capacidade para um motor elétrico.

5.2 Dimensionamento do sistema de abastecimento de carrinhos *kit junjo*

Na análise crítica da situação atual identificou-se um excesso de *stock* de carrinhos *kit junjo* junto à linha de montagem consequente de uma política de abastecimento inadequada. Para tal, procurou-se dimensionar um sistema que colmatasse a política empurrada existente, promovendo uma redução do *stock*. Assim, pensou-se no dimensionamento de um sistema de abastecimento, assente numa política de produção *pull*, baseado no conceito de *kanban* de duas caixas. Desta forma, sempre que um carrinho *kit junjo* é consumido na linha de montagem, o consumo serve de aviso para o supermercado preparar o próximo *kit* e o seu transporte para a linha de montagem.

Para tal, a Tabela 83 do Apêndice 11 ilustra a simulação efetuada tendo em conta o tempo disponível de produção, 432 minutos, de maneira a verificar se dois carrinhos seriam suficientes para manter a produção sem paragens. Esta simulação teve por base o tempo médio de *picking* de um carrinho *kit junjo* no supermercado, 8,65 minutos, e o novo tempo de ciclo médio ponderado da linha de montagem, 9,43 minutos, que foi determinado tendo em conta as quantidades médias produzidas de cada família de motor (cálculo apresentado no Apêndice 10).

Através dos resultados obtidos com a simulação, constatou-se que dois carrinhos *kit junjo* são suficientes para assegurar a produção da linha de montagem.

Adicionalmente, foi ainda considerada a situação em que a linha de montagem e a pré-montagem consomem simultaneamente um carrinho *kit junjo*, podendo levar a situações de rotura do *stock*. Uma vez que existem motores que necessitam de pré-montagem, estes necessitam de carrinhos *kit junjo* junto à pré-montagem antes de estes serem introduzidos na linha. Desta forma, seguindo o mesmo raciocínio efetuado anteriormente, diferindo apenas no tempo de ciclo médio ponderado da pré-montagem, 17,56 minutos, calculou-se o número de carrinhos *kit junjo* necessários à pré-montagem.

Em suma, no total serão necessários quatro carrinhos *kit junjo*, dois juntos à linha de montagem e os outros dois juntos à pré-montagem. Assim, uma vez que os *kits* são preparados consoante o consumo na linha de montagem, espera-se uma redução do *stock* dos mesmos junto à linha de montagem.

5.3 Sinalização do sistema de abastecimento de carrinhos *kit junjo*

No seguimento do dimensionamento do sistema de abastecimento, foi necessário definir como é que o aviso do consumo e posterior permissão à preparação do carrinho *kit junjo* iria ser dado ao supermercado.

O aviso de consumo do carrinho na linha de montagem será dado através da abertura da ordem de produção no sistema utilizado pela empresa no início do processo de montagem. Assim, quando um

carrinho *kit junjo* for utilizado, o supermercado recebe aviso no sistema de que uma ordem de produção foi aberta, dando permissão para a preparação do próximo carrinho *kit junjo* necessário à linha de montagem.

Atualmente, a linha de montagem apenas efetua o fecho da ordem de produção e, esta proposta de melhoria de abertura da ordem de produção no início do processo, traria vantagens como um melhor rastreio e registo dos tempos de atravessamento de montagem dos motores. Para tal, é necessário a implementação de um computador no início da linha com um de investimento de 200€.

5.4 Reconfiguração do *layout*

Com a nova proposta de balanceamento houve a necessidade de reconfigurar o *layout* do espaço produtivo da linha de montagem. Para o novo *layout* teve-se em consideração a eliminação do posto de trabalho “Início de linha” e a redução do número de carrinhos *kit junjo* necessários junto à linha de montagem.

Uma vez que o posto de trabalho “Início de linha” foi eliminado, de maneira a minimizar as movimentações, pensou-se em colocar o *stock* de carcaças mais próximo do posto de trabalho 1 da nova proposta de balanceamento. Desta forma, a área da pré-montagem foi transferida para o lado oposto onde se encontrava inicialmente, e a área onde se encontra o *stock* de carcaças foi transferida para o lado onde se encontra atualmente a área da pré-montagem.

Atualmente, o *stock* de carcaças que vão à linha de montagem e o *stock* de carcaças que vão à pré-montagem não estão divididas, encontram-se juntos na mesma área. Desta forma, tendo em conta que 15% dos motores responsáveis pela linha de montagem passam pela pré-montagem, dividiu-se a área atual de *stock* de carcaças tendo em conta a proporção de motores responsáveis por cada uma das áreas. Assim, esta divisão possibilitou aproximar as carcaças junto à área onde vão sofrer alterações inicialmente.

As Figura 45 e Figura 46 representam o *layout* atual da área da linha de montagem e a nova proposta de *layout* tendo em conta o balanceamento efetuado, respetivamente.

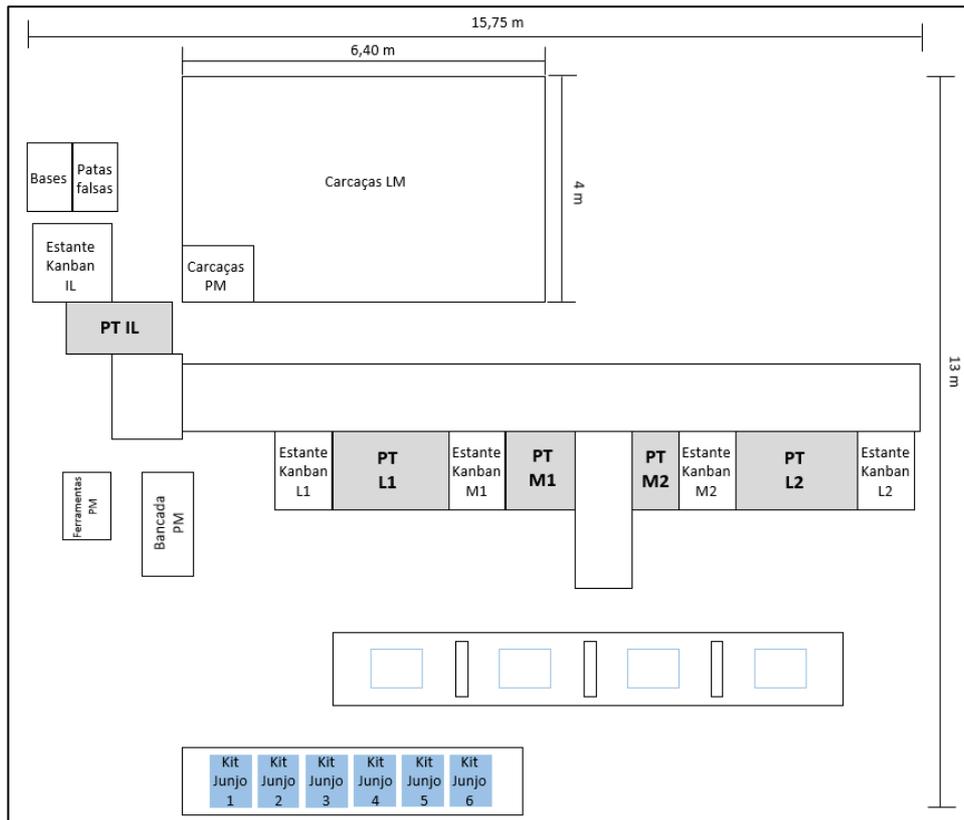


Figura 45 - *Layout* da linha antes do balanceamento.

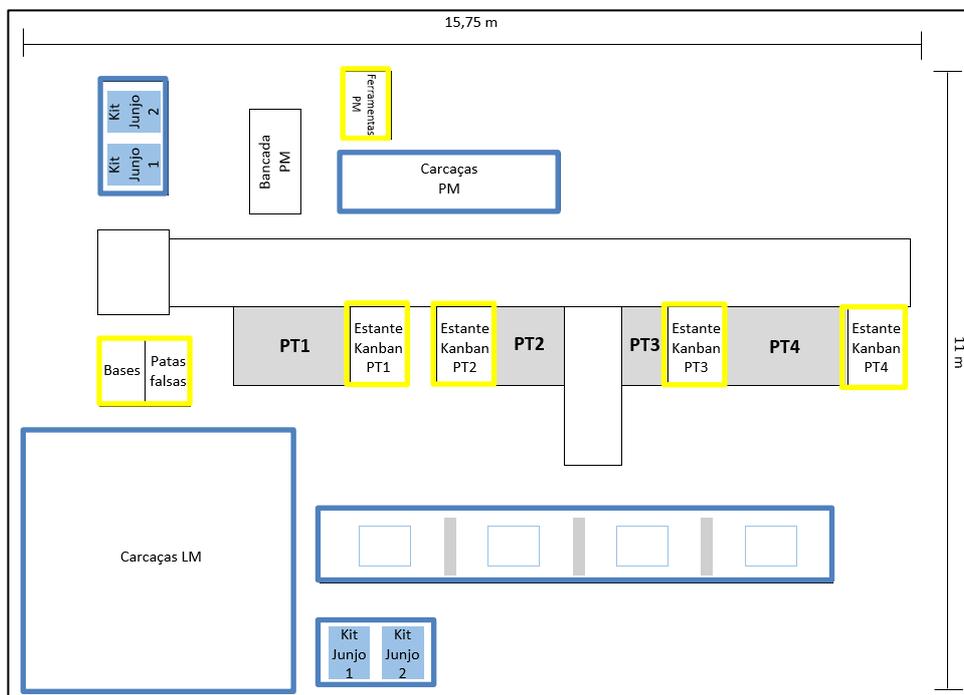


Figura 46 - *Layout* da linha depois do balanceamento.

Às alterações a serem feitas no layout estão associados custos de movimentação e rolos necessários para delimitar as áreas definidas na proposta de *layout* da Figura 46. Estes custos foram indicados pela

área da manutenção, responsável pelas movimentações das estantes e outros constituintes da área, e pela secção de PIMC (Processos Industriais e Melhoria Contínua), depois de visualizarem e validarem a nova proposta de *layout*. Os custos referentes à alteração do *layout* encontram-se reunidos na Tabela 16.

Tabela 16 - Custos associados à alteração do *layout*.

Descrição	Custo	Total
Movimentações das áreas	200€	585,85€
Rolo 50 m – cor amarela	108,75€	
Rolo 50 m – cor azul	108,80€	
Pack de janelas de identificação – cor amarela	29,75€	
Pack de janelas de identificação – cor azul	29,75€	

Em suma, as alterações efetuadas no *layout* atual permitiram aproximar aos postos de trabalho o material necessário para efetuarem o processo de montagem, tentando minimizar ao máximo as movimentações. Estas alterações têm um custo de 585,85€.

5.5 Adaptação do modo operatório

Uma vez que a linha em estudo se trata de uma linha de modelos mistos, existindo uma grande variabilidade de motores a serem produzidos, optou-se pela escolha do modo operatório *Toyota Sewing System*. Assim, sugere-se que, sempre que o posto seguinte fica livre, o posto de trabalho anterior passa o trabalho ao posto de trabalho seguinte, ficando este responsável por terminar as operações em falta, tal como ilustrado na Figura 47. Isto permite que o posto de trabalho anterior possa começar a montagem do próximo motor e reduzir tempos de espera por parte dos operadores dos postos seguintes.

Com este modo operatório espera-se que a polivalência e a entajada dos operadores prevaleçam.

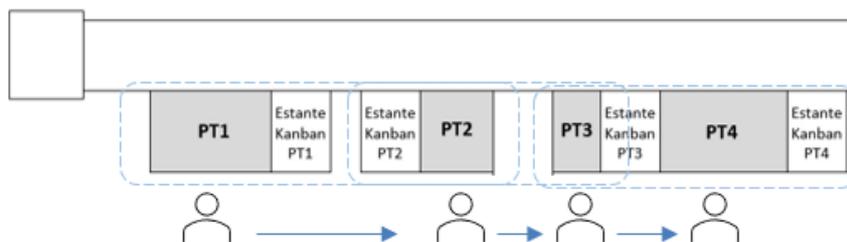


Figura 47 - Modo operatório *Toyota Sewing System*.

5.6 Normalização do trabalho

Uma vez que as famílias e os postos de trabalho da linha de montagem foram reestruturados, foi necessário definir a melhor sequência das operações de modo a alcançar não só um trabalho normalizado como também documentar todos os procedimentos executantes. Para tal, recorreu-se à ferramenta *Standard Work Combination Table* para cada posto de trabalho com a descrição sequencial de todas as operações necessárias à produção dos produtos com o respetivo tempo de ciclo previsto. No Apêndice 12 podem ser consultadas todas as *Standard Work Combination Table* e, na Figura 48, está presente um exemplo das tarefas executadas no 1º posto de trabalho para a família de produtos nº 1, designada de “W22; Carcaça 225-250; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem *rac*'s; ROL ESF”.

Standard Work Combination Table																								
Família	W22; Carcaça 225-250; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem <i>rac</i> 's; ROL ESF	Posto de trabalho	1	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	535,2 seg.	Takt Time	740,40 seg.	Procura	35													
Sequência	Operação	Tempo (segundos)	Manual	Máquina	Andar	Tempo de operação																		
						50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	
1	Verificar lista técnica	6,6																						
2	Inverter posição dos olhais	20,4																						
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																						
4	Colocar motor no início de linha	45																						
5	Desembarçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	64,2																						
6	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac</i> 's)	63																						
7	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																						
8	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	43,2																						
9	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																						
10	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																						
11	Alcançar material da estante <i>kanban</i> / <i>kit junjo</i>	33,6																						
12	Cortar espuma	9																						
13	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																						
14	Montar, apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação e carregar botão de linha	55,2																						
15																								
16																								
17																								

Figura 48 - *Standard Work Combination Table* para o PT1 família nº1.

5.7 Plano de rotatividade dos operadores

A falta de polivalência e rotatividade dos operadores, analisada na secção 4.3.6, tornava o trabalho monótono, conduzindo para a falta de interesse por parte dos operadores e uma baixa flexibilidade. Para além disto, na linha de montagem não existe nenhum operador com conhecimentos para operar em

todos os postos. Desta forma, antes de passar para a implementação do plano de rotatividade é necessário dar formação a todos os operadores dos diferentes postos de trabalho. Este plano de rotatividade permitirá aos operadores alargarem os seus conhecimentos nos diversos postos de trabalho. Na Figura 49 apresenta-se o plano de rotatividade proposto.

Plano de rotatividade da linha de montagem

Plano realizado por: _____ Plano aprovado por: _____ Data: 01/09/2022 a 15/09/2022

Posto de trabalho	01/09	02/09	05/09	06/09	07/09	08/09	09/09	12/09	13/09	14/09	15/09
PT 1	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3
PT 2	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2
PT 3	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1
PT 4	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4

Figura 49 - Plano de rotatividade da linha de montagem.

5.8 Alteração das caixas de abastecimento de componentes

Atualmente a caixa de abastecimento e a sua disposição não é a mais adequada uma vez que dificulta o acesso dos componentes pretendidos por parte dos operadores tal como referido na secção 4.3.7. Desta forma, como possível melhoria do processo produtivo, a colocação de divisórias nas caixas para a colocação dos diferentes componentes, diminuí o tempo despendido na procura do componente necessário facilitando a identificação dos mesmos, tal como ilustra a Figura 50.



Figura 50 - Alteração das caixas de abastecimento de componentes.

5.9 Aplicação das ferramentas 5S e gestão visual

As ferramentas *Lean* 5S e gestão visual já eram de conhecimento geral de todos os operadores visto ser uma prática bem enraizada na empresa. Contudo, na análise do estado atual, constatou-se que existem pontos que podem ser melhorados.

5.9.1 Reestruturação da bancada do posto de trabalho “Ligação 2”

A estante de apoio ao material necessário à realização das tarefas no último posto da linha de montagem encontra-se desorganizada, para tal considerou-se pertinente a aplicação da ferramenta 5S.

Numa primeira abordagem, é importante proceder-se à identificação e eliminação de todos os materiais presentes no posto de trabalho, não necessários para a realização das tarefas.

Posteriormente, com o auxílio do projetista da equipa de PIMC reestruturou-se a bancada do posto de trabalho “Ligação 2” com a implementação de uma base na bancada, aumentando assim o espaço disponível para a organização e arrumação dos materiais necessários, tal como ilustrado na Figura 51.



Figura 51 - Estante de apoio ao posto de trabalho 4.

De seguida, foi estruturado um plano com as respetivas tarefas 5S, apresentadas na Tabela 17, que deve ser afixado no posto de trabalho e que cada operador deve realizar para manter o espaço de trabalho limpo e arrumado.

Tabela 17 - Plano de atividades 5S.

Plano de atividades 5S
Colocar no lixo indicado os resíduos do tubo de tela resultantes da execução das tarefas.
Colocar no lixo indicado os resíduos das proteções térmicas resultantes da execução das tarefas.
Arrumar ferramentas nos locais indicados, após a sua utilização.
Uma vez por semana, inspecionar os equipamentos e realizar uma limpeza geral do posto de trabalho.

Por fim, é importante inculcar e praticar princípios de organização e limpeza definidos nas etapas anteriores para se dar uma continuidade às normas estabelecidas. Para tal, foi desenvolvida uma *Checklist* apresentada na Figura 99 do Apêndice 13, que permite aos operadores realizarem auditorias para verificarem se o seu posto de trabalho se encontra devidamente limpo e organizado.

5.9.2 Identificação do diâmetro dos batentes

Para facilitar a identificação do diâmetro de cada batente foi implementado um sistema de cores, em que cada cor corresponde a um diâmetro. Este sistema para além de ser aplicado aos batentes da linha de montagem, também é aplicado nos batentes da montagem dos motores especiais (C's). Desta forma,

a cor verde corresponde ao diâmetro de 14cm, a cor azul ao de 16cm e, por fim, a cor amarela ao de 19cm. Para complementar ainda foram colocadas etiquetas de identificação com o respectivo diâmetro e local onde a ferramenta pertence, tal como ilustrado na Figura 52.



Figura 52 - Aplicação da gestão visual nos batentes.

5.9.3 Aplicação de um sistema de cores nos cabos de potência

Para facilitar a visualização dos pares dos cabos de potência foi sugerido que cada par de cabos tivesse etiquetas de identificação com uma cor correspondente. Desta forma, o par de cabos U1-U2 teriam etiquetas com cor amarela, os V1-V2 etiquetas com cor vermelha e o par de cabos W1-W2 etiquetas com cor verde, tal como ilustra a Figura 53.



Figura 53 - Aplicação de um sistema de cores nos cabos de potência.

Depois de apresentada e analisada esta proposta com a equipa de PIMC, conclui-se que não poderia ser implementada devido à norma cooperativa regida pelo grupo WEG. Ou seja, uma vez que todos os motores do grupo WEG apresentam etiquetas de cor branca com impressão das letras cor preta, os motores da WEGeuro têm de seguir o mesmo padrão.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

No presente capítulo realiza-se uma análise e discussão dos resultados com o intuito de quantificar os resultados obtidos e esperados após as implantações das propostas de melhoria sugeridas. Neste sentido, foram calculados e comparados os indicadores de desempenho da situação inicial e depois, bem como os ganhos monetários com o intuito de quantificar o impacto das melhorias propostas.

6.1 Resultados com o balanceamento da linha de montagem

Com o balanceamento da linha de montagem, as tarefas foram distribuídas equitativamente pelos postos de trabalho de forma a aproximar os tempos de ciclo do *takt time*, com intuito de reduzir o *idle time* atual. Na Tabela 18 encontra-se sintetizada a comparação entre a diferença média entre os tempos da nova proposta de balanceamento com o existente.

Tabela 18 - Ganhos no *idle time*.

Nº Família	Valor médio <i>idle time</i> atual (min)	Valor médio <i>idle time</i> proposta (min)	Ganho
1	31,98	19,79	38%
3	28,21	16,02	43%
5	26,85	14,66	45%
7	23,08	10,89	53%
13	19,83	7,64	61%
15	16,06	3,87	76%
16	14,25	2,08	85%
17	31,34	17,05	45%
19	27,12	14,93	45%
29	38,15	27,38	28%

Como se pode constatar existe uma diminuição do *idle time* em todas as famílias, traduzindo-se num ganho anual de 17 667,82€. Este valor foi obtido com a multiplicação da diferença dos valores de *idle time*, antes e depois do balanceamento, com o valor do custo médio hora por operador em Portugal, 16€/h-H (eurostat, 2022). A necessidade da utilização do custo médio hora por operador em Portugal surgiu no seguimento de questões de confidencialidade por parte da WEG.

6.2 Melhoria do desempenho da linha de montagem

Nesta secção apresentam-se os resultados obtidos com as algumas propostas de melhoria que possibilitam a melhoria do desempenho da linha de montagem. Tais como a redução do número de operadores, a redução da área ocupada, a redução do *stock* de carrinhos *kit junjo*, consequente de uma nova proposta de abastecimento, e aumento da produtividade e taxa de utilização da linha de montagem.

6.2.1 Redução do número de operadores

Com o balanceamento da linha de montagem foi possível concluir que o número necessário de operadores seria menor que o atual, ou seja, de cinco operadores iniciais passou para quatro. Neste seguimento, a Tabela 19 apresenta uma comparação do custo dos operadores no estado atual com a proposta, tendo em conta que para a empresa o custo de um operador é de 26 726€ (valor tendo em conta o custo médio hora por operador em Portugal, 16€/h-H (eurostat, 2022)).

Tabela 19 - Ganho anual estimado após balanceamento da linha de montagem.

	Antes da proposta	Depois da proposta	Ganho	Redução
Nº total de operadores	5	4	1	20%
Custo anual (€)	133 632	106 906	26 726	

É importante salientar que esta redução em número de trabalhadores não se reflete em despedimento, visto que não se enquadra na cultura da WEGeuro. Desta forma, o trabalhador que não é necessário na linha de montagem será encaminhado para outra área produtiva que necessite de mão-de-obra.

6.2.2 Redução da área ocupada

Com a nova proposta de balanceamento, surgiu a necessidade de reconfigurar a linha de montagem para o *layout* representado na secção 5.4. A área ocupada de, inicialmente, 204,75 m² deu origem a 173,35 m², proporcionando uma redução de 31,5 m² do espaço ocupado pela mesma.

Tabela 20 - Redução da área ocupada pela linha de montagem após balanceamento.

	Antes da proposta	Depois da proposta	Ganho
Área ocupada pela linha (m ²)	204,75	173,35	31,5

Tendo em conta que o valor do m^2 na WEG é de 800€, a reconfiguração do *layout* assegurou uma poupança de 25 200€.

6.2.3 Redução do *stock* de carrinhos *kit junjo*

A proposta de melhoria de um sistema *kanban* de duas caixas para o *stock* de carrinhos *kit junjo*, baseada num paradigma JIT, permitirá reduzir a área necessária ao armazenamento de carrinhos *kit junjo* junto à linha de montagem em, aproximadamente, 85% em relação ao que existia inicialmente na empresa. Os resultados obtidos estão reunidos na Tabela 21.

Tabela 21 - Redução da quantidade de stocks mínimos de carrinhos *kit junjo*.

	Antes	Depois	Ganho
Área ocupada (m^2)	28	4,4	85%
Valor área ocupada (€)	22 400	3 520	18 880

Com a implementação deste sistema, o supermercado apenas estará autorizado a preparar um carrinho *kit junjo* quando um dos que se apresentam em *stock* junto à linha de montagem for consumido. Para além disto, com esta nova estratégia passam a existir espaços bem definidos, marcados no solo, onde os carrinhos *kit junjo* devem ser abastecidos, eliminando as áreas de grandes dimensões dedicadas ao seu armazenamento.

Esta proposta de melhoria permite poupar 18 880€ com a eliminação da área ocupada pelo excesso de carrinhos *kit junjo* no chão de fábrica.

6.2.4 Aumento da produtividade e taxa de utilização da linha

Após a proposta de estruturação da linha de montagem, com o intuito de medir o desempenho do novo sistema sugerido, foram calculadas e comparadas as seguintes medidas de desempenho: produtividade e taxa de utilização da linha antes e depois da reestruturação.

Utilizando a fórmula presente na secção 2.2.4 foi possível obter os seguintes valores de produtividade e utilização do sistema:

$$\text{Produtividade (antes)} = \frac{26}{7,2 \times 5} = 0,72 \text{ uni/ h-H} \quad (7)$$

$$Produtividade (depois) = \frac{35}{7,2 \times 4} = 0,81 \text{ uni/ h-H} \quad (8)$$

$$Utilização do sistema (antes) = \frac{9,38 \times 26}{432} \times 100 = 56,45 \% \quad (9)$$

$$Utilização do sistema (depois) = \frac{9,43 \times 35}{432} \times 100 = 76,40 \quad (10)$$

A Tabela 22 reúne os valores obtidos constatando-se que a produtividade com a nova proposta aumentará e que a taxa de utilização da linha passará a ser de 76,4%, um incremento, de aproximadamente, 20%.

Tabela 22 - Ganhos da produtividade e taxa de utilização depois do balanceamento da linha.

Indicadores de desempenho	Antes	Depois	Ganho
Produtividade (unid/h-H)	0,72	0,81	0,09
Utilização (%)	56,4	76,4	19,95

6.3 Trabalho normalizado

A normalização do trabalho permitiu definir a melhor sequência para a execução das tarefas assim como elucidar os tempos de ciclo previstos para cada uma das tarefas. Desta forma, todos os procedimentos de fabrico encontram-se normalizados e atualizados, permitindo assim que todos os operadores executem as tarefas de igual forma, reduzindo as variações no processo e um melhor controlo produtivo. Com isto espera-se um impacto positivo na qualidade dos motores.

6.4 Polivalência dos operadores

O plano de rotatividade pelos diferentes postos de trabalho proposto permite potencializar a motivação e o interesse dos operadores. Assim, cada operador tem a oportunidade de aprender, de forma gradual, as diferentes tarefas responsáveis pela linha de montagem. Para além disto, também permite uma redução do risco de lesões músculo-esqueléticas resultantes do trabalho repetitivo. Este sistema oferece uma maior envolvimento dos operadores no sistema produtivo, uma vez que aumenta os seus conhecimentos com a aquisição de competências suficientes para serem autónomos em qualquer posto de trabalho.

Em suma, o plano de rotatividade dos postos de trabalho permite alcançar uma maior satisfação dos funcionários, reduzindo o absentismo e melhorando a qualidade do trabalho promovendo o desenvolvimento de uma maior variedade de aptidões e, conseqüentemente, um aumento da polivalência e flexibilidades dos operadores.

6.5 Melhoria da organização e gestão visual das caixas de abastecimento

Com a implementação de divisórias nas caixas de transporte dos componentes, procurou-se promover uma gestão visual com o intuito de facilitar a procura dos materiais na caixa por parte dos operadores. Na Figura 54 é apresentada uma comparação entre aquilo que era a situação atual e a nova proposta.

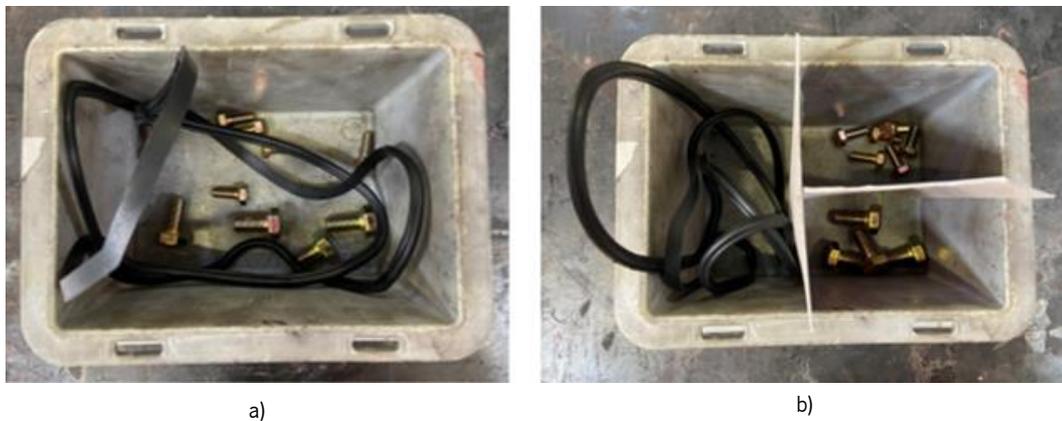


Figura 54 - Comparação das caixas de abastecimento entre a situação atual (a) e a nova proposta (b).

Com a implementação desta proposta, estima-se que o tempo na procura dos componentes passe no máximo para, aproximadamente, 15 segundos. Ou seja, espera-se uma redução de 50% no tempo despendido (Tabela 23).

Tabela 23 - Comparação entre o tempo de procura dos componentes nas caixas na situação atual e na nova proposta.

	Antes	Depois	Redução
Tempo de procura dos componentes nas caixas de abastecimento (seg)	30	15	50%

6.6 Melhoria da limpeza e organização da bancada de trabalho

A aplicação da ferramenta 5S na bancada de trabalho do último posto de trabalho permitirá solucionar os problemas identificados ao nível da falta de organização e limpeza. Com esta ferramenta espera-se

obter uma melhor organização e limpeza do espaço de trabalho e, assim, reduzir o tempo de procura dos materiais e ferramentas necessários para a realização das tarefas.

A aplicabilidade da *checklist* permitirá que os princípios e normas estabelecidos sejam incutidos no dia-a-dia dos operadores, fazendo parte da rotina dos mesmos. Esta garante que todas as etapas da ferramenta 5S estejam a ser cumpridas adequadamente.

6.7 Aplicação da gestão visual nos batentes

A implementação de um sistema de cores e etiquetas para identificação dos diferentes diâmetros permitiu, mais para os recentes operadores da linha, facilitar a distinção entre os diferentes diâmetros. A aplicação da gestão visual auxilia as pessoas no *Gemba* a decidir qual o batente que devem usar consoante o diâmetro que necessitam, evitando erros e alertando para situações irregulares. Na Figura 55 é apresentada uma comparação entre os batentes antes e depois da aplicação do sistema de cores e etiquetas de identificação.



Figura 55 - Comparação dos batentes entre antes (a) e depois (b) da implementação da gestão visual.

6.8 Síntese dos resultados obtidos

Na Tabela 24 apresentam-se reunidos os resultados esperados com a implementação das propostas de melhoria sugeridas.

Tabela 24 - Ganhos monetários esperados.

Proposta	Resultados esperados	Área	Ganho monetário esperado
Balanceamento da linha de montagem	Redução do <i>idle time</i> ; Eliminação de um PT.	Linha de montagem	17 667,82€
Redução do número de operadores	Poupança de um operador.	Linha de montagem	26 726€
Reestruturação do <i>layout</i>	Redução de 31,5 m ² do espaço ocupado.	Linha de montagem	25 200€
Dimensionamento do sistema de abastecimento de carrinhos <i>kit junjo</i>	Redução de 28 m ² da área necessária ao armazenamento de carrinhos <i>kit junjo</i> .	Junto à linha de montagem	18 880€
Criação de folhas normalizadas	Menor variabilidade; Aumento da estabilidade do processo; Aumento da qualidade.	Linha de montagem	Não definido
Criação de planos de rotatividade dos operadores pelos PT	Aumento da motivação e interesse dos operadores; Melhor qualidade do trabalho.	Linha de montagem	Não definido
Alteração das caixas de abastecimento de componentes	Redução de 50% do tempo perdido na procura dos componentes.	Linha de montagem	Não definido
Reestruturação da bancada de trabalho	Melhor organização da bacada; Minimização do tempo de procura dos materiais; Maior produtividade.	Posto de trabalho "Ligação 2"	Não definido
Poupança anual total esperada			88 473,82€

7 CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Ao longo deste último capítulo, começa-se por apresentar algumas considerações finais alcançadas com a realização do presente projeto. Numa última etapa destacam-se ainda alguns pontos de trabalho futuro que visam complementar o trabalho realizado.

7.1 Conclusão

A concretização deste projeto de dissertação centrou-se na melhoria da produtividade da linha de montagem de modelos mistos da WEGeuro - Indústria Elétrica S.A.

O projeto iniciou-se com a descrição da linha de montagem, tendo sido apresentados os produtos responsáveis pela linha e *layout* da mesma. Para além disto, ainda foram compreendidos o fluxo produtivo e o fluxo de abastecimento do material necessária à montagem. Após a compreensão dos vários processos de montagem, tendo em consideração a grande variabilidade associada ao produto da WEG, tornou-se necessário a constituição de novas famílias de acordo com as características que afetavam o tempo de ciclo de montagem. Para uma análise crítica da situação atual, recorreu-se a ferramentas como: a análise ABC, para identificação das famílias mais representativas da linha de montagem, estudo de tempos por cronometragem, para obtenção de resultados coerentes acerca do desempenho atual da linha, matriz de competências, para avaliação das competências de cada um dos operadores, e *5whys*.

No seguimento da análise crítica ao estado atual, foram identificados os principais problemas do processo em estudo nomeadamente a falta de balanceamento da linha de montagem e a baixa taxa de utilização da mesma que, por sua vez, provocavam elevados desperdícios de tempo e recursos humanos. Também foi detetado a falta de polivalência dos operadores, associado à falta de formação acerca do processo de montagem. No sentido de combater este problema, foi sugerido a implementação de um plano de rotatividade dos operadores pelos postos de trabalho da linha de montagem, mas para tal é necessário que primeiro se concretizem ações de formação. Com esta medida, pretende-se aumentar a motivação por parte dos operadores e o espírito de equipa, e diminuir a monotonia no trabalho e, conseqüentemente, lesões músculo-esqueléticas.

Além destes problemas também se destacaram o excesso de *stock* de carrinhos *kit junjo* junto à linha de montagem, falta de organização da bancada do último posto e as caixas desadequadas para o armazenamento dos componentes.

Após realizada a fase de diagnóstico onde se descreveu a situação atual e se identificou os problemas, procedeu-se ao balanceamento da linha de montagem tendo em conta o aumento da produtividade para 35 motores, valor estabelecido pela empresa. Desta forma, através da distribuição equilibrada das tarefas pelos postos de trabalho, foi possível equilibrar os tempos de ciclo dos mesmo relativamente ao *takt time* definido. Com esta proposta é possível melhorar a eficiência da linha com a redução do *idle time* e o aumento da taxa de utilização de 56,45% para 76,4%. Também se verificou a eliminação de um posto de trabalho no qual resultou a poupança de um operador. A esta proposta de balanceamento está associada uma reconfiguração do *layout*, que resultou numa redução da área ocupada de 31,5 m². Com esta implementação da nova proposta de balanceamento estima-se um ganho anual de 69 593,82€ com um investimento de 585,85€.

A normalização do trabalho, através do documento *Standard Work Combination Table*, foi uma ferramenta essencial depois do balanceamento da linha de montagem. Esta tornou possível a definição da melhor sequência operativa para cada posto de trabalho, reduzindo a variabilidade no processo e aumentando a facilidade no controlo do sistema.

Posteriormente, foi definida uma nova política de abastecimento assente no paradigma JIT. Para tal, foi definido que o *picking* dos materiais dos carrinhos *kit junjo* só poderia ser iniciado no momento de necessidade da linha de montagem. A quantidade mínima necessária de carrinhos *kit junjo* passaria a estar limitada pelo consumo da linha que seria sinalizado com abertura da ordem de produção no sistema da empresa. Com esta proposta estima-se a redução de 85% do espaço ocupado e, conseqüentemente, a diminuição do excesso de carrinhos *kit junjo*. A implementação desta proposta poderá traduzir-se num ganho anual esperado de 18 880€.

Também foram sugeridas a aplicação das metodologias 5S e gestão visual. Na bancada de trabalho do posto de trabalho “Ligação 2”, projetou-se de uma nova estrutura, capaz de organizar as ferramentas e materiais necessários à montagem. Para além disto, ainda foi criado um plano de atividades 5S e uma *checklist* para auxiliar os operadores a manter o espaço limpo e arrumado. No caso das caixas de abastecimento dos componentes à linha de montagem, estima-se que com a colocação de divisórias haja uma redução de 50% do tempo perdido pelos operadores na procura dos mesmos.

Em suma, além do cumprimento dos objetivos propostos no início desta dissertação e a consolidação dos conhecimentos adquiridos na universidade, houve também um desenvolvimento a nível pessoal, na medida em que foram desenvolvidas competências como trabalho em equipa e capacidade de diagnosticar ineficiências na linha. Este projeto permitiu também experienciar um novo contexto industrial e adquirir mais conhecimentos sobre o funcionamento de motores elétricos.

7.2 Trabalho futuro

Para trabalhos futuros sugere-se a implementação das propostas de melhoria que não puderam ser concretizadas durante o desenvolvimento do presente projeto devido a variadas razões, nomeadamente, o reduzido tempo disponível para a realização do projeto.

No decorrer do projeto foram ainda identificadas outras oportunidades de melhoria, que devem ser alvo de estudo e investigação.

Primeiramente, no último posto de trabalho da linha de montagem verificou-se um excesso de desperdício das proteções térmicas. Estas são colocados na secção da bobinagem, local em que este problema deve ser examinado. Este problema deve-se ao facto de existir apenas uma medida de comprimento de proteção térmica, igual para todos os tamanhos de motor. Para tal, deveria haver uma padronização da quantidade de proteção térmica necessária de acordo com o tamanho de motor.

Para além disto, foi identificado um excesso de *stock* de carcaças à entrada da linha de montagem. Este problema foi identificado, mas devido à inexistência de dados e tempo disponível, não foi possível aprofundar este tema. Para combater este problema era necessário ser avaliado se seria possível o torno WEG operar segundo um paradigma JIT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A. C. (1999). *Metodologia para a Concepção de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. 231. <http://hdl.handle.net/1822/9>
- Alves, A. C. (2007). *Projecto dinâmico de sistemas de produção orientados ao produto*. Universidade do Minho Portugal.
- Alves, A. C., & Carmo-Silva, S. (2009). Design Methodologies for Product Oriented Manufacturing Systems. *Proceedings of the First International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for Innovation (IDEMIO9)*, 1–12.
- Amaro, A. P., & Pinto, J. P. (2007). *Criação de valor e eliminação de desperdícios*.
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2015). Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review. *Work*, 52(1), 57–70. <https://doi.org/10.3233/WOR-141941>
- Basto, J. P. T. V. (2016). *Balanceamento e Sequenciamento de Linhas de Produção na Indústria do Calçado*.
- Becker, C., & Scholl, A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 168(3), 694–715. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.07.023>
- Bicheno, J., & Holweg, M. (2009). *The Lean Toolbox: The essential guide to lean transformation* (PICSIE).
- Boysen, N., Fliedner, M., & Scholl, A. (2008). Assembly line balancing: Which model to use when? *International Journal of Production Economics*, 111(2), 509–528. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.026>
- Bragança, S., Alves, A., Costa, E., & Sousa, R. (2013). The use of lean tools to improve the performance of an elevators company. *Integrity, Reliability and Failure of Mechanical Systems (IRF2013)*, 1(i), 1–8. <http://hdl.handle.net/1822/25316>
- 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. <https://doi.org/10.1080/00207540802484911>
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains* (p. 277).
- Costa, A., Zeilmann, R., & Schio, S. (2004). Análise de Tempos de preparação em máquinas CNC. In *O Mundo da Usinagem*, 4, 2004.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations and Production Management*, 22(2), 220–240.

- <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- eurostat. (2022). *Hourly labour costs ranged from €7 to €47 in the EU*.
[https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220328-](https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220328)
- Farooq, S., & O'Brien, C. (2015). An action research methodology for manufacturing technology selection: a supply chain perspective. *Production Planning & Control*, 26(6), 467–488.
<https://doi.org/10.1080/09537287.2014.924599>
- Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., & Tan, K. H. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 200(March), 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.030>
- Hirano, H. (1995). 5 Pillars of the Visual Workplace. In *5 Pillars of the Visual Workplace*. Productivity Pr.
<https://doi.org/10.4324/9781482278057>
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy second edition*.
- Krijnen, A. (2007). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. In New York: McGraw-Hill (Ed.), *Action Learning: Research and Practice* (Vol.30, Vol. 4, Issue 1).
<https://doi.org/10.1080/14767330701234002>
- Kumar, S. R., Nathan, V. N., Ashique, S. I. M., Rajkumar, V., & Karthick, P. A. (2020). Productivity enhancement and cycle time reduction in toyota production system through jishuken activity - Case study. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 964–966.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.181>
- Latha, B. M., & Raghavendra, N. V. (2022). Productivity improvement using SWCT principle in continuous manufacturing Industry: A case study. *Materials Today: Proceedings*, 52, 950–956.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.10.389>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *Toyota Way Fieldbook* (First edit). McGraw-Hill Education.
<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071448932>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673.
<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (1983). *Toyota Production System. First edition, Industrial Engineering and Management Press*.

- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time* (3rd ed.). Engineering and Management Press.
- Monforte, P. M., Oliveira, U. R., & Rocha, H. M. (2015). Failure Mapping Process: an Applied Study in a Shipyard Facility. In *Brazilian Journal of Operations & Production Management* (Vol. 12, Issue 1). <https://doi.org/10.14488/bjopm.2015.v12.n1.a12>
- Narusawa, T., & Shook, J. (2009). *Kaizen Express: Fundamentals for Your Lean Journey*. Lean Enterprise Institute, Inc.
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. *University of Toronto*, 1–15.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. New York: Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. CRC Press.
- Pinto, J. (2008). *Lean Thinking: Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.
- Productivity Press Development Team. (2002). Standard Work for the Shopfloor. In *Productivity Press*.
- Reginato, G., Anzanello, M. J., & Kahmann, A. (2016). Balanceamento de linha de montagem mista em cenários com distintos mix de produtos. *Gestao e Producao*, 23(2), 294–307. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1874-14>
- Ribeiro, L., Alves, A. C., Moreira, J. F. P., & Ferreira, M. (2013). Applying standard work in a paint shop of wood furniture plant: A case study. *22nd International Conference on Production Research, ICPR 2013*.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean enterprise institute. <http://www.lean.org/Bookstore/ProductDetails.cfm?SelectedProductId=9>
- Silva, C. (1996). Produção Orientados Ao Produto. *Enegep2001*, 1–9. www.abepro.org.br/.../ENEGEP2001_TR13_0143.pdf
- Simaria, A. S., & Vilarinho, P. M. (2004). A genetic algorithm based approach to the mixed-model assembly line balancing problem of type II. In *Computers and Industrial Engineering* (Vol. 47, Issue 4, pp. 391–407). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2004.09.001>
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. Free Press.

- Womack, J. P. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your company*. Productivity Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *Toyota Production Systems: Beyond Large Scale Production*.
- Yadav, A., Verma, P., & Agrawal, S. (2020). Mixed model two sided assembly line balancing problem: an exact solution approach. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *11*(s2), 335–348. <https://doi.org/10.1007/s13198-020-00956-1>

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – PROCESSO PRODUTIVO GERAL



Figura 56 - Processo produtivo geral.

APÊNDICE 2 – PROPOSTA DAS NOVAS FAMÍLIAS

Tabela 25 - Proposta das novas famílias da linha de montagem

Nº	Descrição da família
1	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
2	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
3	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
4	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
5	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
6	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 5 a 8 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
7	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
8	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 8 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
9	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; com rac's ROL ESF
10	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; com rac's ROL ESF
11	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; com rac's ROL ESF
12	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; com rac's ROL ESF
13	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF
14	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 5 a 8 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF
15	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF
16	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 8 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF
17	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL NU
18	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL NU
19	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL NU
20	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL NU
21	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL NU
22	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 5 a 8 fios; com patas falsas; sem rac's ROL NU
23	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL NU
24	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 8 fios; com patas falsas; sem rac's ROL NU
25	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; com rac's ROL NU
26	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; com rac's ROL NU
27	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; com rac's ROL NU
28	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; com rac's ROL NU
29	W40; Carcaça 280; Cabo curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
30	W40; Carcaça 280; Cabo curto; 5 a 8 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
31	W40; Carcaça 280; Cabo curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; com rac's ROL ESF
32	W40; Carcaça 280; Cabo curto; 5 a 7 fios; sem patas falsas; com rac's ROL ESF
33	W40; Carcaça 280; Cabo curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL NU
34	W2B; Carcaça 225-250; Cabo curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
35	W2B; Carcaça 225-250; Cabo curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
36	W2B; Carcaça 225-250; Cabo curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF
37	Smoke; Carcaça 225-250; Cabo curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
38	Smoke; Carcaça 280-315; Cabo curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
39	Smoke; Carcaça 225-250; Cabo comprido; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
40	Smoke; Carcaça 225-250; Cabo comprido; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
41	Smoke; Carcaça 225-250; Cabo comprido; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF
42	Smoke; Carcaça 280-315; Cabo comprido; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
43	W22; Carcaça 225-250; Cabo comprido; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
44	W22; Carcaça 225-250; Cabo comprido; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
45	W22; Carcaça 225-250; Cabo comprido; 5 a 7 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF
46	W22; Carcaça 280-315; Cabo comprido; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF
47	W22; Carcaça 280-315; Cabo comprido; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's ROL ESF
48	W22; Carcaça 280-315; Cabo comprido; 5 a 7 fios; sem patas falsas; com rac's ROL ESF
49	W22; Carcaça; Cabo curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF

APÊNDICE 3 – ANÁLISE ABC DAS NOVAS FAMÍLIAS PROPOSTAS

Tabela 26 - Análise ABC das novas famílias propostas.

Nº Família	Quantidades	%	% Acumulada	Classe
3	1687	26,52%	26,52%	A
1	1069	16,80%	43,32%	A
19	708	11,13%	54,45%	A
5	708	11,13%	65,58%	A
17	335	5,27%	70,84%	A
7	254	3,99%	74,83%	A
13	169	2,66%	77,49%	A
29	159	2,50%	79,99%	A
15	159	2,50%	82,49%	A
16	150	2,36%	84,85%	A
9	106	1,67%	86,51%	B
37	100	1,57%	88,09%	B
11	90	1,41%	89,50%	B
4	57	0,90%	90,40%	B
27	56	0,88%	91,28%	B
23	52	0,82%	92,09%	C
10	50	0,79%	92,88%	C
12	49	0,77%	93,65%	C
39	45	0,71%	94,36%	C
44	43	0,68%	95,03%	C
20	39	0,61%	95,65%	C
21	39	0,61%	96,26%	C
40	34	0,53%	96,79%	C
28	29	0,46%	97,25%	C
2	27	0,42%	97,67%	C
14	15	0,24%	97,91%	C
38	14	0,22%	98,13%	C
34	13	0,20%	98,33%	C
42	12	0,19%	98,52%	C
6	12	0,19%	98,71%	C
30	10	0,16%	98,87%	C
35	9	0,14%	99,01%	C
47	9	0,14%	99,15%	C
41	8	0,13%	99,28%	C
8	6	0,09%	99,37%	C
49	5	0,08%	99,45%	C
32	5	0,08%	99,53%	C
31	4	0,06%	99,59%	C
33	4	0,06%	99,65%	C
18	4	0,06%	99,72%	C
25	4	0,06%	99,78%	C
26	4	0,06%	99,84%	C
36	3	0,05%	99,89%	C
45	2	0,03%	99,92%	C
46	1	0,02%	99,94%	C
48	1	0,02%	99,95%	C
43	1	0,02%	99,97%	C
24	1	0,02%	99,98%	C
22	1	0,02%	100%	C

APÊNDICE 4 – ESTUDO DE TEMPOS

As tabelas seguintes contêm os registos dos tempos medidos no *Gemba* das tarefas de cada modelo mais produzido em cada posto na linha de montagem. Existem casos em que as observações realizadas não foram suficientes, mas uma vez que o tempo para cronometragem foi escasso e os desvios padrões dos tempos cronometrados não foram significativos, em alguns casos não foi possível retirar as leituras impostas nos critérios estabelecidos pela WEG. Determinado o TC de cada tarefa individual, ainda é atribuído um valor do ritmo de trabalho do operador, com base na escala fornecida na empresa, que é multiplicado pelo TC para determinar o TN.

Tabela 27 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Nº	Início de linha			Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN			
	R	X	R/X			Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				25		
1	0.03	0.10	0.33	0.01	20	0.12	0.12	0.10	0.10	0.08	0.08	0.12	0.10	0.08	0.12	0.08	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.12									0.10	100%	0.10
2	0.07	0.32	0.21	0.02	8	0.35	0.37	0.30	0.30	0.32	0.30	0.30	0.32	0.32	0.33																		0.32	100%	0.32	
3	0.73	0.80	0.92	0.22	138	0.62	0.62	0.73	0.72	1.35	0.80	0.65	1.05	0.67	0.77	0.80	0.57	1.20	1.28	1.10	0.80	0.60	0.92	1.52	1.20	0.90	0.72	0.55	1.25	0.77			0.89	100%	0.89	
4	0.20	0.62	0.33	0.06	20	0.55	0.67	0.53	0.58	0.73	0.62	0.62	0.65	0.58	0.62																	0.62	100%	0.62		
5	0.43	3.02	0.14	0.17	6	2.55	2.77	2.33	2.60	2.58	2.25																					2.51	100%	2.51		
6	0.27	1.63	0.16	0.07	4	1.55	1.63	1.67	1.45	1.72	1.68	1.63	1.62	1.70	1.63																	1.63	100%	1.63		
7	0.62	1.00	0.62	0.17	65	0.97	1.08	0.70	0.93	0.87	1.12	0.85	1.28	0.85	1.32	0.97	0.95																0.99	100%	0.99	
8	0.22	0.71	0.30	0.06	15	0.75	0.70	0.83	0.78	0.67	0.62	0.70	0.75	0.67	0.67																	0.71	100%	0.71		
9	0.72	4.47	0.16	0.22	12	2.08	1.83	2.37	2.30	2.55	2.45	2.08	2.50	2.17	2.00																	2.23	100%	2.23		
10	0.37	1.88	0.20	0.10	7	2.10	1.82	1.97	1.73	1.85	1.73	1.92	1.83	1.92	1.92																	1.88	100%	1.88		
11	0.42	0.98	0.43	0.12	33	1.13	1.08	0.71	0.83	0.97	1.00	1.12	0.98	0.93	1.00																	0.98	100%	0.98		
12	0.57	0.68	0.84	0.18	119	0.47	0.53	0.40	0.70	0.85	0.97	0.78	0.50	0.70	0.85	0.68	0.47	0.60	0.82	0.78	0.88	0.65	1.00	0.73	0.80	0.52	0.53	0.82			0.70	100%	0.70			
13	0.03	0.15	0.22	0.01	8	0.13	0.15	0.17	0.15	0.17	0.13	0.13	0.17	0.15	0.15																	0.15	100%	0.15		
14	0.27	0.66	0.40	0.09	27	0.63	0.82	0.57	0.58	0.63	0.68	0.55	0.75	0.58	0.80																	0.66	100%	0.66		

Tabela 28 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Nº	Ligação 1			Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN		
	R	X	R/X			Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				25	
1	0.05	0.15	0.34	0.02	20	0.17	0.12	0.17	0.15	0.13	0.12	0.17	0.12	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.15	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12							0.14	100%	0.14
2	0.18	0.51	0.36	0.05	20	0.50	0.55	0.53	0.38	0.48	0.55	0.57	0.55	0.53	0.48	0.50	0.45	0.42	0.62	0.57	0.58	0.55	0.42	0.60	0.58							0.52	100%	0.52	
3	0.05	0.16	0.31	0.02	17	0.17	0.15	0.13	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17	0.13	0.12	0.12	0.17	0.12	0.15	0.12	0.12	0.15										0.14	100%	0.14	
4	0.43	0.87	0.50	0.14	42	0.70	0.88	1.00	0.75	0.72	0.88	0.98	1.00	0.68	1.12	1.00	0.80	0.90	0.82	0.98	0.75	1.10	1.13	1.07	1.05							0.92	100%	0.92	
5	0.32	0.83	0.38	0.12	24	0.92	1.00	1.00	0.87	0.72	0.68	0.72	0.68	0.88	0.82	0.83	1.00	0.85	0.70	0.75	0.75	0.75	0.82	1.07	0.68	0.77	1.07	1.13	1.07			0.85	100%	0.85	
6	0.60	1.72	0.35	0.24	22	2.00	1.53	1.72	2.00	1.43	1.48	1.40	1.67	2.00	2.00	2.12	1.35	2.42	2.07	1.57	1.68	1.68	1.33	1.22	1.75	2.13	1.63				1.74	100%	1.74		
7	0.07	0.21	0.31	0.02	17	0.20	0.25	0.22	0.20	0.23	0.20	0.25	0.20	0.20	0.18	0.17	0.22	0.22	0.17	0.22	0.22	0.20										0.21	100%	0.21	
8	0.23	0.66	0.35	0.06	22	0.65	0.65	0.67	0.50	0.73	0.72	0.68	0.70	0.67	0.62	0.50	0.72	0.88	0.68	0.67	0.73	0.55	0.50	0.58	0.70	0.57	0.65				0.65	100%	0.65		

Tabela 29 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Montagem 1				Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN				
Nº	Elementos	R	X		R/X	Desvio Padrão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				24	25		
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12							0,14	100%	0,14	
2	Alcançar rotor com o auxílio do pescoço de cavalo	0,18	0,62	0,29	0,06	15	0,65	0,63	0,55	0,67	0,72	0,72	0,63	0,53	0,55	0,58	0,52	0,55	0,53	0,58	1,00												0,63	100%	0,63	
3	Inserir rotor no motor e arrumar o pescoço de cavalo	0,07	0,49	0,14	0,03	3	0,53	0,52	0,57	0,58	0,57	0,53	0,53	0,58	0,52	0,50																	0,54	100%	0,54	
4	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,10	0,42	0,24	0,03	30	0,42	0,48	0,48	0,52	0,48	0,45	0,48	0,47	0,45	0,48																	0,47	100%	0,47	
5	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,17	0,35	0,47	0,06	39	0,27	0,43	0,43	0,42	0,38	0,33	0,33	0,32	0,27	0,35																	0,35	100%	0,35	
6	Alcançar bueiro de dreno e colocar na tampa LA	0,12	0,17	0,69	0,04	83	0,18	0,12	0,17	0,23	0,15	0,22	0,17	0,12	0,18	0,15																	0,17	100%	0,17	
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,20	0,41	0,49	0,06	42	0,33	0,43	0,47	0,33	0,38	0,35	0,40	0,42	0,42	0,53																	0,41	100%	0,41	
8	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,07	0,31	0,21	0,03	8	0,28	0,33	0,32	0,35	0,30	0,35	0,28	0,30	0,33	0,28																	0,31	100%	0,31	
9	Colocar tampa LA no motor	0,37	0,57	0,64	0,10	69	0,38	0,50	0,53	0,63	0,75	0,65	0,65	0,58	0,53	0,52																	0,57	100%	0,57	
10	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,23	0,58	0,40	0,07	27	0,47	0,62	0,47	0,63	0,67	0,70	0,58	0,58	0,57	0,55																	0,58	100%	0,58	
11	Colocar placa de fecho LA no motor	0,03	0,13	0,25	0,02	11	0,15	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,15	0,22																0,14	100%	0,14	
12	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,18	0,48	0,39	0,05	27	0,48	0,45	0,50	0,53	0,58	0,50	0,40	0,42	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,47	0,43	0,53	0,55	0,53	0,55	0,58	0,53					0,49	100%	0,49		
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,12	0,46	0,26	0,03	11	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,45	0,48	0,53	0,42	0,45																	0,45	100%	0,45
14	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,15	0,17	0,20	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,12	0,15	0,12	0,15	0,13	0,12										0,15	100%	0,15	
15	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,10	0,17	0,58	0,03	57	0,17	0,23	0,23	0,15	0,17	0,15	0,13	0,15	0,15	0,20																	0,17	100%	0,17	

Tabela 30 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Montagem 2				Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN					
Nº	Elementos	R	X		R/X	Desvio Padrão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				24	25			
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12							0,14	100%	0,14		
2	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,08	0,19	0,44	0,03	33	0,22	0,22	0,17	0,18	0,25	0,17	0,18	0,17	0,17	0,17																		0,19	100%	0,19	
3	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,15	0,27	0,56	0,04	53	0,28	0,27	0,28	0,38	0,27	0,25	0,23	0,23	0,25	0,25																		0,27	100%	0,27	
4	Alcançar bueiro de dreno e colocar na tampa LV	0,05	0,10	0,54	0,02	49	0,08	0,08	0,12	0,12	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08																		0,10	100%	0,10	
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,12	0,70	0,17	0,04	6	0,67	0,70	0,70	0,63	0,75	0,70	0,75	0,63	0,67	0,75																		0,70	100%	0,70	
6	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,07	0,21	0,32	0,03	17	0,17	0,18	0,23	0,22	0,23	0,23	0,17	0,23	0,20	0,20	0,27	0,30	0,27	0,23	0,23	0,18	0,20											0,22	100%	0,22	
7	Alcançar molas	0,03	0,11	0,29	0,01	15	0,10	0,13	0,10	0,13	0,12	0,10	0,12	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12	0,12	0,12	0,10													0,11	100%	0,11	
8	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,05	0,31	0,16	0,02	4	0,28	0,33	0,33	0,32	0,30	0,33	0,28	0,28	0,30	0,28																		0,31	100%	0,31	
9	Colocar tampa LV no motor	0,10	0,45	0,22	0,03	8	0,43	0,52	0,43	0,42	0,43	0,47	0,43	0,47	0,47	0,43																		0,45	100%	0,45	
10	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,12	0,46	0,26	0,04	11	0,50	0,47	0,47	0,38	0,47	0,50	0,50	0,45	0,42	0,42	0,50																	0,46	100%	0,46	
11	Colocar placa de fecho LV no motor	0,03	0,13	0,25	0,02	11	0,15	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,15	0,15																	0,13	100%	0,13	
12	Apertar placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,18	0,48	0,39	0,05	27	0,48	0,45	0,50	0,53	0,58	0,50	0,40	0,42	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,47	0,43	0,53	0,55	0,53	0,55	0,58	0,53						0,49	100%	0,49		
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,12	0,46	0,26	0,03	11	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,45	0,48	0,53	0,42	0,45																		0,45	100%	0,45
14	Colocar óleo secativo	0,04	0,16	0,23	0,01	10	0,13	0,17	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15																		0,16	100%	0,16	
15	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,03	0,25	0,13	0,01	11	0,25	0,23	0,25	0,23	0,27	0,27	0,25	0,27	0,25	0,27	0,25																	0,25	100%	0,25	
16	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,03	0,19	0,18	0,01	7	0,17	0,18	0,17	0,20	0,18	0,20	0,20	0,18	0,20	0,18																		0,19	100%	0,19	
17	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	0,25	1,05	0,24	0,09	10	0,95	0,92	1,12	0,97	0,93	1,12	1,12	1,17	1,13	1,07																		1,05	100%	1,05	
18	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,15	0,17	0,20	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,12	0,15	0,12	0,15	0,13	0,12										0,15	100%	0,15		
19	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,05	0,11	0,46	0,02	36	0,08	0,10	0,08	0,10	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,10																		0,11	100%	0,11	

Tabela 31 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Ligação 2				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN		
Nº	Elementos	R	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12									0,14
2	Alcançar material e/ou OP do kit junjo	0,13	0,42	0,31	0,04	17	0,48	0,40	0,45	0,45	0,43	0,43	0,40	0,35	0,40	0,42	0,43	0,47	0,40	0,43	0,42	0,45												0,43	
3	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,05	0,50	0,10	0,02	2	0,50	0,47	0,52	0,47	0,50	0,52	0,52	0,52	0,50	0,47																		0,50	
4	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,03	0,18	0,19	0,01	7	0,17	0,17	0,20	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18																		0,18	
5	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	0,20	0,89	0,23	0,06	10	0,93	0,77	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97	0,87	0,83	0,83																		0,89	
6	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,03	0,18	0,19	0,01	7	0,17	0,20	0,18	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18																		0,18	
7	Montar bornes no suporte conector	0,12	0,38	0,31	0,04	17	0,40	0,38	0,42	0,35	0,35	0,35	0,36	0,47	0,35	0,40	0,40	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33	0,35											0,37	
8	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,20	0,63	0,32	0,05	17	0,60	0,77	0,63	0,57	0,62	0,68	0,63	0,58	0,63	0,62	0,55	0,72	0,65	0,58	0,65	0,67	0,72											0,64	
9	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,17	0,36	0,46	0,06	36	0,33	0,45	0,35	0,30	0,30	0,28	0,43	0,38	0,45	0,35																		0,36	
10	Alcançar alicate de crimpagem e cravar ponteiros <i>rac's</i>	0,40	1,64	0,24	0,12	10	1,92	1,52	1,78	1,73	1,53	1,60	1,53	1,58	1,58	1,60																		1,64	
11	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector	0,13	0,53	0,25	0,05	11	0,45	0,50	0,57	0,58	0,57	0,52	0,57	0,58	0,45	0,50	0,53																		0,53
12	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,07	0,31	0,22	0,02	8	0,27	0,27	0,30	0,30	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32																			0,31
13	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios	0,08	0,36	0,23	0,03	10	0,33	0,40	0,35	0,37	0,42	0,37	0,33	0,33	0,33	0,33																			0,36
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,17	0,15	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,17	0,17	0,15	0,15	0,17	0,17	0,20	0,17	0,15											0,16	
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,13	0,40	0,33	0,04	20	0,43	0,42	0,40	0,38	0,38	0,38	0,38	0,50	0,37	0,37	0,43	0,37	0,43	0,35	0,43	0,38	0,52	0,43	0,42	0,50								0,41	
16	Alcançar botão de linha e carregar	0,03	0,09	0,38	0,01	24	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,10	0,10	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,12	0,07	0,10	0,13	0,13	0,12	0,07					0,09	

Tabela 32 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Início de linha				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN		
Nº	Elementos	R	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
1	Verificar lista técnica	0,03	0,10	0,33	0,01	20	0,12	0,12	0,10	0,10	0,08	0,08	0,12	0,10	0,08	0,12	0,08	0,08	0,10	0,08	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,12								0,10	
2	Inverter posição dos olhais	0,07	0,32	0,21	0,02	8	0,35	0,37	0,30	0,30	0,32	0,30	0,30	0,32	0,33																			0,32	
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,73	0,80	0,92	0,22	138	0,62	0,62	0,73	0,72	1,35	0,80	0,65	1,05	0,67	0,77	0,80	0,57	1,20	1,28	1,10	0,80	0,60	0,92	1,52	1,20	0,90	0,72	0,55	1,25	0,77		0,89		
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante <i>kanban</i> (x4)	0,20	0,62	0,33	0,06	20	0,55	0,67	0,53	0,58	0,73	0,62	0,62	0,65	0,58	0,62																		0,62	
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	0,43	3,02	0,14	0,17	6	2,55	2,77	2,33	2,60	2,58	2,25																					2,51		
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	0,27	1,63	0,16	0,07	4	1,55	1,63	1,67	1,45	1,72	1,68	1,63	1,62	1,70	1,63																	1,63		
7	Desembaraçar e passar cabos, proteções e resistências para a caixa de ligação	0,47	1,05	0,45	0,19	65	0,93	1,12	0,85	1,28	0,87	1,12	0,85	1,28	0,85	1,32	0,97	0,95																1,03	
8	Preparar as <i>rac's</i> (cortar tubo de tela)	0,22	0,71	0,30	0,06	15	0,75	0,70	0,83	0,78	0,67	0,62	0,70	0,75	0,67	0,67																		0,71	
9	Alcançar tubo de tela e colocar na <i>rac's</i> (duas a duas)	0,72	4,47	0,16	0,22	12	2,08	1,83	2,37	2,30	2,55	2,45	2,08	2,50	2,17	2,00																		2,23	
10	Passar as <i>rac's</i> para o lado oposto do motor	0,37	1,88	0,20	0,10	7	2,10	1,82	1,97	1,73	1,85	1,73	1,92	1,83	1,92	1,92																		1,88	
11	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	0,42	0,98	0,43	0,12	33	1,13	1,08	0,71	0,83	0,97	1,00	1,12	0,98	0,93	1,00																		0,98	
12	Colocar motor no início de linha	0,57	0,68	0,84	0,18	119	0,47	0,53	0,40	0,70	0,85	0,97	0,78	0,50	0,70	0,85	0,68	0,47	0,60	0,82	0,78	0,88	0,65	1,00	0,73	0,80	0,52	0,53	0,82				0,70		
13	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,03	0,15	0,22	0,01	8	0,13	0,15	0,17	0,15	0,17	0,13	0,13	0,17	0,15	0,15																			0,15
14	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	0,27	0,66	0,40	0,09	27	0,63	0,82	0,57	0,58	0,63	0,68	0,55	0,75	0,58	0,80																			0,66

Tabela 33 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Ligação 1				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN	
Nº	Elementos	R	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12								0,14
2	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,18	0,51	0,36	0,05	20	0,50	0,55	0,53	0,38	0,48	0,55	0,57	0,55	0,53	0,48	0,50	0,45	0,42	0,62	0,57	0,58	0,55	0,42	0,60	0,58								0,52
3	Cortar espuma	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,17	0,15	0,13	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17	0,13	0,12	0,12	0,17	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15											0,14
4	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,43	0,87	0,50	0,14	42	0,70	0,88	1,00	0,75	0,72	0,88	0,98	1,00	0,68	1,12	1,00	0,80	0,90	0,82	0,98	0,75	1,10	1,13	1,07	1,05								0,92
5	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,32	0,83	0,38	0,12	24	0,92	1,00	1,00	0,87	0,72	0,68	0,72	0,68	0,88	0,82	0,83	1,00	0,85	0,70	0,75	0,75	0,75	0,82	1,07	0,68	0,77	1,07	1,13	1,07			0,85	
6	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	0,60	1,72	0,35	0,24	22	2,00	1,53	1,72	2,00	1,43	1,48	1,40	1,67	2,00	2,00	2,12	1,35	2,42	2,07	1,57	1,68	1,68	1,33	1,22	1,75	2,13	1,63					1,74	
7	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,07	0,21	0,31	0,02	17	0,20	0,25	0,22	0,20	0,23	0,20	0,25	0,20	0,20	0,18	0,17	0,22	0,22	0,17	0,22	0,22	0,20											0,21
8	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,23	0,66	0,35	0,06	22	0,65	0,65	0,67	0,50	0,73	0,72	0,68	0,70	0,67	0,62	0,50	0,72	0,88	0,68	0,67	0,73	0,55	0,50	0,58	0,70	0,57	0,65					0,65	

Tabela 34 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Montagem 1				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN						
Nº	Elementos	R	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25									
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12											0,14	100%	0,14
2	Alcançar rotor com o auxílio do pescoco de cavalo	0,18	0,62	0,29	0,06	15	0,65	0,63	0,55	0,67	0,72	0,72	0,63	0,53	0,55	0,58	0,52	0,55	0,53	0,58	1,00																0,63	100%	0,63
3	Inserir rotor no motor e arrumar pescoco de cavalo	0,18	0,67	0,27	0,06	13	0,70	0,70	0,72	0,75	0,70	0,80	0,70	0,75	0,88	0,75	0,88	0,97	1,00																		0,79	100%	0,79
4	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,15	0,51	0,30	0,05	15	0,52	0,60	0,60	0,60	0,52	0,52	0,55	0,67	0,52	0,67																				0,58	100%	0,58	
5	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,17	0,35	0,47	0,06	39	0,27	0,43	0,43	0,42	0,38	0,33	0,33	0,32	0,27	0,35																				0,35	100%	0,35	
6	Alcançar buíão de dreno e colocar na tampa LA	0,12	0,17	0,69	0,04	83	0,18	0,12	0,17	0,23	0,15	0,22	0,17	0,12	0,18	0,15																				0,17	100%	0,17	
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,20	0,41	0,49	0,06	42	0,33	0,43	0,47	0,33	0,38	0,35	0,40	0,42	0,42	0,53																				0,41	100%	0,41	
8	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,07	0,31	0,21	0,03	8	0,28	0,33	0,32	0,35	0,30	0,35	0,28	0,30	0,33	0,28																				0,31	100%	0,31	
9	Colocar tampa LA no motor	0,32	0,95	0,33	0,10	20	0,85	0,83	0,97	0,85	0,92	0,88	1,07	0,98	1,15	0,97																				0,95	100%	0,95	
10	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,27	0,78	0,34	0,10	20	0,67	0,72	0,80	0,67	0,67	0,78	0,75	0,92	0,93	0,93																				0,78	100%	0,78	
11	Colocar placa de fecho LA no motor	0,03	0,13	0,25	0,02	11	0,15	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,15	0,22																			0,14	100%	0,14	
12	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,18	0,48	0,39	0,05	27	0,48	0,45	0,50	0,53	0,58	0,50	0,40	0,42	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,47	0,47	0,43	0,53	0,55	0,53	0,55	0,58	0,53							0,49	100%	0,49		
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,12	0,46	0,26	0,03	11	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,45	0,48	0,53	0,42	0,45																			0,45	100%	0,45	
14	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,15	0,17	0,20	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,12	0,15	0,12	0,15	0,13	0,12												0,15	100%	0,15		
15	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,10	0,17	0,58	0,03	57	0,17	0,23	0,23	0,15	0,17	0,15	0,13	0,15	0,15	0,20																			0,17	100%	0,17		

Tabela 35 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Montagem 2				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN						
Nº	Elementos	R	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25									
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12										0,14	100%	0,14	
2	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,25	0,97	0,26	0,06	11	0,93	0,98	1,10	0,95	0,97	1,03	0,97	0,85	0,98	0,90	0,78																				0,95	100%	0,95
3	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,10	0,29	0,35	0,03	22	0,30	0,33	0,28	0,28	0,28	0,33	0,33	0,23	0,25	0,25																					0,29	100%	0,29
4	Alcançar o buíão de dreno e colocar na tampa LV	0,05	0,10	0,54	0,02	49	0,08	0,08	0,12	0,12	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08																				0,10	100%	0,10	
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,12	0,70	0,17	0,04	6	0,67	0,70	0,70	0,63	0,75	0,70	0,75	0,63	0,67	0,75																				0,70	100%	0,70	
6	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,07	0,21	0,32	0,03	17	0,17	0,18	0,23	0,22	0,23	0,23	0,17	0,23	0,20	0,20	0,27	0,30	0,27	0,23	0,23	0,18	0,20													0,22	100%	0,22	
7	Alcançar molas	0,03	0,11	0,29	0,01	15	0,10	0,13	0,10	0,13	0,12	0,10	0,12	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12	0,12	0,12	0,10										0,11	100%	0,11		
8	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,05	0,31	0,16	0,02	4	0,28	0,33	0,33	0,32	0,30	0,33	0,28	0,28	0,30	0,28																				0,31	100%	0,31	
9	Colocar tampa LV no motor	0,32	0,98	0,32	0,11	17	1,02	1,15	0,98	0,83	0,88	0,85	1,00	1,05	0,88	1,15																				0,98	100%	0,98	
10	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,12	0,77	0,15	0,04	4	0,83	0,75	0,80	0,72	0,80	0,72	0,80	0,72	0,72	0,80																				0,77	100%	0,77	
11	Colocar placa de fecho LV no motor	0,03	0,13	0,25	0,02	11	0,15	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,15	0,15																			0,13	100%	0,13	
12	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,18	0,48	0,39	0,05	27	0,48	0,45	0,50	0,53	0,58	0,50	0,40	0,42	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,47	0,47	0,43	0,53	0,55	0,53	0,55	0,58	0,53							0,49	100%	0,49		
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,12	0,46	0,23	0,03	11	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,45	0,48	0,53	0,42	0,45																			0,45	100%	0,45	
14	Colocar óleo secativo	0,04	0,16	0,23	0,01	10	0,13	0,17	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15																				0,16	100%	0,16	
15	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,03	0,25	0,13	0,01	3	0,25	0,23	0,25	0,23	0,27	0,27	0,25	0,27	0,25	0,27																			0,25	100%	0,25		
16	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,35	0,90	0,39	0,10	27	0,83	0,90	0,80	0,80	0,92	1,15	0,95	0,97	0,83	0,83																				0,90	100%	0,90	
17	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	0,57	1,20	0,47	0,22	39	1,22	1,40	1,57	1,02	1,02	1,10	1,58	1,05	1,02	1,07																				1,20	100%	1,20	
18	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,15	0,17	0,20	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,12	0,15	0,12	0,15	0,13	0,12												0,15	100%	0,15		
19	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,13	0,15	0,13	0,13	0,13	0,17	0,17	0,13	0,17																				0,15	100%	0,15	

Tabela 36 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

Ligação 2				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN	
Nº	Elementos	R	X			R/X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				25
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12							0,14
2	Alcançar material e/ou OP do kit junjo	0,13	0,42	0,31	0,04	17	0,48	0,40	0,45	0,45	0,43	0,43	0,40	0,35	0,40	0,42	0,43	0,47	0,40	0,43	0,42	0,45											0,43	
3	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,05	0,50	0,10	0,02	2	0,50	0,47	0,52	0,47	0,50	0,52	0,52	0,52	0,50	0,47																	0,50	
4	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,03	0,18	0,19	0,01	7	0,17	0,17	0,20	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18																	0,18	
5	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	0,20	0,89	0,23	0,06	10	0,93	0,77	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97	0,87	0,83	0,83																	0,89	
6	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,03	0,18	0,19	0,01	7	0,17	0,20	0,18	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18																	0,18	
7	Montar bornes no suporte conector	0,12	0,38	0,31	0,04	17	0,40	0,38	0,42	0,35	0,35	0,35	0,35	0,47	0,35	0,40	0,40	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33	0,35										0,37	
8	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,20	0,63	0,32	0,05	17	0,60	0,77	0,63	0,57	0,62	0,68	0,63	0,58	0,63	0,62	0,55	0,72	0,65	0,58	0,65	0,67	0,72										0,64	
9	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,17	0,36	0,46	0,06	36	0,33	0,45	0,35	0,30	0,30	0,28	0,43	0,38	0,45	0,35																	0,36	
10	Alcançar alicata de crimpagem e cravar ponteiras <i>rac's</i>	0,40	1,64	0,24	0,12	10	1,92	1,52	1,78	1,73	1,53	1,60	1,53	1,58	1,58	1,60																	1,64	
11	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector	0,13	0,53	0,25	0,05	11	0,45	0,50	0,57	0,58	0,57	0,52	0,57	0,58	0,45	0,50	0,53																0,53	
12	Alcançar multimetro e medir continuidade	0,07	0,31	0,22	0,02	8	0,27	0,27	0,30	0,30	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32																	0,31	
13	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios	0,08	0,36	0,23	0,03	10	0,33	0,40	0,35	0,37	0,42	0,37	0,33	0,33	0,33	0,33																	0,36	
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,17	0,15	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,20	0,17	0,17	0,15	0,15	0,17	0,17	0,20	0,17	0,15										0,16	
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,13	0,40	0,33	0,04	20	0,43	0,42	0,40	0,38	0,38	0,38	0,38	0,50	0,37	0,37	0,43	0,37	0,43	0,35	0,43	0,38	0,52	0,43	0,42	0,50							0,41	
16	Alcançar botão de linha e carregar	0,03	0,09	0,38	0,01	24	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,10	0,10	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,12	0,07	0,10	0,13	0,13	0,12	0,07			0,09	

Tabela 37 - Tempos de ciclo do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

Início de linha				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN
Nº	Elementos	R	X			R/X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	Verificar lista técnica	0,03	0,10	0,33	0,01	20	0,12	0,12	0,10	0,10	0,08	0,08	0,12	0,10	0,08	0,12	0,08	0,08	0,10	0,08	0,10	0,10	0,12	0,10	0,10	0,12							0,10
2	Inverter posição dos olhais	0,07	0,32	0,21	0,02	8	0,35	0,37	0,30	0,30	0,32	0,30	0,30	0,32	0,32	0,33																	0,32
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,73	0,80	0,92	0,22	138	0,62	0,62	0,73	0,72	1,35	0,80	0,65	1,05	0,67	0,77	0,80	0,57	1,20	1,28	1,10	0,80	0,60	0,92	1,52	1,20	0,90	0,72	0,55	1,25	0,77	0,89	
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante <i>kanban</i> (x4)	0,20	0,62	0,33	0,06	20	0,55	0,67	0,53	0,58	0,73	0,62	0,62	0,65	0,58	0,62																0,62	
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	0,43	3,02	1,14	0,17	6	2,55	2,77	2,33	2,60	2,58	2,25																				2,51	
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	0,27	1,63	0,16	0,07	4	1,55	1,63	1,67	1,45	1,72	1,68	1,63	1,62	1,70	1,63																1,63	
7	Desembaraçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências para a caixa de ligação	0,62	1,00	0,62	0,17	65	0,97	1,08	0,70	0,93	0,87	1,12	0,85	1,28	0,85	1,32	0,97	0,95															0,99
8	Preparar as <i>rac's</i> (cortar tubo de tela)	0,22	0,71	0,30	0,06	15	0,75	0,70	0,83	0,78	0,67	0,62	0,70	0,75	0,67	0,67																	0,71
9	Alcançar tubo de tela e colocar nas <i>rac's</i> (duas a duas)	0,72	4,47	1,16	0,22	12	2,08	1,83	2,37	2,30	2,55	2,45	2,08	2,50	2,17	2,00																	2,23
10	Passar as <i>rac's</i> para o lado oposto do motor	0,37	1,88	0,20	0,10	7	2,10	1,82	1,97	1,73	1,85	1,73	1,92	1,83	1,92	1,92																	1,88
11	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	0,42	0,98	0,43	0,12	33	1,13	1,08	0,71	0,83	0,97	1,00	1,12	0,98	0,93	1,00																	0,98
12	Colocar motor no início de linha	0,57	0,68	0,84	0,18	119	0,47	0,53	0,40	0,70	0,85	0,97	0,78	0,50	0,70	0,85	0,68	0,47	0,60	0,82	0,78	0,88	0,65	1,00	0,73	0,80	0,52	0,53	0,82			0,70	
13	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,03	0,15	0,22	0,01	8	0,13	0,15	0,17	0,15	0,17	0,13	0,13	0,17	0,15	0,15																	0,15
14	Alcançar multimetro e medir resistência e continuidade	0,27	0,66	0,40	0,09	27	0,63	0,82	0,57	0,58	0,63	0,68	0,55	0,75	0,58	0,80																	0,66

Tabela 38 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

Ligação 1				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN
Nº	Elementos	R	X			R/X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12							0,14
2	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,18	0,51	0,36	0,05	20	0,50	0,55	0,53	0,38	0,48	0,55	0,57	0,55	0,53	0,48	0,50	0,45	0,42	0,62	0,57	0,58	0,55	0,42	0,60	0,58							0,52
3	Cortar espuma	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,17	0,15	0,13	0,15	0,15	0,17	0,17	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15										0,14
4	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,43	0,87	0,50	0,14	42	0,70	0,88	1,00	0,75	0,72	0,88	0,98	1,00	0,68	1,12	1,00	0,80	0,90	0,82	0,98	0,75	1,10	1,13	1,07	1,05							0,92
5	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,32	0,83	0,38	0,12	24	0,92	1,00	1,00	0,87	0,72	0,68	0,72	0,68	0,88	0,82	0,83	1,00	0,85	0,70	0,75	0,75	0,75	0,82	1,07	0,68	0,77	1,07	1,13	1,07		0,85	
6	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	0,60	1,72	0,35	0,24	22	2,00	1,53	1,72	2,00	1,43	1,48	1,40	1,67	2,00	2,00	2,12	1,35	2,42	2,07	1,57	1,68	1,68	1,33	1,22	1,75	2,13	1,63				1,74	
7	Alcançar multimetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,07	0,21	0,31	0,02	17	0,20	0,25	0,22	0,20	0,23	0,20	0,25	0,20	0,20	0,18	0,17	0,22	0,22	0,17	0,22	0,22	0,20									0,21	
8	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,23	0,66	0,35	0,06	22	0,65	0,65	0,67	0,50	0,73	0,72	0,68	0,70	0,67	0,62	0,50	0,72	0,88	0,68	0,67	0,73	0,55	0,50	0,58	0,70	0,57	0,65				0,65	

Tabela 44 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W22; Carçaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

Montagem 1				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN						
Nº	Elementos	R	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25									
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12											0,14	100%	0,14
2	Alcançar rotor com auxílio do pescoco de cavalo	0,18	0,62	0,29	0,06	15	0,65	0,63	0,55	0,67	0,72	0,72	0,63	0,53	0,55	0,58	0,52	0,55	0,53	0,58	1,00																0,63	100%	0,63
3	Inserir rotor no motor e arrumar pescoco de cavalo	0,18	0,67	0,27	0,06	13	0,70	0,70	0,72	0,75	0,70	0,80	0,70	0,75	0,88	0,75	0,88	0,97	1,00																		0,79	100%	0,79
4	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,03	0,17	0,20	0,01		0,18	0,17	0,20	0,18	0,18	0,17	0,20	0,18	0,18	0,20																				0,19	100%	0,19	
5	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,25	0,97	0,26	0,06	11	0,93	0,98	1,10	0,95	0,97	1,03	0,97	0,85	0,98	0,90	0,78																			0,95	100%	0,95	
6	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,10	0,29	0,35	0,03	22	0,30	0,33	0,28	0,28	0,28	0,33	0,33	0,23	0,25	0,25																				0,29	100%	0,29	
7	Alcançar buíão de dreno e colocar na tampa LV	0,05	0,10	0,54	0,02	49	0,08	0,08	0,12	0,12	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08																				0,10	100%	0,10	
8	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,12	0,70	0,17	0,04	6	0,67	0,70	0,70	0,63	0,75	0,70	0,75	0,63	0,67	0,75																				0,70	100%	0,70	
9	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,07	0,21	0,32	0,03	17	0,17	0,18	0,23	0,22	0,23	0,23	0,17	0,23	0,20	0,20	0,27	0,30	0,27	0,23	0,23	0,18	0,20													0,22	100%	0,22	
10	Colocar tampa LV no motor	0,32	0,98	0,32	0,11	17	1,02	1,15	0,98	0,83	0,88	0,85	1,00	1,05	0,88	1,15																				0,98	100%	0,98	
11	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,12	0,77	0,15	0,04	4	0,83	0,75	0,80	0,72	0,80	0,72	0,80	0,72	0,72	0,80																				0,77	100%	0,77	
12	Colocar placa de fecho LV no motor	0,03	0,13	0,25	0,02	11	0,15	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,15	0,15																			0,13	100%	0,13	
13	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,18	0,48	0,39	0,05	27	0,48	0,45	0,50	0,53	0,58	0,50	0,40	0,42	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,47	0,43	0,53	0,55	0,53	0,55	0,58	0,53								0,49	100%	0,49		
14	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,12	0,46	0,26	0,03	11	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,45	0,48	0,53	0,42	0,45																			0,45	100%	0,45	
15	Colocar óleo secativo	0,04	0,16	0,23	0,01	10	0,13	0,17	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,15																				0,16	100%	0,16	
16	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,03	0,25	0,13	0,01	3	0,25	0,23	0,25	0,23	0,27	0,27	0,25	0,27	0,25	0,27																				0,25	100%	0,25	
17	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,35	0,90	0,39	0,10	27	0,83	0,90	0,80	0,80	0,92	1,15	0,95	0,97	0,83	0,83																				0,90	100%	0,90	
18	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	0,57	1,20	0,47	0,22	39	1,22	1,40	1,57	1,02	1,02	1,10	1,58	1,05	1,02	1,07																				1,20	100%	1,20	
19	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,15	0,17	0,20	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,12	0,15	0,12	0,15	0,13	0,12													0,15	100%	0,15	
20	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,13	0,15	0,13	0,13	0,13	0,17	0,17	0,13	0,17																				0,15	100%	0,15	

Tabela 45 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W22; Carçaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

Montagem 2				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN					
Nº	Elementos	R	X			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	Verificar lista técnica	0,05	0,15	0,34	0,02	20	0,17	0,12	0,17	0,15	0,13	0,12	0,17	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12										0,14	100%	0,14
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com a ponte	0,15	0,51	0,30	0,05	15	0,52	0,60	0,60	0,60	0,52	0,52	0,55	0,67	0,52	0,67																				0,58	100%	0,58
3	Preparar a tampa (limpar e colocar massa lubrificante branca)	0,17	0,35	0,47	0,06	39	0,27	0,43	0,43	0,42	0,38	0,33	0,33	0,32	0,27	0,35																				0,35	100%	0,35
4	Alcançar rolamento NU e colocar na tampa LA	0,12	0,54	0,22	0,04	8	0,58	0,55	0,47	0,50	0,52	0,55	0,58	0,58	0,53	0,50																				0,54	100%	0,54
5	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,03	0,29	0,12	0,01	2	0,28	0,30	0,27	0,28	0,30	0,30	0,28	0,27	0,28	0,28																				0,29	100%	0,29
6	Alcançar o buíão de dreno e colocar na tampa LA	0,12	0,17	0,69	0,04	83	0,18	0,12	0,17	0,23	0,15	0,22	0,17	0,12	0,18	0,15																				0,17	100%	0,17
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,20	0,41	0,49	0,06	42	0,33	0,43	0,47	0,33	0,38	0,35	0,40	0,42	0,42	0,53																				0,41	100%	0,41
8	Alcançar placa de fecho LA e colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,07	0,31	0,21	0,03	8	0,28	0,33	0,32	0,35	0,30	0,35	0,28	0,30	0,33	0,28																				0,31	100%	0,31
9	Alcançar molas	0,03	0,11	0,29	0,01	15	0,10	0,13	0,10	0,13	0,12	0,10	0,12	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,10														0,11	100%	0,11
10	Passar molas na graxa e colocar molas na placa de fecho LA	0,05	0,31	0,16	0,02	4	0,28	0,33	0,33	0,32	0,30	0,33	0,28	0,28	0,30	0,28																				0,31	100%	0,31
11	Colocar tampa LA no motor	0,32	0,95	0,33	0,10	20	0,85	0,83	0,97	0,85	0,92	0,88	1,07	0,98	1,15	0,97																				0,95	100%	0,95
12	Apertar tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,27	0,78	0,34	0,10	20	0,67	0,72	0,80	0,67	0,67	0,78	0,75	0,92	0,93	0,93																				0,78	100%	0,78
13	Colocar placa de fecho LA no motor	0,03	0,13	0,25	0,02	11	0,15	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,15	0,22																			0,14	100%	0,14
14	Apertar placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,18	0,48	0,39	0,05	27	0,48	0,45	0,50	0,53	0,58	0,50	0,40	0,42	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,47	0,43	0,53	0,55	0,53	0,55	0,58	0,53								0,49	100%	0,49	
15	Alcançar calota e vedante e com o auxílio do batente colocar	0,12	0,46	0,26	0,03	11	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43	0,47	0,45	0,48	0,53	0,42	0,45																			0,45	100%	0,45
16	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,05	0,16	0,31	0,02	17	0,15	0,17	0,20	0,15	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,12	0,15	0,12	0,15	0,13	0,12												0,15	100%	0,15	
17	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,10	0,17	0,58	0,03	57	0,17	0,23	0,23	0,15	0,17	0,15	0,13	0,15	0,15	0,20																				0,17	100%	0,17

Tabela 49 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 1": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

Montagem 1				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN							
Nº	Elementos					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25										
1	Verificar lista técnica			0.05	0.15	0.34	0.02	20	0.17	0.12	0.17	0.15	0.13	0.12	0.17	0.12	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12											0.14	100%	0.14	
2	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo			0.18	0.62	0.29	0.06	15	0.65	0.63	0.55	0.67	0.72	0.72	0.63	0.53	0.55	0.58	0.52	0.55	0.53	0.58	1.00														0.63	100%	0.63	
3	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo			0.18	0.67	0.27	0.06	13	0.70	0.70	0.72	0.75	0.70	0.80	0.70	0.75	0.88	0.75	0.88	0.97	1.00																	0.79	100%	0.79
4	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte			0.15	0.51	0.30	0.05	15	0.52	0.60	0.60	0.60	0.52	0.52	0.55	0.67	0.52	0.67																			0.58	100%	0.58	
5	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)			0.17	0.35	0.47	0.06	39	0.27	0.43	0.43	0.42	0.38	0.33	0.33	0.32	0.27	0.35																			0.35	100%	0.35	
6	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA			0.12	0.17	0.69	0.04	83	0.18	0.12	0.17	0.23	0.15	0.22	0.17	0.12	0.18	0.15																			0.17	100%	0.17	
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA			0.20	0.41	0.49	0.06	42	0.33	0.43	0.47	0.33	0.38	0.35	0.40	0.42	0.42	0.53																			0.41	100%	0.41	
8	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante			0.07	0.31	0.21	0.03	8	0.28	0.33	0.32	0.35	0.30	0.35	0.28	0.30	0.33	0.28																			0.31	100%	0.31	
9	Colocar tampa LA no motor			0.32	0.95	0.33	0.10	20	0.85	0.83	0.97	0.85	0.92	0.88	1.07	0.98	1.15	0.97																			0.95	100%	0.95	
10	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora			0.27	0.78	0.34	0.10	20	0.67	0.72	0.80	0.67	0.67	0.78	0.75	0.92	0.93	0.93																			0.78	100%	0.78	
11	Colocar placa de fecho LA no motor			0.03	0.13	0.25	0.02	11	0.15	0.12	0.12	0.12	0.15	0.12	0.12	0.15	0.15	0.15	0.22																		0.14	100%	0.14	
12	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora			0.18	0.48	0.39	0.05	27	0.48	0.45	0.50	0.53	0.58	0.50	0.40	0.42	0.45	0.43	0.43	0.43	0.47	0.47	0.47	0.43	0.53	0.55	0.53	0.55	0.58	0.53					0.49	100%	0.49			
13	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira			0.05	0.16	0.31	0.02	17	0.15	0.17	0.20	0.15	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.17	0.17	0.12	0.15	0.12	0.15	0.13	0.12											0.15	100%	0.15		
14	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha			0.10	0.17	0.58	0.03	57	0.17	0.23	0.23	0.15	0.17	0.15	0.13	0.15	0.15	0.20																			0.17	100%	0.17	

Tabela 50 - Tempos de ciclo do PT "Montagem 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

Montagem 2				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN						
Nº	Elementos					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25									
1	Verificar lista técnica			0.05	0.15	0.34	0.02	20	0.17	0.12	0.17	0.15	0.13	0.12	0.17	0.12	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12											0.14	100%	0.14	
2	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte			0.25	0.97	0.26	0.06	11	0.93	0.98	1.10	0.95	0.97	1.03	0.97	0.85	0.98	0.90	0.78																		0.95	100%	0.95
3	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)			0.10	0.29	0.35	0.03	22	0.30	0.33	0.28	0.28	0.28	0.33	0.33	0.23	0.25	0.25																			0.29	100%	0.29
4	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV			0.05	0.10	0.54	0.02	49	0.08	0.08	0.12	0.12	0.13	0.13	0.08	0.08	0.08	0.08																			0.10	100%	0.10
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV			0.12	0.70	0.17	0.04	6	0.67	0.70	0.70	0.63	0.75	0.70	0.75	0.63	0.67	0.75																			0.70	100%	0.70
6	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante			0.07	0.21	0.32	0.03	17	0.17	0.18	0.23	0.22	0.23	0.23	0.17	0.23	0.20	0.20	0.27	0.30	0.27	0.23	0.23	0.18	0.20											0.22	100%	0.22	
7	Alcançar molas			0.03	0.11	0.29	0.01	15	0.10	0.13	0.10	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12	0.10	0.12	0.12	0.12	0.10														0.11	100%	0.11
8	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV			0.05	0.31	0.16	0.02	4	0.28	0.33	0.33	0.32	0.30	0.33	0.28	0.28	0.30	0.28																			0.31	100%	0.31
9	Colocar tampa LV no motor			0.32	0.98	0.32	0.11	17	1.02	1.15	0.98	0.83	0.88	0.85	1.00	1.05	0.88	1.15																			0.98	100%	0.98
10	Apertar tampa LV com o auxílio da parafusadora			0.12	0.77	0.15	0.04	4	0.83	0.75	0.80	0.72	0.80	0.72	0.80	0.72	0.72	0.80																			0.77	100%	0.77
11	Colocar placa de fecho LV no motor			0.03	0.13	0.25	0.02	11	0.15	0.12	0.12	0.12	0.15	0.12	0.12	0.15	0.15	0.15	0.15																		0.13	100%	0.13
12	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora			0.18	0.48	0.39	0.05	27	0.48	0.45	0.50	0.53	0.58	0.50	0.40	0.42	0.45	0.43	0.43	0.43	0.47	0.47	0.47	0.43	0.53	0.55	0.53	0.55	0.58	0.53					0.49	100%	0.49		
13	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira			0.05	0.16	0.31	0.02	17	0.15	0.17	0.20	0.15	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.17	0.17	0.12	0.15	0.12	0.15	0.13	0.12											0.15	100%	0.15	
14	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha			0.05	0.15	0.34	0.02	20	0.17	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13	0.17	0.17	0.13	0.17																			0.15	100%	0.15

Tabela 51 - Tempos de ciclo do PT "Ligação 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

Ligação 2				Desvio Padrão	Nº de ciclos	Ciclos																									TC	Ritmo	TN						
Nº	Elementos					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25									
1	Verificar lista técnica			0.05	0.15	0.34	0.02	20	0.17	0.12	0.17	0.15	0.13	0.12	0.17	0.12	0.17	0.17	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12											0.14	100%	0.14	
2	Alcançar material e/ou OP do kit junjo			0.13	0.42	0.31	0.04	17	0.48	0.40	0.45	0.45	0.43	0.43	0.43	0.40	0.35	0.40	0.42	0.43	0.47	0.40	0.43	0.42	0.45											0.43	85%	0.50	
3	Alcançar material da estante kanban			0.05	0.50	0.10	0.02	2	0.50	0.47	0.52	0.47	0.50	0.52	0.52	0.52	0.50	0.47																			0.50	100%	0.50
4	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação			0.20	0.63	0.32	0.05	17	0.60	0.77	0.63	0.57	0.62	0.68	0.63	0.58	0.63	0.62	0.55	0.72	0.65	0.58	0.65	0.67	0.72											0.64	100%	0.64	
5	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares			0.17	0.36	0.46	0.06	36	0.33	0.45	0.35	0.30	0.30	0.28	0.43	0.38	0.45	0.35																			0.36	100%	0.36
6	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector			0.13	0.53	0.25	0.05	11	0.45	0.50	0.57	0.58	0.57	0.52	0.57	0.58	0.45	0.50	0.53																		0.53	85%	0.62
7	Alcançar multimetro e medir continuidade			0.07	0.31	0.22	0.02	8	0.27	0.27	0.30	0.30	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32																			0.31	100%	0.31
8	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios			0.08	0.36	0.23	0.03	10	0.33	0.40	0.35	0.37	0.42	0.37	0.33	0.33	0.33	0.33																			0.36	85%	0.42
9	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa			0.05	0.16	0.31	0.02	17	0.17	0.15	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.17	0.17	0.15	0.15	0.17	0.17	0.20	0.17	0.15											0.16	100%	0.16	
10	Fechar ordem de produção no SGP/PROD			0.13	0.40	0.33	0.04	20	0.43	0.42	0.40	0.38	0.38	0.38	0.38	0.50	0.37	0.37	0.43	0.37	0.43	0.35	0.43	0.38	0.52	0.43	0.42	0.50								0.41	100%	0.41	
11	Alcançar botão de linha e carregar			0.03	0.09	0.38	0.01	24	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.10	0.10	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.12	0.07	0.10	0.13	0.13	0.12	0.07							

Seguidamente, para obtenção do tempo básico final de cada tarefa, ainda foi tido em conta o valor de fadiga.

Tabela 52 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Início de linha		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,11
2	Inverter posição dos olhais	0,08	0,34
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,08	0,95
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante <i>kanban</i> (x4)	0,08	0,66
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	0,08	2,71
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	0,08	1,76
7	Desembarçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências para a caixa de ligação	0,08	1,07
8	Preparar as <i>rac's</i> (cortar tubo de tela)	0,08	0,77
9	Alcançar tubo de tela e colocar nas <i>rac's</i> (duas a duas)	0,08	2,41
10	Passar as <i>rac's</i> para o lado oposto do motor	0,09	2,05
11	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	0,08	1,05
12	Colocar motor no início de linha	0,08	0,75
13	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,09	0,16
14	Alcançar multimetro e medir resistência e continuidade	0,09	0,72

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 53 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material da estante <i>kanban / kit junjo</i>	0,08	0,56
3	Cortar espuma	0,08	0,15
4	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,08	0,99
5	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,08	0,92
6	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	0,09	1,89
7	Alcançar multimetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,09	0,23
8	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,08	0,70

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 54 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar rotor com o auxílio do pescoço de cavalo	0,08	0,68
3	Inserir rotor no motor e arrumar o pescoço de cavalo	0,09	0,59
4	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,08	0,51
5	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,38
6	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,08	0,18
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,08	0,44
8	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,34
9	Colocar tampa LA no motor	0,09	0,62
10	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,63
11	Colocar placa de fecho LA no motor	0,09	0,15
12	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,08	0,49
14	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
15	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,08	0,19

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monot.	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 55 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,08	0,20
3	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,29
4	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,08	0,11
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,08	0,75
6	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,24
7	Alcançar molas	0,08	0,12
8	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,08	0,33
9	Colocar tampa LV no motor	0,09	0,49
10	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,50
11	Colocar placa de fecho LV no motor	0,09	0,15
12	Apertar placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,08	0,49
14	Colocar óleo secativo	0,08	0,17
15	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,08	0,27
16	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,09	0,20
17	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	0,08	1,13
18	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
19	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,08	0,12

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
17	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
18	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
19	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 56 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material e/ou OP do <i>kit junjo</i>	0,08	0,54
3	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,08	0,54
4	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,09	0,19
5	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	0,08	0,96
6	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,08	0,19
7	Montar bornes no suporte conector	0,08	0,40
8	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,08	0,69
9	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,09	0,40
10	Alcançar alicate de crimpagem e cravar ponteiras <i>rac's</i>	0,09	1,79
11	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector	0,09	0,68
12	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,09	0,33
13	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios	0,09	0,46
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,08	0,18
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,08	0,45
16	Alcançar botão de linha e carregar	0,08	0,10

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 57 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Início de linha		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,11
2	Inverter posição dos olhais	0,08	0,34
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,08	0,95
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante <i>kanban</i> (x4)	0,08	0,66
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	0,08	2,71
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	0,08	1,76
7	Desembaraçar e passar cabos, proteções e resistências para a caixa de ligação	0,08	1,11
8	Preparar as <i>rac's</i> (cortar tubo de tela)	0,08	0,77
9	Alcançar tubo de tela e colocar na <i>rac's</i> (duas a duas)	0,08	2,41
10	Passar as <i>rac's</i> para o lado oposto do motor	0,09	2,05
11	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	0,08	1,05
12	Colocar motor no início de linha	0,08	0,75
13	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,09	0,16
14	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	0,09	0,72

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 58 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,08	0,56
3	Cortar espuma	0,08	0,15
4	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,08	0,99
5	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,08	0,92
6	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	0,09	1,89
7	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,09	0,23
8	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,08	0,70

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 59 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar rotor com o auxílio do pescoço de cavalo	0,08	0,68
3	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo	0,09	0,86
4	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,08	0,62
5	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,38
6	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,08	0,18
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,08	0,44
8	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,34
9	Colocar tampa LA no motor	0,09	1,03
10	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,84
11	Colocar placa de fecho LA no motor	0,09	0,15
12	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,08	0,49
14	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
15	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,08	0,19

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 60 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,08	1,02
3	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,31
4	Alcançar o bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,08	0,11
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,08	0,75
6	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,24
7	Alcançar molas	0,08	0,12
8	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,08	0,33
9	Colocar tampa LV no motor	0,09	1,07
10	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,82
11	Colocar placa de fecho LV no motor	0,09	0,15
12	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
13	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,08	0,49
14	Colocar óleo secativo	0,08	0,17
15	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,08	0,27
16	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,09	0,98
17	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	0,08	1,30
18	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
19	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,08	0,16

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
17	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
18	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
19	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 61 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material e/ou OP do <i>kit junjo</i>	0,08	0,54
3	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,08	0,54
4	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,09	0,19
5	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	0,08	0,96
6	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,08	0,19
7	Montar bornes no suporte conector	0,08	0,40
8	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,08	0,69
9	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,09	0,40
10	Alcançar alicate de crimpagem e cravar ponteiras <i>rac's</i>	0,09	1,79
11	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector	0,09	0,68
12	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,09	0,33
13	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios	0,09	0,46
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,08	0,18
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,08	0,45
16	Alcançar botão de linha e carregar	0,08	0,10

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 62 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Início de linha		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,11
2	Inverter posição dos olhais	0,08	0,34
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,08	0,95
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante <i>kanban</i> (x4)	0,08	0,66
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	0,08	2,71
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	0,08	1,76
7	Desembarçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências para a caixa de ligação	0,08	1,07
8	Preparar as <i>rac's</i> (cortar tubo de tela)	0,08	0,77
9	Alcançar tubo de tela e colocar nas <i>rac's</i> (duas a duas)	0,08	2,41
10	Passar as <i>rac's</i> para o lado oposto do motor	0,09	2,05
11	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	0,08	1,05
12	Colocar motor no início de linha	0,08	0,75
13	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,09	0,16
14	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	0,09	0,72

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 63 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,08	0,56
3	Cortar espuma	0,08	0,15
4	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,08	0,99
5	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,08	0,92
6	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	0,09	1,89
7	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,09	0,23
8	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,08	0,70

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 64 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo	0,08	0,68
3	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo	0,09	0,59
4	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,08	0,20
5	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,08	0,20
6	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,29
7	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,08	0,11
8	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,08	0,75
9	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,24
10	Colocar tampa LV no motor	0,09	0,49
11	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,50
12	Colocar placa de fecho LV no motor	0,09	0,15
13	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
14	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,08	0,49
15	Colocar óleo secativo	0,08	0,17
16	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,08	0,27
17	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,09	0,20
18	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	0,08	1,13
19	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
20	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,08	0,12

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
17	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
18	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
19	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
20	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 65 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com a ponte	0,08	0,51
3	Preparar a tampa (limpar e colocar massa lubrificante branca)	0,08	0,38
4	Alcançar rolamento NU e colocar na tampa LA	0,09	0,58
5	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,08	0,31
6	Alcançar o bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,08	0,18
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,08	0,44
8	Alcançar placa de fecho LA e colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,34
9	Alcançar molas	0,08	0,12
10	Passar molas na graxa e colocar molas na placa de fecho LA	0,08	0,33
11	Colocar tampa LA no motor	0,09	0,49
12	Apertar tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,50
13	Colocar placa de fecho LA no motor	0,09	0,15
14	Apertar placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
15	Alcançar calota e vedante e com o auxílio do batente colocar	0,08	0,49
16	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
17	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,08	0,12

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
17	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 66 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 225-250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material e/ou OP do <i>kit junjo</i>	0,08	0,54
3	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,08	0,54
4	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,09	0,19
5	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com a parafusadora	0,08	0,96
6	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,08	0,19
7	Montar bornes no suporte conector	0,08	0,40
8	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,08	0,69
9	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,09	0,40
10	Alcançar alicate de crimpagem e cravar ponteiros <i>rac's</i>	0,09	1,79
11	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector	0,09	0,68
12	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,09	0,33
13	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios	0,09	0,46
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,08	0,18
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,08	0,45
16	Alcançar botão e carregar botão de linha	0,08	0,10

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 67 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Início de linha		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,11
2	Inverter posição dos olhais	0,08	0,34
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,08	0,95
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante <i>kanban</i> (x4)	0,08	0,66
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	0,08	2,71
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	0,08	1,76
7	Desembarçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências para a caixa de ligação	0,08	1,11
8	Preparar as <i>rac's</i> (cortar tubo de tela)	0,08	0,77
9	Alcançar tubo de tela e colocar nas <i>rac's</i> (duas a duas)	0,08	2,41
10	Passar as <i>rac's</i> para o lado oposto do motor	0,09	2,05
11	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	0,08	1,05
12	Colocar motor no início de linha	0,08	0,75
13	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,09	0,16
14	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	0,09	0,72

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 68 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W22; Carçaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material da estante <i>kanban/ kit junjo</i>	0,08	0,56
3	Cortar espuma	0,08	0,15
4	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,08	0,99
5	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,08	0,92
6	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	0,09	1,89
7	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,09	0,23
8	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,08	0,70

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 69 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W22; Carçaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo	0,08	0,68
3	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo	0,09	0,86
4	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,08	0,20
5	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,08	1,02
6	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,31
7	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,08	0,11
8	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,08	0,75
9	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,24
10	Colocar tampa LV no motor	0,09	1,07
11	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,82
12	Colocar placa de fecho LV no motor	0,09	0,15
13	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
14	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,08	0,49
15	Colocar óleo secativo	0,08	0,17
16	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,08	0,27
17	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,09	0,98
18	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	0,08	1,30
19	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
20	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,08	0,16

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
17	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
18	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
19	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
20	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 70 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com a ponte	0,08	0,62
3	Preparar a tampa (limpar e colocar massa lubrificante branca)	0,08	0,38
4	Alcançar rolamento NU e colocar na tampa LA	0,09	0,58
5	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,08	0,31
6	Alcançar o bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,08	0,18
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,08	0,44
8	Alcançar placa de fecho LA e colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,34
9	Alcançar molas	0,08	0,12
10	Passar molas na graxa e colocar molas na placa de fecho LA	0,08	0,33
11	Colocar tampa LA no motor	0,09	1,03
12	Apertar tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,84
13	Colocar placa de fecho LA no motor	0,09	0,15
14	Apertar placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
15	Alcançar calota e vedante e com o auxílio do batente colocar	0,08	0,49
16	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
17	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,08	0,19

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
17	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 71 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W22; Carcaça 280-315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's ROL NU.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material e/ou OP do kit junjo	0,08	0,54
3	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,08	0,54
4	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,09	0,19
5	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com a parafusadora	0,08	0,96
6	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,08	0,19
7	Montar bornes no suporte conector	0,08	0,40
8	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,08	0,69
9	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,09	0,40
10	Alcançar alicata de crimpagem e cravar ponteiras <i>rac's</i>	0,09	1,79
11	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector	0,09	0,68
12	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,09	0,33
13	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios	0,09	0,46
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,08	0,18
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,08	0,45
16	Alcançar botão e carregar botão de linha	0,08	0,10

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
15	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
16	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 72 - Tempos básicos do PT "Início de linha": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Início de linha		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,11
2	Inverter posição dos olhais	0,08	0,34
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,08	0,95
4	Colocar motor no início de linha desde a pré-montagem	0,08	0,75

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 73 - Tempos básicos do PT "Ligação 1": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material da estante <i>kanban / kit junjo</i>	0,08	0,56
3	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,08	0,92
4	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	0,09	1,89
5	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,08	0,22
6	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,08	0,70

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 74 - Tempos básicos do PT "Montagem 1": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 1		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo	0,08	0,68
3	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo	0,09	0,86
4	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,08	0,62
5	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,38
6	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,08	0,18
7	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,08	0,44
8	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,34
9	Colocar tampa LA no motor	0,09	1,03
10	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,84
11	Colocar placa de fecho LA no motor	0,09	0,15
12	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
13	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
14	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	0,08	0,19

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 75 - Tempos básicos do PT "Montagem 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Montagem 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,08	1,02
3	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,08	0,31
4	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,08	0,11
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,08	0,75
6	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,08	0,24
7	Alcançar molas	0,08	0,12
8	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,08	0,33
9	Colocar tampa LV no motor	0,09	1,07
10	Apertar tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,82
11	Colocar placa de fecho LV no motor	0,09	0,15
12	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,08	0,53
13	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,08	0,16
14	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,08	0,16

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
12	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
13	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
14	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

Tabela 76 - Tempos básicos do PT "Ligação 2": W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's ROL ESF.

a) Tempos básicos de cada tarefa; b) Valores dos fatores de fadiga.

Ligação 2		Fadiga	Tempo Básico
Nº	Elementos		
1	Verificar lista técnica	0,09	0,15
2	Alcançar material e/ou OP do <i>kit junjo</i>	0,08	0,54
3	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,08	0,54
4	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,08	0,69
5	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,09	0,40
6	Alcançar descarnador e colocar os fios (2) no suporte conector	0,09	0,68
7	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,09	0,33
8	Alcançar etiquetas de identificação (2) e colocar nos fios	0,09	0,46
9	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,08	0,18
10	Fechar ordem de produção no SGP/PROD	0,08	0,45
11	Alcançar botão de linha e carregar	0,08	0,10

a)

Nº	Esforço mental	Esforço físico	Monotonia	Condições ambientais				
				Térmicas	Atmosféricas	Ruído	Humidade	Vibração
1	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
2	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
3	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
4	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
5	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
6	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
7	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
8	1,80%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
9	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
10	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%
11	0,60%	5,40%	0,00%	0%	0%	1,80%	0%	0%

b)

APÊNDICE 5 – VSM ATUAL

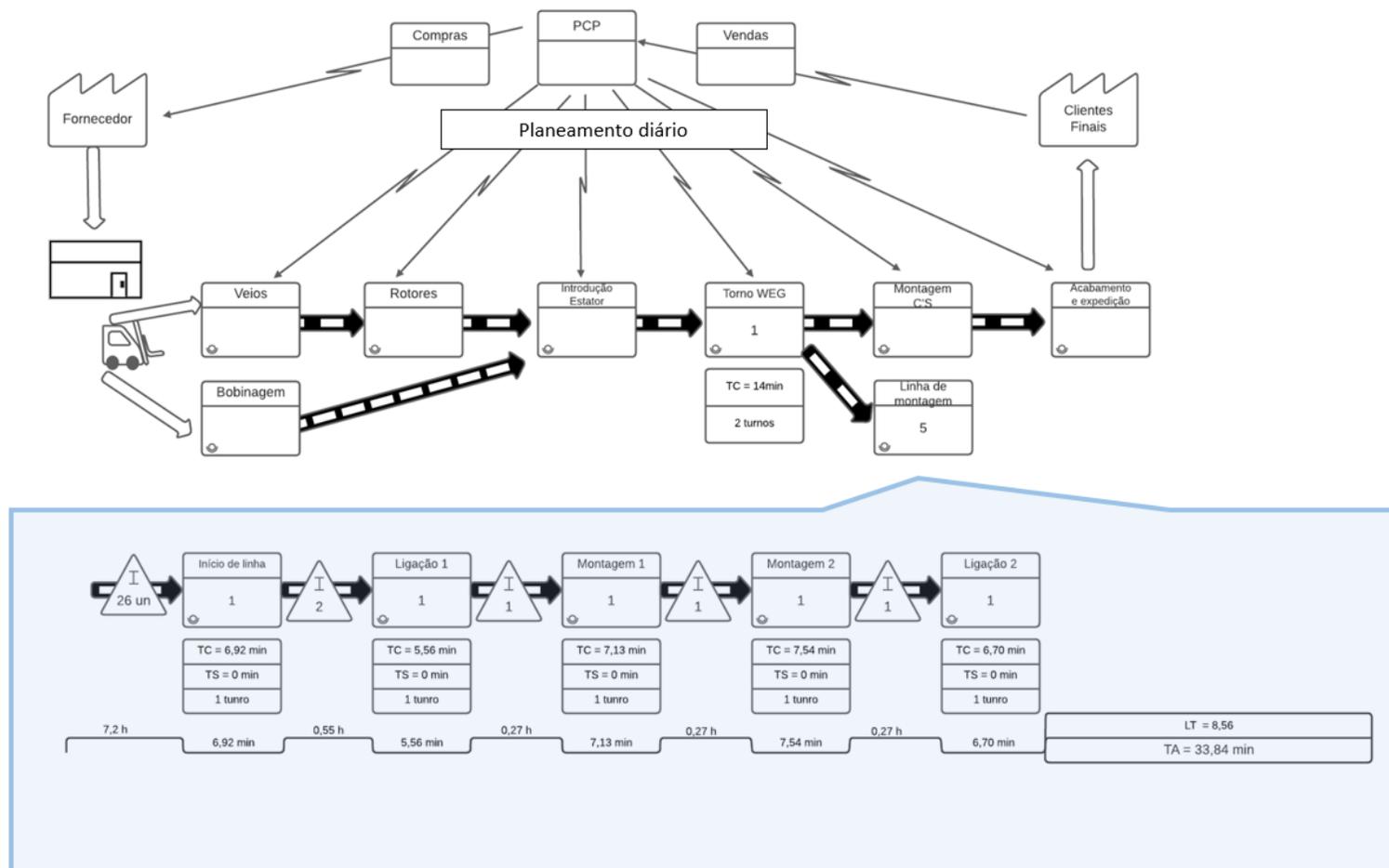


Figura 57 - VSM atual.

APÊNDICE 6 – CÁLCULO DO TEMPO DE CICLO MÉDIO PONDERADO ATUAL

Tendo em conta as quantidades produzidas no período em estudo e o TC de cada família mais representativa, foi calculado o TC médio ponderado. Os dados necessários a este cálculo apresentam-se na Tabela 77.

Tabela 77 - Dados necessários para o cálculo do TC médio ponderado atual.

Nº Família	Quantidades	TC (min)
1	1069	6,55
3	1687	9,13
5	708	10,28
7	254	10,32
13	169	15,51
15	159	15,55
16	150	15,55
17	335	7,41
19	708	10,42
29	159	6,55

TC médio ponderado atual

$$\begin{aligned} & 1069 \times 6,55 + 1687 \times 9,13 + 708 \times 10,28 + 254 \times 10,32 + 169 \times 15,51 + 159 \times 15,55 \\ = & \frac{+150 \times 15,55 + 335 \times 7,41 + 708 \times 10,42 + 159 \times 6,55}{1069 + 1687 + 708 + 254 + 169 + 159 + 150 + 335 + 708 + 159} \\ = & \frac{50631,37}{5398} = 9,38 \text{ minutos} \end{aligned}$$

APÊNDICE 7 – CÁLCULOS DA CAPACIDADE PRODUTIVA ATUAL

Os valores de capacidade para a linha de montagem a seguir apresentados, teve por base a aplicabilidade das fórmulas descritas na secção 2.2.4.

$$\mathbf{Capacidade\ disponível\ (CD)} = 8\ h \times 60\ min. \times 1\ turno = 480\ minutos$$

$$\mathbf{Capacidade\ efetiva\ (CEf)} = CD - Paragens\ planeadas$$

$$\mathbf{Capacidade\ realizada\ (CR)} = CEf - Paaragens\ não\ planeadas$$

$$= CD - Paragens\ planeadas - Paaragens\ não\ planeadas = 480 \times 0,90$$

$$= 432\ minutos$$

O valor de 432 minutos foi definido pela empresa e representa o valor da capacidade disponível sem as paragens planeadas e não planeadas, que representam 10% do tempo disponível de produção.

$$\mathbf{Capacidade\ esperada\ (CE)} = 9,38\ minutos \times 26 = 243,88\ minutos$$

Considerou-se como TC, o TC médio ponderado das famílias mais representativas para a linha de montagem, 9,38 minutos.

$$\mathbf{Utilização\ do\ sistema} = \frac{243,88}{432} \times 100 = 56,45\%$$

ATENÇÃO

NÃO ESQUECER:

Verificar lista técnica de cada motor antes de começar as tarefas do respetivo posto

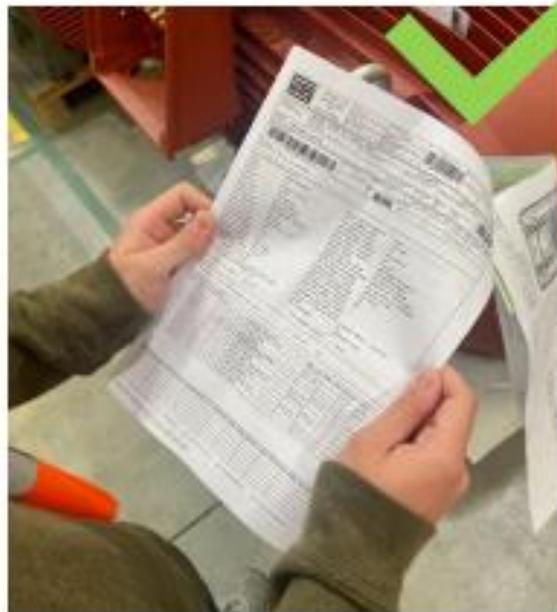


Figura 58 - OPL para verificação da lista técnica.

APÊNDICE 9 – PRECEDÊNCIAS

Tabela 78 - Precedências referentes às famílias 1 e 3.

Nº	Tarefa	Duração (seg.)		Precedências
		Família 1	Família 3	
1	Inverter posição dos olhais	0,34	0,34	—
2	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,95	0,95	1
3	Desembaraçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências para a caixa de ligação	1,07	1,11	2
4	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios rac's)	1,05	1,05	3
5	Colocar motor no início de linha	0,75	0,75	2
6	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,16	0,16	3
7	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	0,72	0,72	3
8	Alcançar material da estante <i>kanban/ kit junjo</i>	0,56	0,56	—
9	Cortar espuma	0,15	0,15	8
10	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,99	0,99	3; 9
11	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,92	0,92	8; 10
12	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	1,89	1,89	11
13	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,23	0,23	12
14	Alcançar pistola de ar e soprar o interior do estator	0,7	0,7	12
15	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo	0,68	0,68	—
16	Inserir rotor no motor e arrumar o pescoço de cavalo	0,59	0,86	3; 5; 14; 15
17	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,51	0,62	—
18	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,38	0,38	17
19	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,18	0,18	17
20	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,44	0,44	17
21	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,34	0,34	—
22	Colocar tampa LA no motor	0,62	1,03	16; 18; 20
23	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,63	0,84	22
24	Colocar placa de fecho LA no motor	0,15	0,15	21; 22
25	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,53	0,53	24
26	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,49	0,49	23; 25
27	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	0,16	22
28	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	0,19	0,19	4; 6; 7; 13; 16; 21; 26; 27
29	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,2	1,02	—
30	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,29	0,31	29
31	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,11	0,11	29
32	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,75	0,75	29
33	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,24	0,24	—
34	Alcançar molas	0,12	0,12	—
35	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,33	0,33	33; 34
36	Colocar tampa LV no motor	0,49	1,07	16; 30; 32
37	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,5	0,82	36
38	Colocar placa de fecho LV no motor	0,15	0,15	45; 36
39	Apertar placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,53	0,53	38
40	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,49	0,49	37; 39
41	Colocar óleo secativo	0,17	0,17	40
42	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,27	0,27	41
43	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,2	0,98	42
44	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	1,13	1,3	43
45	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	0,16	36
46	Rodar motor no prato de linha	0,12	0,16	35; 45; 46
47	Alcançar material e/ou OP do <i>kit junjo</i>	0,54	0,54	—
48	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,54	0,54	47
49	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,19	0,19	48
50	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	0,96	0,96	47; 49
51	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,19	0,19	48; 50
52	Montar bornes no suporte conector	0,4	0,4	48
53	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,4	0,4	50
54	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,69	0,69	51; 52
55	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	0,85	0,85	53; 54
56	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,33	0,33	55
57	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	0,58	0,58	55
58	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,18	0,18	54
59	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,45	0,45	56; 57
60	Alcançar botão de linha e carregar	0,1	0,1	28; 46; 58; 59

Tabela 79 - Precedências referentes às famílias 13, 15 e 16.

Nº	Tarefa	Duração (seg.)			Precedências
		Família 13	Família 15	Família 16	
1	Inverter posição dos olhais	0,34	0,34	0,34	
2	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,95	0,95	0,95	1
3	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante <i>kanban</i> (x4)	0,66	0,66	0,66	
4	Montar conjunto pata falsa (x4)	2,71	2,71	2,71	3
5	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	1,76	1,76	1,76	2; 4
6	Desembaraçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências para a caixa de ligação	1,07	1,11	1,11	2
7	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	1,05	1,05	1,05	6
8	Preparar as <i>rac's</i> (cortar tubo de tela existente e retirar)	0,77	0,77	0,77	6
9	Alcançar tubo de tela e colocar nas <i>rac's</i> (duas a duas)	2,41	2,41	2,41	8
10	Passar as <i>rac's</i> para o lado oposto do motor	2,05	2,05	2,05	9
11	Colocar motor no início de linha	0,75	0,75	0,75	5
12	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,16	0,16	0,16	6
13	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	0,72	0,72	0,72	6
14	Alcançar material da estante <i>kanban/ kit junjo</i>	0,56	0,56	0,56	
15	Cortar espuma	0,15	0,15	0,15	14
16	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,99	0,99	0,99	6; 15
17	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,92	0,92	0,92	14; 16
18	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	1,89	1,89	1,89	17
19	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,23	0,23	0,23	18
20	Alcançar pistola de ar e soprar o interior do estator	0,7	0,7	0,7	18
21	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo	0,68	0,68	0,68	
22	Inserir rotor no motor e arrumar o pescoço de cavalo	0,59	0,86	0,86	6; 11; 20; 21
23	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,51	0,62	0,62	
24	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,38	0,38	0,38	23
25	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,18	0,18	0,18	23
26	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,44	0,44	0,44	23
27	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,34	0,34	0,34	
28	Colocar tampa LA no motor	0,62	1,03	1,03	22; 24; 26
29	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,63	0,84	0,84	28
30	Colocar placa de fecho LA no motor	0,15	0,15	0,15	27; 28
31	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,53	0,84	0,84	30
32	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,49	0,49	0,49	29; 31
33	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	0,16	0,16	28
34	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	0,19	0,19	0,19	7; 10; 12; 13; 19; 25; 32; 33
35	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,2	1,02	1,02	
36	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,29	0,31	0,31	35
37	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,11	0,11	0,11	35
38	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,75	0,75	0,75	35
39	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,24	0,24	0,24	
40	Alcançar molas	0,12	0,12	0,12	
41	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,33	0,33	0,33	39; 40
42	Colocar tampa LV no motor	0,49	1,07	1,07	22; 36; 38
43	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,5	0,82	0,82	42
44	Colocar placa de fecho LV no motor	0,15	0,15	0,15	41; 42
45	Apertar placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,53	0,53	0,53	44
46	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,49	0,49	0,49	43; 45
47	Colocar óleo secativo	0,17	0,17	0,17	46
48	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,27	0,27	0,27	47
49	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,2	0,98	0,98	48
50	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	1,13	1,3	1,3	49
51	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	0,16	0,16	42
52	Rodar motor no prato de linha	0,12	0,16	0,16	37; 50; 51
53	Alcançar material e/ou OP do <i>kit junjo</i>	0,54	0,54	0,54	
54	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,54	0,54	0,54	53
55	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,19	0,19	0,19	54
56	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	0,96	0,96	0,96	53; 55
57	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,19	0,19	0,19	54; 56
58	Montar bornes no suporte conector	0,4	0,4	0,4	54
59	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,4	0,4	0,4	56
60	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,69	0,69	0,69	57; 58
61	Alcançar alicate de crimpagem e cravar ponteiros <i>rac's</i>	1,79	1,79	1,79	59; 60
62	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	0,85	0,85	0,85	59; 60
63	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,33	0,33	0,33	61; 62
64	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	0,58	0,58	0,58	61; 62
65	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,18	0,18	0,18	63; 64
66	Fechar ordem de produção no SGRPROD	0,45	0,45	0,45	65
67	Alcançar botão de linha e carregar	0,1	0,1	0,1	34; 52; 66

Tabela 80 - Precedências referentes às famílias 17 e 19.

N°	Tarefa	Duração (seg.)		Precedências
		Família 17	Família 19	
1	Inverter posição dos olhais	0,34	0,34	
2	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,95	0,95	1
3	Desembaraçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências para a caixa de ligação	1,07	1,11	2
4	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios <i>rac's</i>)	1,05	1,05	3
5	Colocar motor no início de linha	0,75	0,75	2
6	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	0,16	0,16	3
7	Alcançar multimetro e medir resistência e continuidade	0,72	0,72	3
8	Alcançar material da estante <i>kanban / kit junjo</i>	0,56	0,56	
9	Cortar espuma	0,15	0,15	8
10	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	0,99	0,99	3; 9
11	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,92	0,92	8; 10
12	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	1,89	1,89	11
13	Alcançar multimetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,23	0,23	12
14	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	0,7	0,7	12
15	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo	0,68	0,68	
16	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo	0,59	0,86	3; 5; 14; 15
17	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,2	0,2	16
18	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	0,2	1,02	
19	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,29	0,31	18
20	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,11	0,11	18
21	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,75	0,75	18
22	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,24	0,24	
23	Colocar tampa LV no motor	0,49	1,07	17
24	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,5	0,82	23
25	Colocar placa de fecho LV no motor	0,15	0,15	22; 23
26	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,53	0,53	25
27	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	0,49	0,49	24; 26
28	Colocar óleo secativo	0,17	0,17	27
29	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	0,27	0,27	28
30	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	0,2	0,98	29
31	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	1,13	1,3	30
32	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	0,16	21
33	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	0,12	0,12	4; 6; 7; 13; 19; 20; 31
34	Alcançar tampa LA (lado ataque) com a ponte	0,51	0,62	
35	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante branca)	0,38	0,38	34
36	Alcançar rolamento NU e colocar na tampa LA	0,58	0,58	35
37	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	0,31	0,31	36
38	Alcançar o bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,18	0,18	34
39	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,44	0,44	34
40	Alcançar placa de fecho LA e colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,34	0,34	
41	Alcançar molas	0,12	0,12	40
42	Passar molas na graxa e colocar molas na placa de fecho LA	0,33	0,33	41
43	Colocar tampa LA no motor	0,49	1,03	36
44	Apertar tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,5	0,84	43
45	Colocar placa de fecho LA no motor	0,15	0,15	42; 43
46	Apertar placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,53	0,53	45
47	Alcançar calota e vedante e com o auxílio do batente colocar	0,49	0,49	44; 46
48	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	0,16	39
49	Rodar motor no prato de linha	0,12	0,19	38; 47; 48
50	Alcançar material e/ou OP do <i>kit junjo</i>	0,54	0,54	
51	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	0,54	0,54	50
52	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	0,19	0,19	51
53	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com a parafusadora	0,96	0,96	50; 52
54	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	0,19	0,19	51; 53
55	Montar bornes no suporte conector	0,4	0,4	51
56	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,69	0,69	55
57	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,4	0,4	53
58	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	0,85	0,85	56; 57
59	Alcançar multimetro e medir continuidade	0,33	0,33	58
60	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	0,58	0,58	58
61	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,18	0,18	58
62	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,45	0,45	54; 59; 60; 61
63	Alcançar botão de linha e carregar	0,1	0,1	33; 49; 62

Tabela 81 - Precedências referente à família 29.

Nº	Tarefa	Duração (seg.)	Precedências
		Família 29	
1	Inverter posição dos olhais	0,34	—
2	Colocar ponte no motor e elevar motor	0,95	1
3	Colocar motor no início de linha desde a pré-montagem	0,75	2
4	Alcançar material da estante kanban	0,56	—
5	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	0,92	3; 5
6	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	1,89	5
7	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	0,22	6
8	Alcançar pistola de ar e soprar interior do estator	0,70	6
9	Alcançar rotor com auxílio do pescoço de cavalo	0,68	—
10	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo	0,86	8; 9
11	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	0,62	—
12	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	0,38	11
13	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	0,18	11
14	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	0,44	11
15	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,34	—
16	Colocar tampa LA no motor	1,03	10; 12
17	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	0,84	16
18	Colocar placa de fecho LA no motor	0,15	15; 16
19	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	0,53	18
20	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	14
21	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	0,19	7; 13; 17; 19
22	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	1,02	—
23	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	0,31	22
24	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	0,11	22
25	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	0,75	22
26	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	0,24	—
27	Alcançar molas	0,12	—
28	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	0,33	26; 27
29	Colocar tampa LV no motor	1,07	10; 23
30	Apertar tampa LV com o auxílio da parafusadora	0,82	29
31	Colocar placa de fecho LV no motor	0,15	28; 29
32	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	0,53	32
33	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	0,16	25
34	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	0,16	24; 30; 32; 33
35	Alcançar material e/ou OP do kit junjo	0,54	—
36	Alcançar material da estante kanban	0,54	35
37	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	0,40	—
38	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	0,69	36; 37
39	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	0,68	38
40	Alcançar multímetro e medir continuidade	0,33	39
41	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	0,46	39
42	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	0,18	38
43	Fechar ordem de produção no SGPROD	0,45	40; 41; 42
44	Alcançar botão e carregar botão de linha	0,10	21; 34; 43

APÊNDICE 10 – CÁLCULO DO NOVO TEMPO DE CICLO MÉDIO PONDERADO

Tendo em conta as quantidades produzidas no período em estudo e o TC de cada família mais representativa com a nova proposta de balanceamento, foi calculado o TC médio ponderado. Os dados necessários a este cálculo apresentam-se na Tabela 82.

Tabela 82 - Dados necessários para o cálculo do TC médio ponderado nova proposta.

Nº Família	Quantidades	TC (min)
1	1069	8,92
3	1687	8,96
5	708	10,28
7	254	10,32
13	169	11,94
15	159	12,21
16	150	12,21
17	335	8,92
19	708	9,37
29	159	5,99

TC médio ponderado nova proposta

$$\begin{aligned} & 1069 \times 8,92 + 1687 \times 8,96 + 708 \times 10,28 + 254 \times 10,32 + 169 \times 11,94 + 159 \times 12,21 \\ & + 150 \times 12,21 + 335 \times 8,92 + 708 \times 9,37 + 159 \times 5,99 \\ = & \frac{\quad}{1069 + 1687 + 708 + 254 + 169 + 159 + 150 + 335 + 708 + 159} \\ = & \frac{50631,37}{5398} = 9,43 \text{ minutos} \end{aligned}$$

APÊNDICE 11 – SIMULAÇÃO DO CÁLCULO DO NÚMERO DE *KITS JUNJOS*

A Tabela 83 apresenta uma simulação para o cálculo do número de carrinhos *kit junjo* necessários junto à linha de montagem. As cores vermelho, verde e cinzento significam consumo, abastecimento e espaço vazio por falta de carrinho *kit junjo*, respetivamente.

Tabela 83 - Cálculo do número de carrinhos kit junjo para linha de montagem.

t (min)	Kit Junjo 1	Kit Junjo 2
Início turno	x	x
0	x	
8,65	x	x
9,43	x	
18,08	x	x
18,86	x	
27,51	x	x
28,29	x	
36,94	x	x
37,72	x	
46,37	x	x
47,15	x	
55,8	x	x
56,58	x	
65,23	x	x
66,01	x	
74,66	x	x
75,44	x	
84,09	x	x
84,87	x	
93,52	x	x
94,3	x	
102,95	x	x
103,73	x	
112,38	x	x
113,16	x	
121,81	x	x
122,59	x	
131,24	x	x
132,02	x	
140,67	x	x
141,45	x	
150,1	x	x
150,88	x	
159,53	x	x
160,31	x	
168,96	x	x
169,74	x	
178,39	x	x
179,17	x	
187,82	x	x
188,6	x	
197,25	x	x
198,03	x	
206,68	x	x
207,46	x	
216,11	x	x
216,89	x	
225,54	x	x
226,32	x	
234,97	x	x
235,75	x	
244,4	x	x
245,18	x	

t (min)	<i>Kit Junjo 1</i>	<i>Kit Junjo 2</i>
253,83	x	x
254,61	x	
263,26	x	x
264,04	x	
272,69	x	x
273,47	x	
282,12	x	x
282,9	x	
291,55	x	x
292,33	x	
300,98	x	x
301,76	x	
310,41	x	x
311,19	x	
319,84	x	x
320,62	x	
329,27	x	x
330,05	x	
338,7	x	x
339,48	x	

APÊNDICE 12 – STANDARD WORK COMBINATION TABLE

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 225-250; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rae's; RDL ESF	Posto de trabalho	1	Data	29jul22	Tempo de ciclo	535,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Colocar motor no início de linha	45																				
5	Desembarçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	64,2																				
6	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios rae's)	63																				
7	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
8	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	43,2																				
9	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
10	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
11	Alcançar material da estante <i>Kanbar/kit/junço</i>	33,6																				
12	Cortar espuma	9																				
13	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																				
14	Montar, apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação e carregar botão de linha	55,2																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 59 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 1.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 280-315; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rae's; RDL ESF	Posto de trabalho	1	Data	29jul22	Tempo de ciclo	537,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Colocar motor no início de linha	45																				
5	Desembarçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	66,6																				
6	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios rae's)	63																				
7	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
8	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	43,2																				
9	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
10	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
11	Alcançar material da estante <i>Kanbar/kit/junço</i>	33,6																				
12	Cortar espuma	9																				
13	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																				
14	Montar, apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação e carregar botão de linha	55,2																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 60 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 3.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rca's RDL ESF	Posto de trabalho	1	Data	29/01/22	Tempo de ciclo	616,8 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)		Tempo de operação																		
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante Kanban (x4)	39,6																				
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	162,6																				
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	105,6																				
7	Colocar motor no início de linha	45																				
8	Desembaraçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	64,2																				
9	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios rca's)	63																				
10	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
11	Alcançar multímetro, medir resistência e continuidade e carregar botão de linha	43,2																				
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 61 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 5.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rca's RDL ESF	Posto de trabalho	4	Data	29/01/22	Tempo de ciclo	576,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)		Tempo de operação																		
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
3	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31,8																				
4	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do balante	29,4																				
5	Colocar óleo secativo	10,2																				
6	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16,2																				
7	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
8	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	58,8																				
9	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	78																				
10	Rodar motor no prato de linha	9,6																				
11	Alcançar material e/ou OP do Kit/linha	32,4																				
12	Alcançar material da estante Kanban	32,4																				
13	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
14	Montar bornes no suporte conector	24																				
15	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
16	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
17	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	51																				
18	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
19	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	34,8																				
20	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
21	Fechar ordem de produção no SGPP/D	27																				
22	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 62 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 7.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com raçãs FICL ESF	Posto de trabalho	1	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	694,8 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante /Ararhar? (x4)	39,6																				
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	162,6																				
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	105,6																				
7	Colocar motor no início de linha	45																				
8	Desembarapar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	64,2																				
9	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios raçãs)	63																				
10	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
11	Alcançar multímetro, medir resistência e continuidade e carregar botão de linha	43,2																				
12	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
13	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
14	Cortar espuma e carregar botão de linha	9																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 63 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 13.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com raçãs FICL ESF	Posto de trabalho	1	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	697,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante /Ararhar? (x4)	39,6																				
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	162,6																				
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	105,6																				
7	Colocar motor no início de linha	45																				
8	Desembarapar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	66,6																				
9	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios raçãs)	63																				
10	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
11	Alcançar multímetro, medir resistência e continuidade e carregar botão de linha	43,2																				
12	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
13	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
14	Cortar espuma e carregar botão de linha	9																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 64 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 15.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 280 - 316; Cabo Curto; 5 a 7 fios; com patas falsas; com rac's: RDL ESF	Posto de trabalho	1	Data	29jul22	Tempo de ciclo	637,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Alcançar parafuso, porca e pata falsa da estante Kanban (x4)	39,6																				
5	Montar conjunto pata falsa (x4)	162,6																				
6	Montar conjunto pata falsa no motor (x4)	105,6																				
7	Colocar motor no início de linha	45																				
8	Desembaraçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	66,6																				
9	Alcançar tubo de tela e colocar nos fios auxiliares (exceto nos fios rac's)	63																				
10	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
11	Alcançar multímetro, medir resistência e continuidade e carregar botão de linha	43,2																				
12	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
13	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
14	Cortar espuma e carregar botão de linha	9																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 65 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 16.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's: RDL NU	Posto de trabalho	1	Data	29jul22	Tempo de ciclo	535,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Desembaraçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	64,2																				
5	Alcançar e colocar tubo de tela nos fios auxiliares (excluindo os fios rac's)	63																				
6	Colocar motor no início de linha	45																				
7	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
8	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	43,2																				
9	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
10	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
11	Alcançar material da estante Kanban/kit junço	33,6																				
12	Cortar espuma	9																				
13	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																				
14	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação e carregar botão de linha	55,2																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 66 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 17.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's FDL NU	Posto de trabalho	1	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	537,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
	Sequência		Operação	Tempo (segundos)		Tempo de operação																
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Inverter posição dos olhais	20,4																				
3	Colocar ponte no motor e elevar motor	57																				
4	Desembarçar e passar cabos, proteções térmicas e resistências pela caixa de ligação	66,6																				
5	Alcançar e colocar tubo de tela nos fios auxiliares (excluindo os fios rac's)	63																				
6	Colocar motor no início de linha	45																				
7	Verificar mangas termo retráteis dos cabos de potência	9,6																				
8	Alcançar multímetro e medir resistência e continuidade	43,2																				
9	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
10	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
11	Alcançar material da estante <i>kanban/kit/junço</i>	33,6																				
12	Cortar espuma	9																				
13	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																				
14	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação e carregar botão de linha	55,2																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 67 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 19.

Standard Work Combination Table																						
Família	W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's FDL ESF	Posto de trabalho	1	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	356,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
	Sequência		Operação	Tempo (segundos)		Tempo de operação																
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	6,6																				
2	Alcançar material da estante <i>kanban/kit/junço</i>	33,6																				
3	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	55,2																				
4	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																				
5	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,2																				
6	Alcançar pistola de ar e soprar interior do estator	42																				
7	Alcançar rotor com o auxílio do pescoço de cavalo	40,8																				
8	Inserir rotor no motor, arrumar pescoço de cavalo e carregar botão de linha	51,6																				
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 68 - Standard Work Combination Table para o PT1, família 29.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225-250; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rasc's; PDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	440,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica		9																			
2	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes		113,4																			
3	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência		13,8																			
4	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha		42																			
5	Alcançar rotor e colocar com o auxílio do pescoço de cavalo		40,8																			
6	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo		35,4																			
7	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte		30,6																			
8	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)		22,8																			
9	Alcançar buíão de dreno e colocar na tampa LA		10,8																			
10	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA		26,4																			
11	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante		20,4																			
12	Colocar tampa LA no motor		37,2																			
13	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha		37,8																			
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 69 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 1.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280-315; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rasc's; PDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	500,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica		9																			
2	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes		113,4																			
3	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência		13,8																			
4	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha		42																			
5	Alcançar rotor e colocar com o auxílio do pescoço de cavalo		40,8																			
6	Inserir rotor no motor e arrumar pescoço de cavalo		51,6																			
7	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte		37,2																			
8	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)		22,8																			
9	Alcançar buíão de dreno e colocar na tampa LA		10,8																			
10	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA		26,4																			
11	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante		20,4																			
12	Colocar tampa LA no motor		61,8																			
13	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha		50,4																			
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 70 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 3.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's; RDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	480,8 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
3	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
4	Alcançar material da estante <i>kazbar'kii junjo</i>	33,6																				
5	Cortar espuma	9																				
6	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																				
7	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	55,2																				
8	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																				
9	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,8																				
10	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	42																				
11	Alcançar rotor e colocar com o auxílio do pescopo de cavalo	40,8																				
12	Inserir rotor no motor, arrumar pescopo de cavalo e carregar botão de linha	35,4																				
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 71 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 5.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rac's; RDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	496,8 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Colocar junta na zona de encaixe da caixa de ligação	11,4																				
3	Alcançar caixa de ligação e fixar à carcaça com o auxílio da parafusadora	57,6																				
4	Alcançar material da estante <i>kazbar'kii junjo</i>	33,6																				
5	Cortar espuma	9																				
6	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																				
7	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	55,2																				
8	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																				
9	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,8																				
10	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	42																				
11	Alcançar rotor e colocar com o auxílio do pescopo de cavalo	40,8																				
12	Inserir rotor no motor, arrumar pescopo de cavalo e carregar botão de linha	51,6																				
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 72 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 7.

Standard Work Combination Table																								
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's RDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	29/jul/22	Tempo de ciclo	716,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35													
Sequência	Operação	Tempo (segundos)	Manual	Máquina	Andar	Tempo de operação																		
						50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	
1	Verificar lista técnica	9																						
2	Preparar as rac's (cortar tubo de tela)	46,2																						
3	Alcançar tubo de tela e colocar nas rac's (duas a duas)	144,6																						
4	Passar as rac's para o lado oposto do motor	123																						
5	Alcançar material da estante <i>Karışık Kurşun</i>	33,6																						
6	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																						
7	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	55,2																						
8	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																						
9	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,8																						
10	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	42																						
11	Alcançar rotor e colocar com o auxílio do pescoço de cavalo	40,8																						
12	Inserir rotor no motor, arrumar pescoço de cavalo e carregar botão de linha	35,4																						
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								

Figura 73 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 13.

Standard Work Combination Table																								
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; com rac's RDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	29/jul/22	Tempo de ciclo	732,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35													
Sequência	Operação	Tempo (segundos)	Manual	Máquina	Andar	Tempo de operação																		
						50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	
1	Verificar lista técnica	9																						
2	Preparar as rac's (cortar tubo de tela)	46,2																						
3	Alcançar tubo de tela e colocar nas rac's (duas a duas)	144,6																						
4	Passar as rac's para o lado oposto do motor	123																						
5	Alcançar material da estante <i>Karışık Kurşun</i>	33,6																						
6	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																						
7	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	55,2																						
8	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																						
9	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,8																						
10	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	42																						
11	Alcançar rotor e colocar com o auxílio do pescoço de cavalo	40,8																						
12	Inserir rotor no motor, arrumar pescoço de cavalo e carregar botão de linha	51,6																						
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								

Figura 74 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 15.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 7 fios; com patas falsas; com rac's RDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	29/jul/22	Tempo de ciclo	732,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Preparar as rac's (cortar tubo de tela)	46,2																				
3	Alcançar tubo de tela e colocar nas rac's (duas a duas)	144,6																				
4	Passar as rac's para o lado oposto do motor	123																				
5	Alcançar material da estante <i>kambari/kit/junço</i>	33,6																				
6	Colocar espuma na passagem dos cabos com os cabos no meio	59,4																				
7	Montar e apertar a placa de bornes na zona da caixa de ligação	55,2																				
8	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																				
9	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,8																				
10	Alcançar pistola de ar, soprar interior do estator e carregar botão de linha	42																				
11	Alcançar rotor e colocar com o auxílio do pescopo de cavalo	40,8																				
12	Inserir rotor no motor, arrumar pescopo de cavalo e carregar botão de linha	51,6																				
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 75 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 16.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22: Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's RDL NU	Posto de trabalho	2	Data	29/jul/22	Tempo de ciclo	441,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																				
3	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,8																				
4	Alcançar pistola de ar e soprar interior do estator	42																				
5	Alcançar rotor com o auxílio do pescopo de cavalo	40,8																				
6	Inserir rotor no motor e arrumar pescopo de cavalo	35,4																				
7	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	12																				
8	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	14,4																				
9	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	20,4																				
10	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	12																				
11	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	17,4																				
12	Alcançar buíão de dreno e colocar na tampa LV	6,6																				
13	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
14	Colocar tampa LV no motor	29,4																				
15	Apertar a tampa a LV com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	30																				
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 76 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 17.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rae's; RDL NU	Posto de trabalho	2	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	562,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Ligar e apertar os cabos de potência à placa de bornes	113,4																				
3	Alcançar multímetro e medir continuidade dos cabos de potência	13,8																				
4	Alcançar pistola de ar e soprar interior do estator	42																				
5	Alcançar rotor com o auxílio do pescopo de cavalo	40,8																				
6	Inserir rotor no motor e arrumar pescopo de cavalo	51,6																				
7	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	12																				
8	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	14,4																				
9	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	20,4																				
10	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	61,2																				
11	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	18,6																				
12	Alcançar buíção de dreno e colocar na tampa LV	6,6																				
13	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
14	Colocar tampa LV no motor	64,2																				
15	Apertar a tampa a LV com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	49,2																				
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 77 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 19.

Standard Work Combination Table																						
Família	W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rae's; RDL ESF	Posto de trabalho	2	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	300,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	37,2																				
3	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	22,8																				
4	Alcançar o buíção de dreno e colocar na tampa LA	10,8																				
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26,4																				
6	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	20,4																				
7	Colocar tampa LA no motor	61,8																				
8	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	50,4																				
9	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
10	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31,8																				
11	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
12	Rodar motor no prato de linha, retirar proteção de alumínio e carregar botão de linha	11,4																				
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 78 - Standard Work Combination Table para o PT2, família 29.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rasão ROL ESF	Posto de trabalho	3	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	468 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	30,6																				
3	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	22,8																				
4	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	10,8																				
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26,4																				
6	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	20,4																				
7	Colocar tampa LA no motor	37,2																				
8	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	37,8																				
9	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
10	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31,8																				
11	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
12	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
13	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	11,4																				
14	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	12																				
15	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	17,4																				
16	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	6,6																				
17	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
18	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	14,4																				
19	Alcançar molas	7,2																				
20	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	19,8																				
21	Colocar tampa LV no motor	29,4																				
22	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	30																				
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 81 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 5.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rasão ROL ESF	Posto de trabalho	3	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	616,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	37,2																				
3	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	22,8																				
4	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	10,8																				
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26,4																				
6	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	20,4																				
7	Colocar tampa LA no motor	61,8																				
8	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	50,4																				
9	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
10	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31,8																				
11	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
12	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
13	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	11,4																				
14	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	61,2																				
15	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	18,6																				
16	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	6,6																				
17	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
18	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	14,4																				
19	Alcançar molas	7,2																				
20	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	19,8																				
21	Colocar tampa LV no motor	64,2																				
22	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	49,2																				
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 82 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 7.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com palas falsas; com rae's; RDL ESF	Posto de trabalho	3	Data	25/01/22	Tempo de ciclo	574,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	30,6																				
3	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	22,8																				
4	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	10,8																				
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26,4																				
6	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	20,4																				
7	Colocar tampa LA no motor	37,2																				
8	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	37,8																				
9	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
10	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31,8																				
11	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
12	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
13	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	11,4																				
14	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	12																				
15	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	17,4																				
16	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	6,6																				
17	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
18	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	14,4																				
19	Alcançar molas	7,2																				
20	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	19,8																				
21	Colocar tampa LV no motor	29,4																				
22	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	30																				
23	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
24	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31,8																				
25	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
26	Colocar óleo secativo	10,2																				
27	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16,2																				
28	Alcançar graxa, colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira e carregar botão de linha	9,6																				
29																						
30																						

Figura 83 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 13.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com palas falsas; com rae's; RDL ESF	Posto de trabalho	3	Data	25/01/22	Tempo de ciclo	722,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	37,2																				
3	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	22,8																				
4	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LA	10,8																				
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26,4																				
6	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	20,4																				
7	Colocar tampa LA no motor	61,8																				
8	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	50,4																				
9	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
10	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31,8																				
11	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
12	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
13	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	11,4																				
14	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	61,2																				
15	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	18,6																				
16	Alcançar bujão de dreno e colocar na tampa LV	6,6																				
17	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
18	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	14,4																				
19	Alcançar molas	7,2																				
20	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	19,8																				
21	Colocar tampa LV no motor	64,2																				
22	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	49,2																				
23	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
24	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31,8																				
25	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
26	Colocar óleo secativo	10,2																				
27	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16,2																				
28	Alcançar graxa, colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira e carregar botão de linha	9,6																				
29																						
30																						

Figura 84 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 15.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 7 fios; com patas falsas; com raio R; FDL ESF	Posto de trabalho	3	Data	25/n/22	Tempo de ciclo	722.4 seg	Takt Time	740.40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	37.2																				
3	Preparar a tampa LA (limpar e colocar massa lubrificante)	22.8																				
4	Alcançar bução de dreno e colocar na tampa LA	10.8																				
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26.4																				
6	Alcançar placa de fecho LA, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	20.4																				
7	Colocar tampa LA no motor	61.8																				
8	Apertar a tampa LA com o auxílio da parafusadora	50.4																				
9	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
10	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31.8																				
11	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29.4																				
12	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9.6																				
13	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção de alumínio	11.4																				
14	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	61.2																				
15	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	18.6																				
16	Alcançar bução de dreno e colocar na tampa LV	6.6																				
17	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
18	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e massa lubrificante	14.4																				
19	Alcançar molas	7.2																				
20	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	19.8																				
21	Colocar tampa LV no motor	64.2																				
22	Apertar a tampa LV com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	49.2																				
23	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
24	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31.8																				
25	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29.4																				
26	Colocar óleo secativo	10.2																				
27	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16.2																				
28	Alcançar graxa, colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira e carregar botão de linha	9.6																				
29																						
30																						

Figura 85 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 16.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem raio R; FDL NU	Posto de trabalho	3	Data	25/n/22	Tempo de ciclo	368.4 seg	Takt Time	740.40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
3	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31.8																				
4	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29.4																				
5	Colocar óleo secativo	10.2																				
6	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16.2																				
7	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	12																				
8	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	67.8																				
9	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9.6																				
10	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção térmica	7.2																				
11	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	30.6																				
12	Preparar a tampa (limpar e colocar massa lubrificante)	22.8																				
13	Alcançar rolamento NU e colocar na tampa LA	34.8																				
14	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	18.6																				
15	Colocar tampa LA no motor	29.4																				
16	Apertar tampa LA com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	30																				
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 86 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 17.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22, Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rca: RDL NU	Posto de trabalho	3	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	487,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
3	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31,8																				
4	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do balante	29,4																				
5	Colocar óleo secoativo	10,2																				
6	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16,2																				
7	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	58,8																				
8	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	78																				
9	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
10	Rodar motor no prato de linha e retirar proteção térmica	9,6																				
11	Alcançar tampa LA (lado ataque) com o auxílio da ponte	37,2																				
12	Preparar a tampa (limpar e colocar massa lubrificante)	22,8																				
13	Alcançar rolamento NU e colocar na tampa LA	34,8																				
14	Colocar massa lubrificante no rolamento NU	18,6																				
15	Colocar tampa LA no motor	61,8																				
16	Apertar tampa LA com o auxílio da parafusadora e carregar botão de linha	50,4																				
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 87 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 19.

Standard Work Combination Table																						
Família	W40, Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rca: RDL ESF	Posto de trabalho	3	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	355,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Seqüência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa LV (lado ventilador) com o auxílio da ponte	61,2																				
3	Preparar a tampa LV (limpar e colocar massa lubrificante)	18,6																				
4	Alcançar o bujão de dreno e colocar na tampa LV	6,6																				
5	Alcançar graxeira e colocar na tampa LV	45																				
6	Alcançar placa de fecho LV, colocar gaveta de graxa e colocar massa lubrificante	14,4																				
7	Alcançar molas	7,2																				
8	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LV	19,8																				
9	Colocar tampa LV no motor	64,2																				
10	Apertar tampa LV com o auxílio da parafusadora	49,2																				
11	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
12	Apertar placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31,8																				
13	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
14	Rodar motor no prato de linha e carregar botão de linha	9,6																				
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 88 - Standard Work Combination Table para o PT3, família 29.

Standard Work Combination Table																						
Familia	W22, Carcaça 225-250; 2 a 4 fios; sem palas falsas; sem rae's ; ROL ESF	Posto de trabalho	4	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	411 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	36											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	12																				
3	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	67,8																				
4	Rodar motor no prato de linha	7,2																				
5	Alcançar material e/ou CP do <i>kit/lanço</i>	32,4																				
6	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	32,4																				
7	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
8	Montar bornes no suporte conector	24																				
9	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
10	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
11	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	51																				
12	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
13	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	34,8																				
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	27																				
16	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 89 - Standard Work Combination Table para o PT4, familia 1.

Standard Work Combination Table																						
Familia	W22, Carcaça 280-315; 2 a 4 fios; sem palas falsas; sem rae's ; ROL ESF	Posto de trabalho	4	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	470,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	36											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	58,8																				
3	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	78																				
4	Rodar motor no prato de linha	9,6																				
5	Alcançar material e/ou CP do <i>kit/lanço</i>	32,4																				
6	Alcançar material da estante <i>kanban</i>	32,4																				
7	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
8	Montar bornes no suporte conector	24																				
9	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
10	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
11	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	51																				
12	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
13	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	34,8																				
14	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
15	Fechar ordem de produção no SGPROD	27																				
16	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 90 - Standard Work Combination Table para o PT4, familia 3.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rai's RDL ESF	Posto de trabalho	4	Data	25jul22	Tempo de ciclo	517,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
3	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31,8																				
4	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
5	Colocar óleo secativo	10,2																				
6	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16,2																				
7	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
8	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	12																				
9	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	67,8																				
10	Rodar motor no prato de linha	7,2																				
11	Alcançar material elou OP do <i>kilijario</i>	32,4																				
12	Alcançar material da estante <i>kazbar</i>	32,4																				
13	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
14	Montar bornes no suporte conector	24																				
15	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
16	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
17	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	51																				
18	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
19	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	34,8																				
20	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
21	Fechar ordem de produção no SGPROD	27																				
22	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 91 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 5.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; com patas falsas; sem rai's RDL ESF	Posto de trabalho	4	Data	25jul22	Tempo de ciclo	576,6 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Colocar placa de fecho LV no motor	9																				
3	Apertar a placa de fecho LV com o auxílio da parafusadora	31,8																				
4	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
5	Colocar óleo secativo	10,2																				
6	Alcançar ventilador e encaixar na parte de fora da tampa LV	16,2																				
7	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
8	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	58,8																				
9	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	78																				
10	Rodar motor no prato de linha	9,6																				
11	Alcançar material elou OP do <i>kilijario</i>	32,4																				
12	Alcançar material da estante <i>kazbar</i>	32,4																				
13	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
14	Montar bornes no suporte conector	24																				
15	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
16	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
17	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	51																				
18	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
19	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	34,8																				
20	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
21	Fechar ordem de produção no SGPROD	27																				
22	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 92 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 7.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 5 a 7 fios; com patas falsas; com rac's; RDL ESF	Posto de trabalho	4	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	686,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar tampa defletora com o auxílio da ponte e colocar no motor	58,8																				
3	Apertar tampa defletora com o auxílio da parafusadora	78																				
4	Rodar motor no prato de linha	9,6																				
5	Alcançar material do DP do <i>karşın</i>	32,4																				
6	Alcançar material da estante <i>karşın</i>	32,4																				
7	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
8	Montar bornes no suporte conector	24																				
9	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
10	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
11	Alcançar alicate de crimpagem e cravar ponteiros <i>rac's</i>	107,4																				
12	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	115,8																				
13	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
14	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	78,6																				
15	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
16	Fechar ordem de produção no SGPRDD	27																				
17	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 95 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 16.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 225 - 250; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rac's; RDL NU	Posto de trabalho	4	Data	25/jul/22	Tempo de ciclo	475,2 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar buíão de dreno e colocar na tampa LA	10,8																				
3	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26,4																				
4	Alcançar molas	7,2																				
5	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LA	19,8																				
6	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
7	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31,8																				
8	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do balente	29,4																				
9	Rodar motor no prato de linha	7,2																				
10	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
11	Alcançar material do DP do <i>karşın</i>	32,4																				
12	Alcançar material da estante <i>karşın</i>	32,4																				
13	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
14	Montar bornes no suporte conector	24																				
15	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
16	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
17	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	51																				
18	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
19	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	34,8																				
20	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
21	Fechar ordem de produção no SGPRDD	27																				
22	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 96 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 17.

Standard Work Combination Table																						
Família	W22; Carcaça 280 - 315; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rasps; RDL NU	Posto de trabalho	4	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	479,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar bução de dreno e colocar na tampa LA	10,8																				
3	Alcançar graxeira e colocar na tampa LA	26,4																				
4	Alcançar molas	7,2																				
5	Passar molas na graxa e colocar na placa de fecho LA	19,8																				
6	Colocar placa de fecho LA no motor	9																				
7	Apertar a placa de fecho LA com o auxílio da parafusadora	31,8																				
8	Alcançar calota e vedante e colocar com o auxílio do batente	29,4																				
9	Rodar motor no prato de linha	11,4																				
10	Alcançar graxa e colocar massa lubrificante pelo canal da graxeira	9,6																				
11	Alcançar material elou OP do <i>kit/curço</i>	32,4																				
12	Alcançar material da estante <i>Kanban</i>	32,4																				
13	Colocar e apertar aterramento no interior da caixa de ligação	11,4																				
14	Montar bornes no suporte conector	24																				
15	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
16	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
17	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	51																				
18	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
19	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	34,8																				
20	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
21	Fechar ordem de produção no SGPROD	27																				
22	Alcançar botão de linha e carregar	6																				
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 97 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 19.

Standard Work Combination Table																						
Família	W40; Carcaça 280; Cabo Curto; 2 a 4 fios; sem patas falsas; sem rasps; RDL ESF	Posto de trabalho	4	Data	25/Jul/22	Tempo de ciclo	305,4 seg	Takt Time	740,40 seg	Procura	35											
Sequência	Operação	Tempo (segundos)			Tempo de operação																	
		Manual	Máquina	Andar	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900
1	Verificar lista técnica	9																				
2	Alcançar material elou OP do <i>kit/curço</i>	32,4																				
3	Alcançar material da estante <i>Kanban</i>	32,4																				
4	Fixar conjunto do suporte conector dentro da caixa de ligação	41,4																				
5	Emendar tubo de tela nos cabos auxiliares	24																				
6	Alcançar descarnador e colocar os fios no suporte conector	58,2																				
7	Alcançar multímetro e medir continuidade	19,8																				
8	Alcançar etiquetas de identificação e colocar nos fios	44,4																				
9	Alcançar pistola de ar e limpar a caixa	10,8																				
10	Fechar ordem de produção no SGPROD	27																				
11	Alcançar botão e carregar botão de linha	6																				
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						

Figura 98 - Standard Work Combination Table para o PT4, família 29.

APÊNDICE 13 – 5S CHECKLIST

5S Checklist		
Posto de trabalho: _____		Data: ___/___/___
1S – Seiri (Organizar)		x/✓
1.	Não são deixados ou armazenados materiais desnecessários no PT.	
2.	Todas as ferramentas e materiais são utilizados regularmente.	
3.	Existe uma área definida para colocar os resíduos das proteções térmicas.	
4.	Existe uma área definida para colocar os resíduos de tubo de tela.	
5.	A quantidade de resíduos na área definida é adequada.	
2S – Seiton (Arrumar)		x/✓
6.	Os locais das ferramentas e materiais estão bem definidos.	
7.	Os locais das ferramentas e materiais estão organizados.	
8.	Existem etiquetas de identificação para as ferramentas e materiais.	
9.	Existem etiquetas de identificação para as áreas definidas para os resíduos.	
10.	As etiquetas de identificação encontram-se em bom estado.	
3S – Seiso (Limpar)		x/✓
11.	O espaço de trabalho encontra-se limpo e arrumado.	
12.	As ferramentas de trabalho encontram-se limpas.	
13.	As ferramentas de trabalho e materiais encontram-se em bom estado.	
14.	Os materiais de limpeza são de fácil acesso.	
15.	A limpeza semanal foi realizada.	
4S – Seiketsu (Normalização)		x/✓
16.	Existe informação afixada para a realização dos 3 primeiros S's.	
17.	As delimitações das ferramentas e materiais estão assinaladas.	
18.	As auditorias dos 5S são realizadas regularmente.	
5S – Shitsuke (Autodisciplina)		x/✓
19.	Todos os operadores têm formação sobre 5S.	
20.	Os 5S são atualizados regularmente.	

Figura 99 - 5S Checklist.

ANEXOS

ANEXO I – CRITÉRIOS PARA A REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE TEMPOS

Com intuito de se obter o tempo padrão de cada uma das tarefas elementares dos modelos mais representativos na linha de montagem é utilizado o estudo de tempos, sendo esta uma medida de trabalho mais utilizada. Este método consiste numa observação direta e intensiva das tarefas manuais com ciclos repetitivos, registando todos os dados referentes ao processo em análise (Costa et al., 2004). Para a realização de uma cronometragem adequada, esta teve por base o método disponibilizado pela WEG, que possui um conjunto de regras e parâmetros que devem ser seguidos. O método estabelece que para tarefas com duração de menos ou igual a 2 minutos, o número mínimo de amostras a cronometrar é de 10, enquanto para amostras com tempos de ciclo maior que 2 minutos apenas são necessárias 5 leituras.

Posteriormente, depois de cronometradas as leituras mínimas obrigatórias, é necessário perceber se a primeira série de medições será suficiente, para cada tarefa individual. Assim, para verificação do número de ciclos necessários, é determinada a razão entre a amplitude “R” e a média “X”. A amplitude é obtida através da diferença entre o maior e o menor valor dos tempos das amostras retiradas e a média é determinada através da soma dos tempos cronometrados dividido pelo número de observações efetuadas.

Determinado o número de ciclos, através da Tabela 84 disponibilizada pela WEG, continua-se a cronometrar até se obter o número de observações requerido.

Tabela 84 - Número de ciclos a cronometrar.

RELAÇÃO R/X	Nº DE CICLOS A CRONOMETRAR		RELAÇÃO R/X	Nº DE CICLOS A CRONOMETRAR		RELAÇÃO R/X	Nº DE CICLOS A CRONOMETRAR		RELAÇÃO R/X	Nº DE CICLOS A CRONOMETRAR	
	≤ 2 MIN	> 2 MIN		≤ 2 MIN	> 2 MIN		≤ 2 MIN	> 2 MIN		≤ 2 MIN	> 2 MIN
0,10	2	3	0,34	20	34	0,58	57	100	0,82	113	199
0,12	2	4	0,36	22	38	0,60	61	107	0,84	119	209
0,14	3	6	0,38	24	43	0,62	65	114	0,86	125	218
0,16	4	8	0,40	27	47	0,64	69	121	0,88	131	229
0,18	6	10	0,42	30	52	0,66	74	129	0,90	138	239
0,20	7	12	0,44	33	57	0,68	78	137	0,92	143	250
0,22	8	14	0,46	36	63	0,70	83	145	0,94	149	261
0,24	10	17	0,48	39	68	0,72	88	153	0,96	156	273
0,26	11	20	0,50	42	74	0,74	93	162	0,98	162	284
0,28	13	23	0,52	46	80	0,76	98	171	1,00	169	296
0,30	15	27	0,54	49	86	0,78	103	180	-	-	-
0,32	17	30	0,56	53	93	0,80	108	190	-	-	-

Posteriormente, tendo em consideração a média das observações obtidas, ainda deve ser contabilizado o ritmo de trabalho do operador e os fatores de fadiga. Relativamente ao ritmo do trabalhador, este é dado numa escala de 80% a 120%, em que 80% corresponde a um ritmo lento e 120% a um ritmo rápido. No que diz respeito ao valor da fadiga este teve por base fatores como: o esforço mental, esforço físico, fator de recuperação, monotonia e condições ambientais. Todos estes fatores foram determinados segundo as escalas definidas pela WEG.